

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**Farklı Yöre Pamuklarından Üretilen Kompakt İpliklerin ve
Mamul Örmeye Kumaşların Performans Özelliklerinin
Araştırılması**

Süeda ÖZGÜN

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Ekim, 2024

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZ ONAYI

**Farklı Yöre Pamuklarından Üretilen Kompakt İpliklerin ve
Mamul Örmeye Kumaşların Performans Özelliklerinin
Araştırılması**

Süeda ÖZGÜN

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu Doktora Tezi 18/10/2024 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş
ve Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Pınar DURU BAYKAL (Danışman)

: Prof. Dr. Osman BABAARSLAN

: Prof. Dr. Rızvan EROL

: Doç. Dr. Seval UYANIK

: Doç. Dr. Esin SARIOĞLU

**Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.
Tez No:**

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

**Bu çalışma BAP Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FDK-2020-12735**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak
gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
1.1. Dünyada Pamuk Üretim ve Tüketim Durumu	1
1.2. Türkiye’de Pamuk Üretim ve Tüketim Durumu	3
1.3. Pamuk Lif Özellikleri	5
1.3.1. Lif uzunluğu	5
1.3.2. Lif İnceliği	6
1.3.3. Lif Olgunluğu	8
1.3.4. Mukavemet	9
1.3.5. Pamuk Liflerinde Kopma Uzaması ve Elastikiyet	9
1.3.6. Renk	10
1.3.7. Neps	11
1.4. Çırçırılama İşlemi	11
1.5. Çalışmanın Amacı ve Önemi	12
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	15
2.1. Pamuk Lif Özelliklerinin İplik Özelliklerine Etkisi Üzerine Yapılmış Çalışmalar	15
2.2. Pamuk Lif ve İplik Özelliklerinin Kumaş Özelliklerine Etkisi Üzerine Yapılmış Çalışmalar	23
2.3. Pamuk Lifi İç Yapı Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Yapılmış Çalışmalar	26
3. MATERYAL VE METOT	29
3.1. Materyal	29
3.2. Metod	30
3.2.1. Lif Özellikleri	30
3.2.2. İplik Üretimi	39
3.2.3. Kumaş Üretimi ve Boyama Prosesi	40
3.2.4. İplik Testleri	42
3.2.5. Kumaş Testleri	46
3.2.6. İç Yapı Testleri	67
3.2.7. Pestisit Analizi	75
3.2.8. İstatistiksel Analiz	78
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	81

4.1. Elyaf Test Sonuçları.....	81
4.1.1. HVI Sonuçları	81
4.1.2. HVI Verilerinin İstatistiksel Analizi	93
4.1.3. AFIS Sonuçları.....	100
4.1.4. AFIS Verilerinin İstatistiksel Analizi.....	106
4.2. İplik Test Sonuçları.....	111
4.2.1. İplik Fiziksel Özellikleri Test Sonuçları	112
4.2.2. İplik Mukavemet Özellikleri Test Sonuçları.....	118
4.2.3. İplik Verilerinin İstatistiksel Analizi.....	119
4.3. Kumaş Test Sonuçları	126
4.3.1. Kumaş Yapısal Özellikleri Test Sonuçları	126
4.3.2. Kumaş Performans Özellikleri Test Sonuçları.....	127
4.3.3. Kumaş Verilerinin İstatistiksel Analizi	143
4.3.4. İç Yapı Analizi Sonuçları.....	144
4.3.5. Pestisit Analizi Sonuçları.....	159
4.3.6. Pestisit Verilerinin İstatistiksel Analizi.....	161
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLERİ.....	165
5.1. Sonuçlar	165
5.2. Öneriler	167
KAYNAKLAR	169
ÖZGEÇMİŞ	183
Ek-1: Oeko-Tex Standart 100 zararlı pestisit tablosu,	187
Ek-2: Oeko-Tex Organik pamuk zararlı pestisit tablosu,.....	188
Ek-3: Organofosforlu pestisitlerin (OPs) LC-MS/MS cihazı için analiz parametreleri.....	189

Farklı Yöre Pamuklarından Üretilen Kompakt İpliklerin ve Mamul Örmeye Kumaşların Performans Özelliklerinin Araştırılması

Süeda ÖZGÜN

Danışman: Prof. Dr. Pınar DURU BAYKAL
İkinci danışman: Doç. Dr. İlkan ÖZKAN

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZ

Pamuk, dünya çapında çeşitli coğrafi bölgelerde yetiştirilen stratejik ve önemli bir hammaddedir. Bu tez çalışmasında, *Gossypium Hirsutum* L. türünde olan ancak farklı bölgelerde yetişen ve Türkiye’de yaygın olarak kullanılan rollergin ve sawgin pamuklarından üretilen mamul örmeye kumaşlardaki farklılıklar/benzerlikler araştırılmıştır. Çalışma kapsamında farklı pamuk tiplerinin iplik kalite özelliklerine etkisini incelemek amacıyla seçilen pamuklardan Ne 30/1 kompakt penye iplikler üretilmiştir. Bu ipliklerden üretilen süprem örmeye kumaşlara, aynı şartlarda ağartma ve boyama işlemleri uygulanmıştır. Farklı bölge pamuklarının lif özellikleri, bu liflerden üretilen kompakt penye iplik özellikleri ve mamul örmeye kumaşların özellikleri test edilerek belirlenmiştir. Ayrıca ham ve boyalı kumaşlara karakterizasyon analizleri (TGA, DSC, XRD ve FT-IR) ve pestisit analizleri uygulanmıştır. Elde edilen tüm veriler Uster İstatistikleri, grafikler ve istatistiksel analizlerle değerlendirilmiştir. Pamuğun çirçirlama şeklinin (rollergin veya sawgin) lif özellikleri üzerinde etkili olduğu, diğer yandan aynı şekilde çirçirlanmış ancak farklı yörelerde yetişmiş pamukların lif özellikleri arasında da farklılıklar olduğu, lif bazında olan bu farklılıkların iplik ve mamul örmeye kumaş özelliklerine de yansıdığı ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Pamuk lifi, kompakt penye iplik, süprem kumaş, HVI-AFIS, karakterizasyon ve pestisit analizleri

**Investigation of Performance Properties of Compact Yarns
and Finished Knitted Fabrics Produced from Different
Regional Cottons**

Süeda ÖZGÜN

Advisor: Prof. Dr. Pınar DURU BAYKAL

Co-Advisor: Doç. Dr. İlkan ÖZKAN

Department of Textile Engineering

ABSTRACT

Cotton is a strategic and important raw material grown in various geographical regions around the world. In this thesis study, the differences/similarities in the finished knitted fabrics produced from rollergin and sawgin cottons, which are of the *Gossypium Hirsutum* L. species but grown in different regions and widely used in Turkey, were investigated. Within the scope of the study, Ne 30/1 compact combed yarns were produced from the selected cottons in order to examine the effect of different cotton types on yarn quality properties. Bleaching and dyeing processes were applied to the single jersey knitted fabrics produced from these yarns under the same conditions. The fiber properties of the cottons from different regions, the compact combed yarn properties produced from these fibers and the properties of the finished knitted fabrics were determined by testing. In addition, characterization analyzes (TGA, DSC, XRD and FT-IR) and pesticide analyzes were applied to the raw and dyed fabrics. All the obtained data were evaluated with Uster Statistics, graphics and statistical analyzes. It has been shown that the ginning method of cotton (rollergin or sawgin) has an effect on the fiber properties, and that there are differences in the fiber properties of cotton ginned in the same way but grown in different regions, and that these differences on a fiber basis are also reflected in the properties of yarn and finished knitted fabric.

Keywords: Cotton fiber, compact combed yarn, single jersey knitted fabric, HVI-AFIS, characterization and pesticide analysis

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca bilgi ve tecrübesiyle çalışmalarına yön veren, her zaman, her konuda sürekli yardımlarını, desteğini üzerimde hissettiğim çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Pınar DURU BAYKAL'a, tez çalışmamda istatistik ve karakterizasyon testleri konusunda değerli katkılarından ve desteklerinden dolayı ikinci danışman hocam Sayın Doç. Dr. İlkan ÖZKAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında değerli bilgi ve görüşlerinden yararlandığım, her zaman bizlere yol gösteren doktora tez jüri üyesi hocam Sayın Prof. Dr. Osman BABAARSLAN'a, istatistik konusunda değerli bilgilerini aktaran doktora jüri üyesi hocam Sayın Prof. Dr. Rızvan EROL'a çok teşekkür ederim. Doktora dersini aldığım değerli bilgi ve tecrübelerini paylaşarak doktora sürecinde her zaman destek veren hocam Sayın Prof. Dr. İlhami İLHAN'a ve tekstil istatistiği konusunda çok değerli bilgiler edindiğim hocam Sayın Prof. Dr. Belkıs ZERVENT ÜNAL'a çok teşekkür ederim.

Tez çalışması kapsamında elyaf tedarikleri, iplik kumaş üretim ve boyama prosesleri ile elyaf testlerinin yapılması konusunda tüm imkanları sağlayan Şahintürk Tekstil A.Ş. İplik İşletmesi'ne ve değerli meslektaşım ve arkadaşım Sayın Bülent EREN'e, laboratuvar sorumlusu Sayın Başak Burçak ARICA'ya ve terbiye işlemlerinin yapılmasında yardımcı olan Yaka Tekstil firmasına; kumaş testlerinin yapılması için destek sağlayan EKOTEN Tekstil San. ve Tic. A.Ş.'ye, değerli meslektaşım ve arkadaşım Teknik Genel Müdür Yardımcısı Sayın Abdullah GÖKOĞLU'na, laboratuvar sorumluları Sayın Veli GÖKÇAY ve Sayın Sadiye İNCEOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Tez çalışmasında bazı testlerimi gerçekleştirdiğim ÇÜ. Tekstil Mühendisliği Bölümüne ve bu testler sırasında bilgi ve yardımını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Abdurrahman TELLİ ve laboratuvar sorumlusu Yüksek Tekstil Mühendisi Sayın Muhittin ÖZKAN'a, Sayın Arş. Gör. Sait YILÖNÜ'ne çok teşekkür ederim. İç yapı analizlerini yaptığım ÇÜMERLAB'a, Sayın Burcu ÖZÇAKIR, Sayın Öğr. Gör. Mehmet Burak KOCA ve Sayın Afet Rüya KANDEMİR'e; pestisit testlerini yaptığım ÇÜ. Tıp Fakültesi A.B.D'na, Sayın Doç. Dr. Nebile DAĞLIOĞLU ve Sayın Öğr. Gör. Aslı ATASOY AYDIN'a teşekkür ederim. MMT testini yaptığım EÜ. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi laboratuvarına, Sayın Prof. Dr. Esen ÖZDOĞAN'a, lif özelliklerinin değerlendirilmesinde yardımını esirgemeyen Uster Teknoloji Ticaret A.Ş. firmasından Sayın Melike YÜKSEL'e teşekkür ederim. Doktora çalışmama maddi destek veren ÇÜ. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje No: FDK-2020-12735) teşekkür ederim.

Bugünlere gelmem için yaptığın tüm fedakarlıklar, emeklerin ve bana kattığın her şey için sevgili annem Şefika ÖZYILMAZ'a, hayatımın her anında tüm zorlukları birlikte aştığımız ve birbirimize destek olduğumuz hayat arkadaşım, meslektaşım, sevgili eşim Cenap ÖZGÜN'e, mutluluk kaynağım canım kızım Dr. Yeşim ÖZGÜN ZEYTİN'e, canım oğlum Ege ÖZGÜN'e sonsuz teşekkürlerimi, sevgilerimi sunarım.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünya lif pamuk üretimi.....	2
Çizelge 1.2. Dünya lif pamuk tüketimi	3
Çizelge 1.3. Dünya lif pamuk ithalatı	3
Çizelge 1.4. Türkiye lif pamuk üretim ve tüketim durumu.....	4
Çizelge 1.5. Türkiye'nin ülkelere göre yıllık lif pamuk ithalat miktarı	5
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan pamuk tipleri	30
Çizelge 3.2. Amerikan Upland pamuğu için renk sınıfları	33
Çizelge 3.3. % Tr Area ve yaprak derecesi (Leaf grade) arasındaki ilişki.....	33
Çizelge 3.4. HVI cihazıyla ölçülen lif özellikleri	34
Çizelge 3.5. AFIS Pro 2 cihazıyla ölçülen lif özellikleri	37
Çizelge 3.6. Demet halinde lif özelliklerinin (HVI) referans değerleri	38
Çizelge 3.7. Tek Lif halinde lif özelliklerinin (AFIS) referans değerleri	38
Çizelge 3.8. Kompakt iplik üretimine çalışma parametreleri	40
Çizelge 3.9. Örne makinesi üretim parametreleri	41
Çizelge 3.10. Ön terbiye ve boyama proses adımları.....	42
Çizelge 3.11. Ön terbiye reçete bilgileri	42
Çizelge 3.12. Reaktif boyama reçete bilgileri	42
Çizelge 3.13. Boncuklanma derecesi görsel değerlendirme tablosu	55
Çizelge 3.14. MMT Değerlendirme kriterleri	60
Çizelge 3.15. Yıkama haslığı için deney şartları.....	61
Çizelge 3.16. Asidik ve bazik deney çözeltisi reçete bilgileri.....	63
Çizelge 3.17. TA tekniklerinin toplu olarak karşılaştırılması	68
Çizelge 3.18. Pamuk ve organik pamuklarda pestisit sınır değerleri	76
Çizelge 3.19. LC-MS/MS cihazının çalışma koşulları.....	78
Çizelge 3.20. Korelasyon katsayılarına göre ilişki seviyeleri	80
Çizelge 4.1. Pamuk tiplerinin HVI sonuçları	81
Çizelge 4.2. Lif inceliğinin (Mic) değerlendirilmesi.....	82
Çizelge 4.3. Lif olgunluk indeksinin (Mat) değerlendirilmesi.....	83
Çizelge 4.4. Lif uzunluğunun (UHML) değerlendirilmesi	84
Çizelge 4.5. Üniformite indeksinin (UI) değerlendirilmesi	85
Çizelge 4.6. Kısa lif indeksinin (SFI) değerlendirilmesi.....	86
Çizelge 4.7. Lif mukavemetinin (Str) değerlendirilmesi.....	87
Çizelge 4.8. Lif kopma uzamasının (Elg) değerlendirilmesi	88
Çizelge 4.9. Renk derecesinin (C Grd) değerlendirilmesi	89
Çizelge 4.10. Lif yansıma (Rd) ve sarılık (+b) değerlendirilmesi	89

Çizelge 4.11. Çepel durumunun değerlendirilmesi.....	90
Çizelge 4.12. İplik eğrilebilirlik indeksinin (SCI) değerlendirilmesi.....	92
Çizelge 4.13. Yerli pamukların HVI verilerinin K-S sonuçları	93
Çizelge 4. 14. İthal pamukların HVI verilerinin K-S sonuçları	93
Çizelge 4.15. Yerli ve ithal pamukların HVI verilerinin çarpıklık - basıklık değerleri	95
Çizelge 4.16. Yerli ve ithal pamukların HVI verileri için ANOVA tablosu.....	95
Çizelge 4.17. Yerli ve ithal pamukların HVI verilerinin homojenlik testi sonuçları	96
Çizelge 4.18. Yerli pamuk HVI verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları.....	97
Çizelge 4.19. İthal pamuk HVI verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları.....	98
Çizelge 4.20. Yerli pamukların HVI verilerinin korelasyon analizi sonuçları.....	99
Çizelge 4.21. İthal pamukların HVI verilerinin korelasyon analizi sonuçları.....	99
Çizelge 4.22. Pamuk tiplerinin AFIS sonuçları	100
Çizelge 4.23. Lif neps miktarının değerlendirilmesi.....	101
Çizelge 4.24. Lif olgunluk oranının (Mat Ratio) değerlendirilmesi.....	103
Çizelge 4.25. Lif uzunluğunun (UQL, w) değerlendirilmesi	103
Çizelge 4.26. Kısa lif içeriğinin (SFC, w) değerlendirilmesi.....	104
Çizelge 4.27. Toplam çepel sayısının (Total Trash Count) değerlendirilmesi.....	105
Çizelge 4.28. Yerli pamukların AFIS verilerinin K-S sonuçları.....	106
Çizelge 4.29. İthal pamukların AFIS verilerinin K-S sonuçları.....	106
Çizelge 4.30. Yerli ve ithal pamukların AFIS verileri için ANOVA tablosu	107
Çizelge 4.31. Yerli ve ithal pamukların AFIS verilerinin homojenlik testi sonuçları.....	107
Çizelge 4.32. Yerli pamuk AFIS verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları	108
Çizelge 4.33. İthal pamuk AFIS verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları	109
Çizelge 4.34. Yerli pamukların AFIS verilerinin korelasyon analizi.....	110
Çizelge 4.35. İthal pamukların AFIS verilerinin korelasyon analizi.....	110
Çizelge 4.36. Yerli ve ithal pamukların HVI ve AFIS verilerinin korelasyon analizi	111
Çizelge 4.37. İplik özelliklerinin test sonuçları.....	112
Çizelge 4.38. İplik düzgünsüzlüğünün (CVm) değerlendirilmesi.....	112
Çizelge 4.39. İplik ince yer hatasının değerlendirilmesi	115
Çizelge 4.40. İplik kalın yer hatasının değerlendirilmesi.....	116
Çizelge 4.41. İplik neps miktarının değerlendirilmesi	117
Çizelge 4.42. İplik tüylülüğünün (H) değerlendirilmesi	117
Çizelge 4.43. İplik kopma mukavemetinin değerlendirilmesi	118
Çizelge 4.44. İplik kopma uzamasının değerlendirilmesi	119
Çizelge 4.45. Yerli pamukların iplik verilerinin K-S sonuçları	120
Çizelge 4.46. İthal pamukların iplik verilerinin K-S sonuçları	120
Çizelge 4.47. Yerli ve ithal pamukların iplik verilerine ait çarpıklık - basıklık değerleri	123

Çizelge 4.48. Yerli ve ithal pamukların iplik verileri için ANOVA Tablosu	123
Çizelge 4.49. Yerli ve ithal pamukların iplik verilerinin homojenlik testi sonuçları	124
Çizelge 4.50. Yerli pamuk iplik verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları	125
Çizelge 4.51. İthal pamuk iplik verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları	125
Çizelge 4.52. Yerli ve ithal pamuk ipliklerinin ince yer (-%50) iplik hatası Kruskal Wallis analizi.....	126
Çizelge 4.53. Yerli pamuk ipliklerinin ince yer (-%50) iplik hatası için Mann Whitney U analizi	126
Çizelge 4.54. Ham ve boyalı kumaşların yapısal özellikleri.....	127
Çizelge 4.55. Dikey kılcal emme test sonuçları	128
Çizelge 4.56. Boyalı kumaşların MMT test sonuçları ve değerlendirilmesi.....	129
Çizelge 4.57. Ham ve boyalı kumaşların en ve boy yönünde boyutsal değişimleri (%).....	130
Çizelge 4.58. Ham ve boyalı kumaşların may dönmesi değerleri (%).....	132
Çizelge 4.59. Ham ve boyalı kumaşların patlama mukavemeti değerleri.....	133
Çizelge 4.60. Ham ve boyalı kumaşların hava geçirgenliği değerleri.....	134
Çizelge 4.61. Ham ve boyalı kumaşların sertlik değerleri	135
Çizelge 4.62. Ham ve boyalı kumaşların uzama değerleri (%).....	136
Çizelge 4.63. Boncuklanma kutusu ve taklalı serbest düşme boncuklanma metodu test sonuçları	138
Çizelge 4.64. Geliştirilmiş Martindale metodu boncuklanma dayanımı test sonuçları.....	138
Çizelge 4.65. Yıkama haslığı test sonuçları	139
Çizelge 4.66. Asidik ter haslığı test sonuçları.....	140
Çizelge 4.67. Bazik ter haslığı test sonuçları	140
Çizelge 4.68. Sürtmeye karşı renk haslığı test sonuçları.....	140
Çizelge 4.69. Ham ve boyalı mamul kumaşların renk değerleri	141
Çizelge 4.70. Boyalı mamul kumaşların renk kuvveti (K/S) ve reflektans (%R) değerleri.....	141
Çizelge 4.71. Ham kumaşların renk farkları	142
Çizelge 4.72. Boyalı kumaşların renk farkları	143
Çizelge 4.73. Yerli ve ithal pamukların mamul kumaş verilerinin Kruskal Wallis testi sonuçları	143
Çizelge 4.74. Yerli pamukların mamul kumaş verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları.....	144
Çizelge 4.75. İthal pamukların mamul kumaş verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları.....	144
Çizelge 4.76. Ham ve boyalı kumaşlara ait kristallik derecesi	155
Çizelge 4.77. Selüloz liflerinde fonksiyonel gruplar.....	159
Çizelge 4.78. Ham kumaş pestisit test sonuçları	160
Çizelge 4.79. Pestisit verilerinin K-S testi sonuçları.....	161
Çizelge 4.80. Pestisit verileri için ANOVA Tablosu	161
Çizelge 4.81. Pestisit verilerinin homojenlik testi sonuçları.....	162
Çizelge 4.82. Pamuk tiplerinin pestisit verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları.....	162

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünya tekstil elyaf üretimi	1
Şekil 1.2. Dünya lif tüketimi	2
Şekil 1.3. Türkiye’de illere göre pamuk üretimi.....	4
Şekil 1.4. Stapel diyagramı ve önemli lif uzunluk parametreleri	6
Şekil 1.5. Pamuk lifi enine kesiti	6
Şekil 1.6. Lif olgunluğu ve mikroner ilişkisi.....	7
Şekil 1.7. Olgun ve olgun olmayan liflerin kesit görünümü.....	8
Şekil 1.8. Pamuk lifinin yük-uzama eğrisi	9
Şekil 1.9. Pamuk Nickerson-Hunter renk diyagramı.....	10
Şekil 1.10. AFIS Elyaf nepsi ve tohum kabuğu nepsi	11
Şekil 3.1. Uster HVI renk skalası	29
Şekil 3.2. Uster HVI 1000 test cihazı	31
Şekil 3.3. Upland pamuğu için USDA renk derecelendirme skalası, 1999 (kısa/orta stapelli)	32
Şekil 3.4. Uster AFIS Pro 2 test cihazı	35
Şekil 3.5. Uster AFIS Pro 2 cihazı elyaf ayırıcı sistemi	35
Şekil 3.6. Uster AFIS Pro 2 cihazı optik sensörü	36
Şekil 3.7. İplik üretimi proses akışı ve kullanılan makineler	39
Şekil 3.8. Rieter kompakt iplik makinesi K45 ve kompakt ünitesi	39
Şekil 3.9. TTM 3.2 Yuvarlak örme makinesi	41
Şekil 3.10. Örme kumaş boyama proses akışı ve kullanılan makineler	41
Şekil 3.11. Reaktif boyama grafiği	42
Şekil 3.12. Uster Tester 5 test cihazı.....	43
Şekil 3.13. Uster Tensorapid 4 mukavemet test cihazı	45
Şekil 3.14. İlmek iplik uzunluğu testinin uygulanışı.....	46
Şekil 3.15. Dairesel numune kesici ve hassas terazi.	47
Şekil 3.16. Kalınlık ölçme test cihazı ve testin uygulanışı.....	47
Şekil 3.17. Yıkamada boyut değişimi ve may dönmesi testleri	48
Şekil 3.18. Kumaşta boyut değişimi testinin değerlendirilmesi.....	49
Şekil 3.19. May dönmesi testinin değerlendirilmesi.....	49
Şekil 3.20. Patlama mukavemeti test cihazı ve testin uygulanışı.....	50
Şekil 3.21. Hava geçirgenliği test cihazı ve testin uygulanışı	51
Şekil 3.22. Pnömatik sertlik test cihazı ve testin uygulanışı	52
Şekil 3.23. Zwick Roell Z010 test cihazı ve testin uygulanışı	53
Şekil 3.24. ASTM D3512, EMPA standart boncuklanma fotoğrafları	54
Şekil 3.25. James H. Heal ICI boncuklanma test cihazı ve testin uygulanışı	55

Şekil 3.26. Boncuklanma testi için standart şablona göre numunelerin kesilerek hazırlanması	56
Şekil 3.27. SDL Atlas Random Tumble Pilling Tester cihazı	56
Şekil 3.28. James Heal Martindale aşınma ve boncuklanma test cihazı	57
Şekil 3.29. Dikey yönde sıvı iletimi deney düzeneği ve testin uygulanışı	59
Şekil 3.30. MMT test cihazı	59
Şekil 3.31. James H.Heal marka Gyrowash yıkama haslığı test cihazı	61
Şekil 3.32. Yıkama haslığı deney numuneleri ve değerlendirilmesi	62
Şekil 3.33. Perspirometre ve Memmert marka inkübatör cihazı	62
Şekil 3.34. Ter çözeltilerinin hazırlanması ve PH metre ile kontrolü	63
Şekil 3.35. Numunelerin perspirometreye ve inkübatöre yerleştirilmesi	63
Şekil 3.36. Prowhite Crockmeter sürtme haslığı test cihazı ve deneyin uygulanışı	64
Şekil 3.37. Minolta CM 3600D spektrofotometre renk ölçüm cihazı	65
Şekil 3.38. CIELAB renk uzayı	66
Şekil 3.39. Selüloz makromoleküllerinin polimerik yapısı	67
Şekil 3.40. Selüloz makromoleküllerinin molekül içi ve moleküller arası hidroksil grupları ile yaptığı hidrojen bağları	68
Şekil 3.41. Tipik bir TGA eğrisi	70
Şekil 3.42. Çeşitli termogram tipleri	70
Şekil 3.43. Mettler Toledo TGA 3+ test cihazı	71
Şekil 3.44. DSC analizinin temeli	72
Şekil 3.45. Mettler Toledo DSC test cihazı	72
Şekil 3.46. X-ışını kırınım ve yansıma geometrisi	73
Şekil 3.47. Panalytical Empyrean XRD cihazı	74
Şekil 3.48. FT-IR Spektroskopisi çalışma prensibi	75
Şekil 3.49. Jasco FT/IR-6700 spektrofotometre cihazı	75
Şekil 3.50. Sıvı Kromatografi-Tandem Kütle Spektrometresi (LC-MS/MS) test cihazı	77
Şekil 4.1. Lif inceliği (Mic)	82
Şekil 4.2. Brezilya pamuğu Uster İstatistikleri değerlendirmesi	83
Şekil 4.3. Lif olgunluk indeksi (Mat)	84
Şekil 4.4. Lif uzunluğu (UHML)	85
Şekil 4.5. Üniformite indeksi (UI)	86
Şekil 4.6. Kısa lif indeksi (SFI)	87
Şekil 4.7. Lif mukavemeti (Str)	88
Şekil 4.8. Lif kopma uzaması (Elg)	88
Şekil 4.9. Lif yansıma değerleri (Rd)	89
Şekil 4.10. Lif sarılık değerleri (+b)	90
Şekil 4.11. Çepel sayısı (Tr Cnt)	91

Şekil 4.12. Çepel alanı (Tr Area)	91
Şekil 4.13. Çepel derecesi (Tr Grade).....	92
Şekil 4.14. İplik eğrilebilirlik indeksi (SCI).....	92
Şekil 4.15. Yerli ve ithal pamuk HVI verilerinin histogram grafikleri	94
Şekil 4.16. Elyaf nepsi sayısı (Fiber Nep Cnt).....	102
Şekil 4.17. Tohum kabuğu nepsi sayısı (SCNep Count).....	102
Şekil 4.18. Lif olgunluk oranı (Mat Ratio).....	103
Şekil 4.19. Lif uzunluğu (UQL,w)	104
Şekil 4.20. Kısa lif içeriği (SFC, w).....	104
Şekil 4.21. Ağırlıkça ortalama lif uzunluğu (L,w)	105
Şekil 4.22. Sayıca en uzun liflerin %5'nin uzunluğu (5%L, n)	105
Şekil 4.23. Toplam çepel sayısı (Total Trash Count).....	106
Şekil 4.24. İplik düzgünsüzlüğü (CVm)	113
Şekil 4.25. Ege pamuğundan üretilen ipliğin Uster İstatistikleri değerlendirmesi.....	114
Şekil 4.26. İnce yer hatası (-%40).....	115
Şekil 4.27. İnce yer hatası (-%50).....	115
Şekil 4.28. Kalın yer hatası (+%35).....	116
Şekil 4.29. Kalın yer hatası (%+50).....	116
Şekil 4.30. İplik neps miktarı	117
Şekil 4.31. İplik tüylülüğü (H)	118
Şekil 4.32. İplik kopma mukavemeti	118
Şekil 4.33. İplik kopma uzaması	119
Şekil 4.34. Yerli ve ithal pamukların iplik verilerinin histogram grafikleri.....	122
Şekil 4.35. Boyalı kumaşların dikey kılcal emme test sonuçları.....	128
Şekil 4.36. Boyalı kumaşların nem yönetim performansı test sonuçları.....	130
Şekil 4.37. Ham ve boyalı kumaşların en yönünde boyutsal değişimleri	131
Şekil 4.38. Ham ve boyalı kumaşların boy yönünde boyutsal değişimleri	132
Şekil 4.39. Ham ve boyalı kumaşların may dönmesi değerleri.....	133
Şekil 4.40. Ham ve boyalı kumaşların patlama mukavemeti değerleri.....	134
Şekil 4.41. Ham ve boyalı kumaşların hava geçirgenliği değerleri.....	135
Şekil 4.42. Ham ve boyalı kumaşların sertlik değerleri	136
Şekil 4.43. Ham ve boyalı kumaşların uzama değerleri.....	137
Şekil 4.44. Boyalı kumaşların K/S ve R değerleri	141
Şekil 4.45. Ham kumaşlara ait TGA eğrileri.....	145
Şekil 4.46. Boyalı kumaşlara ait TGA eğrileri.....	145
Şekil 4.47. Ham ve boyalı kumaşlara ait çakıştırılmış TGA eğrileri	147
Şekil 4.48. Ham kumaşlara ait DSC eğrileri	148

Şekil 4.49. Boyalı kumaşlara ait DSC eğrileri	148
Şekil 4.50. Ham ve boyalı kumaşlara ait çakıştırılmış DSC eğrileri.....	150
Şekil 4.51. Ham ve boyalı kumaşlara ait endotermik reaksiyon entalpi sonuçları.....	151
Şekil 4.52. Ham ve boyalı kumaşlara ait endotermik reaksiyon pik sıcaklık sonuçları.....	151
Şekil 4.53. Ham kumaşlara ait XRD grafikleri	152
Şekil 4.54. Boyalı kumaşlara ait XRD grafikleri	153
Şekil 4.55. Ham ve boyalı kumaşlara ait çakıştırılmış XRD grafikleri.....	154
Şekil 4.56. X-ışını difraktogramında kristal ve amorf bölgelerin tespiti.....	155
Şekil 4.57. Ham ve boyalı kumaşlara ait kristallik derecesi	156
Şekil 4.58. Ham kumaşlara ait FT-IR grafikleri.....	157
Şekil 4.59. Boyalı kumaşlara ait FT-IR grafikleri.....	157
Şekil 4.60. Ham ve boyalı kumaşlara ait çakıştırılmış FT-IR grafikleri	158
Şekil 4.61. Ham kumaşların pestisit test sonuçları.....	161

1. GİRİŞ

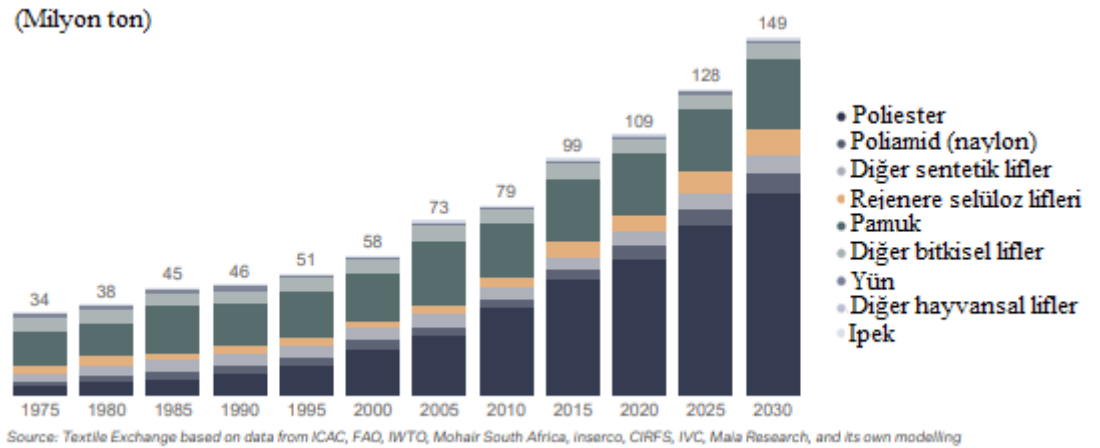
Pamuk, benzersiz özelliklerinden dolayı giyim, ev tekstili ve endüstriyel ürünler için kullanılan ve dünyada tüketilen tüm tekstil elyafının yaklaşık %25'ini oluşturan en önemli doğal elyafıdır. Yumuşak ve dayanıklı olması, yüksek hava geçirgenliği, ter emme yeteneği gibi konfor özelliklerinin yanında teknolojik yeniliklerle beraber yeni işlevsel özellikler kazandırılan pamuklu tekstil ürünleri yeni pazar talepleri yaratma potansiyeli sunmaktadır.

Günümüz yoğun rekabet koşulları altında işletmelerin varlığını sürdürmesi, verimli ve kaliteli üretim yapabilmesi son derece önemli ve aynı derecede zor bir hale gelmiştir. Sürekli değişen koşullar firmaların başarısını etkilerken, yaşanan her başarısızlık, işletmelerin varlığını devam ettirebilmesini tehdit etmektedir. Pamuklu tekstil ürünlerinin dünya üzerinde talebinin artması ve artan talepte seçiciliğin tüketici tarafından her geçen gün daha da önemli bir etken olması nedeni ile pamuk üretimi ve ticari satışı dünyanın çeşitli ülkelerinde rekabet haline gelmiştir.

Ebegümecigiller familyasına ait olan pamuk, *Gossypium L.* cinsinden bir bitkidir. Ticari öneme sahip dört ana pamuk türü vardır. Bunlardan ikisi Afrika-Asya türleri olan; *Gossypium arboreum* ve *Gossypium herbaceum*, diğer ikisi ise yeni dünya pamukları olan *Gossypium hirsutum* ve *Gossypium barbadense*'dir. Bunların içerisinde ise *Gossypium hirsutum L.* pamuk türü, farklı yetiştirme şartlarına kolayca adapte olabilmesinden ve yüksek verimliliğinden dolayı dünyada yetiştirilen pamukların % 90'ından fazlasını oluşturmakta ve "Upland" olarak bilinmektedir.

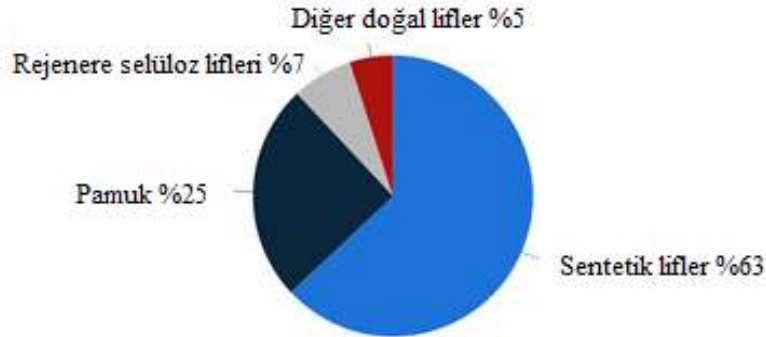
1.1. Dünyada Pamuk Üretim ve Tüketim Durumu

2022 yılında dünya lif üretimi 116,23 milyon ton olup; bunun yaklaşık 75,5 milyon tonu sentetik lifler, yaklaşık 25,5 milyon tonu pamuk, kalan kısmını diğer lifler oluşturmaktadır (<https://www.statista.com/statistics/1250690/global-textile-fiber-production-type/>). Şekil 1.1'de dünya tekstil elyaf üretiminin yıllara göre değişimi gösterilmiştir (Textile Exchange, 2022).



Şekil 1.1. Dünya tekstil elyaf üretimi 1975-2030 (Textile Exchange, 2022).

2019 yılı verilerine göre dünya lif tüketimi 108 milyon ton olup sentetik lifler ve pamuk sırasıyla %63 ve % 25'lik; yün diğer doğal ve rejenere selüloz lifleri %12'lik paya sahiptir. Şekil 1.2'de dünya lif tüketimi gösterilmiştir (Garside, 2020)



Rejenere selüloz lifleri; Lyosel, Modal ve Viskoz
Şekil 1.2. Dünya lif tüketimi (Garside, 2020)

Uluslararası Pamuk İstişare Komitesi'nin (ICAC-International Cotton Advisory Committee) 2019-2023 arası 5 yıllık dönem verileri incelendiğinde; dünyada ortalama 32,425 milyon hektar alanda pamuk ekimi yapıldığı ve bu ekimden ortalama 24,85 milyon ton lif pamuk elde edildiği görülmektedir. Dünyada az sayıda ülke ekolojisi pamuk tarımına elverişlidir. 2023-2024 sezonunda dünya pamuk üretiminin %85,61'i Türkiye'nin de içinde bulunduğu sekiz ülke tarafından yapılmıştır. 2023-2024 sezonunda dünyada en çok pamuk üreten ilk 5 ülke sırasıyla; Çin, Hindistan, Brezilya, Amerika ve Pakistan'dır. Çizelge 1.1'de dünya lif pamuk üretiminin yıllar içerisindeki değişimi görülmektedir (<https://icac.org/>, 2024).

Çizelge 1.1. Dünya lif pamuk üretimi (Bin ton) (<https://icac.org/>, 2024).

Ülkeler	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024	2024-2025*
Çin	5800	5910	5730	5980	5600	6000
Hindistan	6205	5992,16	5289,89	5722	5492,87	5200
Brezilya	2779	3002	2356	2551,73	3200	3650
Amerika	4335,54	3180,51	3815,18	3150	2627,06	3159,61
Pakistan	1456,72	960,36	1265,62	835,52	1420	1300
Avustralya	115	608	1277	1252	1021	1100
Türkiye	814	656,25	832,78	886,60	700	750
Özbekistan	530,90	700	590	590	590	640
Diğer	1003,68	3604,6	3900,88	3465,88	3472,09	3690,98
Toplam	23039,84	24613,88	25057,35	24433,73	24123,02	25490,59

(*)Tahmini

Çizelge 1.2'de Dünya lif pamuk tüketimi incelendiğinde, dünyada en çok pamuk tüketen ülkelerin yine en çok üretim yapan ülkeler olduğu görülmektedir. Son 5 yıllık dönemde dünya pamuk tüketimi, (pandemi nedeniyle 2019-2020 sezonunda bir miktar azalmakla beraber) ortalama 24-25 milyon ton seviyelerinde seyretmiş olup 2024-2025 sezonunda tüketimin 25,8 milyon ton olacağı tahmin edilmektedir. Dünya pamuk tüketiminden en büyük payı 8,3 milyon ton ile (% 33,2 pay) Çin

almaktadır. Bu ülkeyi Hindistan ve Pakistan izlemektedir. Türkiye ise 1,5 milyon tonluk tüketim değeri ile en çok pamuk tüketen 5'inci ülkedir (<https://icac.org/>, 2024).

Çizelge 1.2. Dünya lif pamuk tüketimi (Bin ton) (<https://icac.org/>, 2024).

Ülkeler	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024	2024-2025*
Çin	7230	8400	8315	7500	8300	8500
Hindistan	4453	5698,25	5304	5200	5389	5600
Pakistan	2344,01	2153,85	2447,59	1900	2300	2100
Bangladeş	1500,05	1635,06	1730	1600	1600	1850
Türkiye	1474	1670	1890	1700	1500	1650
Vietnam	1445,92	1518,21	1458,75	1300	1420	1500
ABD	468,11	522,54	555,2	446,33	402,79	413,68
Brezilya	570	690	700	696,72	700	750
Diğer	3554,75	3422,24	3.442,30	3297,84	3368,54	3506,61
Toplam	23039,84	25710,15	25842,84	23640,89	24980,33	25870,29

(*)Tahmini

Uluslararası Pamuk İstişare Komitesi'nin verilerine göre 2024-2025 sezonunda dünya lif pamuk ithalatının 10,1 milyon ton seviyelerinde olacağı ve bu dönemde dünya ithalatından en büyük payı, Çin'in alacağı ön görülmektedir. Projeksiyonda bu ülkeyi sırasıyla Bangladeş, Vietnam ve Türkiye izlemektedir. Son 5 yıllık dönem incelendiğinde dünya pamuk ithalatının yaklaşık % 10,7'si ülkemiz tarafından yapılmıştır. Genel itibariyle dünya ithalatının yaklaşık % 65'i ülkemizin de içinde yer aldığı bu dört ülke tarafından gerçekleştirilmektedir. Çizelge 1.3'te Dünya lif pamuk ithalatının yıllar içerisindeki değişimi ve geleceğe ilişkin trendi görülmektedir (<https://icac.org/>, 2024).

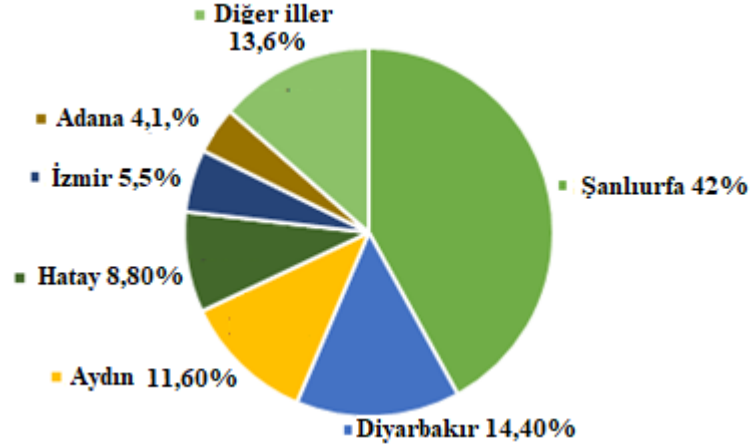
Çizelge 1.3. Dünya lif pamuk ithalatı (Bin Ton) (<https://icac.org/>, 2024).

Ülkeler	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024	2024-2025*
Çin	1600	2835,57	1847,15	1376,47	3000	2550
Bangladeş	1500,05	1635,03	1700	1400	1550	1800
Vietnam	1408,77	1546,45	1359,01	1350	1471,15	1656,95
Türkiye	1017,13	1193,36	1240,33	945,97	640,34	1000
Pakistan	981,68	1175,14	1050,71	1064,64	871,15	575
Endonezya	547,03	551,96	577,84	376,76	500	440,5
Diğer	1715,61	1721,17	1836,61	1716,79	1782,97	2046,76
Toplam	8770,27	10658,68	9611,65	8230,63	9815,61	10069,21

(*)Tahmini

1.2. Türkiye'de Pamuk Üretim ve Tüketim Durumu

Türkiye'de pamuk üretimi en fazla Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde gerçekleştirilmektedir. Şanlıurfa, GAP kapsamında sulamaya açılan Harran ve Suruç ovaları ile pamuk üretiminde önemli bir merkez haline gelmiş, 2023 yılında toplam pamuk üretiminin %42'si Şanlıurfa'da gerçekleşmiştir. Diyarbakır, Hatay, Aydın, İzmir ve Adana'da yapılan pamuk üretiminin toplamı, yaklaşık olarak Şanlıurfa'daki üretim kadar olmuştur. Şekil 1.3'te 2023 yılında Türkiye'de illere göre pamuk üretimi (Özüdoğru, 2023) gösterilmiştir.



Şekil 1.3. Türkiye’de illere göre pamuk üretimi (Özüdoğru, 2023)

Çizelge 1.4’te Türkiye lif pamuk üretim ve tüketim durumunun yıllar içerisindeki değişimi görülmektedir (Özüdoğru, 2024; ICAC, 2024). 2013-2023 yılları arasında 10 yıllık dönem verileri incelendiğinde Türkiye’nin pamuk üretimi, tüketiminin % 50’sini karşılamaktadır. 2022-2023 sezonunda bu oran yaklaşık % 53,41 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1.4. Türkiye lif pamuk üretim ve tüketim durumu (Bin Ton) (Özüdoğru, 2024; ICAC, 2024).

Sezon	Üretim (Lif)	Tüketim (Lif)	Fark	Üretimin tüketimi karşılama oranı (%)
2013-2014	760	1400	-640	54,29
2014-2015	724	1486	-762	48,72
2015-2016	640	1500	-860	42,67
2016-2017	703	1455	-752	48,32
2017-2018	792	1481	-689	53,48
2018-2019	977	1680	-703	58,15
2019-2020	814	1473	-659	55,26
2020-2021	656	1644	-988	39,90
2021-2022	833	1858	-1025	44,83
2022-2023	1018	1906	-888	53,41
Ortalama	791,7	1588,3	-591,6	49,903

Çizelge 1.4’te görüldüğü üzere ülkemizin tükettiği liflerin yaklaşık 750-800 bin tonu iç üretimden karşılanabilmekte, geri kalan 600-700 bin ton pamuk yurt dışından ithal edilmektedir. Türkiye pamuk ihtiyacını başta Amerika olmak üzere Brezilya, Yunanistan, Azerbaycan ve Suriye gibi ülkelere temin etmektedir. Çizelge 1.5’te Türkiye’nin pamuk ithalatının ülkelere ve yıllara göre dağılımı verilmiştir. Görüldüğü gibi 2022 yılında Türkiye’nin pamuk ithalatında ilk sırayı % 34,9’luk payla Amerika, %20,2 ve %11’lik payla sırasıyla Brezilya ve Yunanistan almaktadır. (Özüdoğru, 2023).

Çizelge 1.5. Türkiye'nin ülkelere göre yıllık lif pamuk ithalat miktarı (Özüdoğru, 2023)

Ülkeler	2019		2020		2021		2022		2023 (Ocak-Temmuz)	
	Bin ton	%	Bin ton	%	Bin ton	%	Bin ton	%	Bin ton	%
ABD	377	39,8	369,2	34,70	287,9	24,2	400,9	34,9	208,3	41,8
Yunanistan	168,9	14,6	146,9	21,00	217	21,5	126,7	20,2	80,4	13,7
Brezilya	137,7	17,9	223,8	13,80	256,3	18,2	232,2	11,0	68,4	16,1
Azerbaycan	75,5	8,0	87,3	8,20	111,7	9,4	68,3	5,9	36,1	7,2
Kazakistan	6,2	0,7	12,2	1,10	18,6	1,6	6,1	0,5	20,7	4,2
Avustralya	1,4	0,1	1,8	0,20	46,1	3,9	86,4	7,5	15,9	3,2
Meksika	29,6	3,1	57,3	5,40	35,9	3,0	28,3	2,5	15,2	3,1
Tacikistan	39,4	4,2	47,5	4,50	51,1	4,3	16,9	1,5	14,4	2,9
Suriye	1,5	0,2	25,7	2,40	16,2	1,4	16,8	1,5	12,2	2,4
Diğer ülkeler	109	11,5	92,9	8,70	150,3	12,6	165,8	14,4	26,7	5,4
Toplam	946,1		1064,6		1191,1		1148,4		498,3	

Tekstil ve hazır giyim sektörü birlikte değerlendirildiğinde, gayri safi yurt içi hâsıla, imalat sanayi ve sanayi üretimindeki pay, ihracat, ekonomiye sağladığı net döviz girdisi, istihdam, yatırım gibi makro-ekonomik büyüklükler açısından Türkiye'nin önemli sektörlerinden biridir. Tekstil sektöründe dünya ticaretine bakıldığında ihracatta ön plana çıkan ülkeler Çin, ABD, Hindistan Almanya ve İtalya olup Türkiye tekstil ihracatı, 2019 yılında bir önceki yıla göre %4,6 oranında azalarak 9,8 milyar dolar ile dünyada 7'nci sırada yer almaktadır. Türkiye Tekstil ve Hammaddeleri Sektörü ihracatında Pamuk (elyaf, iplik, kumaş), %17,7'lik payla en fazla ihracat yapılan ikinci ürün grubunu oluşturmaktadır. (Tekstil ve Hammaddeleri Sektör Raporu, 2022).

1.3. Pamuk Lif Özellikleri

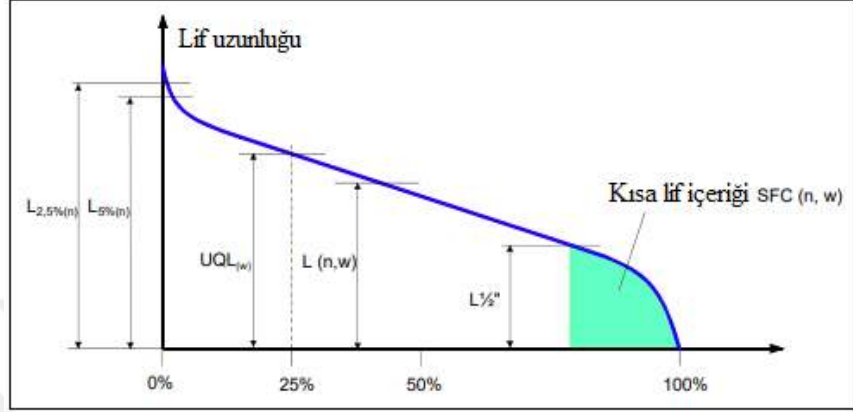
Pamuk lifinin başlıca fiziksel özellikleri olan lif uzunluğu, mukavemeti ve inceliği iplik eğirme ve kumaş kalitesini tahmin etmek için kullanılan çok önemli özellikler olsa da, iplik üretimi sırasında lif özelliklerinin tümünün etkileşimi söz konusudur. Aşağıda pamuk liflerinin fiziksel özellikleri ile iplik kalitesi ve kumaş üretimiyle ilişkileri anlatılmıştır.

1.3.1. Lif uzunluğu

Pamuk liflerinde uzunluk büyük ölçüde kalıtsal bir özellik olup belirli bir dereceye kadar çevre koşullarının etkisiyle (iklim koşulları, tarımsal uygulamalar, çırçırılama yöntemi) değişiklik gösterebilmektedir. Pamuğun kullanım alanını ve dünya piyasalarında fiyatlandırılmasını belirlediğinden liflerin uzunluklarını ölçmek ve bunların dağılımını saptamak önemlidir (Yazıcıoğlu, 1999; Mangut ve Karahan, 2008).

Lif uzunluğu iplik eğrilebilme sınırını, mukavemetini, düzgünsüzlüğünü, tüylülüğünü, kumaşın tutumunu ve parlaklığını etkileyen en önemli üç lif özelliğinden biridir. Bunun yanında iplik kopuşları, telef oranı, gerekli büküm miktarı gibi genel eğirme koşullarını belirlediğinden verimliliği de etkilemektedir. (The Classification of Cotton, 1995; Uygun Nergis, 2008; Klein, 2011).

Pamuğun çiğiti üzerinde 1-2 mm'den başlayarak o çeşidin maksimum uzunluk sınırına kadar değişik uzunluklara sahip pek çok lif bulunur. Bu lifler, bir uçları aynı noktada olmak üzere en uzundan kısaya doğru dizilirlerse, stapel diyagramı adı verilen diyagram elde edilir (Yazıcıoğlu, 1999). Şekil 1.4'te stapel diyagramı ve önemli lif uzunluk parametreleri gösterilmiştir (Peters ve Meier, 2002).



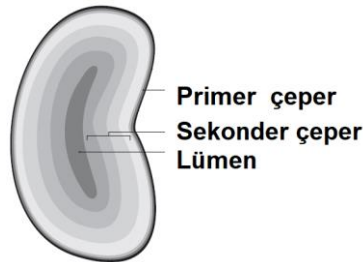
Şekil 1.4. Stapel diyagramı ve önemli lif uzunluk parametreleri (Peters ve Meier, 2002)

4-5 mm'den kısa liflerin proses esnasında telef veya toz olarak kaybolduğu, 12-15 mm'ye kadar olan liflerin mukavemete çok fazla katkı sağlamadığı ipliğe sadece hacimlilik verdiği, bu uzunlukların üzerindeki liflerin iplik özelliklerine etkisi olduğu bilinmektedir (Uygun Nergis, 2008). Bu nedenle elyafın üniform dağılımı ve kısa lif oranı, lif uzunluğu kadar önemli parametrelerdir.

1.3.2. Lif İnceliği

Tek hücreli pamuk liflerinde incelik kalıtsal bir özelliktir. Genellikle lif ilk meydana geldiği anda oluşur ve gelişmenin ilerlemesiyle fazla bir değişme meydana gelmez (Yazıcıoğlu, 1999; Wakelyn ve ark, 2006).

Lif inceliğini tanımlamak için kullanılan en önemli parametrelerden bazıları; lif çevresi, çapı, kesit alanı, birim uzunluk başına kütle, spesifik lif yüzeyidir. Pamuk lifinin enine kesiti Şekil 1.5'te görüldüğü gibi fasulye ya da böbrek şeklinde bir yapıya sahip olması nedeniyle, gerçek bir çap ölçümü yapabilmek çok zordur. Bu nedenle iplik eğirme açısından incelik ile ilgili parametrelerin en önemlisi olan birim uzunluk başına ağırlık (lineer yoğunluk) ölçümü yapılır (Wakelyn ve ark, 2006).

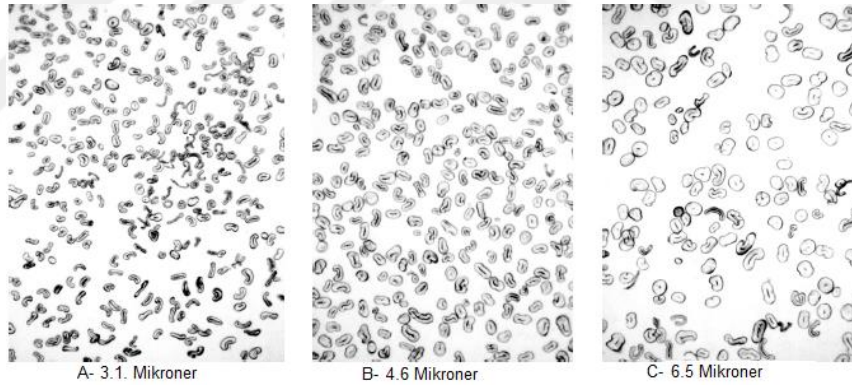


Şekil 1.5. Pamuk lifi enine kesiti (Seagull ve Alspaugh, 2001)

Lifin inceliği genel olarak mikroner ile ifade edilmektedir. Mikroner ölçümü gözenekli bir odada belirli bir hacim içine yerleştirilen, belli miktardaki lif kütlelerinin içinden geçirilen sabit hava akış hızınının (basınç farkının) ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Hava akışına karşı direnç, liflerin spesifik yüzey alanı ile ilgilidir ve hem lifin lineer yoğunluğunun (inceliğinin) hem de olgunluğunun bir fonksiyonudur (Lord ve Heap, 1988; The Classification of Cotton, 1995; Wakelyn ve ark, 2006). Ölçülen “mikroner/index” değeri, 1 inç uzunluğundaki 1000 adet lifin mg olarak ağırlığına göre düzenlenmiştir (Yazıcıoğlu, 1999).

Mikroner ölçümü yüksek oranda olgun olmayan lifler bulunduğunda ortalama bir değer vermesi nedeniyle, her zaman liflerin gerçek inceliklerini karşılamadığı gözönünde bulundurulmalıdır. Kolayca sıkıştırılabilen ince veya olgunlaşmamış liflerin hava geçirgenliği dolayısıyla mikroner değeri düşük; sıkıştırmaya direnen kaba veya olgun lifler yüksek mikroner değerine sahiptir (Seagull ve Alspaugh, 2001).

Şekil 1.6’de Liflerin olgunlaştıkça sekonder duvarının kalınlaştığı ve böylece mikroner değerinin arttığı; daha ince duvarlı liflerin (A) daha düşük mikroner değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Seagull ve Alspaugh, 2001). Mikroner değerinin bilinmesi, belirli bir numarada ipliği eğirmek için gereken minimum lif sayısına göre lif seçimine destek olur (Wakelyn ve ark, 2006).



Şekil 1.6. Lif olgunluğu ve mikroner ilişkisi (Seagull ve Alspaugh, 2001)

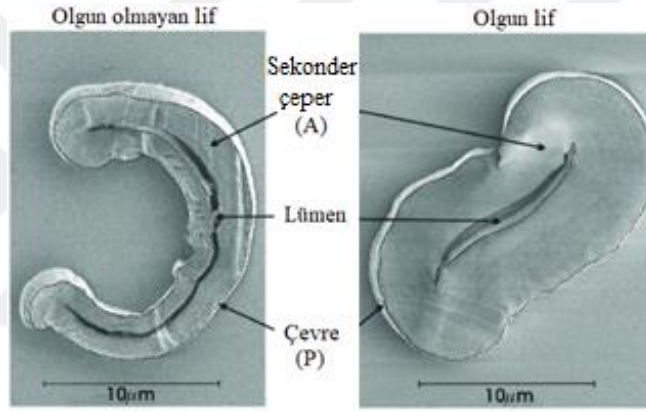
Belirli bir numaradaki iplik için, lif inceldikçe kesitte yer alabilecek lif sayısı da artmaktadır. Liflerde uzunluk ve inceliğin belirlenmesi bu liflerden kaç numara ipliklerin yapılabileceğini tahmin etmede yardımcı olur. Genel olarak pamuk liflerinde uzunluk ile incelik arasında doğrusal bir ilişki vardır; uzun lifli pamuklar ince, orta uzunluktakiler orta, kısa lifler kalın olur (Yazıcıoğlu, 1999). Uzunlukları aynı olduğu halde incelikleri farklı olan liflerden elde edilen ipliklerin numaraları farklıdır. Genellikle ince liflerden ince iplikler elde edilir (Yazıcıoğlu, 1999; Mangut ve Karahan, 2008).

Lif inceliği ipliğin eğrilebilme sınırını, mukavemetini, düzgünsüzlüğünü, hacimliliğini, kumaşın dökümlülüğünü, parlaklığını, tutumunu ve proseslerin verimliliğini etkilemektedir (Uygun Nergis, 2008).

1.3.3. Lif Olgunluğu

Pamuk lif olgunluğu büyük ölçüde genetik veya türe bağlı olmakla beraber, çevre koşullarından ve hasat zamanından etkilenmektedir (Wakelyn ve ark, 2006) Olgunluk pamuk liflerinin sekonder çeperinin (hücre duvarının) kalınlığı diğer bir ifade ile selülozun hücre içindeki kalınlığı ile ilişkilidir. Sekonder veya selülozik tabaka ne kadar kalın ise lif o derece olgun sayılır (Yazıcıoğlu, 1999; Seagull ve Alspaugh, 2001; Uygun Nergis, 2008;)

Kalınlık derecesi (U), hücre duvarı alanının, lif kesitiyle aynı çevreye sahip bir dairenin alanına oranı olarak tanımlanır ve aşağıdaki formülle hesaplanır (Wakelyn ve ark, 2006; Kelly ve ark., 2015). Nemle şişmiş haldeki lifin hücre duvarının alanı, yuvarlak enine kesitinin %50-80'ni temsil ediyorsa lif olgun, %30-45'ini temsil ediyorsa olgun olmayan lif, %25'ten azını temsil ediyorsa ölü lif olarak kabul edilir (Bedez Üte, 2012). Şekil 1.7'de Olgun ve olgun olmayan liflerin kesit görünümü ve kalınlık derecesi hesaplanması gösterilmiştir (Long ve ark., 2010).



Şekil 1.7. Olgun ve olgun olmayan liflerin kesit görünümü (Long ve ark., 2010)

$$Kalınlık\ derecesi\ (\theta) = \frac{4\pi A}{P^2} \quad (1.1)$$

Olgunlaşmamış lifler, tam olgun liflere göre daha ince, daha düz ve daha esnek yapıda aynı zamanda yumuşak tutumlu ve parlak görünüşlüdür (Wang, 2004). Fakat fazla neps içerir. Mukavemeti düşük olduğundan iplik oluşumu sırasında çabuk kopar, neps oluşturur ve görünümü olumsuz etkiler; ayrıca hücre duvarının daha düşük selülozik içeriği, boya alımının azalmasına neden olur. Belirgin şekilde farklı olgunluklara sahip lifler birleştirildiğinde istenmeyen renk gölgeleri olarak veya bir neps kütesindeki lifler eşit olarak boyanmadıklarından beyaz benekler olarak görülür. Bu nedenle pamuk partisinde olgun olmayan lif oranının mümkün olduğunca düşük olması istenir. Bir pamuk partisi genel olarak %84'ün üzerinde olgun life sahip ise çok olgun, %70'in altında olanlar ise az olgun olarak nitelendirilir. (Yazıcıoğlu, 1999; Wakelyn ve ark, 2006, Dayıoğlu ve Karataş, 2007).

1.3.4. Mukavemet

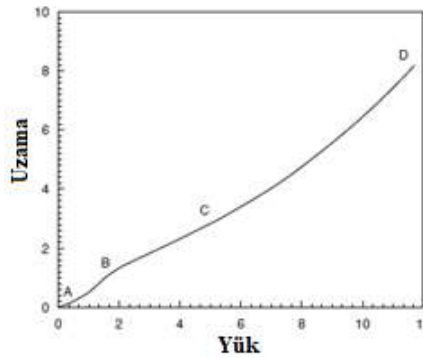
Pamuk liflerinde mukavemet olgunlaşma derecesi, dolayısıyla sekonder çeperin kalınlığı ve içerisindeki selülozik zincirlerin dizilişi, lif eksenine yaptığı açı, amorf ve kristalin bölge oranı ile ilişkilidir. Tamamiyle olgunlaşmış kalın bir selülozik çepere sahip pamuk elyafının mukavemeti daha yüksektir (Yazıcıoğlu, 1999; Wakelyn ve ark, 2006; Mangut ve Karahan, 2008).

Lif mukavemeti bir lifi koparmak için gerekli kuvvet veya yük olarak tanımlanır (Wakelyn ve ark, 2006). Pamuk lif mukavemeti kopma anında lif enine kesit alanına düşen ağırlık olarak belirlenir, bu bakımdan lineer yoğunluk ile ilişkilendirilerek kopma yükü olarak gösterilir ve gr/tex ya da cN/tex birimiyle ifade edilir. Lineer yoğunluk aynı zamanda lif inceliği ile ilişkilidir. Olgun olmayan yani sekonder çeperi dar olan lifler düşük mikroner/index değeri verir, dolayısıyla mukavemetleri de düşüktür. Pamuk liflerinin mukavemetleri, 15-40 cN/tex aralığındadır (Yazıcıoğlu, 1999; Mangut ve Karahan, 2008; Kelly ve ark., 2015).

Elyaf mukavemeti ile iplik mukavemeti arasında yüksek bir korelasyon vardır. Ayrıca, yüksek lif mukavemeti, iplik eğirme işleminin verimliliğini etkiler; mekanik kuvvetlere maruz kaldıklarında kırılmaya karşı da dayanım sağlar (The Classification of Cotton, 1995; Wang, 2004).

1.3.5. Pamuk Liflerinde Kopma Uzaması ve Elastikiyet

Uygulamada tekstil lifleri çeşitli dinamik kuvvetlere maruz kalır ve “hareket halindeki strese” tepkileri, işlem sırasında veya son kullanımdaki performanslarını daha iyi karakterize eder. Bir malzemenin dinamik kuvvetlere tepkisini ölçmek için artan yüke karşılık gelen uzamayı kaydetmek gerekir ki bunun için Şekil 1.8’de gösterilen yük-uzama eğrilerinden faydalanılır (Wakelyn ve ark, 2006; Kelly ve ark., 2015).



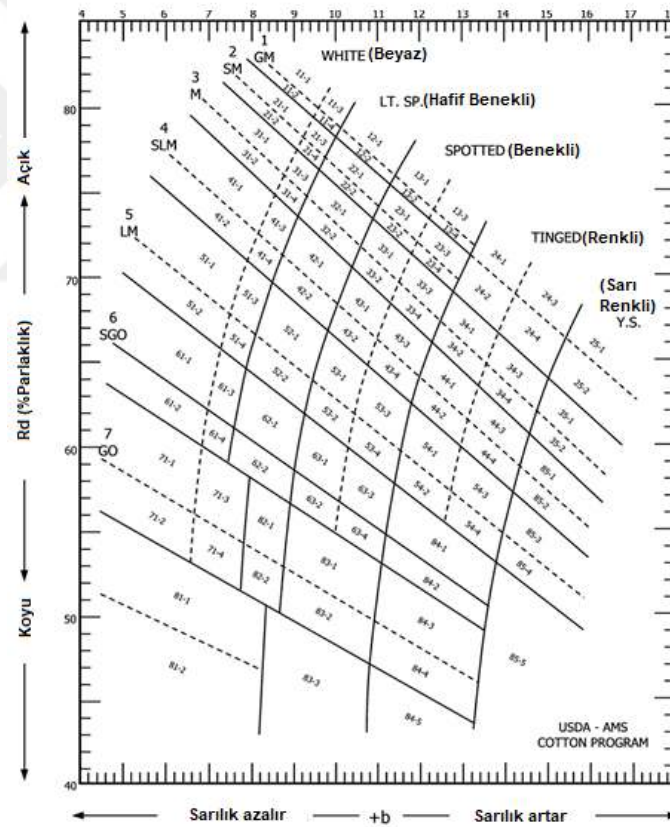
Şekil 1.8. Pamuk lifinin yük-uzama eğrisi (Wakelyn ve ark, 2006)

Pamuğun uzaması, kopma noktasında alınan uzama yüzdesi olarak ifade edilir. Pamuk liflerinde uzama miktarı ortalama %6-9 arasındadır (Wakelyn ve ark, 2006). Yani kopmadan bu yüzdeye kadar uzayabilir. %2’lik elastik uzamadan sonra geri dönme %74; %5’lik uzamadan sonra ise %45’tir (Başer, 1992; Mangut ve Karahan, 2008). Pamuktaki doğal bükümler elastikiyeti artırır ve elyafın iplik yapılabilmesini kolaylaştırır (Mangut ve Karahan, 2008). Tekstil ürünlerinin

kullanım sırasında da yük altında şekil değiştirebilmesi-esnemesi (örneğin dirsek, diz), fakat aynı zamanda eski haline dönebilmesi beklenir. Yüksek uzama değerleri ürün açısından avantaj sağlarken, iplik işletmesinde çekim aşamasında bazı sıkıntılara yol açabilmektedir (Üreyen, 2004).

1.3.6. Renk

Pamuğun rengi, kalitesini belirlemede başta gelen özelliklerden biridir. Pamuk liflerinin rengi yağış, don, böcek ve mikroorganizmalar gibi çevresel değişkenlerden etkilenebilmektedir. Renk ayrıca çırçırılmadan önce ve sonra depolama sırasındaki yüksek nem ve sıcaklıktan da etkilenebilir (Seagull ve Alspaugh, 2001). Renk sınıflandırması, resmi standartlar ve HVI ölçümleri ile kabul edilen, yansıma (Rd) ve sarılık (+b) derecesi ile tanımlanır. Şekil 1.9'da Nickerson-Hunter renk diyagramı incelendiğinde Rd değeri yükseldikçe pamuğun daha beyaz; +b değeri yükseldikçe daha sarı olduğu görülmektedir. Pamuk rengi, bir pamuk lifi örneğinin beyazdan ne kadar saptığının bir ölçüsüdür.



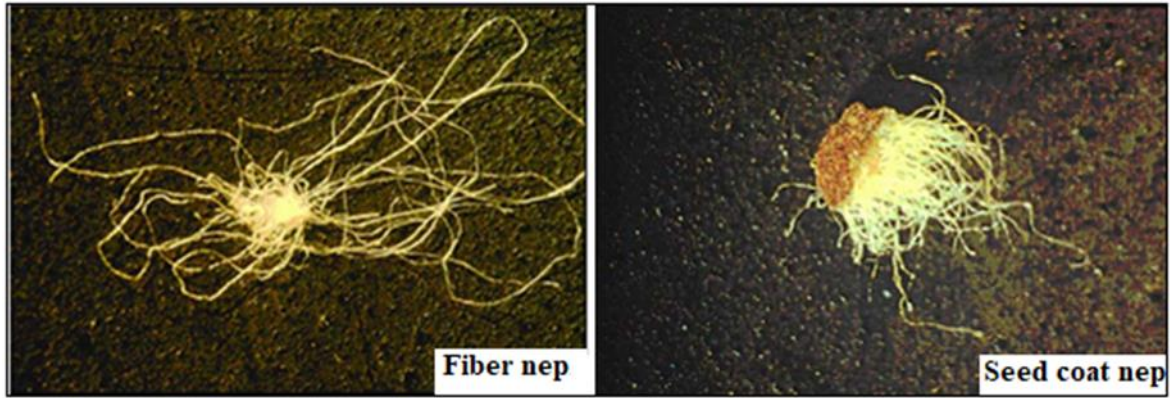
Şekil 1.9. Pamuk Nickerson-Hunter renk diyagramı

(<https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/CottonDBUnderstandingtheData.pdf>)

Terbiyede ağartma ve boyama proseslerinde daha verimli çalışılabildiğinden parlak, beyaz pamuk lifleri daha çok tercih edilir (Yazıcıoğlu, 1999).

1.3.7. Neps

Neps liflerin meydana getirdiği küçük düğümçüklerdir. Ham pamuktaki neps miktarı, pamuğun çeşidi, hasat ve çırçırılama yöntemine göre değişmekte ve genelde elyaf (lif) neps ve tohum kabuğu neps olarak sınıflandırılmaktadır (Kadioğlu, 1993; Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014). Elyaf neps genellikle çok sayıda lifin birbirine dolanması ile oluşmakta ve içinde ağırlıkla olgunlaşmamış lifler veya ölü lifler bulunmaktadır. Bu da neps ile olgunluk arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir (Kadioğlu, 1993). Tohum kabuğu neps ise üzerinde bazı liflerin bağlandığı tohum parçalarıdır. Daha çok çırçırılama işlemi sırasında oluşmakta, açma temizleme, tarak işleminde azaltılmakta özellikle penye işleminde uzaklaştırılmaktadır (Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014). Tohum kabuğu neps sıradan pamuk liflerinden daha koyu renkte olduğundan ham kumaşta koyu benekler şeklinde görülmekte, ön terbiye işlemleri ile giderilmektedir (Şekil 1.10).



Şekil 1.10. AFIS Elyaf neps ve tohum kabuğu neps

Lif olgunluğu, inceliği, uzunluğu, mukavemeti, lif yapışkanlığı, kısa lif içeriği, çepel miktarı gibi lif özellikleri, hasat ve çırçırılama şekli, açma temizleme, taraklama ve tarama işlemleri, cer ve fitil makineleri gibi iplik üretim şartları, neps oluşumunu etkilemektedir (Bedez Üte, 2012). Neps iplikte kalın yerler oluşturmakta, aynı zamanda kumaşlarda farklı boyanarak üründe belirgin olarak görülmektedir (Klein, 2011).

1.4. Çırçırılama İşlemi

Çırçırılama genel olarak pamuk liflerinin çekirdeklerinden ayrılarak temizlenmesi, iplik yapımına hazır hale getirilmesi ve balyalanması olarak tanımlanır. Çırçırılama işlemi rollergin ve sawgin çırçırılama makineleri ile yapılmaktadır. Rollergin (merdaneli) çırçırılama; deri, kauçuk ve benzeri maddelerle kaplı silindir şeklinde ve dönen toplanlarla lifleri çiğitlerinden ayıran çırçır makineleridir. Sawgin (testereli) çırçırılama, daire şeklinde ve dönen testere sistemiyle lifleri çiğitlerinden ayıran testereli çırçır makineleridir. Kurulum maliyetinin çok yüksek olmasından dolayı Türkiye’de sawgin sistemli işletmeler çok azdır. Türkiye’de pamukların %30’u sawgin %70’i rollegin ile çırçırılmaktadır (Tümer, 2010).

Rollergin ırır makinelerinde lifler fazla karışmadığından daha az neps oluşur, daha uzun lif elde edilir. Temizleme sistemi genellikle bulunmadığından yabancı maddesi (epel sayısı) fazladır, bu da pamuğun standart derecesinin düşmesine neden olur. ırırlama sırasında lifler fazla karışmadığından lekeli kısımlar var ise dağılmaz, bu nedenle niversal Standartlara göre tastiflenmesi pek uygun değildir. Kapasiteleri düşük, fazla işçi çalıştırıldığından işletme masrafları yüksektir. Sawgin ırırlama makinelerinde daha az yabancı madde içeren pamuk elde edildiğinden derece standardı daha yüksektir. Lifler daha çok karıştığından kütlüde görülen sarı lekeler pek dikkati çekmez, elde edilen lifler niversal Standartlara göre numune almaya daha uygundur. Kapasiteleri yüksek, daha az işçi çalıştırıldığından ırırlama maliyeti düşük, ancak tesis masrafları yüksektir ve yetişmiş teknik elemana ihtiyaç vardır. Elde edilen pamukların lif uzunluğu rollergin ırırlamadan elde edilene göre 1-2 mm daha kısadır (Yazıcıoğlu, 1999).

1.5. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Günümüz yoğun rekabet koşulları altında işletmelerin varlığını sürdürmesi, verimli ve kaliteli üretim yapabilmesi son derece önemli ve aynı derecede zor bir hale gelmiştir. Pamuklu tekstil ürünlerinin dünya üzerinde talebinin artması ve artan talepte seçiciliğın tüketici tarafından her geçen gün daha da önemli bir etken olması nedeni ile pamuk üretimi ve ticari satışı dünyanın çeşitli ülkelerinde rekabet haline gelmiştir. Pamuk lifinin kalitesi, pamuklu tekstillerin kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. İplik fabrikalarındaki maliyetin %50-60'lık kısmını hammadde oluşturduğundan, lif özelliklerini anlamak ve eğirme yöntemine uygun hammaddeleri seçmek, eğirme performansını, verimliliğini, kaliteyi ve maliyeti optimize etmek için çok önemlidir.

Pamuk lif kalite özellikleri bölgelere, tohum çeşidine, iklim şartlarına göre farklılık göstermektedir. Pamuğun mevcut kalitesi iplik üretiminden bitmiş kumaşa kadar bütün üretim süreçlerini etkilemektedir. Tekstil işletmelerine, hedeflenen iplik ve mamul kumaş kalitesine ulaşmada doğru hammadde seçimine yardımcı olmak, kalite sorunlarını önlemek üzere farklı yöre pamuk liflerinin özellikleri ve iplik eğrilebilirliğı hakkında yapılmış çeşitli araştırmalar bulunmakla birlikte, farklı yöre pamuk liflerinin iplik özelliklerine ve mamul örme kumaş özelliklerine etkileri konusunda karşılaştırmalı ve ayrıntılı yeterince çalışmaya rastlanmamıştır.

Türkiye pamuk ihtiyacını hem yerel üretimden hem de ithalat yoluyla karşılamaktadır. Bu alışmada, Türkiye'de yaygın olarak kullanılan hem yerli hem de ithal olmak üzere altı farklı yöreden temin edilen farklı pamuk liflerinin teknik özellikleri, bu liflerden üretilen ipliklerin fiziksel ve mekanik özellikleri ile bu ipliklerden aynı örme makinesinde üretilen örme kumaşların aynı koşullarda boyanması ile elde edilen mamul kumaşların fiziksel ve mekanik özelliklerinin değışimi ayrıntılı olarak incelenmiştir. Çalışmada, iplik üretimi, örme kumaş üretimi ve boyama işlemleri ile ilgili tüm adımlar endüstriyel ölçekte gerçek işletme şartlarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında ayrıca, TGA, DSC, XRD ve FT-IR gibi karakterizasyon analizleri (iç yapı testleri) ve pestisit analizi yapılmıştır. Elde edilen tüm sonuçlar grafiklerle ve istatistiksel analizlerle değılendirilmiştir.

Pamuk gibi önemli bir hammadde ile ilgili olarak bütünsel olarak yürütülen bu çalışmanın, lif özelliklerindeki varyasyonun iplik ve mamul kumaş kalite özelliklerine etkilerini ortaya koymak adına bu alandaki boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.





2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tez çalışması süresince, araştırma konusunu ile ilgili ulusal ve uluslararası tez, makale, kitap vb. yayınlar taranmıştır. Bu kapsamda; pamuk lif özelliklerinin iplik özelliklerine etkisi, pamuk lif ve iplik özelliklerinin kumaş özelliklerine etkisi, pamuk lifi içyapı özelliklerini belirlenmesi başlıkları altında üç gruba ayrılarak literatür taraması yapılmıştır.

Bu çalışmalardan araştırma konusu ile ilgili olduğu düşünülen çalışmaların özeti aşağıda verilmiştir.

2.1. Pamuk Lif Özelliklerinin İplik Özelliklerine Etkisi Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Güneş (1997), çalışmasında Ege Bölgesi ile Özbekistan ve Türkmenistan'da yetiştirilen pamukların fiziksel özelliklerinin tespiti, kıyaslanması üzerine çalışmış, sonuçta Ege pamuğunun Özbek ve Türkmen pamuğuna göre üstün özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

Zhu ve Ethridge (1997), çalışmalarında geriye yayımlı yapay sinir ağları algoritmasını kullanarak HVI, AFIS ve FTM cihazlarında ölçülen lif özellikleri ile ring ve open-end ipliklerin tüylülük değerlerini tahmin etmek için modeller geliştirmişlerdir. Çalışma sonucunda HVI verilerinden elde edilen iplik tüylülük ölçümlerinin diğer modellerden daha üstün olduğu ve lif uzunluğunun iplik tüylülüğü üzerinde en etkili parametre olduğu ortaya konulmuştur. Lif mukavemeti, uzunluk ve uzama değerinin artmasının tüylülüğü azalttığı, kısa lif oranının artmasının tüylülüğü arttırdığı, lif inceliği ve neps miktarının iplik tüylülüğü üzerinde etkisinin az olduğu ve lif olgunluğunun artmasının tüylülüğü arttırdığı tespit edilmiştir. Lif inceliği ve lif çapının aynı yönde etki ederek, ring ipliklerde tüylülüğün azalmasına, open-end ipliklerde artmasına neden olduğu ortaya konulmuştur.

Hequet ve Ethridge (2000), çalışmalarında 1998-99 sezonu farklı lokasyonlarda yetiştirilen on sekiz ABD Upland pamuk çeşidinden laboratuvar koşullarında ring, penye ve rotor iplikler üretmiş ve AFIS cihazında ağırlık esasına göre ölçülen lif uzunluk dağılımları ile iplik özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışma sonucunda karde ring iplikler için en kısa ve en uzun liflerin, penye ring ve rotor iplikler için ise en uzun liflerin; iplik düzgünsüzlüğü, ince yer ve kalın yerler ile en yüksek korelasyonu gösterdiğini belirlemişlerdir. Farklı uzunluk kategorileri ve neps sayısı arasındaki korelasyonun genellikle düşük olduğu, en kısa ve en uzun liflerin, tüm iplik türleri için tüylülükle oldukça ilişkili (en kısa liflerin tüylülüğü arttırdığı ve en uzun liflerin tüylülüğü azalttığı) ayrıca en kısa üç uzunluk kategorisinin, artan tarama telefi ile oldukça ilişkili olduğu ortaya konulmuştur.

Şahin (2001), çalışmasında 1999-2000 sezonu Çukurova, Ege ve GAP bölgesi pamuklarının elyaf özelliklerini incelemiş ve Uster Dünya İstatistikleri ile karşılaştırmıştır. Sonuçta GAP bölgesi pamuk kalitesinin Ege ve Çukurova pamuklarına kıyasla oldukça iyi olmasına rağmen temizlik derecelerinin kötü olduğu tespit edilmiştir. Çukurova pamuklarının ise Ege ve GAP pamukları ile

karşılaştırıldığında kötü elyaf özelliklerine sahip olduğu, özellikle bu bölgede yaygın olarak ekilen Çukurova 1518 türünün diğerlerine göre daha kısa olup, olgunluk oranı, üniformite indeksi ve mukavemetinin oldukça düşük, kısa elyaf oranının ise oldukça fazla olduğu belirlenmiştir. İncelenen pamuklar içerisinde Ege bölgesinden alınan uzun stapelli Delcerro pamuğunun, beklendiği gibi, tüm elyaf özellikleri bakımında diğer tür pamuklara (Upland) göre üstünlük sergilediği ortaya konulmuştur.

Özgen (2002), çalışmasında Ege ve GAP pamuklarının lif özellikleri arasındaki farklılıklar ve bu pamukların karıştırılmasıyla elde edilen ipliklerin kalitesinde meydana gelen değişimleri incelemek amacıyla 2 farklı numarada ve 5 farklı harmanda karde ring iplikler üretmiştir. Araştırma sonucunda Ege ve GAP pamuğu arasında lif özellikleri bakımından çok fark bulunamamış, bununla birlikte iplik yapılabirlik indeksi değerlerine bakıldığında Ege pamuğundan daha iyi iplik yapılabileceği, ayrıca yabancı madde miktarı ve parlaklık yönünden Ege pamuğunun çok daha iyi olduğu saptanmıştır. İşletmede iplik üretimi sırasında Ege ve GAP pamukları karıştırılmak istendiğinde optimum iplik kalite özelliklerinin sağlanması açısından %75 Ege -%25 GAP karışımının tercih edilmesi önerilmiştir.

Kılınçkiran (2002), çalışmasında Şanlıurfa, Adıyaman, Adana ve Kahramanmaraş'ta yetişen pamukların HVI cihazında ölçülen lif fiziksel özelliklerini tespit ederek karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda dört bölge pamuğunun da orta incelikte pamuk sınıfına girdiği ve 20/1 ve daha kalın ipliklerin yapımında kullanılabileceği, kesitteki lif sayısı alt sınırdan olacağından daha ince iplik yapımında tercih edilmemesi gerektiği açıklanmıştır. Dört bölge pamuğunun lif uzunluklarının birbirine yakın, Adana pamuğunun mukavemetinin orta, Kahramanmaraş, Adıyaman ve Şanlıurfa pamuklarının kuvvetli lif sınıfında olduğu; Kahramanmaraş, Adıyaman pamuklarının uzama değerlerinin orta, Adana ve Şanlıurfa pamuklarının iyi sınıfta olduğu belirlenmiştir. Dört bölge pamuğunun düşük kısa lif yüzdesine, çok yüksek üniformite değerine ve renk bakımından da hafif benekli pamuk sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Çalışılan dört bölge pamuğunun bütün fiziksel özellikleri birbirine yakın olduğundan, bu pamukların birbiri ile harmanlanarak iplik yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

Borzan ve ark. (2003), tarafından yapılan çalışmada Ege, Çukurova ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden 9 bölge ve 4 pamuk çeşidinden elde edilen pamukların renk ve yabancı madde yönünden karşılaştırılması yapılmış, HVI ölçümü ve pamuk eksperleri (gözle) tarafından yapılan sınıflamada renk yönünden Adana lokasyonu dışında farklı olmadığı ve daha çok Beyaz St.2 veya Beyaz St.3 sınıf ve derecesinde yer aldığı saptanmıştır. Yansıtma derecesi ve sarılık değerlerinin pamuk çeşidi, sezon ve lokasyona göre farklılık gösterdiği; en iyi yansıtma derecesini (Rd) sırasıyla Menemen, Sarayköy ve Şanlıurfa pamuklarında, en düşük sarılık değerlerinin Kahramanmaraş, Menemen ve Nazilli pamuklarında olduğu tespit edilmiştir. Tüm çeşit ve bölgelerde yabancı madde oranının %2 dolayında olduğu bunun nedeninin elle hasat yapılmış pamuklardan örnek alınmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Karapınar ve Erdem (2003), çalışmalarında Ege ve GAP Bölgesi pamuk lif özelliklerini ve farklı oranlarda karıştırılarak, iki farklı numarada üretilen ipliklerin kalite özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda GAP pamuklarının Ege pamuğuna göre daha yüksek kısa lif oranına sahip olduğu ve kısa liflerin iplik düzgünsüzlük değerlerini olumsuz etkilediği, ayrıca GAP pamuklarının Ege pamuk liflerine göre daha fazla çepel içerdiği bu nedenle, daha yüksek tüylülük değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. İplik numarası arttıkça (iplik incelidikçe) iplik enine kesitindeki lif sayısı azaldığından iplik mukavemetinin azaldığı ve ipliğin uzama değerinde azalma olduğu ortaya konulmuş, Ege ve GAP pamukları harmanlanacaksa, optimum iplik kalitesi özelliklerine ulaşmak için % 75 Ege /% 25 GAP harman kullanılması önerilmiştir.

Kılınçkiran ve Onat (2003), çalışmalarında 2000-2001 sezonunda Kahramanmaraş bölgesinde yetiştirilen pamukların lif özelliklerini incelemiş ve sınıflandırmışlardır. Çalışma sonucunda Kahramanmaraş pamuklarının orta incelikte, uzun lif sınıfında, mukavemet açısından kuvvetli, uzama değeri bakımından da orta sınıfta yer aldığı tespit edilmiştir. Düşük kısa lif oranından dolayı iplik düzgünsüzlüğünün iyi, kirli pamuk sınıfında, renk değeri bakımından da hafif benekli olduğundan elde edilen ipliğin parlak olacağı belirlenmiştir. Kahramanmaraş pamuklarının lif inceliği yüksek olduğundan 30/1 ve daha kalın Ring ve open-end iplik yapımına uygun olduğu, daha ince iplik yapıldığında, iplik kesitindeki lif sayısı alt sınırlarda olacağından verim düşmesi, iplik ve kumaş hatalarının artmasına neden olabileceği ortaya konulmuştur.

Cengiz ve Göktepe (2006), çalışmalarında 2002 ve 2003 sezonunda Ege, GAP ve Çukurova Bölgelerinde yetiştirilen pamuk çeşitlerinin elyaf özellikleri ve Uster Dünya istatistikleri ile karşılaştırmasını; lokasyon farklılığının elyaf özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda 2002 yılında GAP pamukları, incelik ve mukavemet bakımından Ege pamuklarına göre daha üstün bulunurken, 2003 yılında Ege pamuklarının hemen hemen tüm elyaf özellikleri bakımından GAP pamuklarına göre daha kaliteli olduğu belirlenmiş; bu durumun 2002 yılında Ege Bölgesindeki iklim koşullarının kötü gitmesinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Çukurova pamuklarının ise her iki yılda da birçok özellik bakımından daha gerilerde olduğu görülmüştür. Çeşit bazında, her iki yılda da Ege Bölgesinden alınan Carmen çeşidi en yüksek eğrilebilirlik indeksine sahip iken, Adana'dan alınan Çukurova 1518 çeşidinin en düşük değerlerde olduğu görülmüştür. Uster Dünya İstatistikleri ile kıyaslandığında ise, Türk pamuklarının dünya pamuklarına göre oldukça kaba olduğu belirlenmiştir. Farklı lokasyonların elyaf özellikleri üzerine etkisi incelendiğinde, çiğit artışı miktarı ve olgunluk oranı haricinde hemen hemen tüm elyaf özelliklerinin lokasyonlara göre istatistiksel bakımdan önemli farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Olgunluk oranı haricinde hemen hemen tüm elyaf özelliklerinin 2002'den 2003 sezonuna geçildiğinde değiştiği, bu durumun, iklim koşulları ve yetiştirme şartlarından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Altaş ve Kadoğlu, (2006), çalışmalarında pamuk lif özelliklerinin, iplik lineer yoğunluğu ve tüylülüğü üzerindeki etkisini incelemiş, bu kapsamda 15 farklı özellikte pamuktan aynı proses ve makine parametreleri ile iki farklı iplik numarasında iplikler üretmişlerdir. Çalışma sonucunda

incelenen tüm parametreler arasında iplik tüylülüğünü etkileyen en önemli parametrenin iplik doğrusal yoğunluğu olduğu, iplik doğrusal yoğunluğunun artmasının tüylülüğü arttırdığı belirlenmiştir. İkinci olarak, lif uzunluğunun da tüylülüğü etkileyen bir diğer önemli parametre olduğu ve lif uzunluğundaki artışın tüylülüğü azalttığı tespit edilmiştir.

Krifa ve Ethridge (2006), çalışmalarında kısa ve orta stapelli pamuk liflerinden üretilen karde ring ve kompakt iplik özelliklerini incelemiş; çalışma sonucunda kompakt ipliklerin genel olarak tüylülük, kopma uzaması ve mukavemet değerlerinin daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Özellikle kısa, üniform olmayan pamuklar kullanıldığında iplik tüylülüğünde maksimum azalma sağlandığı, daha uzun stapelli ve üniform pamuklar kullanıldığında ise iplik tüylülüğündeki azalmanın önemli değerde olmadığı belirlenmiş; lif seçiminin iplik üreticisi için önemli olduğu belirtilmiştir.

Ozelik ve Kırtay (2006) çalışmalarında hammadde özelliklerinin iplik neps içeriğine etkisi ve iplik üretimi sırasında neps sayısındaki değişimi araştırmış; bu kapsamda Ege, Diyarbakır, Hatay, Yunan, Afrika ve Özbek pamuklarından oluşan 11 farklı pamuk karışımını incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda Hatay pamuğunun minimum, Yunan pamuğunun maksimum neps miktarına sahip olduğu; ham pamuk liflerinin neps içeriğindeki farklılığın, çirçirlama koşullarından kaynaklandığı açıklanmıştır. Pamukta neps içeriğinin tarama işlemi sonucunda % 67 ile % 84 arasında, tohum kabuğu nepsinde ise % 25 ile % 79 arasında azaldığı tespit edilmiştir. HVI üniformite indeksi ile AFIS kısa lif içeriği (SFC) ile olgunluk oranı parametrelerinin, iplik neps sayısını tahmin etmede en önemli lif özellikleri olduğu belirlenmiştir.

Alhalabi (2007), çalışmasında Türkiye (Çukurova, Ege, Urfa) ve Suriye’de yetiştirilen farklı pamuk çeşitlerinin elyaf özelliklerini ve aynı proses şartlarında 2 farklı numarada üretilen farklı karışım oranındaki Suriye ile Ege karde ring ipliklerin kalitesini karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda Türkiye ve Suriye pamuklarının lif uzunluğu, mukavemet ve kısa lif indeklerinde belirgin bir farklılık olmadığı, neps açısından Türkiye pamuklarının daha iyi, Suriye pamuklarının ise daha temiz ve parlak olduğu görülmüştür. Ege (Carmen) ve Suriye (12M derece) pamuklarının en yüksek, Urfa pamuğunun da iyi iplik eğrilebilirlik indeksi (SCI) değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ege pamuğundan üretilen Ne 24 /1 ipliklerin düzgünsüzlük ve iplik hatasının Suriye pamuğundan üretilen iplikten daha iyi, ancak mukavemet ve uzama açısından daha kötü olduğu tespit edilmiştir.

Üreyen ve Kadoğlu (2007), çalışmalarında lif özellikleri ile ring iplik özellikleri arasındaki interaksiyonları araştırmışlar bu kapsamda 15 farklı pamuk harmanından dört farklı numara ve üç farklı büküm seviyesinde ring iplikler üretmişlerdir. Çalışma sonucunda iplik özellikleri için en belirleyici faktörlerin iplik numarası ve büküm miktarının olduğu; lif özelliklerinden lif çapının çok önemli, üst çeyrek uzunluğu, kısa lif içeriği, toz ve neps sayısının da diğer önemli lif parametreleri olduğu tespit edilmiştir.

Büyükerzurumlu (2008), çalışmasında, 2006-2007 sezonunda Hindistan, ABD, Türkmenistan ve Türkiye GAP yöresinden temin edilen pamuk liflerinin nem oranı, fiziksel özellikleri, yabancı madde miktarı, karde ring iplik üretim prosesleri sırasında lif özelliklerindeki

değişiklikleri incelenmiş ayrıca her bölge pamuğundan dört farklı numarada iplik üreterek karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda lif pamukta nem düzeyinin test metodlarına göre farklı olduğu ve portatif ölçüm cihazıyla yapılan nem ölçümlerinin birbirine yakın ancak, kondisyonlama cihazıyla yapılan ölçümlerin arasında yüksek nem farkı olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca Türkiye GAP pamuklarının nem düzeyinin, diğer ülke pamuklarından azda olsa yüksek olduğu bulunmuştur. Lif fiziksel özelliklerinden lif kopma dayanıklılığı dışında kalan fiziki özellikler yönünden Hindistan, ABD, Türkmenistan ve Türkiye GAP pamuklarının önemli düzeyde farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Türkiye GAP pamuklarının yabancı madde alanı (%0,54) ve dolayısıyla yabancı madde sayısı yönünden öteki pamuklardan önemli düzeyde (%0,0) yüksek olduğu; yabancı maddelerin temizleme aşamalarında elemine edilebildiği, iplik fiziksel özellikleri yönünden farklı kökenli pamuklar arasında önemli düzeyde farklılık olmadığı saptanmıştır.

Hussein ve arkadaşları (2009), çalışmalarında, 2008 sezonu dört tip Mısır pamuk lifinden (Giza) iki farklı numarada karde ring ve kompakt iplikler üretmiş ve iplik tüylülüklerini değerlendirmişlerdir. Karde ring iplikler, kompakt ipliklerle karşılaştırıldığında incelenen tüm çeşitlerde daha yüksek tüylülük göstermiştir. İplik tüylülüğü ile kısa lif içeriği (SFC w%) arasında çok yüksek pozitif korelasyon, tüm iplik çeşitlerinde iplik tüylülüğü ile olgunluk, mikroner değeri, üniformite indeksi (UI%), lif uzunluğu (UHTM) ve lif mukavemet değerleri arasında negatif korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Mohamed ve arkadaşları (2009), çalışmalarında ekstra uzun-ince ve ekstra uzun Mısır pamuk (Giza) tiplerinin ring ve kompakt iplik performanslarını incelemişler bu kapsamda her tip pamuk lifinden üç farklı numarada iplikler üretmişlerdir. Çalışma sonucunda lif mukavemetinin iplik mukavemetini etkileyen en önemli parametre olduğu, elyaf inceliği ve iplik mukavemeti arasında çok yüksek negatif korelasyon bulunduğu, elyaf çapı azaldıkça (iplik enine kesitindeki elyaf sayısı arttıkça), iplik mukavemetinin arttığı görülmüştür. İplik kopma uzamasının daha çok iplik numarasından etkilendiği; üst çeyrek uzunluğu ve lif inceliğinin, iplik kopma uzaması için en önemli elyaf özellikleri olduğu diğer önemli parametrelerin iplik bükümü, fitil numarası ve fitil düzgünsüzlüğü olduğu görülmüş, fitil düzgünsüzlüğü ve elyaf çapı hariç tüm parametrelerin pozitif etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Kesitteki lif değişiminin iplik düzgünsüzlüğünün ana nedeni olduğu, eğirme yöntemi, iplik numarası ve bazı lif parametrelerinin, makine parametrelerine ek olarak ipliğin düzgünsüzlüğü üzerinde belirleyici etkiye sahip olduğu görülmüştür. Lif inceliği, olgunlaşmamış lif içeriği ve nep sayısının iplik düzgünsüzlüğünü etkileyen lif parametreleri olduğu; lif inceliğinin iplik kesitindeki lif sayısını belirlediği, azalan lif çapı ile enine kesitteki lif sayısının arttığı ve dolayısıyla iplik düzgünsüzlüğünün azaldığı belirlenmiştir. İplik tüylülüğünü etkileyen en önemli lif özelliğinin lif inceliği (millitex) olduğu, daha ince liflerin daha az iplik tüylülüğü yarattığı, ayrıca uzun liflerin iplik gövdesinden çıkma olasılığının daha az olduğu dolayısıyla iplik tüylülüğünü azalttığı belirlenmiştir.

Özal (2010), çalışmasında, 2009 sezonu ABD ve Türkiye'nin dört farklı bölgesinden temin edilen (Diyarbakır, Ege, Hatay, Çukurova) pamuklardan, aynı iplik üretim prosesinde Ne 30 numara penye ring iplikler üretmiş ve aynı banyoda boyama yaparak renk değerlerini karşılaştırmıştır. Sonuçlar incelendiğinde herhangi bir lif özelliği ile iplik renk değerlerinin değişmesi arasında önemli bir ilişki belirlenememiştir. Pamuğun yetiştiği yörenin iklimsel özellikleri, yetiştirilme şartları, tohumun özellikleri, hasat ve çırçırılma yöntemi, pamuğun kimyasal yapısındaki değişkenler de boya alımını etkileyebildiğinden, farklı bölgelerden temin edilen liflerin farklı boya alımının nedeni sadece elyafın fiziksel özellikleriyle tespit edilememiştir.

Gök (2012), çalışmasında, Kahramanmaraş ve Ege bölgesinin farklı yörelerinden temin edilen pamukların lif özelliklerini incelemiş, aynı boyama banyosunda boyama sonrası oluşan renk farklılıklarını elyaf özellikleriyle kıyaslamıştır. Sonuçta lif olgunluğunun çok yüksek ya da çok düşük olmasının ve kısa lif oranının çok yüksek olmasının boyama verimini olumsuz etkilediği, yabancı madde sayısının (adet) fazla olmasının boyamanın düzgünsüz olmasına neden olduğu, yansıma değerleri yüksek liflerde parlak boyama elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca geniş aç X-Işını kırınımı analizinde (WAXRD) pamuk liflerinin boyandıktan sonra daha düzenli bir kristal yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir.

Faulkner ve ark. (2012), çalışmalarında ring iplik kalitesi ile lif özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Bu kapsamda pamuk lif özelliklerini HVI ve AFIS cihazlarında ölçerek 14,5 tex karde ring iplikler üretmişlerdir. Çalışma sonucunda iplik mukavemetinin en çok elyaf uzunluğu, inceliği ve yansıma değerlerindeki değişikliklerden; iplik kopma işinin elyaf demeti uzamasından önemli ölçüde etkilendiği ortaya konulmuştur. Lif demeti uzaması HVI sistemleri ile ölçülebildiği, ancak kalibrasyon standartlarının eksikliğinden dolayı sonuçların sistemler arasında karşılaştırılamayacağı belirlenmiştir.

Kotb (2012), çalışmasında 2007-2011 yılları arasında Mısır'da bir iplik fabrikasında üretilen pamuk ve pamuk / polyester karışım iplik özelliklerinin, hammadde ve iplik yapılarına bağlı değişimini incelemiştir. Bu kapsamda 3 farklı pamuk tipi (Giza 86, Giza 90, Yunanistan) ve 6 farklı menşei sahip PES lifi (Çin, Tayland, Endonezya, Mısır, Tayvan ve Hint) kullanılarak 6 farklı numarada ve 6 farklı büküm miktarına sahip tek ve çift katlı iplikler üretmiştir. Pamuk tipi, iplik numarası ve büküm miktarının, özellikle iplik mukavemeti ve incelenen tüm diğer iplik özellikleri üzerinde yüksek etkiye sahip olduğu görülmüştür. Giza 86 pamuk tipinin en iyi iplik özelliklerini sağlarken, ardından sırasıyla Giza 90 ve Yunanistan pamuk elyafları vermiştir. Karışım ipliklerde %50 Pes harmanı kullanılmasının; iplik düzgünlüğünün yanı sıra mukavemet özelliklerini de geliştirdiği belirlenmiştir.

Almetwally ve ark. (2015), çalışmalarında %100 Mısır pamuk elyafı kullanarak ring ve üç farklı kompakt sistemde üretilen ipliklerin fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda kompakt ipliklerin mukavemet, tüylülük ve düzgünlük değerlerinin ring ipliklere göre daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Nassar ve ark. (2015), çalışmalarında ekstra uzun elyaf kategorisindeki üç farklı Mısır pamuğundan (Giza), ring ve kompakt eğirme sistemlerinde üretilen farklı numaralardaki ipliklerin eğirme verimliliğini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlarda, kompakt eğirme sisteminde üretilen ipliklerin, ring eğirme sisteminde üretilenden, daha yüksek mukavemet ve uzama yüzdesi ile daha iyi iplik düzgünsüzlük değerleri gösterdiği tespit edilmiştir. İplik numarasının büyümesi (ipliğin incilmesi) ile iplik mukavemetinin düştüğü ve iplik düzgünsüzlüğü ve iplik hatalarının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, yeni bir pamuk genotipi olan Giza 93, Giza 88 ve Giza 92 ile karşılaştırıldığında en yüksek mukavemet, kopma uzaması, düzgünsüzlük değerleri göstermiştir.

Messiry ve ark. (2016), çalışmalarında lif özellikleri ile kompakt iplik özellikleri arasındaki korelasyonu araştırmış, bu kapsamda uzun ve ekstra uzun dört farklı Mısır pamuğundan (Giza), konvansiyonel ring (K44) ve üç farklı kompakt eğirme sisteminde (K44-COM4, Suessen Elite, K44 Ring RoCos), %18 penye telef oranı ile iki farklı numarada iplikler üretmişlerdir. Çalışma sonucunda elyaf uzunluğunun iplik mukavemeti üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu, kompakt ipliklerde pnömatik sistemlerin kullanılmasının iplik paketleme yoğunluğunu arttırdığı ve iplik mukavemetindeki artışa katkıda bulunan diğer bir faktör olduğu belirlenmiştir. Kısa elyaf içeriği düşük olan ince uzun elyafli pamukların pnömatik sistemin prensipleri ile daha iyi etkileşime girdiği, uzun ve ekstra uzun Mısır pamukları ile kompakt sistemlerin herhangi biri ile çalışılabileceği ancak yüksek kaliteli ince kompakt iplik üretimi için pnömatik sistemlerin daha uygun olduğu ortaya konulmuştur.

Üzümcü ve Kadoğlu (2017), çalışmalarında lif özelliklerinin, kompakt ipliklerin IPI sonuçları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, 11 farklı pamuk harmanı, 4 farklı iplik numarası ve 3 farklı büküm seviyesinde iplikler üretilmiştir. Çalışma sonucunda lif uzunluğu, uzama ve mikroner değerlerindeki artış ile iplik üzerindeki kalın yer sayısının azaldığı, lif sarılık değeri ve iplik inceliğinin artması ile kalın yer sayısının arttığı tespit edilmiş; lif özelliklerinden kompakt ipliklerin kalın yer ve neps değerlerini tahmin etmeyi sağlayan denklemler elde edilmiştir.

Zeng ve Bechere (2017) çalışmalarında HVI ve AFIS test yöntemlerini kullanılarak ölçülen lif özelliklerini Upland pamuğu (*Gossypium hirsutum* L.) ıslah çalışmasında kullanmış, ölçülen parametrelerin eşit derecede verimli olup olmadığını ve iki test yöntemi arasındaki parametrelerin korelasyonunu incelemiştir. Sonuçta iki test yöntemi arasında AFIS-L(w) / HVI-UHML, AFIS-UQL(w) / HVI-UHML, AFIS-IFC / HVI-olgunluk ve AFIS-MR / HVI-olgunluk parametreleri için korelasyon olduğu; kısa lif içeriği için korelasyon olmadığı bu durumun iki ölçüm sistemi arasındaki farklılıklar veya farklı genetik yapıdan kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

Beheary ve ark. (2019), çalışmalarında 2015 sezonu Mısır pamuklarını (Giza) kullanarak lif ile iplik özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırmış, ekstra uzun ve uzun elyafli pamuklardan 2 farklı numarada ring iplikler üretmişlerdir. Çalışma sonucunda HVI lif uzunluk parametresinin iplik mukavemeti, iplik düzgünsüzlüğü ve iplik kopma işi (W.R.); mikroner değerinin ise yalnızca Lea lif kalite indeksine yüksek bağlı katkı sağladığı belirlenmiştir. AFIS cihazı ile ölçülen ağırlığa göre

ortalama uzunluk parametresinin (L (w)) Lea lif kalite indeksine ve iplik mukavemetine; üst çeyrek uzunluğu (UQL) ve elyaf inceliği parametrelerinin ise iplik düzgünsüzlüğüne yüksek katkı sağladığı tespit edilmiştir. Elde edilen lineer regresyon modelleri ile lif özellikleri ve iplik özellikleri arasındaki ilişkilerin neredeyse doğrusal olduğu tespit edilmiştir.

El-Banna ve ark. (2018), çalışmalarında HVI ve AFIS tarafından belirlenen lif özelliklerinin iplik kalite özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Bu kapsamda % 100 Mısır pamuğu (Giza 86) kullanarak üretilen Ne 40 ring ve kompakt ipliklerde iplik düzgünsüzlüğü, iplik hataları, tüylülük, mukavemet ve uzama (%) oranını değerlendirmiş, sonuçta kompakt eğirmenin iplik kalite değerlerinin geleneksel ring eğirmeden daha iyi olduğu sonucuna varmışlardır.

Hassan ve Ibrahim (2018), çalışmalarında 2015 sezonuna ait altı Mısır pamuğundan (Giza) Ne 60 numara karde ring iplikler üretmiş ve lif özelliklerinin iplik mukavemet, neps ve iplik düzgünsüzlüğü üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda ekstra uzun ve uzun elyaf Mısır pamuk çeşitleri için; lif uzunluğu, lif mukavemeti ve mikroner değerinin, iplik mukavemeti, iplik düzgünsüzlüğü ve neps sayısı üzerinde en etkili parametreler olduğu ortaya konulmuştur.

Karakan Günaydın ve ark. (2018), çalışmalarında pamuk lif özelliklerinin, iplik üretim prosesleri sırasında değişimi (tarak cer, penye) ve kompakt penye iplik özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Bu kapsamda 4 farklı bölge pamuğundan (Ege, Urfa, Amerikan, Yunan) aynı makine ayarlarında %100 pamuk 20 tex kompakt penye iplikler üretmiş ve üretim prosesinde her makineden sonra elyaf özelliklerindeki değişiklikler HVI cihazında ölçülerek incelenmiştir. Çalışma sonucunda tarak makinesinin iplik eğrilebilirlik indeksinde, penye işleminin ise mikroner değerinde net bir iyileşmeye sağladığı, bunun yanında eğirme prosesleri sonrası UHML değerinde herhangi bir değişim olmadığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda Faulkner ve arkadaşlarının çalışmasında da vurguladığı gibi, elyaf kopma uzama (%) değerlerinin iplik kopma uzama (%) değerlerini tam olarak desteklemediği, daha yüksek SFI (%) değerine sahip örneklerin daha düşük SCI değerlerine sahip olduğu SCI ve SFI değerleri arasında güçlü bir ters ilişki olduğu sonuca varılmıştır.

Öner ve ark. (2018), çalışmalarında pamuk lif özelliklerinin, iplik üretim prosesleri sırasında değişimi (tarak cer, fitil, bobin) ve kompakt iplik özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Bu kapsamda dört farklı iplik numarasında, 2 farklı büküm katsayısında iplikler üretmişlerdir. Elde edilen sonuçlar, iplik numarasının artmasıyla iplik düzgünsüzlüğünün arttığını, kopma mukavemetinin azaldığını göstermiştir. Ayrıca iplik mukavemetinin elyaf uzunluğu, uniforme ve elyaf mukavemetinin artmasıyla artarken; neps, kısa elyaf indeksi ve çepel içeriğinin artmasıyla azaldığı belirlenmiştir. Lif inceliği ve nem içeriğinin artmasıyla ipliğin uzayabilirliğinin arttığı, kısa lif indeksi ile azaldığı; öte yandan karışımdaki neps, kısa elyaf indeksi ve çepel içeriği artışının ipliklerin düzgünsüzlüğü ve tüylülüğünü arttırdığı ortaya konulmuştur. Ayrıca, lif inceliğinin, olgunluğunun, uzunluğunun ve uniformitesinin artmasının iplik düzgünsüzlüğü ve tüylülüğün azalmasını sağladığı tespit edilmiştir.

Üzümcü ve Kadoğlu (2018), çalışmalarında pamuk lif özelliklerinden, kompakt iplik özelliklerini tahmin etmek için, farklı numaralarda ve farklı büküm katsayılarında iplikler üretmiş,

analiz sonucunda türetilen denklemler ile mukavemet ve düzgünsüzlük değerlerinin tahminlemesi yapılmıştır.

Abdurrahmanoğulları (2019), çalışmasında 2016 sezonunda farklı bölgelerden (Yunanistan, Brezilya, ABD Hatay, Şanlıurfa) temin edilen pamuk lif özelliklerini karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda Hatay pamuklarının lif mukavemeti ve kısa lif oranının azlığı, Şanlıurfa pamuklarının lif üniformitesi ve lif elastikiyeti, Brezilya pamuklarının iplik eğrilebilirlik indeksi, lif inceliği, lif uzunluğu ve parlaklık derecesi yönünden daha kaliteli olduğu tespit edilmiştir. Ancak, Yunanistan ve ABD'den temin edilen pamukların lif özellikleri açısından daha düşük kalitede olduğu belirlenmiştir.

Fidan ve Korkmaz (2019), çalışmalarında Diyarbakır ve ABD pamuk elyafını kullanarak aynı özelliklerde 40 Ne penye ring iplikler üretmiş ve bobinleme sonrası yabancı madde miktarları ve iplik kalite değerlerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda Diyarbakır pamuğunun ABD pamuğuna göre; eğrilebilirlik indeksi, elyaf uzunluğu, kısa elyaf indeksi, üniformite ve mukavemet değerlerinin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Ancak Diyarbakır pamuğunun çepel sayısı ve çepel alanı değerlerinin daha kötü olduğu görülmüş, bu durum Afis ölçüm sonuçlarında da belirlenmiş; ayrıca ABD pamuğunun renk derecesinin Diyarbakır pamuğundan daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bobin makinasında yabancı madde kesim miktarları değerlendirildiğinde ABD pamuğundan üretilen ipliklerin daha az iplik hatası ve yabancı madde içerdiği; ayrıca yabancı maddelerin daha küçük boyutta olduğu saptanmıştır. Sonuçta Diyarbakır pamuğundan üretilen ipliklerin daha az iplik hatasına sahip olduğu, ayrıca mukavemet değerinin ABD pamuğundan üretilenden açıkça yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tesema ve Drieling (2019), çalışmalarında benzer lif uzunluğunda, HVI mukavemet değerleri 26.94-28.28 g/tex aralığında olan üç ticari Etiyopya pamuk çeşidini incelemişler sonuçta üç pamuk çeşidinin Favigraph kopma uzaması değerlerinin 6,41-7,01 aralığında, Acala SJ-2 çeşidinin ise en iyi kopma uzaması değerine sahip olduğu belirlenmiştir. İplik üreticilerinin harman reçetesini hazırlarken; daha iyi iplik ve kumaş uzaması için Acala SJ-2 çeşidinin oranını arttırmanın faydalı olacağı belirlenmiştir.

2.2. Pamuk Lif ve İplik Özelliklerinin Kumaş Özelliklerine Etkisi Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Sezgin (2005), çalışmasında, Amerikan pamuk elyafından konvansiyonel ring ve kompakt iplik eğirme sistemlerinde penye triko iplikler üretmiş, daha sonra aynı şartlarda düz örme kumaş üreterek boyama işlemi uygulamıştır. Çalışma sonucunda ham ve boyalı kumaşların boncuklanma dayanımı, patlama mukavemeti, yıkama sonrası görüntüleri, boya alma ve hidrofilite gibi bazı özelliklerini karşılaştırmış; kompakt ipliklerin ve bunlardan üretilen örme kumaşların konvansiyonel ring ipliklere göre önemli farklılıklar gösterdiği ve bu farklılıkların da örme kumaş performansını etkilediği belirlenmiştir.

Becerir ve Ömeroğlu (2007), çalışmalarında % 100 ABD Upland pamuk liflerinden üç farklı numarada Ring ve kompakt iplikler üretmiş, bu ipliklerle örülen düz örme kumaşların boyama sonrası renk değerlerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda boyanan kumaşlarda iplik numarasının artması (ipliğin incilmesi) ve iplik tüylülüğünün azalması ile kumaşların kroma/berraklık-matlık ve renk kuvveti değerlerinin arttığı, ancak açıklık-koyuluk değerlerinin azaldığı, kumaşların daha koyu görüldüğü tespit edilmiştir. Örme kumaş yapısının düzgün yüzeyli, hacimli, tüylü olmasının yanında kullanılan iplik numarası ve eğirme sisteminin ışığın yansımada önemli etkisi olduğu belirlenmiştir.

Dönmez Kretschmar ve ark. (2007), çalışmalarında kompakt ve ring ipliklerden yapılan örme kumaşlar arasındaki farkları araştırmışlardır. Bu kapsamda aynı pamuk karışımından iki farklı numarada % 100 pamuk kompakt ve ring iplikler ve üç farklı konstrüksiyonda örme kumaşlar üretmişler, reaktif boyama işleminden önce ve sonra fiziksel özelliklerini belirleyerek karşılaştırmışlardır. Sonuçta kompakt ipliklerin daha az tüylü, mukavemet ve uzama yüzdelерinin daha yüksek değerde olduğu; kompakt ipliklerle oluşturulan örme kumaşların ise daha az boncuklanma değeri ve daha yüksek patlama mukavemeti gösterdiği tespit edilmiştir. Sürtünme haslığı, aşınma dayanımı ve gramaj değeri göz önüne alındığında eğirme sistemine göre farklılıkların istatistiksel açıdan önemli (anlamlı) olmadığı görülmüştür. Renk verimliliği değerlendirildiğinde ise kompakt ipliklerle oluşturulan kumaşların, ringe göre ve Ne 40/1 iplikler ile örülen kumaşların, Ne 30/1 ile örülen kumaşlara nazaran azda olsa daha koyu renkte boyandıkları belirlenmiş, bu farklılıklarında istatistiksel olarak önemli bulunmadığı vurgulanmıştır.

Öztürk ve Nergis (2008), çalışmalarında aynı harmandan üretilen %100 pamuk ring ve kompakt ipliklerden düz örme kumaş elde etmiş daha sonra aynı banyoda ağartma ve boyama işlemi yaparak renk değerlerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucu, kompakt ipliklerden elde edilen kumaşların ring ipliklerden daha yüksek C * ve K / S değerlerine (daha koyu tonda-daha doymuş) sahip olduğunu göstermiştir. Buna göre, kompakt ipliklerin daha az tüylülük, yüksek mukavemet ve daha iyi görünüm gibi avantajlarının yanı sıra, düşük maliyetle kumaş boyama imkânı da bu eğirme sisteminin bir başka avantajı olarak vurgulanmıştır.

Akaydın (2009), çalışmasında %100 Pamuk ring ve kompakt ipliklerden elde edilen örme kumaşların aşınma dayanımı, pilling, patlama mukavemeti ve boyama özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda düşük büküm katsayısına sahip kompakt ipliklerden elde edilen örme kumaşların daha koyu ve canlı renkte olduğu, ayrıca kompakt ipliklerin düşük tüylülük ve yüksek mukavemet, uzama özelliğine bağlı olarak elde edilen örme kumaşların daha yüksek aşınma dayanımı, patlama mukavemeti ve düşük tüylülük gösterdiği tespit edilmiştir.

Gürkan Ünal ve ark. (2010), çalışmalarında iplik parametrelerinin düz örme kumaşların patlama mukavemeti üzerine etkilerini yapay sinir ağı ile incelemiştir. Farklı mukavemet, uzama ve düzgünsüzlük değerlerine sahip iplikler elde etmek için altı farklı tip pamuk lifinden dört farklı iplik numarasında ve üç farklı büküm katsayısında iplikler üreterek düz örme kumaşlar elde

etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda kumaş patlama mukavemetini etkileyen en önemli parametrenin iplik mukavemeti, ikinci parametrenin iplik numarası olduğu belirlenmiş, patlama mukavemetinin tahmin edilmesinde tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir.

Ashraf ve ark. (2014), çalışmalarından pamuk ve iplik özelliklerinin, vat (küp) boyarmaddelerle boyanmış dokuma kumaşların renk değişimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda boyalı kumaşın renk derinliğinin (K / S değerleri), kullanılan pamuğun + b değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir pozitif korelasyon bulunduğu, kumaş K / S değerleri ile pamuk R_d değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı güçlü bir negatif korelasyon bulunduğu belirlenmiştir. Karde ve penye iplik tipinin boyalı kumaştaki renk değişimi üzerindeki etkisi incelediğinde penye atkı iplikleri içeren kumaş örneklerinin renk derinliğinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumun karde ipliklerin daha düşük kalitede (düzgünsüz ve pürüzlü bir yüzeye sahip) olması nedeniyle düzensiz ışık saçılmasına neden olmasının yanında penye ipliğe göre daha fazla olgunlaşmamış lif içermesinin neden olduğu sonucuna varılmıştır. Penye ipliklerde, olgunlaşmamış olması muhtemel olan kısa lifler çıkarıldığı için, penye ipliklerin boyanabilirliğinin daha yüksek olduğu düşünülmüştür. Penye ipliklerde L^* değerlerinin karde ipliklere kıyasla daha yüksek çıkması, bu ipliklerin düşük tüylülük değerleriyle açıklanmıştır. İnce iplik ve düşük büküm seviyesinde üretilen kumaşların, daha kalın ipliklerden ve daha yüksek bükümlerde üretilen kumaşlara göre daha yüksek renk derinliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Aynı kumaşa farklı tip, numara, büküm seviyelerinde iplik kullanılmasının, algılanabilir renk farklılıklarından dolayı atkı yollu kumaş çizgilerine yol açabileceği sonucuna varılmıştır.

El-Sayed ve Saleh (2015), çalışmalarında eğirme teknolojisinin ve eğirme parametrelerinin, merserizeli ve boyalı Mısır pamuk ipliklerinin renk, mukavemet ve kopma uzaması üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada uzun stapelli Mısır pamukları (Giza 80, Giza 86 ve ekstra uzun Giza 92) kullanarak kompakt, ring ve open-end eğirme teknolojilerinde farklı iplik numara ve bükümde iplikler üretilerek merserize ve boyama işlemi uygulanmıştır. Sonuçta daha düşük numara ve büküm faktörüne sahip ipliklerin yüksek numara ve büküm faktörüne sahip ipliklere kıyasla K/S değerinin daha yüksek, kompakt ipliklerin K/S değerinin open-end (rotor) ve ring ipliklerinkinden daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Giza 92 pamuğunun tüm proseslerde ve eğirme sistemlerinde daha yüksek K/S değerlerine sahip olduğu, bunu sırasıyla Giza 90 ve Giza 80 pamuklarının izlediği belirlenmiştir. Bu durumun Giza 92 pamuğunun olgunluk değerinin daha yüksek olması dolayısıyla reaktif boya ile reaksiyona girebilen daha fazla serbest hidroksil grubu bulunmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

2.3. Pamuk Lifi İç Yapı Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Zhu ve ark. (2004), çalışmalarında güç tutuşur bitim işlemi uygulanmış ve işlem görmemiş pamuklu kumaşların piroliz ve piroliz sonrası ortaya çıkan ürünlerini incelemişlerdir. Çalışmada, DSC ve TGA analizleri uygulanarak piroliz sırasında meydana gelen termal bozulma sıcaklıkları, ağırlık kaybı ve piroliz reaksiyonları incelenmiş, güç tutuşur pamuklu kumaşların yapısının daha iyi anlaşılması sağlanmıştır.

El-Nagar ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada Giza 83 ve Giza 85 Mısır pamuklarından üretilen bezayağı pamuklu kumaşların, doğal ve sentetik boyarmaddelerle boyanmasının, kumaşların mekanik özellikleri ve ışık haslıkları üzerine etkilerini incelemiştir. Ham ve boyalı pamuklu kumaşların mukavemet, uzama ve kopma işi açısından mekanik davranışlarını test etmişlerdir. Doğal boya ile boyanmış numunelerin, belirgin bir bozunma ürünü olmaksızın XRD pik yoğunluğunda bir azalma gösterdiği, öte yandan sentetik boya ile boyanmış numunelerin XRD spektrumlarının, kristalit pik yoğunluğunda nispeten küçük bir düşüş göstermekte olmakla beraber spektrumlarda bozunma ürünlerinden kaynaklanabilecek birçok başka pik ortaya çıktığını tespit etmişlerdir.

Badri (2008), çalışmasında Reaktif Procion Red HE 3B boyarmaddesinin pamuğun pirolizi üzerindeki etkisini TGA, DSC ve Py-GC-MS yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Boyanın, yüksek konsantrasyonda uygulanmasının, pamuğun bozunma sıcaklığını 375 C'den 325 C'ye düşürdüğü ve kalıntı miktarını artırdığı belirlenmiştir. Bu etkinin boya moleküllerinin selülozun hidroksil gruplarına kovalent bağlanmasına ve selüloz kopolimeri oluşturmaya; levoglukosan ve uçucu ürünlerin oluşum yolunu bloke etmesine bağlanmıştır.

Büyükakıncı (2010), çalışmasında %100 bambu elyaftan üretilen iplik, ham ve boyalı örme kumaşlara fiziksel ve performans testleri uygulamış, ayrıca liflerin içyapısı, polimerizasyon derecesi, % kristalinite oranı ve tanecik boyutunu incelemiş, elde edilen sonuçları % 100 pamuk lifleri ile karşılaştırmıştır. Yapılan incelemelerde bambu lifinin polimerizasyon derecesi ve % kristalinite değerinin pamuğunkinden daha düşük, kristal boyutunun ise pamuk lifinden daha büyük olduğunu tespit etmiştir. Bu farklılıkların ise selülozik yapıya sahip bambu ve pamuk elyafın farklı mekanik özellikler göstermelerine neden olduğu sonucuna varmıştır.

Nithya ve ark. (2011), çalışmalarında DC hava plazması ve selülaz enzimi işlemlerinin pamuklu kumaşların hidrofilitesi üzerindeki etkilerini araştırmış, bu amaçla SEM, XRD, UATR-FTIR testleri yapmıştır. SEM ve XRD sonuçları, plazma ve enzim işlemlerinin yüzey aşındırmasına yol açarak selülozik olmayan bileşikler uzaklaştırdığını ve böylece pamuklu kumaşların hidrofilitesini artırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca XRD sonuçları, enzim işlemi nedeniyle amorf bölgelerin giderilmesiyle pamuklu kumaşlardaki aşındırma etkisini doğrulamıştır.

Liu ve ark. (2012), Fourier dönüşümlü kızılötesi (FT-IR) spektroskopisinden elyaf kristalinitesini belirlemek için basit bir algoritma geliştirdikleri önceki çalışmalarının devamı olarak bu çalışmada; zaman alıcı ve öznel bir eğri uydurma süreci yerine basit bir XRD algoritması

geliştirerek FT-IR ve XRD ölçümlerinden elde ettikleri elyaf kristalinitesini karşılaştırmıştır. Aynı zamanda kristalinite indeksi (CIIR) referanslarını kullanarak XRD'yi kalibre edip, pamuk selüloz kristalinite indeksini (CI) belirlemenin bir yolunu da önermiştir.

Abidi ve ark. (2014), çalışmalarında farklı zamanlarda hasat edilen pamuk liflerinin hücre duvarı değişikliklerinin gelişimini FTIR ve Universal Attenuated Total Reflectance FTIR (UATR-FTIR) analizlerini kullanarak izlemiştir. FTIR spektrumlarındaki titreşimdeki değişikliklerle birincil ve ikincil hücre duvarı sentezi arasındaki geçişin zamanlamasını, pamuk lifinin büyümesi ve gelişmesi sırasında selülozdaki değişiklikleri belirlemişlerdir. 667 ve 897 cm^{-1} 'deki titreşim bantlarının yoğunluğunun, kimyasal olarak analiz edilen selüloz yüzdesi ile bağıntılı olduğunu tespit edilmiştir.

Rocky ve Thompson (2021), çalışmalarında FTIR, ATR-FTIR ve Raman spektroskopisi yöntemlerini kullanarak bambu, pamuk ve viskoz liflerinin selülozik yapısında bulunan fonksiyonel grupları ve selülozik liflerin karakteristik zirvelerini inceleyerek karşılaştırmışlardır. Sonuçta bambu liflerinin pamuk ve viskoz liflerinden farklı, kendine has özellikte piklere sahip olduğunu göstermişlerdir.

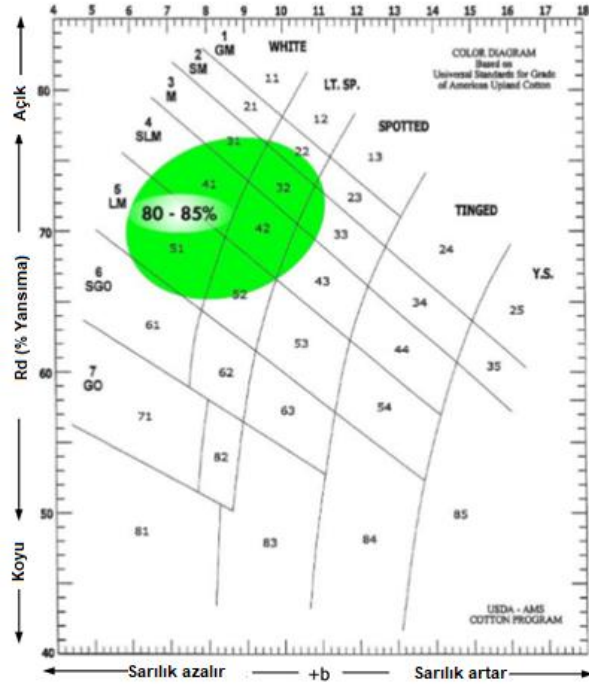
Liu ve Delhom (2023), çalışmalarında lif olgunluğunu, enine kesit görüntü analizi (IA), AFIS, Cottonscope yöntemleri ile ölçerek karşılaştırmış, ölçüm sonuçlarının iyi bir uyum gösterdiğini tespit etmişlerdir. Farklı bir yaklaşım olarak lif olgunluğunu ölçmek için Fourier dönüşümlü kızılötesi (ATR FTIR) spektroskopisi önerilmiştir. Kütlü pamuk sınıflandırılması, farklı koşullarda yetiştirilen aynı çeşitler arasındaki farklılıkların tespitinde, yöntemin hızı ve ayrıca doğal olarak değişken bir numunede alt numune alma gibi faktörler dikkate alındığında FTIR yönteminin bir seçenek olabileceği belirtilmiştir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasında farklı yöre pamuk lif özellikleri ile bu liflerden üretilen kompakt penye iplik özelliklerinin, örme kumaş performans özelliklerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Türkiye lif pamuk üretim ve tüketim verileri incelenerek ülkemizdeki iplik işletmelerinin yaygın olarak kullandığı yerli ve ithal altı farklı pamuk tipi seçilmiştir. *Gossypium Hirsutum L.* türünde ve 2018 sezonuna ait olan Upland pamuk çeşitleri, Uster HVI (High Volume Instruments) renk derecelendirmesinde %80-%85 aralığında yer almaktadır (Şekil 3.1). Kökeni Amerika Birleşik Devletleri olan Upland pamuk çeşitleri dünyanın her tarafına yayılmıştır. Bu pamuklar; verimli, orta uzunlukta liflere sahip ve değişik yetiştirme koşullarına kolayca uyabilen pamuklardır (Sabır ve Güzel, 2010). Upland tipi pamuklar, dünya pamuk üretiminin % 80-85'ini oluşturmaktadır.



Şekil 3.1. Uster HVI renk skalası (Uster HVI Spectrum Measuring Principles, 2013)

Tez kapsamında çalışılan pamuk tipleri çizelge ve şekillerde yer tasarrufu sağlamak, ifadeleri kolaylaştırmak için Çizelge 3.1’de belirtildiği şekilde kodlanmıştır. Çizelge 3.1’de ayrıca pamuk tiplerinin çırpılama şekli verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan pamuk tipleri

Pamuk tipi	Yöre	Çırcırlama
E	Ege	Rollergin
H	Hatay	Rollergin
U	Urfa	Rollergin
A	Amerika	Sawgin
B	Brezilya	Sawgin
Y	Yunanistan	Sawgin

Tüm pamuk lifleri iplik üretiminin gerçekleştirildiği Malatya’da bulunan Şahintürk Tekstil A.Ş. İplik İşletmesi bünyesindeki hammadde stoklarından karşılanmıştır.

3.2. Metod

Bu kısımda çalışmada kullanılan lif özellikleri, elde edilen numunelerin üretim yöntemleri ve numunelere uygulanan testler hakkında bilgi verilmiştir.

Lif özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan testler iki bölümde verilmiş testlerin yapılışı ve referans değerler ile ilgili bilgiler sunulmuştur.

Üretim aşaması, iplik üretimi ve kumaş üretimi şeklinde iki ana başlık altında toplanarak üretimde kullanılan makineler ve proses parametreleri izleyen çizelge ve şekiller yardımıyla ortaya konulmuştur.

Numunelere uygulanan testler ise iplik testleri, kumaş testleri, iç yapı testleri (karakterizasyon analizleri) ve pestisit testi olarak dört bölümde verilmiş ve ilgili standartlar belirtilerek testlerin yapılışı ve kullanılan alet, cihaz, malzeme vb. ile ilgili bilgiler ayrıntılı şekilde sunulmuştur.

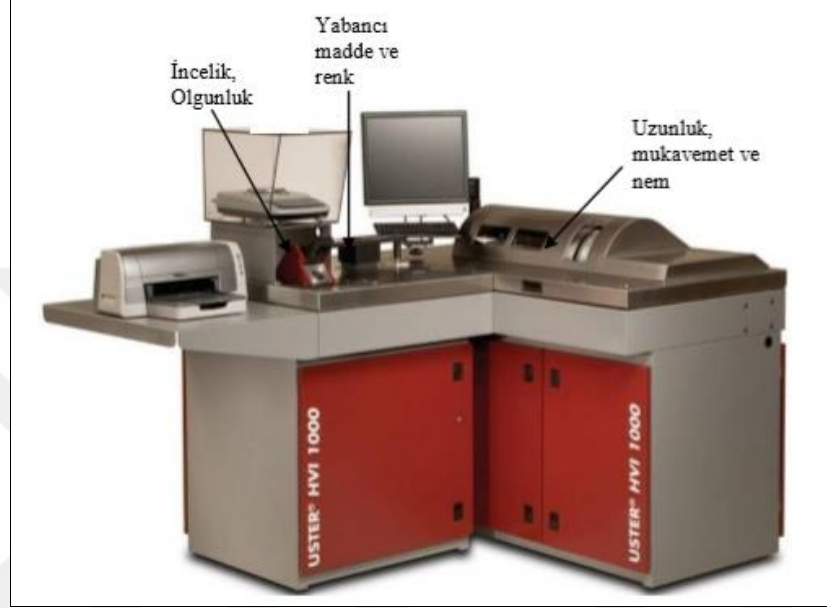
3.2.1. Lif Özellikleri

Pamuk lif özelliklerinin belirlenmesinde demet halinde ve tek lif halinde lif özelliklerinin belirlenmesi testleri uygulanmıştır. Çalışma kapsamında temin edilen yerli ve ithal pamuk tiplerinin lif özellikleri Şahintürk Tekstil İplik İşletmesi iplik laboratuvarında bulunan Uster HVI 1000 (High Volume Instruments) ve Uster AFIS Pro 2 (Advanced Fiber Information System) cihazlarında test edilmiştir. Her pamuk tipine ait numuneler $65 \pm 4\%$ bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklıkta kondisyonlanmış olup; her tip için 30’ar ölçüm yapılarak ortalamaları alınmıştır.

Demet Halinde Lif Özelliklerinin Ölçümü

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin demet halinde lif ölçümü Uster HVI 1000 test cihazında gerçekleştirilmiştir. Modüler bir sistem olan HVI cihazı üç farklı bölümden oluşmaktadır (Şekil 3.2) İlk istasyon olan “İncelik ve olgunluk” modülünde lif inceliği, hava akımı direncinin liflerin spesifik yüzeyi ile ilişkilendirilerek ölçülmekte, olgunluk ise mikroner, mukavemet ve uzama

gibi diğer HVI ölçümlerini de içeren karmaşık bir algoritma kullanılarak hesaplanmakta ve bir pamuk örneğinin hücre duvarı kalınlığının derecesini göstermektedir (Uster HVI 1000 Technical Data, 2021; USTER HVI Test Result 2). Hava geçirgenliği prensibine göre yapılan ölçümde; belirli bir hacime sıkıştırılmış, bilinen ağırlıktaki lif kütlesi arasından bilinen basınçtaki hava akımının belirli bir zaman aralığında geçirilmesi suretiyle pamuk lifinin hava geçirgenliği ölçülmekte ve çıkan sonuç mikroner (μg / inç) olarak belirlenmektedir (Ahmed, 2014).

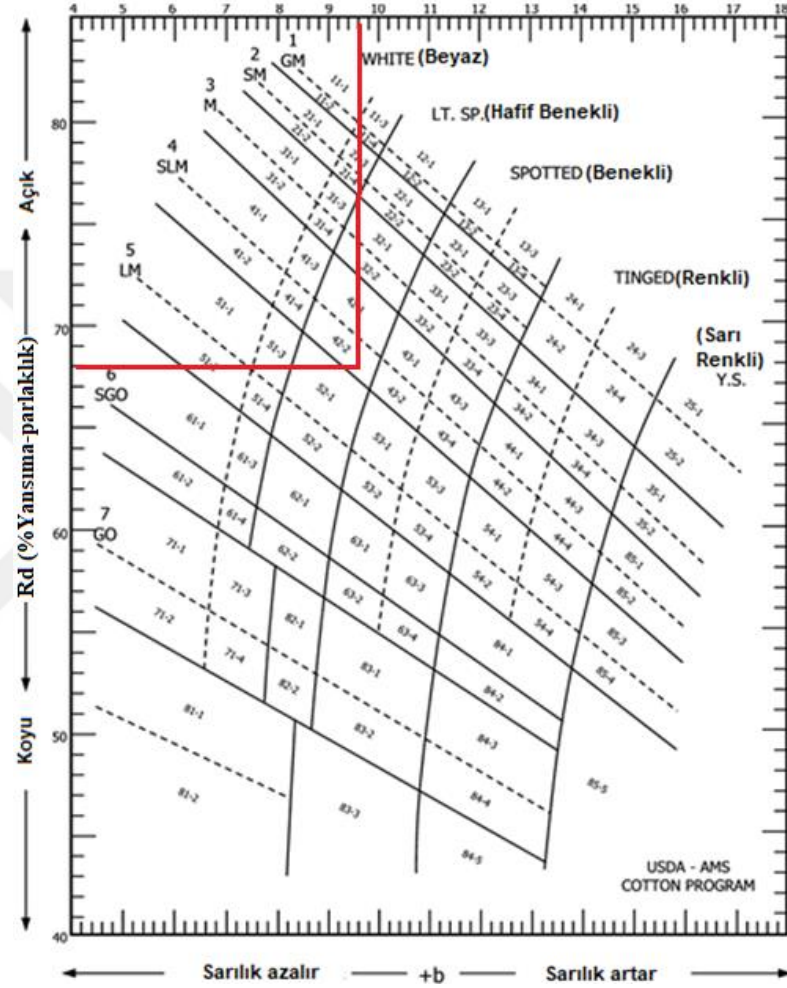


Şekil 3.2. Uster HVI 1000 test cihazı (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008)

İkinci istasyon “Renk ve çepel” modülünde yabancı madde ve renk tayini aynı anda yapılmaktadır. Pamuk numunesinin renk derecesi, iki filtreli bir kolorimetrede belirlenmektedir (Uster HVI, 2008). Bu modülde, pamuk lifleri tarafından yansıtılan ışığın beyazlığını ifade eden yansıma değeri (Rd) ile yansıtılan ışığın sarılığını ifade eden sarılık değeri (+b) ölçülmektedir. Genel olarak, daha yüksek yansıma ve daha düşük sarılık, daha iyi elyaf kalitesinin göstergesidir (Morais, 2020).

Pamuğun kalitesini belirlemede oldukça önemli bir faktör olan renk derecesini objektif olarak tayin eden yöntem olan USDA Renk derecelendirme skalası, 1940’ların başında Nickerson ve Hunter tarafından geliştirilmiştir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008). Pamuk için USDA renk derecelendirme skalası (Nickerson-Hunter renk diyagramı), Amerikan Upland pamuğu için geçerli resmi standartları temel alır ve bu ölçümlerin nasıl kodlandığını ve kalite standartlarının rengiyle nasıl ilişkili olduğunu gösterir (Cotton Classification Results, 1994). Her renk derecesi, renk farklılıklarını daha kesin belirtmek için alt bölümlere ayrılmıştır. HVI test cihazında raporlanan üç basamaklı renk kodu, pamuk için USDA renk derecelendirme skalasında Rd ve +b değerlerinin kesiştiği noktanın bulunmasıyla belirlenir (Cotton Classification: Understanding the Data, 2018). Örneğin, Rd değeri 68 ve +b değeri 9,6 ise renk kodu 42-2 olur (Şekil 3.3). Yani pamuk “Hafif

Benekli” sınıfında “Kirli” renk derecesine sahiptir. Üç basamaklı renk kodunun ilk rakamı pamuğun renk derecesini, ikinci rakamı pamuğun sınıfını, üçüncü rakamı alt bölümünü ifade etmektedir (Cotton Classification Results, 1994). Her sınıfta renk derecesi arttıkça pamuğun kalitesi düşmektedir. Örneğin, “Beyaz” sınıfında 11 renk kodundan 71 renk koduna gidildikçe pamuğun beyazlığı ve parlaklığı azalmakta, çepel miktarı ise artmaktadır (Güzel, 2010). Şekil 3.3’te Upland pamuğu için USDA renk derecelendirme skalası görülmektedir.



Şekil 3.3. Upland pamuğu için USDA renk derecelendirme skalası, 1999 (kısa/orta stapelli) (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008)

Pamuk için USDA Renk derecelendirme skalası incelendiğinde Rd değeri büyüdükçe parlaklığın arttığı, Rd değeri küçüldükçe ise parlaklığın azalıp matlığın arttığı görülmektedir. +b değeri büyüdükçe sarılığın arttığı, +b değeri küçüldükçe ise sarılığın azaldığı, daha beyaz bir elyaf olduğu görülmektedir. Renk derecesi beyazdan hafif benekliye doğru değişim göstermektedir (Güzel, 2010). Terbiyede ağartma ve boyama proseslerinde daha verimli çalışılabildiğinden parlak, beyaz pamuk lifleri daha çok tercih edilir (Yazıcıoğlu, 1999).

Amerikan Upland pamuğu için Çizelge 3.2’de görüldüğü gibi belirlenen 25 tane resmi renk derecesi ve 5 tane derece altı renk sınıflandırması (Color Grd) vardır (The Classification of Cotton, 2001; Güzel, 2010).

Çizelge 3.2. Amerikan Upland pamuğu için renk sınıfları (USTER HVI 1000, Application Report Quality Characteristics Used For Cotton Classification, 2006)

Yansıma (Rd) için sınıflandırma	Sarılık (+b) için sınıflandırma				
	Beyaz	Hafif benekli	Benekli	Renkli	Sarı renkli
Çok temiz (Good Middling)	11*	12	13	--	--
Temiz (Strict Middling)	21*	22	23*	24	25
Orta (Middling)	31*	32	33*	34*	35
Kirli (Strict Low Middling)	41*	42	43*	44*	--
Orta kirli (Low Middling)	51*	52	53*	54*	---
Az kirli (Strict Good Ordinary)	61*	62	63*	--	--
Aşırı kirli (Good Ordinary)	71*	--	--	--	--
Derece altı (Below Grade)	81	82	83	84	85

*USDA, 15 renk derecesinin fiziksel standartlarını temel alır, diğerlerini tanımlayıcı olarak değerlendirir.

Çepel sayısı ölçümünde, camlı ölçüm penceresini kaplayacak şekilde yerleştirilen pamuk numunesi alttan ışıklandırılmakta, siyah ve beyaz CCD kamerası numunedeki koyu pikselleri sayarak sonuçları birim yüzey alandaki çepel parçaları sayısı (Tr Cnt) olarak ifade etmektedir. Ölçüm alanındaki çepellerin kapladığı alan toplanarak çepel alanı bulunmaktadır (Tr Area). Sonuç, çepellerin kapladığı toplam alanın, tüm ölçüm alanına oranı olarak ifade edilmekte ve % Tr Area olarak belirtilmektedir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008; Morais, 2020). Tanımlı alandaki çepelle kaplı alanın yüzdesi (% Tr Area) ve yaprak derecesi (Leaf grade) aynı olmasa da, Çizelge 3.3'te gösterildiği gibi ikisi arasında bir korelasyon vardır ve iyiden kötüye doğru 1-8 arasında derecelendirilmektedir (The Classification of Cotton, 2001). Burada verilen 1-8 arasındaki derecelendirme, HVI çıktılarında Tr Grade olarak isimlendirilmiştir.

Çizelge 3.3. % Tr Area ve yaprak derecesi (Leaf grade) arasındaki ilişki (The Classification of Cotton, 2001)

Yaprak derecesi ile çepel ölçümü arasındaki ilişki	
Tanımlı alandaki çepelle kaplı alan yüzdesi (% Tr Area)	Yaprak derecesi (Leaf grade) (Tr Grade)
0,13	1
0,20	2
0,34	3
0,51	4
0,72	5
1,00	6
1,25	7
1,57	8

“Mukavemet ve uzunluk” modülü olan üçüncü istasyonda, üst yarı ortalama uzunluk (UHML), üniformite indeksi (UI), mukavemet (Str), uzama (Elg), kısa lif indeksi (SFI) ve nem (Mst) değerleri ölçülmektedir. Rastgele yerleştirilen lif sakalı, uzunluğu boyunca optik olarak taranmakta ve fibrogram elde edilmektedir. UHLM, liflerin en uzun %50'sinin ağırlık esaslı ortalama uzunluğudur ve pamuk eksperlerinin stapel uzunluğuna denk gelmektedir. Üniformite indeksi, ortalama uzunluğun (ML), üst yarı ortalama uzunluğa (UHML) oranını ifade etmektedir. Lif uzunluğunun fibrogram içindeki dağılımının bir göstergesidir. Kısa lif indeksi, karmaşık bir yazılım

kullanılarak hesaplanan bir değerdir ve uzunluğu 0,5 inçten (12,7 mm) az olan liflerin miktarının yüzde olarak göstergesidir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008).

Mukavemet ölçümleri, lif uzunluğu ölçümü için kullanılan aynı lif sakalı üzerinde yapılır. Lif sakalı 1/8 inçlik ölçüm aralığında, iki çene arasında kısıtılır arka çeneler sabit uzama oranı (CRE) prensibine göre çekilerek lifleri koparmak için gerekli kuvvet (Str) belirlenir. Liflerin kopmadan önceki uzadığı mesafe yüzde uzama (Elg) olarak ifade edilir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008).

HVI Cihazıyla ölçülen lif özellikleri Çizelge 3.4'te açıklanmıştır. Açıklamalarda cihazın orijinal kısaltmaları, ölçülen kalite özellikleri ve birimler sunulmuştur (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008).

Çizelge 3.4. HVI cihazıyla ölçülen lif özellikleri (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008)

Kısaltma	Ölçülen kalite özelliği	Birimi
İncelik ve olgunluk tayini modülü		
Mic	Microner-Lif inceliği	µg / inç
Mat	Maturity Index-Olgunluk indeksi	-
Yabancı madde ve renk tayini modülü		
Rd	Reflectance-Yansıma değeri	-
+b	Yellowness-Sarılık değeri	-
C Grd	Color Grade-Renk derecesi	-
Mst	Moisture-Nem içeriği	%
Tr Cnt	Trash Count-Tanımlı alandaki çepel sayısı	Cnt/g
Tr Area	Trash Area-Tanımlı alandaki çepel ile kaplı alan	%
Tr Grade	Trash Grade-Tanımlı alandaki çepel derecesi	-
Uzunluk ve mukavemet tayini modülü		
UHML	Upper Half Mean Length - Üst yarı ortalama uzunluk	mm
Str	Strength - Lif mukavemeti	g / tex
Elg	Elongation - Uzama	%
UI	Uniformity Index - Üniformite indeksi	%
SFI	Short Fiber Index- Kısa lif indeksi	%
SCI	Spinning Consistency Index - Eğrilebilirlik indeksi	-
Amt	Analiz edilen lif adedi	-

SCI (iplik eğrilebilirlik indeksi); mukavemet, mikroner, uzunluk, üniformite ve renk parametreleri kullanılarak oluşturulan çoklu regresyon analizi ile hesaplanmaktadır. Liflerin ölçülen bütün karakteristikleri tek bir değere dönüştürülmektedir. Bu değer yüksek olması daha kaliteli iplik üretilabileceği anlamına gelmektedir. İplik eğrilebilirlik indeksi (SCI) değerinin hesaplanması için gerekli regresyon eşitliği aşağıda verilmiştir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008; Bedez Üte, 2012).

$$SCI = -414,67 + 2,9x \text{ mukavemet} - 9,32x \text{ incelik} + 49,17x \text{ uzunluk(UHML)}(\text{inç}) + 4,74x \text{ üniformite} + 0,65xRd + 0,36x (+b) \quad (3.1.)$$

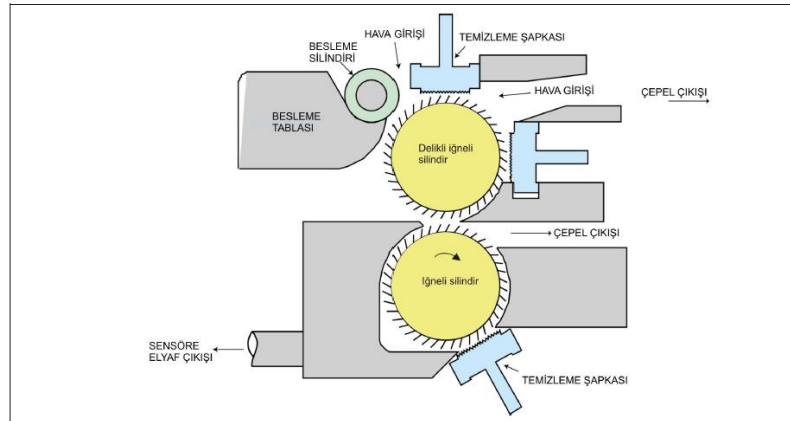
Tek Lif Halinde Lif Özelliklerinin Ölçümü

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin tek lif halinde lif özelliklerinin ölçümü Uster AFIS Pro 2 test cihazında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4). Modüler bir sistem olan test cihazında neps ve tohum kabuğu nepsi, uzunluk, kısa lif içeriği ve olgunluk ölçümleri yapılmaktadır.



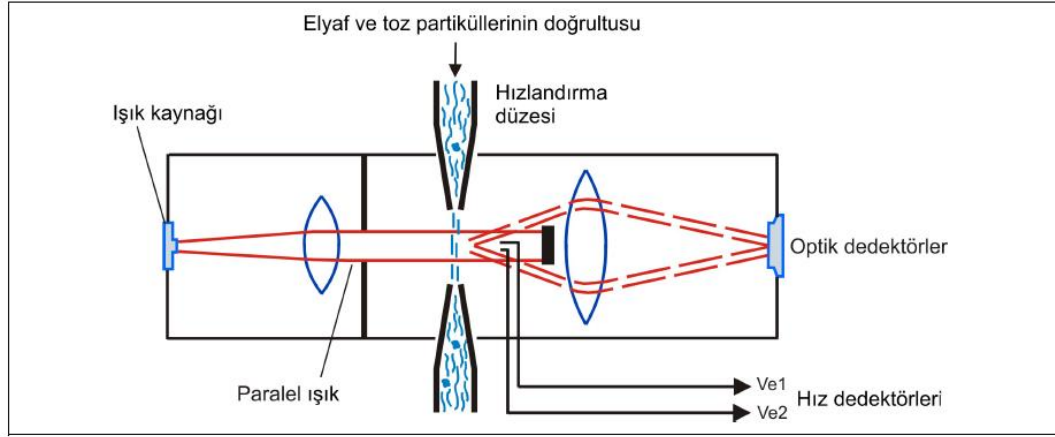
Şekil 3.4. Uster AFIS Pro 2 test cihazı (Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014)

Cihaz, liflerin tek tek ayrılmasını sağlayan aero-mekanik ayırıcı, elektro-optik sensörler ve gelen sinyalleri analiz eden bilgisayar sisteminden oluşmaktadır. AFIS sisteminde öncelikle, ölçümü yapılacak olan lifler garnitür kaplı bir taraklama silindir çifti vasıtası ile tek life açılmaktadır. Aero-mekanik ayırım yöntemi ile çalışan açma ünitesi, yabancı maddeleri (toz ve çepel partiküllerini) liflerden ayırmaktadır. Bu yabancı maddeler bir kanal ile uzaklaştırılırken açılmış olan lifler ve nepsler lif kanalına sevk edilir. Ölçümler, her iki kanalda da bulunan elektro-optik sensörler ile gerçekleştirilmektedir (Bedez Üte, 2012). Şekil 3.5'te Uster AFIS Pro 2 test cihazı elyaf ayırıcı sistemin şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.5. Uster AFIS Pro 2 cihazı elyaf ayırıcı sistemi (Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014)

Tek lif halinde açılan lifler hızlandırma düzeleri yardımıyla optik ölçüm bölgesine doğru taşınır. Pamuk elyafının kriterlerine uymayan sinyaller; lif nepsi, tohum kabuğu nepsi, toz veya çepel olarak sınıflandırılırlar. Cihaz içerisindeki optik sensörün şematik gösterimi Şekil 3.6’da verilmiştir (Örtlek ve ark., 2010; Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014).



Şekil 3.6. Uster AFIS Pro 2 cihazı optik sensörü (Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014)

AFIS L&M modülünde liflerin ayrıntılı uzunluk verileri sayı ve ağırlık esasına göre tespit edilmektedir. Uzunluk ölçümleri için yaklaşık üç bin lif sayıldığından kesin bir lif uzunluk dağılımı elde edilmektedir. Bu modül ile elde edilen kısa lif içeriği (SFC), uzunluğu 0,5 inçten (12,7 mm) kısa liflerin sayıca ve ağırlıkça oranını belirtmektedir (Bedez Üte, 2012). Bu modülde ayrıca lif olgunluğu da belirlenmektedir.

AFIS N modülü elyaf nepsi ve tohum kabuğu nepsini sayı ve boyut açısından ölçer (Şekil 1.10). Elyaf nepsi, liflerin birbirine dolanması olarak tanımlanmaktadır. Pamuğun toplanması, çırçırlanması ve iplik işletmesinde açılıp temizlenmesi esnasında liflerin maruz kaldığı mekanik işlemler nedeniyle oluşmaktadır. Ham pamuktaki elyaf neps miktarı pamuğun türünün yanında, hasat yöntemine de bağlıdır. Tohum kabuğu nepsi ise üzerinde lifler bulunan pamuk tohumu parçalarıdır. Genellikle liflerin tohumlarından ayrıldığı çırçırılama sırasında oluşurlar. Ham pamuktaki tohum kabuğu neps miktarı çırçırılama işlemi ve pamuk türüne bağlıdır (Bedez Üte, 2012; Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014).

AFIS T modülü ise farklı bölgelerde yetişmiş pamuk liflerinin içerdiği toz ve çepel miktarını, adet ve büyüklük bakımından belirlemektedir. Çepel, pamuğun kendi bitkisinden veya diğer yabancı otlardan gelen parçaları içeren büyük yabancı maddeler (500 μm 'den büyük parçacıklar) için kullanılan genel bir terimdir. Toz ise bitkiden gelen küçük parçaları (500 μm 'den küçük parçacıkları) tanımlar (Özçelik, 2009; Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014).

Bu çalışma kapsamında AFIS Pro 2 Cihazıyla ölçülen lif özellikleri Çizelge 3.5'te açıklanmıştır. Açıklamalarda cihazın orijinal kısaltmaları, ölçülen kalite özellikleri ve birimler sunulmuştur.

Çizelge 3.5. AFIS Pro 2 cihazıyla ölçülen lif özellikleri (Uster AFIS Pro2 Uygulama El Kitabı, 2014)

Kısaltma	Ölçülen kalite özelliği	Birimi
AFIS- N Modülü (Advanced Fiber Information System for Neps)		
Total Nep Cnt	Toplam neps sayısı/gram (elyaf neps sayısı+ tohum kabuğu neps sayısı)	Cnt/g
Fiber Nep Cnt	Elyaf neps sayısı/gram	Cnt/g
SCNep Count	Seed coat nep count - Tohum kabuğu neps sayısı/gram	Cnt/g
AFIS L&M Modülü (Advanced Fiber Information System for Length & Maturity)		
L(w)	Mean length by weight - Ağırlık esasına göre ortalama uzunluk	mm
SFC (w)	Short fiber content by weight - Ağırlık esasına göre kısa lif içeriği	%
UQL (w)	Upper quartile length by weight - Ağırlık esasına göre üst çeyrek uzunluk	mm
5%L(n)	5% Length by number – Sayısal esasa göre en uzun liflerin %5'nin uzunluğu	mm
Mat Ratio	Maturity ratio - Olgunluk oranı	-
AFIS-T Modülü (Advanced Fiber Information System for Trash)		
Total Trash Count	Toplam çepel sayısı / gram (toz partikülleri dâhil)	Cnt/g

Lif Özelliklerinin Değerlendirme Kriterleri

Demet halinde ve tek lif özelliklerine ait test sonuçları, Uster HVI 1000 ve AFIS Pro 2 uygulama el kitabında verilen referans değerleri ve ayrıca Uster İstatistikleri (2023) ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Çizelge 3.6 ve Çizelge 3.7'de Uster HVI 1000 ve AFIS Pro 2 uygulama el kitabında yer alan referans değerler verilmiştir.

Çizelge 3.6. Demet halinde lif özelliklerinin (HVI) referans değerleri (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008)

Mikroner	Sınıflandırma	Olgunluk indeksi	Sınıflandırma
3,0'dan az	Çok ince	0,75'in altında	Yaygın değil
3,0-3,6	İnce	0,75-0,85	Olgun değil
3,7-4,7	Orta	0,86-0,95	Olgun
4,8-5,4	Kalın	0,95'in üstünde	Çok olgun
5,5 ve daha yüksek	Çok kalın		

Sınıflandırma	Kod (1"/32)	İnç	Lif uzunluğu (mm)
Kısa	32'nin altında	<1"	25,4'ün altında
Orta	33-37	1 1/32" – 1 5/32"	26,2–29,4
Uzun	38-40	1 3/16" – 1 1/4"	30,2–31,7
Ekstra Uzun	41'in üstü	>1 9/32"	32,5'un üstünde

Üniformite indeksi (%)	Sınıflandırma	Kısa lif indeksi (%)	Sınıflandırma
77'nin altında	Çok düşük	6'nın altında	Çok düşük
77-80	Düşük	6-9	Düşük
81-84	Orta	10-13	Orta
85-87	Yüksek	14-17	Yüksek
87 ve üstü	Çok yüksek	18 ve üstü	Çok yüksek

Mukavemet (gram/tex)	Sınıflandırma	Kopma uzaması (%)	Sınıflandırma
21'den az	Çok zayıf	5'ten az	Çok düşük
22-24	Zayıf	5,0-5,8	Düşük
25-27	Orta	5,9-6,7	Orta
28-30	Sağlam	6,8-7,6	Yüksek
31 ve daha yüksek	Çok sağlam	7,7 ve üstü	Çok yüksek

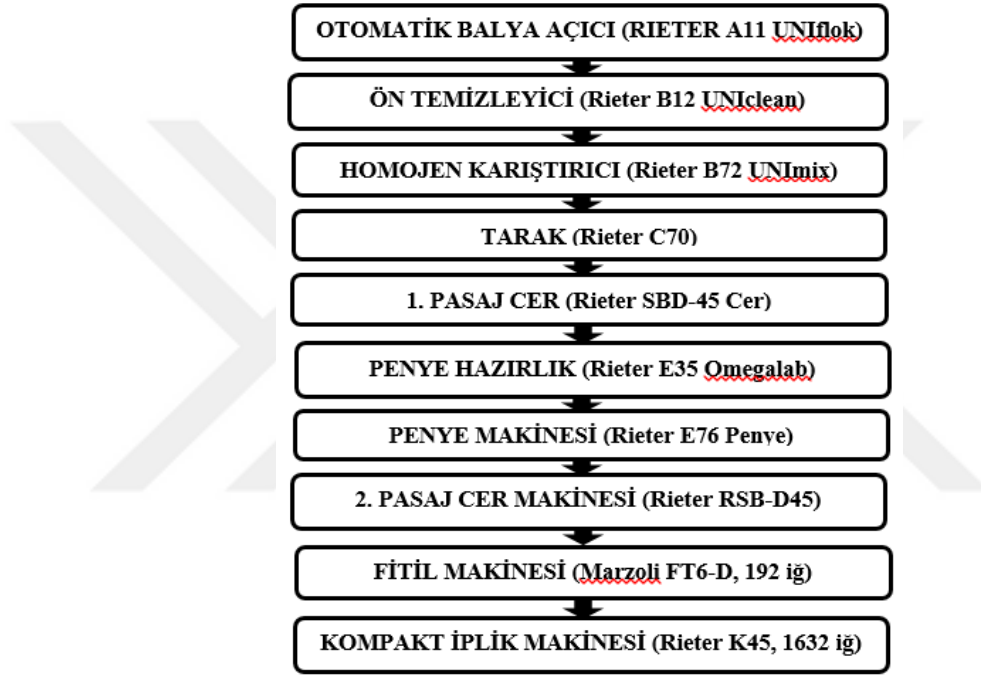
Çizelge 3.7. Tek Lif halinde lif özelliklerinin (AFIS) referans değerleri (Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014; Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008)

Elyaf nepsisi sayısı (Cnt/g)	Tohum kabuğu nepsisi sayısı (Cnt/g)	Sınıflandırma	Kısa lif içeriği (w) (%)	Sınıflandırma
<100	<10	Çok Düşük	<5	Çok Düşük
101-200	11-20	Düşük	6-8	Düşük
201-300	21-30	Orta	9-11	Orta
301-450	31-45	Yüksek	12-14	Yüksek
>451	>46	Çok Yüksek	>15	Çok Yüksek

Çepel sayısı (Cnt/g)	Toz sayısı (Cnt/g)	Görülebilir yabancı madde oranı %	Sınıflandırma	Olgunluk oranı	Sınıflandırma
<25	<200	<0,60	Çok düşük	< 0.75	<Hiç olgun değil
26-75	201-350	0,61-1,20	Düşük	0.76-0.85	Olgun değil
76-110	351-600	1,21-2,30	Orta	0.86-0.90	Orta Olgun
111-150	601-1000	2,31-3,00	Yüksek	0.91-0.95	Olgun
>151	>1001	>3,01	Çok yüksek	>0.96	Çok olgun

3.2.2. İplik Üretimi

Çalışma kapsamında farklı pamuk tiplerinin iplik kalite özelliklerine etkisini incelemek amacıyla, belirlenen pamuk tiplerinden Ne 30/1 kompakt penye iplikler üretilmiştir. İplik numarasının Ne 30/1 olarak seçilmesi, iç giyim ve üst giyim alanında kullanılan yuvarlak örme kumaşlarda en çok tercih edilen iplik numarası olmasıdır. Tez çalışmasında lif özelliklerinin, iplik ve örme kumaş özelliklerine etkisi incelendiğinden, iplik özelliklerine etki eden diğer faktörler (makine ayarları, klima şartları vs.) sabit tutulmuştur. İplik üretimi proses akışı ve kullanılan makineler Şekil 3.7’de, iplik üretiminde kullanılan Rieter kompakt iplik makinesi K45 ve kompakt ünitesi Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. İplik üretimi proses akışı ve kullanılan makineler



Şekil 3.8. Rieter kompakt iplik makinesi K45 ve kompakt ünitesi

Kompakt iplik üretim parametreleri Çizelge 3.8’de verilmiştir.

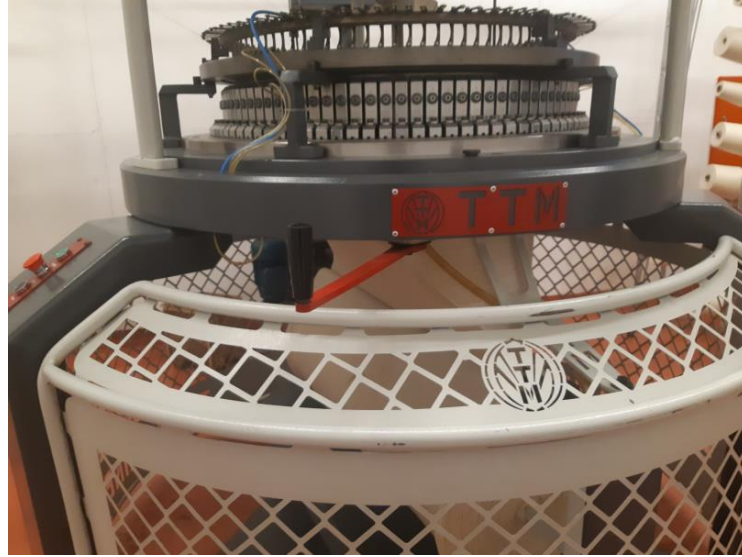
Çizelge 3.8. Kompakt iplik üretim parametreleri

İplik hazırlık işlemleri		
Tarak Şerit numarası		Ne 0,10
Cer şerit numarası		Ne 0,12
Penye şerit numarası		Ne 0,11
Fitil numarası		Ne 1,00
Tarak çıkış hızı		55 kg/saat
1. Pasaj cer çıkış hızı		650 m/dk
Penye Makinesi çıkış hızı		220 m/dk
2. Pasaj cer çıkış hızı		400 m/dk
Fitil makinesi çıkış hızı		22 m/dk
Kompakt iplik makinesi		
Büküm miktarı (tur/m)		755
Büküm (œ)		3,5
İğ devri (devir/dakika)		19000
Çıkış silindir hızı (m/dak.)		25,17
Kullanılan kopça profili		C1 UL Udr
Kopça no		ISO 35,5
N Bilezik çapı (mm)		38
Çekim	Kırıcı	1,25
	Toplam	30

Rieter kompakt iplik makinesinde üretilen kops formundaki ipliklerin bobinleme işlemleri, Muratec QPRO bobin makinesinde 1400 m/dk bobinleme hızında gerçekleştirilmiş olup, iplik üretim aşaması tamamlanmıştır. Üretilmiş olan ipliklerin bobinlenmesi sırasında parafin kullanılmış ve bütün bobinler fikse işlemine tabi tutulmuştur.

3.2.3. Kumaş Üretimi ve Boyama Prosesi

Tez çalışması kapsamında üretilen %100 pamuk kompakt penye ipliklerden aynı üretim şartlarında standart sıklıkta süprem örme kumaşlar üretilmiştir. Tek plakalı yuvarlak örme makinelerinde elde edilen süprem örgü, en basit örgü yapısı olması ve örme kumaşlarda çok yaygın kullanılması nedeniyle tercih edilmiştir. Süprem kumaş üretimi Şahintürk Tekstil bünyesinde bulunan Şekil 3.9’da resmi verilen TTM 3.2 yuvarlak örme makinesinde (2012 Model) gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.9. TTM 3.2 Yuvarlak örme makinesi

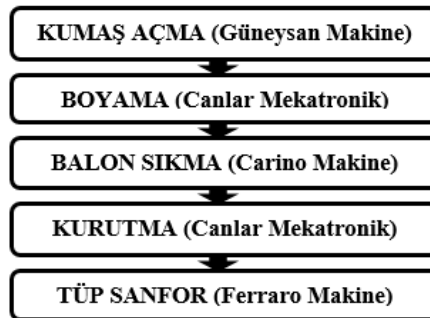
Çalışmada kullanılan yuvarlak örme makinesinin üretim parametreleri Çizelge 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Örme makinesi parametreleri

Makine hızı (devir/dk)	22
Makine inceliği (E)	28 iğne/"
Makine çapı-pus (inç)	32"
Makinede toplam iğne sayısı (adet)	2820
Sistem sayısı (adet)	96

Tüp formunda üretilen ham örme kumaşlar mamul kumaş özelliklerinin ve performansının belirlenmesi amacıyla Yaka Tekstil Malatya işletmesi boyahanesinde standart ağartma ve boyama prosesiyle lacivert renge boyanmıştır. Ham örme kumaşlara aynı anda, aynı kazanda, aynı şartlarda ağartma ve boyama işlemleri uygulanmıştır. Terbiye işlemleri öncesinde kumaşlar uçlarından dikilerek halat formunda tek parça haline getirilmiştir.

Ham örme kumaşlara uygulanan boyama proses akışı ve kullanılan makineler Şekil 3.10’da gösterilmiştir. Ön terbiye ve boyama proses adımları ve reçete bilgileri sırasıyla Çizelge 3.10, Çizelge 3.11 ve Çizelge 3.12’de reaktif boyama grafiği Şekil 3.11’de verilmiştir.



Şekil 3.10. Örme kumaş boyama proses akışı ve kullanılan makineler

Çizelge 3.10. Ön terbiye ve boyama proses adımları

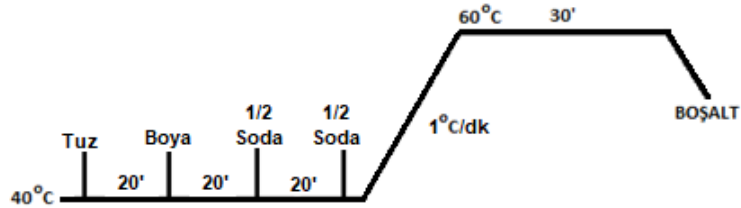
İşlem sırası	İşlem şartları
Ön terbiye prosesi (Kasar)	Ön terbiye (kasar) Yıkama Nötralizasyon (asitleme) Enzim yıkama
Boyama, yıkama durulama prosesi	Reaktif boyama (pH=5-5,5) Yıkama (1.) Yıkama (2.) Nötralizasyon (Asitleme) Sabunlu yıkama (1.) Sabunlu yıkama (2.) Soğuk durulama
	110°C-30' 80°C-10' 50°C-10' 50°C-15' 60°C- ~110' 80°C-10' 80°C-10' 50°C-20' 95°C-20' 95°C-20' 15'

Çizelge 3.11. Ön terbiye reçete bilgileri

İşlem sırası	Kimyasal maddeler	Miktar
Ön terbiye (kasar)	Islatıcı Yağ sökücü Sıvı kostik H ₂ O ₂ (Peroksit)	0,5 g/l 0,7 g/l 2,0 g/l 2,0 g/l
Nötralizasyon, enzim yıkama	Sitrik asit Antiperoksit enzimi	1,0 g/l 0,45g/l

Çizelge 3.12. Reaktif boyama reçete bilgileri

İşlem sırası	Kimyasal maddeler	Miktar
Reaktif boyama	K. Gold Yellow HF 2GR %150 K Red HF 6BN %150 K Black B %150 Tuz Soda	%0,72 %1,20 %2,6 296 g/l 20 g/l
Nötralizasyon, yıkama	Sitrik asit Sabun	1 g/l 1 g/l



Şekil 3.11. Reaktif boyama grafiği

3.2.4. İplik Testleri

Tez çalışması kapsamında üretimi gerçekleştirilen %100 pamuk kompakt penye ipliklere Şahintürk A.Ş. Malatya işletmesi iplik laboratuvarında bulunan ilgili test cihazları kullanılarak iplik fiziksel özellikleri (numara, düzgünsüzlük, iplik hataları ve tüylülük) ve iplik performans özellikleri (kopma mukavemeti ve uzaması) testleri uygulanmıştır.

Testler öncesinde numuneler “TS EN ISO 139:2008 Tekstil kondisyonlama ve deneyler için standart atmosfer şartları” standardına göre kondisyonlanmış ve daha sonra ölçüm ve testler gerçekleştirilmiştir.

İplik Fiziksel Özellikleri

İplik numara ölçümleri “TS 244 EN ISO 2060: 1999 Tekstil-İplikler-Doğrusal yoğunluk (birim uzunluk başına kütle) tayini-Çile metodu” standardında belirtildiği gibi çile yöntemine göre yapılmıştır. Otomatik metrik iplik çıkırığı (Uster Zweigle Yarn Reel marka) kullanılarak her kopstan 120 Yarda uzunluğunda iplik çilesi hazırlanıp, hassas terazide (CAS marka) tartılarak elde edilen değerlerden N_{B} iplik numaraları hesaplanmıştır. İplik numarası ölçümlerinde her partiden 20 kopstan ölçüm alınmıştır.

Üretilen ipliklerin düzgünsüzlük ve iplik hataları “TS 2394 ISO 2649: 2008, Yün şerit, fitil ve ipliklerde kısa devreli doğrusal yoğunluk düzgünsüzlüklerinin elektronik düzgünsüzlük ölçme cihazı ile saptanması” standardına göre belirlenmiştir. Testler Uster Tester 5 cihazında (UT5), test hızı 400 metre/dakika ve test süresi 1 dakika olarak uygulanmış, her farklı tip için parti büyüklüğüne göre en az 15 adet bobin ve her bir bobinden 10 ölçüm yapılarak ortalamaları alınmıştır (Şekil 3.12).

UT5 cihazı kapasitif ölçüm prensibine göre çalışmakta olup, iplik numunesi, cihaz üzerinde iki paralel plakadan oluşan kondansatörler arasından geçirilerek, birim uzunluk boyunca kütleli değişim incelenmektedir. UT5 cihazı tarafından yapılan okumalar, ipliğin ardışık 1 cm uzunluklarının tartılmasına eşdeğerdir. Cihaz ile elde edilen bilgiler; iplikteki düzgünsüzlük, ince yer adedi, kalın yer adedi, neps adedi, düzgünsüzlük indeksi, tüylülük, kütleli değişim için spektrogramlar ve diyagramlardır (Uster Tester 5 Technical Data: The yarn inspection system, 2005; Uyanık, 2017).



Şekil 3.12. Uster Tester 5 cihazı (Uster Tester 5 Technical Data: The yarn inspection system, 2005)

Bir kumaşın kalitesini etkileyen önemli faktörlerden birisi görünümündeki düzgünlüktür. Kumaş görünümündeki düzgünlük ise esas olarak iplikteki düzgünsüzlüğün sonucudur. İplikteki düzgünsüzlük ipliğin uzunluğu boyunca renk, çap, tüylülük, numara ve büküm gibi iplik özelliklerinin değişimidir. Ancak iplik düzgünsüzlüğü genel olarak ipliğin birim uzunluğu boyunca

meydana gelen kütleli değişim (kalınlığındaki değişim) olarak tanımlanmaktadır (Kılıç, 2010). İplik düzgünsüzlüğü, iplik mukavemetinin düşmesine, iplik eğirmede ve diğer tüm işlemlerde kopuş oranının artmasına ve verimliliğin azalmasına neden olmaktadır.

İplik düzgünsüzlüğünün başlıca nedenleri genel olarak iplik yapısındaki liflerin inceliklerinin ve uzunluklarının değişimi, iplik enine kesitindeki lif sayısının değişimi ve iplik uzunluğu boyunca liflerin tesadüfi yerleşimi olarak sıralanabilir. Bunun dışında, düzgünsüzlük iplik üretimi sırasında mekanik parçaların veya çekim sisteminden kaynaklanan hatalardan kaynaklanmaktadır (Kılıç, 2010).

İplik düzgünsüzlüğünün sayısal olarak ifade edilmesi için ortalama mutlak sapma (Unevenness, %U) ve değişim katsayısı (Coefficient of mass variation, %CVm) ifadeleri kullanılmaktadır. Ortalama mutlak sapma (%U) ipliklerin düzgünsüzlüğünün belirlenmesinde kullanılan ilk istatistiksel ölçüdür. Ancak, bugün tekstil endüstrisinde her türlü değişim için genellikle değişim katsayısı (%CVm) kullanılmaktadır (Kılıç, 2010). Ortalama mutlak sapma ve değişim katsayısı arasında aşağıda verilen ilişki bulunmaktadır (Uyanık, 2017).

$$\% CVm = 1.25 \times \% U \quad (3.2)$$

İplik hataları; ince yer, kalın yer ve neps olarak ifade edilmektedir. Hammadde ve proses kaynaklı bu hatalar iplikte düzgünsüzlüğe yol açmakta, görüntü açısından rahatsız edici olmakta ve ipliğin genel performansını etkilemektedir (Kılıç, 2010).

Çalışmada sık karşılaşılan hataların tespit edilmesinde ince yerler için -%40, -%50; kalın yerler için +%35, +%50; neps için +%200 seviyeleri seçilmiştir.

UT5 test cihazında -%50 ve -%40 şeklinde gösterilen ince yer hataları; 1000 metre iplikte ortalama iplik kalınlığının (çapının) %50 (yarısı), %40'ı kadar daha ince olan yer sayısının adet olarak ifadesidir.

UT5 test cihazında +%50 ve +%35 şeklinde gösterilen kalın yer hatası; 1000 metre iplikte ortalama iplik kalınlığının (çapının) %50 (1.5 katı), %35'i kadar daha kalın ve uzunluğu en az 4 mm olan yer sayısının adet olarak ifadesidir.

UT5 test cihazında +%200 şeklinde gösterilen neps hatası ortalama iplik kalınlığının % 300'ü (3 katı) daha fazla yer kaplayan ve uzunluğu en az 1 mm en fazla 4 mm olan bölgeler olarak tanımlanır ve 1000 metre iplikte adet olarak ifade edilir.

Tüylülük ölçümü UT5 test cihazına entegre edilmiş ayrı bir modülde, optik sensör ile yapılmaktadır. Optik sensörün alıcısı sadece dışarıya doğru uzayan elyafın yansıttığı ışığı algılar. İplik gövdesi siyah kalarak ışık yansıtmadığından, alıcıda iplik tüylülüğü ile orantılı ışık şiddeti ölçülmektedir. H olarak ifade edilen tüylülük ipliğin 1 cm uzunluğundaki ölçme bölgesinde, iplik kesitinden dışarı doğru uzanan kılcal liflerin toplam uzunluğudur (Özçelik, 2009). Örneğin tüylülük H= 4,0 dendiğinde toplam 4 cm kılcal lif ölçülmüş ve 1 cm ölçüm uzunluğuna bölünerek 4,0 değeri

bulunmuştur, dolayısıyla tüylülüğün birimi yoktur (<https://globteks.com/kesik-elyaf-test-merkezi/>). UT5 test cihazında, 1 cm uzunluğundaki iplik yüzeyinden sarkan tüylerin uzunluğu toplamının, birim iplik uzunluğuna (1 cm) oranı Uster tüylülük indeksi olarak hesaplanmaktadır. Başka bir ifadeyle H değeri iplik gövdesinden sarkan tüylerin toplam uzunluğunun, ölçüm yapılan iplik uzunluğuna oranı şeklinde hesaplanmaktadır (Alay ve Göktepe, 2008).

İplik Mukavemet Özellikleri

Üretilen ipliklerin iplik kopma mukavemeti ve kopma uzaması ölçümleri “TS EN ISO 2062: 2014 Tekstil-Paketlerden alınan iplikler-Tek ipliğin kopma kuvvetinin ve kopma anındaki uzamasının sabit hızlı uzama cihazı (CRE) kullanılarak tayini” standardına göre Uster Tensorapid 4 Mukavemet Test Cihazında (Şekil 3.13) yapılmıştır. Bu cihaz sabit uzama oranı (CRE: Constant rate of elongation) prensibiyle çalışmaktadır. Testlerde çeneler arası mesafe (LH) 500 mm, ön gerilim (FV) 10,0 gf, test hızı (v) 5000 mm/dk, çene sıkıştırma basıncı (P_{c1}) 225/ N/cm² olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonucunda ipliklerin kopma kuvveti (breaking force) (cN), kopma uzaması (breaking elongation) (%), özgül mukavemet (tenacity) (cN/tex) ve kopma işi (breaking work) (cNcm) değerleri elde edilmiştir. İplik mukavemeti ve kopma uzaması ölçümlerinde her farklı tip için parti büyüklüğüne göre en az 15 adet bobin ve her bir bobinden 10 ölçüm yapılarak ortalamaları alınmıştır. Tez çalışmasında kopma mukavemeti (cN/tex) ve kopma uzaması (%) sonuçları değerlendirilmiştir.



Şekil 3.13. Uster Tensorapid 4 mukavemet test cihazı (Uster Tensorapid 4- Application Report, 2003)

Kopma kuvveti numune koptuğu anda ölçülen maksimum kuvvet değerini “N, mN, cN, kg, kgf, kp” birimlerinden birini kullanarak, “kopma uzaması” kopma noktasında ipliğin uzama miktarını “% veya mm” birimleriyle ifade etmektedir. “Kopma işi” ön gerilimle başlayan ve

maksimum kopma kuvvetine ulaşıldığında elde edilen kuvvet-uzama diyagramının altında kalan alandır ve “N.m, cN.m, g.cm, kp.cm” birimleriyle ifade edilir. Özgöl mukavemet ise numara veya çapla ilgili en yüksek kuvvet yani kopma kuvvet değeri olup “N/tex, cN/tex, g/tex, Rkm (kgf. Nm)” birimleriyle ifade edilmektedir. Rkm numunenin kendi ağırlığı ile koptuğu kilometre cinsinden uzunluk olarak tanımlanmaktadır. Rkm ile cN/tex arasında aşağıda verilen ilişki bulunmaktadır (Uyanık, 2017).

$$\text{cN/tex} = 0.9807 \cdot \text{Rkm} \quad (3.3)$$

3.2.5. Kumaş Testleri

Tez çalışması kapsamında üretimi gerçekleştirilen 6 tip ham ve boyalı toplam 12 adet kumaş numunesine ilgili standartlarda belirtilen şekilde fiziksel, boyutsal ve performans testleri uygulanmıştır. Testler Ekoten Tekstil İzmir örgü-boya işletmesi ve Arge laboratuvarlarında, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi laboratuvarında ve Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvarında standart atmosfer şartlarında ($65 \pm 4\%$ bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklıkta) gerçekleştirilmiştir.

Kumaş Yapısal Özellikleri

Kumaş üretimleri sırasında örgü makinesinde ilmek iplik uzunlukları standart ayar verilerek örme işlemi gerçekleştirilmiştir. Verilen ilmek iplik uzunluk değerleri sabit tutulmasına rağmen kumaşlarda kontrol amaçlı ölçümler yapılmıştır. İlmek iplik uzunluğu ölçümleri “TS EN 14970: 2006 Tekstil- Örölmüş kumaş- Tek iplikli örme kumaşlarda örgü ilmeği ve iplik doğrusal yoğunluğunun tayini” standardına göre yapılmıştır. Ham ve boyalı örme kumaş numunelerinden 50 ilmek çubuğu içerecek şekilde 5'er sıra sökölerek bunların belirli ağırlık (10 gram ağırlık) altındaki uzunlukları ölçölmüş ve bu değör sayılan toplam ilmek sayısına (50 ilmek) bölölünerek bir ilmek için ilmek iplik uzunluğu mm cinsinden hesaplanmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. İlmek iplik uzunluğu testinin uygulanışı

Kumaşların sıklıklarını belirlemek için ilmek sıra ve çubuk sıklıkları “TS EN 14970: 2006 Tekstil-Örülmüş Kumaşlar-Birim uzunluk ve birim alan başına örgü ilmeği sayısının tayini” standardına göre saptanmıştır. Ham ve boyalı kumaş numunelerinde lup yardımıyla 1cm uzunluğunda bulunan ilmek sıraları ve 1cm genişliğinde bulunan ilmek çubukları sayılmıştır. Bu ölçümler her bir kumaş numunesi üzerinde 5 ayrı yerde tekrarlanarak ortalaması alınmış ve sonuçlar sıra/cm ve çubuk/cm cinsinden kaydedilmiştir.

Kumaş numunelerinin gramajları “TS EN 12127: 1999 Tekstil – Kumaşlar- Küçük numuneler kullanarak birim alan başına kütlenin tayini” standardına göre EKOTEN Örgü-Boya İşletme Laboratuvarında belirlenmiştir. Ham ve boyalı kumaş numunelerinin farklı bölgelerinden dairesel numune kesici ile alınan 100 cm²’ lik 5 adet numune, Vibra marka hassas terazide tartıldıktan sonra 100 ile çarpılmıştır (Şekil 3.15). Bulunan 5 değerin ortalaması hesaplanarak birimi g/m² olan kumaş gramaj değerleri belirlenmiştir.



Şekil 3.15. Dairesel numune kesici ve hassas terazi.

Kumaş numunelerinin kalınlığı “TS 7128 EN ISO 5084:1998, Tekstil-Tekstil ve tekstil mamullerinin kalınlık tayini” standardına göre Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan Kafer FD50 marka dijital kalınlık ölçüm test cihazı kullanılarak saptanmıştır. Kumaş kalınlık ölçümünde, kumaşın üzerine konulduğu referans plakası ile numunenin yüzeyine belirli bir basınç uygulayan (20 cm²’lik yüzeye 200 g) zemine paralel daire şeklindeki baskı ayağı arasındaki mesafe mm olarak ölçülmüştür. Ham ve boyalı numune kumaşların yatay ve dikey ilmek dizisini içeren 10 farklı yerinden yapılan ölçümlerin ortalaması alınarak kumaş kalınlık değerleri mm olarak belirlenmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Kalınlık ölçme test cihazı ve testin uygulandığı

Boyutsal Değişim ve May Dönmesi Testi

Ham ve boyalı kumaş numuneleri “TS EN ISO 3759: 2012, Tekstil - Boyut değişmesinin tayini deneyleri için kumaş deney numunesi parçaları ve giysilerin hazırlanması, işaretlenmesi ve ölçülmesi”, “TS EN ISO 6330: 2012, Tekstil- Tekstil deneyleri için- Ev tipi çamaşır makinesi ile yıkama ve kurutma işlemleri” ve “TS EN ISO 5077: 2012 Tekstil - Yıkama ve kurutmada boyut değişmesinin tayini” standartlarına uygun olarak işaretleme, yıkama ve kurutma işlemleri yapılarak boyut değişimleri tespit edilmiştir. Boyut değişimi için kullanılan numuneler üzerinde gerekli işaretleme yapılarak aynı zamanda may dönmesi testinde de kullanılmıştır.

Örme kumaşlarda may dönmesini belirlemede köşegenel metod, açısal ölçüm metodu ve giysi örnekleme (In House Test Method) metodları kullanılmaktadır (Bozan Turgay, 2006). Tez kapsamında ham ve boyalı kumaş numunelerinin may dönmesi testleri giysi örnekleme metoduna göre yapılmıştır. Akredite laboratuvarlarda da may dönmesi testleri söz konusu metoda uygun şekilde yapıldığından may dönmesi tespiti için bu yöntem tercih edilmiştir. Giysi örnekleme metoduna göre may dönmesi testi; tekstil materyalinin ısı, nem, su ve temizlemeye maruz kaldığında numune kumaş veya giyside yan dikişlerinde dönme olup olmadığının tespiti amacıyla yapılan bir test yöntemidir. Numune kumaş giysi formuna getirilmeden veya yarı giysi formuna getirilerek test yapılabilir (Uyanık, 2017).

Boyut değişimi ve may dönmesi testleri, EKOTEN Örgü-Boya İşletme Laboratuvarında bulunan ilgili makine ve malzemeler kullanılarak yapılmıştır. İlgili standartlara göre tüp formundaki ham ve boyalı kumaşların kenarlarından en az 15 cm içerden olacak şekilde 50 cm x 50 cm boyutlarında kesilen numunelerin, ilmek çubuk (boy) yönünde iki kenarı ve ilmek sırası (en) yönünde bir kenarı overlok dikişi ile birleştirilmiş ve alt kısmı açık bırakılarak çanta formuna getirilmiştir. Boyut değişimi için ilmek sıra ve çubuk yönlerinde özel bir şablon kullanılarak çıkmaz kalemle üç ayrı yerden 35cm’lik işaretleme yapılmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Yıkamada boyut değişimi ve may dönmesi testleri

Kumaşlara 8 kg kapasiteli ev tipi çamaşır makinesinde 40 °C’de 90 dk’lık yıkama işlemi ve ardından Tumbler kurutucuda 70 °C’de 45 dk’lık kurutma işlemi uygulanmıştır. Hem yıkama hem

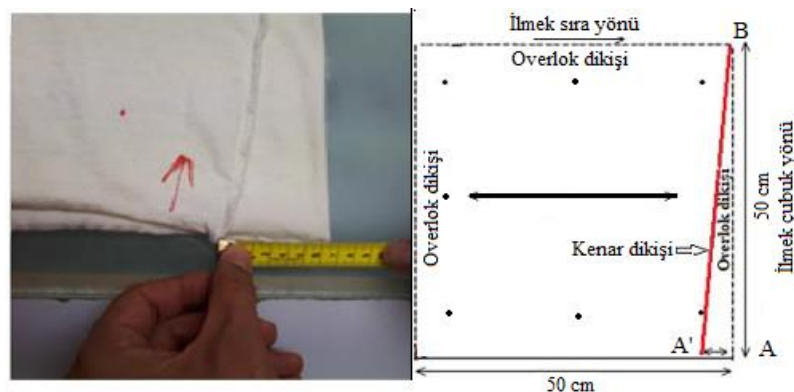
de kurutma işleminde, kumaşların yanında PES ağırlık tamamlayıcılar kullanılarak ağırlığın toplam 2 kg olması sağlanmıştır. Yıkama ve kurutma işlemleri, kumaşlarda relaksasyonun sağlandığına emin oluncaya kadar 5'er defa tekrarlanmış, ardından test numuneleri standart atmosfer koşullarında delikli raflara serilerek en az 4 saat kondisyonlanmıştır.

Test numunelerinin boyut değişimini ölçmek için özel bir Mark&Spencer cetveli kullanılmış, cetvelin sıfır noktası işaretlenmiş olan noktalardan birine yerleştirilerek 35 cm mesafedeki işaret noktasının cetvel üzerindeki çekme veya uzama skalası üzerinde hangi noktaya geldiği ölçülerek kaydedilmiştir. Enden ve boydan boyut değişim %'si, numune uzama göstermişse (+), çekme göstermişse (-) olarak ifade edilmiş, ilmek sıra ve çubuk yönlerinde üç yerden ölçülen değerlerin ortalamaları alınarak tespit edilmiştir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Kumaşta boyut değişimi testinin değerlendirilmesi

Test numunelerinin may dönmesi; numune üzerinde sağ ve sol kenarın dönme miktarlarının kenar dikişleri ile kat yerlerinden mezuro ile ölçüm yapılarak ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak % olarak hesaplanmasıyla tespit edilmiştir (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. May dönmesi testinin değerlendirilmesi

$$\%Dönme = \frac{\text{Ortalama dönme (cm)}}{\text{Yıkama sonrası boy (cm)}} \times 100 = \frac{AA'}{BA'} \times 100 \quad (3.4)$$

Patlama Mukavemeti

Patlama mukavemeti, belirli şartlar altında kumaş yüzeyine dik açı ile uygulanan kuvvet vasıtasıyla kumaşı gererek kopartmak için gereken basınç veya kuvvettir. Kumaşların patlama mukavemetinde iplik mukavemeti, ipliklerin esnekliği ve kumaş yapısı numune davranışını belirleyen önemli faktörlerdir (Özdil, 2003).

Ham ve boyalı kumaş numunelerinin patlama mukavemetleri diyafram metodu ile çalışan test cihazında ölçülmüştür. Bu metotda, kumaş örneği cihazda bulunan yüksek derecede genleşme ve esneme özelliğine sahip diyafram üzerine herhangi bir gerginlik olmayacak şekilde serilmekte, bilezik ile sıkıştırılmakta ve kumaş patlayana kadar diyafram altından artan bir hava basıncı gönderilmektedir. Patlama gerçekleştiğinde patlama anındaki hız, süre ve kumaşın kaç kPa değerinde patladığı tespit edilmektedir (Kertmen, 2019)

Patlama mukavemeti testi “TS EN ISO 13938-2: 2003, Tekstil-Kumaşların patlama özellikleri- Bölüm 2: Patlama Mukavemetinin ve Patlama Gerilmesinin Tayini İçin Pnömatik Metot” standardına göre EKOTEN Örgü-Boya İşletme Laboratuvarında bulunan James Heal marka patlama mukavemeti cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.20). Diyafram yöntemiyle gerçekleştirilen patlama mukavemeti testlerinde test başlığı 7,3 cm² olarak kullanılmıştır. Test sırasında pnömatik basınç, ön denemelerde belirlenen ortalama patlama mukavemetine 20±5 saniyede ulaşacak şekilde düzgün olarak arttırılmıştır. Test sonrasında ölçüm doğruluğu sağlamak için diyafram doğrulaması yapılarak diyafram yükselmesi için gereken kuvvet patlatma kuvvetinden çıkarılmıştır.



Şekil 3.20. Patlama mukavemeti test cihazı ve testin uygulanışı

Patlama mukavemeti testi, kumaş numunesinin diyagonal yönde 5 farklı yerinden tekrar edilerek ölçülmüş, ortalama patlama mukavemeti kPa cinsinden kaydedilmiştir.

Hava Geçirgenliği

Hava geçirgenliği, havanın lifler, iplikler ve kumaş yapısı içerisinde geçebilme kabiliyetidir. Kumaştan geçen havanın tutulması ya da dışarı iletilmesi ile ilgili bir kullanım özelliğidir. Kumaşı oluşturan lif yapısı, iplik yapısı, kumaş konstrüksiyonu ve kumaşın gördüğü terbiye işlemlerinden etkilenen bir özelliktir (Öner, 2008). Kumaş gözenekliliğine bağlı bir parametre olan hava geçirgenliği, kumaşın nefes alabilirliğini ifade ettiği gibi termal konfor özelliklerini etkileyen önemli bir özelliktir (Öner, 2015).

Hava geçirgenliği; deney alanı, basınç düşmesi ve zaman gibi şartları belirlenmiş bir deney numunesinden düşey yönde geçen havanın akış hızı olarak tanımlanmaktadır (TS 391 EN ISO 9237, 1999). Hava geçirgenliği ölçümleri belirli bir kumaş alanında standart basınç farklılıkları oluşturarak yapılmaktadır. Hava geçirgenliği testinde kumaş numunesi, üzerinde kırışıklık olmayacak şekilde yeterli germe kuvveti uygulanarak, dairesel numune tutucuya yerleştirilir. Hava emme tertibatı çalıştırılır ve deney numunesinin belirli alanı içerisinde geçirilen hava akımı kademeli olarak artırılarak kumaşın iki yüzü arasında deney için belirtilen basınç farkına ulaşıncaya kadar devam edilir (Özdil, 2003).

Ham ve boyalı kumaş numunelerinin hava geçirgenliği testleri “TS 391 EN ISO 9237: 1999, Tekstil - Kumaşlarda hava geçirgenliğinin tayini” standardına göre EKOTEN Ar-Ge laboratuvarında bulunan Air-Tronic 3240A marka dijital hava geçirgenliği test cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Hava geçirgenliği test cihazı ve testin uygulaması

Hava geçirgenliği, 20 cm²'lik dairesel kumaş tutucularına yerleştirilen numunelerin kumaş yüzeyinden, örme kumaşlar için standartta öngörülen 100 Pa basınç farkı ile, 1 saniyede (s) geçen hava miktarının mm olarak belirlenmesi suretiyle ölçülmüş olup sonuçlar mm/s olarak ifade

edilmiştir. Numune kumaşların 10 farklı yerinden hava geçirgenliği testi tekrarlanarak sonuçların ortalaması alınmıştır.

Kumaş sertliği

Kumaşların eğilmeye karşı gösterdiği direnç tekstil mamulünün sertliğinin bir göstergesidir. Kumaş eğilme dayanımı lif, iplik, kumaş ve bitim işlemlerinden etkilenmektedir (Özdil, 2003). Kumaşın çok yönlü eğilmeye karşı direncini belirlemek amacıyla yapılan dairesel eğilme direnci ölçümünün prensibi; kumaşın ölçüleri standart dahilinde belirlenen bir halka içerisinde geçirilirken uygulanan en yüksek kuvvetin tespit edilmesine dayanmaktadır.

Kumaşların dairesel eğilme dayanımı ölçümü “ASTM D4032-08:2012, Kumaşların Dairesel Eğilme Dayanımı” standardına göre EKOTEN Ar-Ge laboratuvarında bulunan Testex TF114 marka pnömatik sertlik test cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. Pnömatik Sertlik test cihazı ve testin uygulanışı

Dairesel eğilme dayanımı ölçümü için ham ve boyalı kumaş numunelerinden 102x204 mm boyutlarında kısa kenarı kumaşın boy yönündeki (ilmek çubuğu) ipliklerine paralel olacak 5'er tane numune kesilmiştir. Örnekler yüzleri aşağıya gelecek şekilde serildikten sonra 102x102 cm'lik bir kare olacak şekilde katlanarak tablanın üzerindeki deliğe merkezlenerek yerleştirilmiştir. 25.4 mm (1 inç) çapındaki daldırma silindirin, kumaşı 38 mm (1.5 inç) çaplı delikten 1.7 ± 3 saniyede 57 mm (1.7 inç) mesafe boyunca itmesi için gereken kuvvet dijital göstergeden "kgf" olarak okunarak kaydedilmiştir (Okur, 1995).

Kumaş Uzaması

Kumaş numunelerinin elastikiyet özelliklerinin ölçümü “BS EN 14704-1: 2005, Kumaşların elastikliğinin tayini-Bölüm 1: Şerit deneyi” standardına göre EKOTEN Ar-Ge laboratuvarında bulunan Zwick Roell Z010 marka uzatma hızı sabit (CRE) test cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Zwick Roell Z010 test cihazı ve testin uygulanışı

Test parametreleri; ön yük 0,01N , uygulama yükü 3 kg, test hızı 500 mm/dk, çeneler arası mesafe yani ölçüm uzunluğu ise 100 mm olarak deneyler gerçekleştirilmiştir.

Testler ham ve boyalı kumaş numuneleri için ilmek sıra (en) ve ilmek çubuğu (boy) yönünde olmak üzere iki ayrı doğrultuda ve 5'er numune üzerinde yapılmıştır. 50x300 mm ebatlarında şerit şeklinde hazırlanan numuneler çeneler arasına yerleştirilmiş ve sabit uygulama yükü etkisi altında uzatılarak gerdirilmiştir. Gerilim belirlenen yüke ulaştığında kuvvet kesilerek başlangıç pozisyonuna dönmüş bu şekilde 1 çevrim tamamlanmıştır. Numuneler 4 defa bu şekilde çekilip bırakıldıktan sonra 5. kez belirlenen yük uygulandığında bu pozisyonda 1 dakika bekletilmiş, çene sıfır gerilime ulaşır ulaşmaz cihazdan çıkarılan numune, düzgün bir yüzey üzerine serilerek ve bu durumda 1 dakika bekletildikten sonra 10 mm olarak işaretlenen referans çizgilerin arası ölçülmüştür. Ölçülen değer bilgisayar sistemine girilerek, aşağıdaki formüle göre otomatik olarak hesaplanan kumaşın uzama miktarı % cinsinden bilgisayardan okunmuştur.

$$\%S = \frac{E-L}{L} \times 100 \quad (3.5)$$

S: Uzama (%)

E: Son döngüde en büyük güçte ölçülen uzunluk (mm)

L: Başlangıç uzunluğu (mm)

Boncuklanma Dayanımı

Boncuklanma, kumaş yüzeyinde serbest kalan gevşek liflerin, kullanım veya yıkama sırasında karmaşılaşarak küçük lif topçukları oluşturmalarıdır. Özellikle mekanik hareketlerin etkisiyle serbest kalan bu lifler kumaşa birkaç lif tarafından tutunarak küçük lif düğümçükleri veya grupları haline gelmektedir (Okur,1994; Özdil, 2003)

Boncuklanma, kumaşa hoş olmayan bir yüzey görünümü ve tutum özelliği vermekte, bu nedenle istenmeyen bir yüzey hatası olarak kabul edilmektedir. Ayrıca kumaşı oluşturan iplik yapısından kayan lif oranını da hızlandırarak kumaşın kullanım ömrünü de azaltmaktadır (Özdil, 2003). Boncuklanma eğilimi incelik, uzunluk, kesit şekli, kıvrım, kopma mukavemeti ve eğilme direnci gibi lif özellikleri ile iplik ve kumaşın yapısal özellikleri ve kumaşa uygulanan bitim işlemleri gibi çok çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Okur, 1994).

Boncuklanma ölçümünde kullanılan test cihazları, kumaş örneğinin döndürülmesi veya aşındırılması esasına dayanmakta ve kumaş üzerinde kullanım koşullarını simüle ederek boncuklar oluşturmaktadır. Bu cihazlar genellikle farklı derecede boncuklar içeren standart fotoğraflarla birlikte tedarik edilmektedir., ASTM D3512, EMPA, JIS L 1076 ve Zweigle KG-741 gibi standart boncuklanma fotoğrafları, boncuklanmış kumaşın görsel olarak kıyaslanmasını kolaylaştırmak için boncukların kumaşın arka planıyla kontrast oluşturulmuş görüntüleridir (Şekil 3.24). Bu standart boncuklanma fotoğrafları, genellikle 1'den 5'e kadar beş derece içermekte, derece 1 çok fazla ve yoğun boncuklanma ve/veya tüylenmeyi ifade ederken 5 çok düşük veya hiç boncuklanmanın oluşmadığı durumu ifade etmektedir (Özçelik ve Kırtay, 2011). Testler sonucu ana derecelendirmeler dışında 1/2, 2/3, 3/4, 4/5 gibi ara derecelendirmeler de yapılmıştır. Çizelge 3.13'te boncuklanma derecesi görsel değerlendirme tablosu verilmiştir.



Şekil 3.24. ASTM D3512, EMPA standart boncuklanma fotoğrafları

Çizelge 3.13. Boncuklanma derecesi görsel değerlendirme tablosu (TS EN ISO 12945-1: 2002)

Derece	Tanım
5	Değişme yok
4	Hafif tüylenme ve/veya kısmen oluşmuş boncuklanma
3	Orta düzeyde tüylenme ve/veya orta düzeyde boncuklanma. Deney numunesi yüzeyini kaplayan farklı büyüklükte ve yoğunlukta boncuklanma
2	Belirgin bir tüylenme ve/veya belirgin bir boncuklanma. Deney numunesi yüzeyinin büyük bir kısmını farklı büyüklükte ve yoğunlukta kaplayan boncuklanma
1	Yoğun yüzey tüylenmesi ve/veya etkin boncuklanma. Deney numunesinin bütün yüzeyini farklı büyüklükte ve yoğunlukta kaplayan tüylenme ve boncuklanma

Ham ve boyalı kumaş numunelerinin farklı sebeplerden kaynaklanan boncuklanma dayanımını gözlemlemek için boncuklanma kutusu metodu, taklalı serbest düşme boncuklanma metodu ve geliştirilmiş Martindale metodu kullanılarak boncuklanma dayanımları belirlenmiştir.

Boncuklanma kutusu metoduna göre kumaşların boncuklanma dayanımı testleri “TS EN ISO 12945-1: 2002, Tekstil- Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığının tayini, Bölüm 1: Boncuklanma kutusu metodu” standardına göre EKOTEN Örgü-Boya İşletme Laboratuvarında bulunan James H. Heal ICI marka boncuklanma test cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. James H. Heal ICI boncuklanma test cihazı ve testin uygulandığı kutu

Bu metotta boncuklanma test cihazında içerisi mantar malzeme kaplı dört adet kutu bulunmaktadır. Cihazla verilen standart şablona göre kesilen kumaş örnekleri, ters yüzü dışarıda olacak şekilde katlanarak iki kenarından dikilmekte, doğru yüzü çevrilen numuneler poliüretandan yapılmış silindirik tüplere geçirilerek, kaymaması için iki ucundan sıkıca tüpe bantlanmaktadır. Test sırasında her bir kutuya numunelerin hepsi aynı kumaştan olmak üzere 4 adet tüp konmakta, dönme esnasında kumaş yüzeyinde boncuk oluşumu sağlanmaktadır (Özdil, 2003).

Boncuklanma testi için ham ve boyalı her bir kumaş tipinden 2 en ve 2 boy yönünde olmak üzere dört adet numune standart şablona göre 12.5x12.5 cm ebadında kesilerek standartta belirtildiği şekilde hazırlanmıştır (Şekil 3.26). Her gruptan 4'er tane hazırlanan numuneler her kutuda aynı cins numune olacak şekilde cihaz üzerindeki kutulara yerleştirilmiştir. Deney numuneleri 60 devir/dk

sabit hızda, 7200 devir dönme hareketi uygulanarak teste tabi tutulmuş, her tip için boncuklanma değeri bu dört adet sonuç göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.



Şekil 3.26. Boncuklanma testi için standart şablona göre numunelerin kesilerek hazırlanması

Test sonunda numuneler karanlık odada ışık kabini içinde D65 gün ışığı altında 45° lik açıyla yerleştirilmiş platform üzerine konarak EMPA K3 serisi standart fotoğraflar ve orijinal numune ile kıyaslanarak boncuklanma düzeyleri gözle subjektif olarak değerlendirilip, derecelendirilmiştir.

Taklalı serbest düşme boncuklanma metoduna göre kumaşların boncuklanma dayanımı “ASTM D3512: Boncuklanma dayanıklılığı ve diğer ilgili yüzey değişikliklerinin tekstil kumaşlarında standart test yöntemi: Taklalı serbest düşme boncuklanma metodu, EUROLAB” standardına göre EKOTEN Örgü-Boya İşletme Laboratuvarında bulunan SDL Atlas Random Tumble Pilling Tester marka cihaz kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.27).



Şekil 3.27. SDL Atlas Random Tumble Pilling Tester cihazı

Bu metotta kumaş numuneleri içerisi yumuşak sürtünme hareketi sağlayacak mantar kaplı bir aşındırıcı yüzey içeren silindirik test haznesine yerleştirilmektedir. Test haznesinin ve çarkın döndürülmesi ile sağlanan serbest düşme hareketi sayesinde rastgele aşındırılan kumaşlarda boncuklanma meydana getirilmektedir. Gerçek kullanıma benzer yapıda ve görünümde boncuklar oluşturmak için test haznesine numuneye beraber 25 mg kütlesinde kısa lifli gri renge boyanmış ham pamuk numunesi eklenmektedir. Cihaza verilen standart basınçtaki hava akımı deney sırasında kumaşın takılma ve sıkışmasını önemli ölçüde azaltmaktadır (Özdil, 2003)

Boncuklanma testi için ham ve boyalı her bir kumaş tipinden en ve boy doğrultuları ile 45 derecelik açı yapan ve kenar uzunlukları 105 mm olan kare şeklinde 4 numune alınmış; 1 numune orjinal kumaş olarak ayrılarak kalan 3 numune test için kullanılmıştır. Deney numunelerinin kenarlarına en fazla 3,2 mm'lik bant halinde ve kumaşın yüz tarafında olmak üzere seyreltilmiş kauçuk yapıştırıcı sürülerek deney numuneleri en az iki saat asılarak bekletilip kurutulmuş ve standart atmosfer koşullarında kondüsyonlanmıştır. Ham ve boyalı kumaş numuneleri iç yüzeyine daha önce hiç kullanılmamış mantar silindir astar yerleştirilen test haznesinde 30 dakikalık sürede 1200 devir/dakika sabit hızda dönen bir çift çark ile yuvarlanmıştır (Özdil, 2003)

Test sonunda numuneler karanlık odada ışık kabini içinde D65 gün ışığı altında 45° lik açıyla yerleştirilmiş platform üzerine konarak “ASTM D Photographics Standards” standart fotoğraflar ve orijinal numune ile kıyaslanarak boncuklanma düzeyleri gözle subjektif olarak değerlendirilip, derecelendirilmiştir.

Geliştirilmiş Martindale metodu ile kumaşların boncuklanma dayanımı testi “TS EN ISO 12945-2: 2002, Tekstil - Kumaşlarda yüzey tüylenmesi ve boncuklanma yatkınlığının tayini, Bölüm 2: Geliştirilmiş Martindale metodu” standardına göre EKOTEN Örgü-Boya İşletme Laboratuvarında bulunan James Heal Martindale aşınma ve boncuklanma test cihazı kullanılarak tespit edilmiştir (Şekil 3.28).



Şekil 3.28. James Heal Martindale aşınma ve boncuklanma test cihazı

Bu metotta test edilecek numuneler kendi kumaşına belli devirlerde (tur sayılarında) sürtülmesi ile boncuk oluşumu gerçekleştirilmektedir. Üst numunelerin hareketi dairesel hareketle başlayıp, yavaş yavaş daralan elips şeklinden doğrusal hale gelinceye kadar devam eder, sonra ters yönde genişleyen elips şeklindeki hareketlerle tekrar eder (Lissajous hareketi). Bu değişken yönlü hareket ile numune üzerindeki elyaflar her doğrultuda aşınmaya maruz kalmaktadır (Özdil, 2003).

Boncuklanma testi için ham ve boyalı her bir kumaş tipinden 3'er çift numune hazırlanmıştır. 1 çift numune; cihazın üst istasyonunda bulunan numune tutucu ile alt istasyonunda bulunan boncuklanma tablası için 140 mm çapında 2 parça numune kumaştandır oluşmaktadır. Üst numuneler

90 cm çapında keçe ile desteklenen st diske, alt numuneler 140 mm çapında keçe ile desteklenen alt diske n yüzleri birbiri üstüne gelecek şekilde yerleştirilmektedir. Numune tutucuların üzerine herhangi bir ağırlık konulmayıp numune tutucunun 3 kPa değerindeki kendi ağırlığının baskısıyla sürtünme gerçekleştirilmiştir. Testte 125, 500, 1000, 2000 ve 3000 devir sonunda st deney parçaları, karanlık odada ışık kabini içinde D65 gün ışığı altında 45° lik açıyla yerleştirilmiş platform üzerine konarak EMPA standart K3 serisi standart fotoğraflar ve orijinal numune ile kıyaslanarak boncuklanma düzeyleri gözle subjektif olarak değerlendirilip, derecelendirilmiştir. Ham ve boyalı kumaş numunelerinden Urfa pamuğuna 5000 ve 7000 devir sonunda yapılan değerlendirmede herhangi bir değişiklik olmadığı görülmüş olup diğer pamuk tipleri için de bu devir sayısı için test uygulanmamıştır.

Aşınma Dayanımı Testi

Aşınma dayanımı , belirli şartlar altında oluşan sürtünme ile kumaştaki iplik ve liflerin kumaş yüzeyinden dışarı çıkması sonucunda kumaş yüzeyinde meydana gelen aşınmaya karşı koyma yeteneğidir. Aşınma sonucunda kumaş mukavemet özelliklerinde, gramajında, kalınlığında, hava geçirgenliğinde azalma, renk değişimleri ve kumaş yüzeyinde boncuklanma görülür. Kumaşlarda aşınma dayanımını etkileyen faktörler; lif özellikleri, iplik özellikleri ve kumaş özellikleridir (zdil, 2003).

Kumaşların aşınma dayanımı tespiti “TS EN ISO 12947-2:2017, Tekstil-Martindale metoduyla kumaşların aşınmaya karşı dayanımının tayini- Bölüm 2: Numune kopmasının tayini” standardına göre EKOTEN rg-Boya İşletme Laboratuvarında bulunan James Heal Martindale aşınma ve boncuklanma test cihazı kullanılarak yapılmıştır (şekil 3.28).

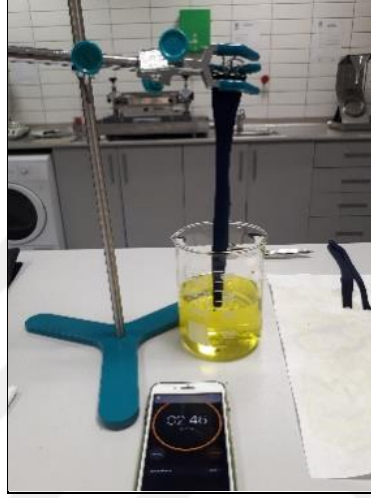
Numune kopması metoduna göre aşınma dayanımı testi için ham ve boyalı her bir kumaş tipinden 38 mm çapında kesilen numuneler test edilmiştir. Tez kapsamında üretilen örme kumaşlar giysilik amaçlı kullanılacağından 9 kPa ağırlık kullanılarak belirli devir aralıklarında cihaz durdurulup, numuneler kontrol edilmiş ve sıra veya çubuk yönündeki ilk kopuşun gerçekleştiği devirler tespit edilmeye çalışılmıştır.

Dikey Kılcal Emme zelliklerinin Belirlenmesi

Aşırı sıcak ve nemli bir ortamda veya yoğun bir aktivasyondan sonra oluşan sıvı haldeki terin deri üzerinden atılması giysinin ıslanma ve kuruma performansııyla sağlanır. Bu giysi konforu açısından önemli bir faktördür. Bu performans kumaşın ıslanabilirliği ve kılcal ıslanmasıyla alakalı bir durumdur. İplik veya kumaş gibi lifli bir yapıya sahip cisimlerde sıvı transferinde kılcal yollar ve kuvvetler etkili olabilir. Bu kılcal kuvvetler sayesinde sıvının kendiliğinden gözenekli yapıda ilerlemesine kılcal ıslanma (wicking) adı verilir (Morgil, 2015).

Kumaşların dikey kılcal emme hızının lm “DIN 53924: 1997, Tekstil Testi-Tekstil Kumaşlarının İslatma Suyunun Hızı (Yükselme Yksekliliğini Belirleme Metodu)” standardına göre

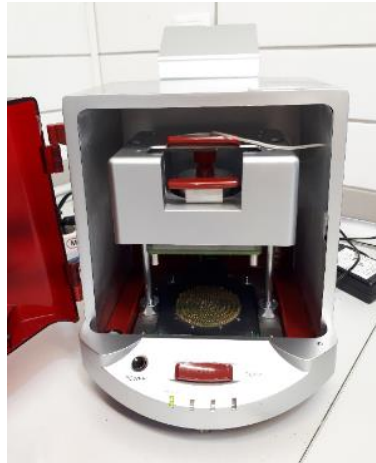
EKOTEN Ar-Ge laboratuvarında yapılmıştır. Deneyde hazne (beher) ve kumaş numunesinin çözelti içine daldırılmasını temin eden destekten oluşan kılcallık ölçüm düzeneği kullanılmıştır (Şekil 3.29). 500 ml saf su içersine 1 g Potasyum kromat (K_2CrO_4 , Merck) (renk vermesi için) eklenerek test çözeltisi hazırlanmıştır. Ham ve boyalı kumaşlar standarda göre sıra ve çubuk yönlerinde üçer adet 30 x 250 mm ebatlarında şerit formunda kesilerek, dikey konumda, plastik bir cetvele ataç ile tutturularak, alttan ağırlık takılıp %1'lik Potasyumkromat (K_2CrO_4 (Merck)) çözeltisine alt ucundan 1 cm daldırılmıştır. Her kumaş tipinde 3 dakika süre sonunda çözeltinin kumaştaki yükselme mesafesi mm olarak tespit edilerek ortalaması alınmıştır (Avcı, 2007; Öner, 2015).



Şekil 3.29. Dikey yönde sıvı iletimi deney düzeneği ve testin uygulanışı

Nem Yönetim Özellikleri

Boyalı kumaş numunelerinin nem yönetim özellikleri “AATCC Test Method 195: 2011, Liquid moisture management properties of textile fabrics” standardına göre Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi laboratuvarında bulunan MMT (Moisture Management Tester) cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.30). Her bir numune için 3 adet ölçüm yapılarak sonuçların ortalaması OMMC cinsinden ifade edilmiştir.



Şekil 3.30. MMT test cihazı

Nem yönetim cihazında kumaşların çok yönlü sıvı iletim özelliklerinin ölçümü gerçekleştirilmektedir. Cihazda üst yüzey, giysi giyildiğinde insan vücudunun derisine yakın olan kısmı; alt yüzey ise dış çevreye yakın olan kısmı simüle etmektedir, MMT cihazında kumaşların ıslanma süresi (üst-alt), emilim oranı (üst-alt), maksimum ıslak daire yarıçapı (üst-alt), ıslanma hızı (üst-alt), kümülatif tek yönlü taşıma indeksi ve sıvı yönetim performansı ölçülmektedir. Bu cihazdan elde edilen ölçüm sonuçları aynı zamanda cihaz yapısında bulunan beş noktalı bir skala ile değerlendirilmektedir (Uyanık, 2017). Çizelge 3.14’te MMT’nin değerlendirme kriterleri görülmektedir (AATCC Test Method 195: 2011).

Çizelge 3.14. MMT Değerlendirme kriterleri (AATCC Test Method 195: 2011)

Derece		Skala				
İndeks		1	2	3	4	5
Islanma süresi (sn)	Üst	≥120 Islanma yok	20-119 Yavaş	5-19 Orta	3-5 Hızlı	<3 Çok hızlı
	Alt	≥120 Islanma yok	20-119 Yavaş	5-19 Orta	3-5 Hızlı	<3 Çok hızlı
Emilim oranı (%/sn)	Üst	0-9 Çok yavaş	10-29 Yavaş	30-49 Orta	50-100 Hızlı	>100 Çok hızlı
	Alt	0-9 Çok yavaş	10-29 Yavaş	30-49 Orta	50-100 Hızlı	>100 Çok hızlı
Maksimum ıslak daire çapı (mm)	Üst	0-7 Islanma yok	8-12 Küçük	13-17 Orta	18-22 Hızlı	>22 Çok hızlı
	Alt	0-7 Islanma yok	8-12 Küçük	13-17 Orta	18-22 Hızlı	>22 Çok hızlı
Yayılma hızı (mm/sn)	Üst	0,0-0,9 Çok yavaş	1,0-1,9 Yavaş	2,0-2,9 Orta	3,0-4,0 Hızlı	>4,0 Çok hızlı
	Alt	0,0-0,9 Çok yavaş	1,0-1,9 Yavaş	2,0-2,9 Orta	3,0-4,0 Hızlı	>4,0 Çok hızlı
Kümülatif tek yönlü taşıma indeksi (%)		<-50 Çok kötü	-50 – 99 Kötü	100-199 İyi	200-400 Çok iyi	>400 Mükemmel
Nem yönetim performansı (OMMC)		0,00-0,19 Çok kötü	0,20-0,39 Kötü	0,40-0,59 İyi	0,60-0,80 Çok iyi	>0,80 Mükemmel

MMT tüm bu sıvı nem transfer özelliklerinin ölçüm sonuçlarına göre kumaş performansını değerlendirirken yedi temel kumaş tipi belirlemektedir. Bu kumaş tipleri su geçirmez kumaşlar, su çekmeyen kumaşlar, sıvıyı yavaş emen ve yavaş kuruyan kumaşlar, sıvıyı hızlı emen ve yavaş kuruyan kumaşlar, hızlı emilim ve hızlı kuruma gösteren kumaşlar, suyu geçiren kumaşlar ve cihaz kılavuzunda nem tayin kumaşı olarak adlandırılan orta/hızlı emilim ve ıslanma, alt yüzeyde hızlı dağılma, yayılma ve geniş yayılma alanı, iyi/mükemmel tek yönlü taşıma endeksine sahip kumaşlardır (Uyanık, 2017).

Yıkama Haslığı

Boyalı kumaş numunelerinin yıkama haslıkları “TS EN ISO 105-C06: 2012, Tekstil - Renk haslığı deneyleri - Bölüm C06: Evsel ve ticarî yıkamaya karşı renk haslığı” standardına göre

EKOTEN Örgü-Boya İşletme Laboratuvarında bulunan James H.Heal marka Gyrowash yıkama haslığı test cihazı ve ilgili malzemeler yardımıyla yapılarak belirlenmiştir (Şekil 3.31).



Şekil 3.31. James H.Heal marka Gyrowash yıkama haslığı test cihazı

Yıkama haslığı testi için 40 x100 mm boyutunda kesilen deney numunesi, aynı boyutlardaki yün ve asetat içeren çok lifli refakat bezi ile kısa kenarından ön yüzleri birbirine gelecek şekilde dikilerek deneye hazır hale getirilmiştir. Yıkama haslığı testinde deney türüne göre deney şartları (TS EN ISO 105-C06, 2012) Çizelge 3.15'te verilmiştir. Tez numuneleri için deney türü A1S olarak seçilmiş ve bu türdeki deney şartları uygulanmıştır.

Çizelge 3.15. Yıkama haslığı için deney şartları

Deney türü	Sıcaklık (°C)	Flotte hacmi (ml)	pH	Çelik top sayısı	Süre (dk)
A1S	40	150	Ayarlanmaz	10	30
A1M	40	150	Ayarlanmaz	10	45
A2S	40	150	Ayarlanmaz	10	30
B1S	50	150	Ayarlanmaz	25	30
B1M	50	150	Ayarlanmaz	50	45
B2S	50	150	Ayarlanmaz	25	30
C1S	60	50	10,5	25	30
C1M	60	50	10,5	50	45
C2S	60	50	10,5	25	30
D1S	70	50	10,5	25	30
D1M	70	50	10,5	100	45
D2S	70	50	10,5	25	30
D3S	70	50	10,5	25	30
D3M	70	50	10,5	100	45
E1S	95	50	10,5	25	30
E1M	95	50	10,5	25	30

Test için reçeteye uygun olarak 41-42 °C sıcaklıkta 1 litre saf su ile 4 g/l optik parlatici içermeyen ECE referans deterjanı kullanılarak yıkama çözeltisi hazırlanmıştır. İlgili standarda göre

yıkama tüpleri içerisine; hazırlanan test kumaşı, 150 ml yıkama çözeltisi ve sürtünmeyi sağlamak için 10 adet çelik bilye konulmuş, yıkama haslığı test cihazına yerleştirildikten sonra, 40 °C’de 30 dakika süre ile yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Yıkama işlemi sonunda numuneler %1’lik asetik asit çözeltisi bulunan 100 ml saf sulu behere konularak 1 dk bekletilmiş, ardından 40 °C’deki 100 ml saf su ile 1’er dakika durulanmıştır. Daha sonra numuneler cam plaka üzerine alınarak fazla suyu atılarak 60°C’yi geçmeyen sıcaklıkta serbest halde kurutulmuştur. Numune kumaşlarda meydana gelen renk değişimi (solma) ile refakat bezine renk akması (lekeleme); A02-Solma ve A03-Lekeleme gri skalaları kullanılarak standart ışık kabini içerisinde “D65” gün ışığı altında değerlendirilmiştir (Şekil 3.32). Bu değerler 1 ile 5 arasında olup değer küçüldükçe numune kumaşın yıkama haslığının düşük olduğu yorumu çıkarılmaktadır.



Şekil 3.32. Yıkama haslığı deney numuneleri ve değerlendirilmesi

Ter Haslığı

Boyalı kumaş numunelerinin ter haslıkları “TS EN ISO 105-E04: 2013, Tekstil - Renk haslığı deneyleri - Bölüm e04: Tere karşı renk haslığı” standardına göre EKOTEN Örgü-Boya İşletme Laboratuvarında bulunan perspirometre, inkübatör cihazı (etüv) ve ilgili malzemeler yardımıyla yapılarak asidik ve bazik ter haslık dereceleri belirlenmiştir (Şekil 3.33).

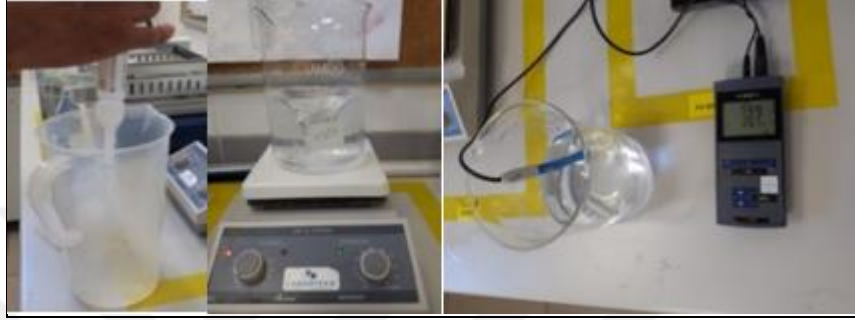


Şekil 3.33. Perspirometre ve Memmert marka inkübatör cihazı

Ter haslığı testi için her tip kumaştan 40x100 mm boyutunda kesilen deney numunesi, aynı boyutlardaki yün ve asetat içeren çok lifli refakat bezi ile kısa kenarından ön yüzleri birbirine bakacak şekilde dikilerek deneye hazır hale getirilmiştir. Deney için asidik ve bazik deney çözeltileri standartta belirtilen reçeteye uygun olarak hazırlanmıştır (Çizelge 3.16, Şekil 3.34).

Çizelge 3.16. Asidik ve bazik deney çözeltisi reçete bilgileri

Asit çözeltisi	Miktar
L-Histidin Hidroklorür	0,5 g/lt
Sodyum Klorür (NaCl)	5,0 g/lt
Sodyum Dihidrojen Fosfat Dihidrat ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	2,2 g/lt
Alkali (baz) çözeltisi	Miktar
L-Histidin Hidroklorür	0,5 g/lt
Sodyum Klorür (NaCl)	5,0 g/lt
Sodyum Dihidrojen Fosfat Dihidrat ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	2,5 g/lt



Şekil 3.34. Ter çözeltilerinin hazırlanması ve PH metre ile kontrolü

Hazırlanan deney numuneleri asidik ve bazik çözeltinin içine atılarak oda sıcaklığında 30dk bekletilmiştir. Numuneler çözeltiden çıkarılmış ve numunelerin ağırlıkları ilk ağırlığının 2-2,5 katı olması sağlanacak şekilde üzerindeki fazla çözelti sıvısı uzaklaştırılmıştır. İki ayrı cam levha arasına konan numuneler ve iki ayrı perspirometre deney cihazına yerleştirilerek üzerine 5 kg'lık ağırlıklar konulmuştur. Böylece 12,5 kpa basınç uygulanması sağlanmış olup, daha sonra cihazlar dikey olarak inkübatöre konulmuş ve 37 °C de 4 saat bekletilmiştir (Şekil 3.35). İnkübatörden çıkarılan numuneler, refakat bezinden ayrılıp, serbest halde 60 °C de kurutulmuştur.



Şekil 3.35. Numunelerin perspirometreye ve inkübatöre yerleştirilmesi

Numune kumaşlarda meydana gelen renk değişimi ve çok lifli refakat bezi üzerinde meydana gelen lekeleme; A02 (solma) ve A03 (lekeleme) gri skalaları kullanılarak standart ışık kabini içerisinde “D65” gün ışığı altında değerlendirilmiştir. Bu değerler 1 ile 5 arasında olup değer küçüldükçe numune kumaşın ter haslığının düşük olduğu yorumu çıkarılmaktadır.

Sürtünmeye Karşı Renk Haslığı

Boyalı kumaş numunelerinin sürtünme etkisine karşı renk haslıkları “TS EN ISO 105-X12: 2016, Tekstil - Renk haslığı deneyleri - Bölüm X12: Sürtmeye karşı renk haslığı tayini” standardına göre EKOTEN Örgü-Boya İşletme Laboratuvarında bulunan Prowhite Crockmeter sürtme haslığı test cihazı ve ilgili malzemeler yardımıyla yapılarak belirlenmiştir (Şekil 3.36).



Şekil 3.36. Prowhite Crockmeter sürtme haslığı test cihazı ve deneyin uygulanışı

Deney için her numuneden 5x14 cm boyutlarında 2 numune hazırlanmış, sürtünme bezi olarak 5x5 boyutlarında beyaz pamuklu bez kullanılmıştır. Deney numunesi sürtme haslığı test cihazının numune bölümüne yerleştirilerek ilk olarak numune tutucunun arka kısmındaki iğnelere, daha sonra numunenin diğer ucu gerdirilerek ön iğnelere daldırılmış numune alt çeneye sabitlenmiştir. Test cihazının sürtme ayağına düz olarak yerleştirilen sürtme bezi, 100 mm’lik bir hat üzerinde aşağıya doğru 9 N’luk bir kuvvet uygulanarak 10 saniye içinde 10 kez ileri ve geri sürtülmüştür. Yaş sürtünmeye karşı renk haslığı tayininde ise beyaz sürtünme bezi saf su ile ıslatılarak aynı işlemler uygulanmıştır. Yaş sürtünme haslığı testinde beyaz sürtünme bezi değerlendirmeden önce oda sıcaklığında kurutulmuştur.

Sürtme bezlerine renk akması A03 (lekeleme) gri skalası kullanılarak standart ışık kabini içerisinde “D65” gün ışığı altında değerlendirilmiştir. Bu değerler 1 ile 5 arasında olup değer küçüldükçe numune kumaşın sürtme haslığının düşük olduğu yorumu çıkarılmaktadır.

Spektrofotometre ile Renk Analizi

Farklı yöre pamuklarından üretilen ham ve boyalı mamul kumaşların renk değerleri ve renk farklılıkları Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Görüntüleme ve Analiz Laboratuvarında bulunan Minolta CM 3600 D spektrofotometre renk ölçüm cihazı ile 400-700 nm dalga boyları arasında, D65 gün ışığında 10° bakış açısı altında ölçülüp, hesaplamalar RealColor 1.3 yazılımı ile yapılmıştır (Şekil 3.37). Ölçüm sırasında kumaş numuneleri cihaza aynı yönde yerleştirilmiş ve her bir numuneden 5 ayrı ölçüm yapılarak ortalama değerleri kullanılmıştır. Cihaz,

kolorimetrik verileri ve K/S (Kubelka-Munk) değerlerini hesaplayarak vermektedir. Yeterli hassasiyeti sağlamak için spektrofotometrede LAV 30 mm ölçüm plakası seçilmiştir.



Şekil 3.37. Minolta CM 3600D spektrofotometre renk ölçüm cihazı

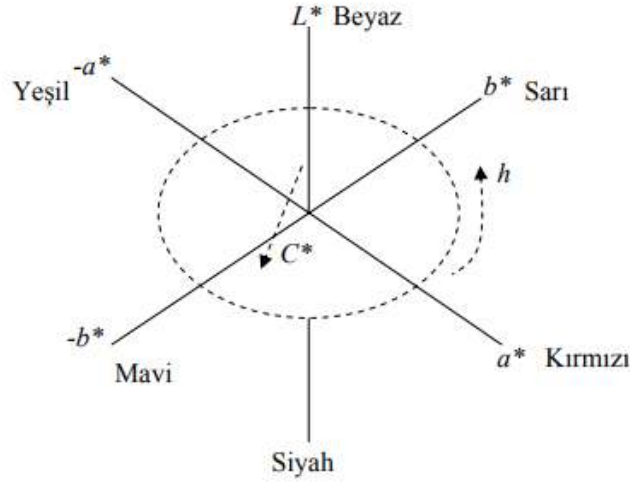
Bir cismin üzerine gelen ışın ya geri gönderilir ya olduğu gibi geçirilir ya da absorblanır. Renk ölçüm dilinde ışının geriye gönderilmesine (yansıtılmasına) “refleksiyon” veya “remisyon” denir ve “R” ile gösterilir. Remisyon eğrileri ile boyarmadde konsantrasyonları arasında sıkı bir ilişki vardır ve reçete hesaplamaları ancak remisyonların ölçümü ile mümkündür. Remisyon eğrisinin maksimum olduğu noktada renk oluşur (Duran, 1983).

Renk değerinin hassas, doğru ve tekrarlanabilir bir şekilde belirlenebilmesi için sayılarla ifade edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, renk değerini tanımlamak için farklı renk tanımlama modelleri (color model) veya diğer ismi ile renk uzayları (color space) geliştirilmiştir. Renk tanımlama modelleri üzerinde en önemli çalışmalar Fransızca isminin kısaltması ile kısaca CIE olarak bilinen “Commission Internationale de L'Eclairage” kurumu yani “Uluslararası Aydınlatma Kurumu” (International Commission on Illumination) tarafından yapılmıştır (Tözüm, 2019).

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de L'eclairage) tarafından geliştirilmiş olan CIE sistemi, x ve y kromatisite koordinatları kullanılarak elde edilmektedir. Ancak, CIE sistemi rengin açıklığı-koyuluğu ve nüansı hakkında tam bir bilgi veremediğinden, rengin daha kolaylıkla anlaşılabilir tanımını yapmak için 1976 yılında tekstil endüstrisinde geniş bir kullanım alanı bulan CIELAB sistemi geliştirilmiştir (Yeşil, 2010).

Bu sistemde renklerin sayısal olarak ifade edilmesinde kullanılan X, Y, Z tristimulus değerlerinden hesaplanan L^* , a^* , b^* şeklinde üç koordinat bulunmaktadır. Şekil 3.38’de verilen bu sistemde, a^* ve b^* eksenleri birbirine dik açı yapacak şekilde nötral bir noktada kesişmektedir. L^* eksenine ise a^* ve b^* eksenlerinin oluşturduğu düzleme dik olup bu düzlemi nötral noktada kesmektedir. L^* açıklık/koyuluk (parlaklığın) göstergesi olup, $L^*=0$ siyah, $L^*=100$ beyaz değerlerini göstermektedir. Düzlem üzerinde renksiz noktadan rengin bulunduğu noktaya çizilen doğrunun a^* eksenine ile yaptığı h açısı, renk tonunun bir ölçüsüdür. Bu açı, kırmızıdan sarıya doğru giderek artmaktadır. Örneğin; $h=0$ kırmızı renk tonuna, $h=90$ sarı renk tonuna, $h=270$ ise mavi renk tonuna karşılık gelmektedir (Tözüm, 2019). Rengin bulunduğu noktanın, renksiz noktaya olan uzaklığına

renk doygunluğu (chroma-C) denilmekte ve rengin parlaklık ve matlığını ifade etmektedir (Şekil 3.38) (Tözüm, 2019; Balcı Kılıç, 2022).



Şekil 3.38. CIELAB renk uzayı (Yeşil, 2010).

Bu renk sisteminde iki renk arasındaki renk farklılıkları aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanmaktadır (Yeşil, 2010):

$$\begin{aligned}\Delta E &= \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \text{ (Toplam renk farkı)} \\ \Delta L^* &= (L^*_{\text{numune}} - L^*_{\text{standart}}) \text{ (Açıklık-koyuluk renk farkı)} \\ \Delta a^* &= (a^*_{\text{numune}} - a^*_{\text{standart}}) \text{ (Kırmızılık-Yeşillik farkı)} \\ \Delta b^* &= (b^*_{\text{numune}} - b^*_{\text{standart}}) \text{ (Sarılık-mavilik farkı)}\end{aligned} \quad (3.6)$$

Burada Δ , farklılığı göstermektedir ve E harfi, Almanca hissetme anlamına gelen Empfindung kelimesinden gelmektedir. CIELAB renk uzayında fark edilebilir bir renk farklılığı, $\Delta E^* = 1$ 'e karşılık gelmektedir. Renk farklılıklarının ΔL^* , Δa^* ve Δb^* şeklinde üç bileşene ayrılmasına rağmen, öncelikle bunlardan birincisi önemlidir ve $L^*_{\text{numune}} - L^*_{\text{standart}}$ işleminin değerinin pozitif olması numunenin standarttan daha açık olduğunu, negatif olması ise daha koyu olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde Δa değerindeki pozitif değer kırmızı nüansın fazla olduğunu, negatif değer ise yeşil nüansın fazla olduğunu ifade etmektedir. Pozitif Δb değeri sarı nüans fazlalığına, negatif Δb değeri ise mavi nüans fazlalığını göstermektedir (Tözüm, 2019).

Endüstriyel çalışmalarda renk farklılığının, kabul veya ret edilmesi her şeyden önce müşteri ile firma arasındaki anlaşmaya bağlı olmakla beraber genellikle $\Delta E < 1-1,2$ ise renk farklılığının kabul edilebilir olduğu söylenir. Bilimsel çalışmalarda ΔE değeri maksimum 0,5-0,6'ya kadar ise, renk farklılığının olmadığı kabul edilmektedir (Duran, 2001; Özdemir, 2009; Özkan ve ark., 2018).

Kumaş üzerinde bulunan boyarmaddenin konsantrasyonunun (renk kuvvetinin) renk ölçümü kullanarak bulunmasında en çok kullanılan yöntem Kubelka-Munk (K/S) denklemidir (3.7). K/S boyalı kumaşlardaki renk koyuluğunu ifade etmektedir (Özdemir ve Tutak, 2015). Kubelka-Munk

teorisine göre renkli bir kumaşın optik özellikleri biri (K), diğeri de (S) olmak üzere iki değerle ifade edilebilir. Bunlardan (K) ışık absorpsiyonu, (S) ışık yansıması için birer ölçektir. Tekstilde genellikle (K) boyarmadde, (S) ise tekstil materyali tarafından belirlenir (Duran, 1983). Renkli bir tekstil materyalinin herhangi bir dalga boyundaki remisyon ve K/S (boyama kuvveti) değerleri arasında Kubelka-Munk teorisine göre aşağıda belirtilen bağıntı bulunmaktadır (Özdemir, 2009);

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R \quad (3.7)$$

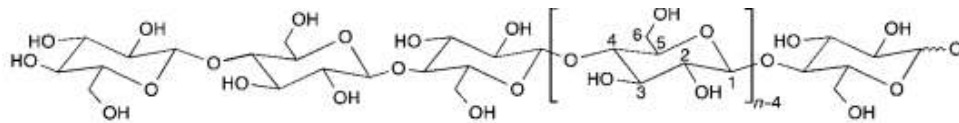
3.2.6. İç Yapı Testleri

Çalışmanın bu bölümünde pamuk lifinin kimyasal özellikleri hakkında bilgi verilerek, yerli ve ithal pamuk liflerinden üretilen ham ve boyalı örme kumaş numunelerinin yapısal özellikleri, termal analiz (TGA- DSC), X-Işını Kırınım ölçümü (XRD), kızılötesi absorpsiyon spektroskopisi (FT-IR) yöntemleri kullanılarak araştırılmıştır. Testler Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarlarında standart atmosfer şartlarında ($65 \pm 4\%$ bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklıkta) gerçekleştirilmiştir. İç yapı testlerinin sonuçları Orijin Pro programına girilerek grafik çizimleri yapılmıştır.

Pamuk Lifinin Kimyasal Yapısı

Pamuk lifinin kimyasal yapısı, bitkinin yetiştirme şartlarına göre kısmen değişiklikler gösterir. Ham pamuğun kimyasal bileşiminde, selüloz yanında yağ ve vakslar, hemiselüloz, pektin ve protein gibi maddeler bulunur. Selülozun ham pamuk lifi içindeki oranları %88-96 olup, pamuklu materyallere yapılan ön terbiye işlemleri ile bu oran %99'a ulaşır (Mangut ve Karahan, 2008).

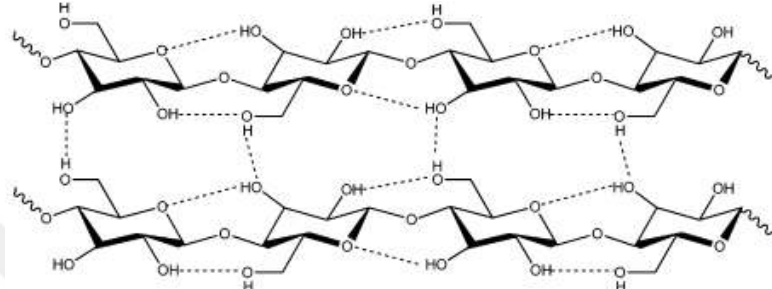
Selüloz genel formülü $(C_6H_{10}O_5)_n$ olan bir polisakkarittir. Makromoleküller birçok (n tane) β -D glikoz yapıtaşının 1. ve 4. karbon (C) atomları üzerinden, oksijen köprüleriyle birbirlerine bağlanması sonucu oluşmuştur (Şekil 3.39) (Tarakçıoğlu, 1979).



Şekil 3.39. Selüloz makromoleküllerinin polimerik yapısı (Klemm ve ark., 2005)

Selüloz makromolekülünü oluşturan β -D-Glikoz yapı taşları piran halkası şeklinde olup, sandalye konformasyonundadır. Her bir glikoz yapı taşında 3 tane hidroksil (alkol) grubu bulunmaktadır. Bunlardan 2 ve 3 nolu karbon atomuna bağlı olanlar ikincil (sekonder), 6 nolu karbon atomuna bağlı olan ise birincil (primer) hidroksil gruplarıdır (Tarakçıoğlu, 1979). Sıvı veya katı haldeyken alkol moleküllerinin tek başlarına bulunmayıp, H-köprüleri üzerinden birbirine bağlanarak assosiyatlar oluşturdıkları bilinmektedir. H-köprüleri, bir alkol molekülünün OH-grubundaki oksijenin serbest elektron çifti ile diğeri bir alkol molekülündeki OH- grubunun

hidrojen atomu arasında meydana gelmekte olup, normal bir kovalent bağa nazaran ortalama 10 kat zayıftır. Selüloz makromoleküllerindeki her bir glikoz yapıtaşında üçer tane serbest OH- grubu bulunduğu düşünülürse, selüloz makromoleküllerinin lif içerisinde tek başlarına bulunmayıp, H-köprüleriyle birbirlerine bağlı durumda bulundukları ortaya çıkar (Tarakçıoğlu, 1979). Pamuk lif kesiti mikroskopta incelendiğinde selüloz makromoleküllerinin ince tabakalar halinde ve sarmal olarak birbirlerinin üzerine yerleştiği ve boru şeklinde elyafı oluşturduğu görülmektedir (Şekil 3.40) (<https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=29945>)



Şekil 3.40. Selüloz makromoleküllerinin molekül içi ve moleküller arası hidroksil grupları ile yaptığı hidrojen bağları (Wang ve ark., 2012)

Selüloz makromolekülleri lif içerisinde her yerde aynı sıklık ve üniformiteye yerleşmemektedir. Lif içerisinde makromoleküllerin sık ve düzgün durumda bulunduğu kristalin, daha az ve düzensüz bulunduğu amorf bölgeler ortaya çıkmaktadır (Tarakçıoğlu, 1979).

Termal Analiz (TA) (TGA-DSC)

Termal analiz yöntemleri ve kullanımı çeşitli uluslararası standartlarda (DIN, CEN, ASTM) tanımlanmış olup “Termal Analiz Uluslararası Konfederasyonu” ICTA (International Confederation for Thermal Analysis) tarafından da standardizasyon amaçlı olarak Termal Analiz yöntemlerinin tanımları, prosedürleri ve malzemeleri notasyonu ile birlikte değerlendirilmektedir. Bu analiz; bir maddeye kontrollü biçimde sıcaklık programı uygulanırken, o maddenin bir fiziksel özelliğinin sıcaklığın fonksiyonu olarak ölçülmesini içeren tekniklerin tümüdür (Oğuz, 2007). Çizelge 3.17’de bu teknikler ölçülen özellikler açısından toplu olarak karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.17. TA tekniklerinin toplu olarak karşılaştırılması (Oğuz, 2007)

Ölçülen özellik	Teknik	Notasyon
Kütle/değişimi ($m/\Delta m$)	Termogravimetri Termogravimetrik analiz	TG TGA
Sıcaklık farkı (ΔT)	Diferansiyel termal analiz	DTA
Isı akısı/akışı (ΔH) ya da güç farkı (ΔP)	Diferansiyel taramalı kalorimetri	DSC
Uçucu bileşikler	Evolved gas analysis	EGA
Mekanik özellikler	Termomekaniksel analiz	TMA
Boyut değişimi	Dilatometri	DIL

Pamuk lifinin ısı etkisiyle bozunması sıcaklık, süre, lifin nem içeriği, ortamın bağıl nemi, uygulanan apre işlemlerine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca pamuk lifinin kristal durumu ve

polimerisasyon derecesi (DP), lifin fiziksel durumu ve ısıtma yöntemi de (radyal, konveksiyon veya kontakt kurutma) termal bozunmanın seyrini etkiler (Wakelyn ve ark., 2006).

Isıl ve kimyasal işlemler pamuk lifinde erişimi kolay olan amorf bölge ve kristalin yapının yüzeyinde etkili olmaya başlar (Şekerci Kırca, 2012). Pamuk lifinin 110 ile 120°C'de hava veya vakumda ısıtılması, emilen nemi uzaklaştırır. Bu şekilde kurutulan pamuk hala eser miktarda nem içerir. 120°C'de ısıtıldığında; karboksil ve karbonil içerikleri biraz artar ve DP biraz azalır, ancak kopma mukavemeti (tensile strength) ve tekstil özelliklerinde çok az değişiklik olur (Wakelyn ve ark., 2006).

Pamuk lifleri 140°C'nin üzerine ısıtıldığında, karboksil ve karbonil içerikleri artarken kopma mukavemeti (tensile strength) ve viskozitesi azalır. Lifte belirgin renk değişikliği görülür; ilk önce sararma ve ardından termal bozulma arttıkça kahverengileşme meydana gelir. 150 °C'ye ısıtıldığında elyafta hidroselüloz meydana gelmesi ve erişilebilir bölgelerdeki glukozidik bağların bölünmesi nedeniyle DP ve kopma mukavemetinde (tensile strength) kayıplar gözlemlenir (Wakelyn ve ark., 2006).

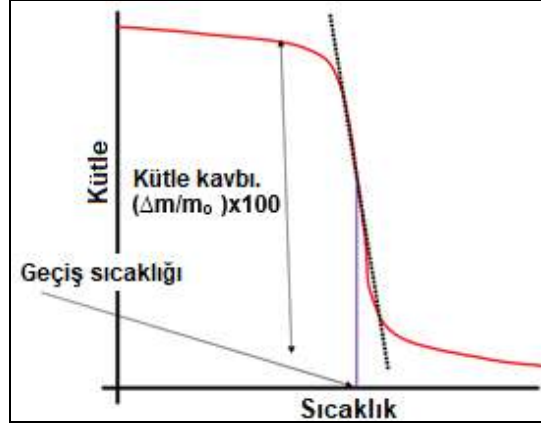
200 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda piroliz başlar. Piroliz ürünlerinin önemli bir kısmını gazlar oluşturduğundan ağırlık kaybı da görülür. Sıcaklık 300°C'nin üzerine çıktığında piroliz hızı iyice artar. Kıvılcım ya da alev sırasında tutuşan bir gaz karışımı meydana gelir. Sıcaklık 400°C'nin üzerine çıktığında oluşan gaz karışımı kendiliğinden tutuşur (Şekerci Kırca, 2012).

Saf pamuk selülozu vakumda ısıtıldığında, gaz fazı toplam piroliz ürünlerinin yaklaşık %20'sini, sıvı faz yaklaşık %65'ini ve kömür fazı yaklaşık %15'ini oluşturur (Wakelyn ve ark., 2006).

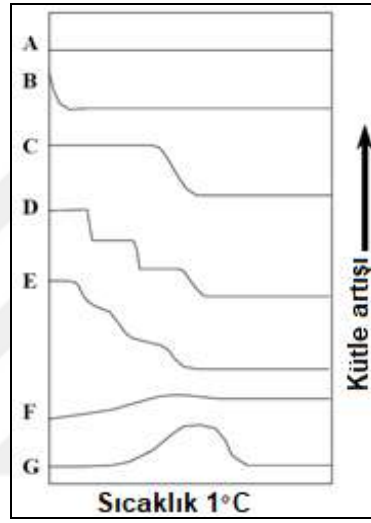
Tez çalışması kapsamında ham ve boyalı kumaşların ısı etkisi ile oluşan değişimlerini izleyebilmek için termogravimetrik analiz (TGA) ve diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) testleri uygulanmıştır.

TG ya da TGA, kavram olarak ilk defa 1915 yılında Honda tarafından Japonya'da, kütle değişimlerinin hassas olarak kaydedildiği ve termobalans olarak adlandırılan bir sistemde kullanılmıştır. Bu analiz; örnek maddeye kontrollü biçimde sıcaklık programı uygulanırken; örnek maddenin kütesinin (m) ya da başlangıçtaki değerine (m_0) göre değişiminin ($\Delta m = m - m_0$), sıcaklığın (T) ya da zamanın (t) fonksiyonu olarak ölçüldüğü bir tekniktir (Oğuz, 2007).

TGA'da gözlenen genellikle; örnek maddenin sıcaklıkla bozunmasına (dekompozisyon), süblimleşmesine, yapısından uçucu bileşiklerin uzaklaşmasına ya da tepkimeye girip tepkime sonucu oluşan ürünlerin desorpsiyonuna bağlı olarak kütle kaybı şeklinde olmaktadır, ancak örnek maddenin oksidasyonu ile uçucu olmayan oksitlerin oluşması sonucunda kütle artışı da gözlenebilir. Şekil 3.41'de kütle sıcaklıkla azalmasını gösteren bir termogram görülmekte olup çeşitli tiplerdeki termogramlar Şekil 3.42'de toplu halde verilmiştir. Termogram bazen % kütle kaybını $[(\Delta m/m_0) \times 100]$ sıcaklığa karşı gösterecek şekilde de verilebilir (Oğuz, 2007).



Şekil 3.41. Tipik bir TGA eğrisi (termogram) (Oğuz, 2007)



Şekil 3.42. Çeşitli termogram tipleri (Oğuz, 2007)

Şekil 3.42’de A’dan G’ye sınıflandırılmış olan tipik termogramların anlamları aşağıda açıklanmıştır (Oğuz, 2007). Buna göre;

Tip A: Çalışılan sıcaklık aralığında herhangi bir kütle değişimi yoktur. DTA/DSC herhangi bir kütle kaybına yol açmayan proseslerin araştırılması için kullanılabilir (Simultane Termal Analiz (STA), TG-DTA/DSC).

Tip B: Başlangıçta çok büyük kütle kaybı ve bunu izleyen plato; polimerizasyon süresince uçucu bileşiklerin evaporasyonunda, kurutmada ve çökelmede (deposition) karşılaşılan durumdur.

Tip C: Tek aşamalı dekompozisyon.

Tip D: Çok aşamalı dekompozisyon olup tepkime adımları da kolaylıkla anlaşılabilmektedir.

Tip E: Tek tek tepkime adımlarının anlaşılabilmesi zor olup bu tür durumlarda, TG eğrisinin türevini karakterize eden Diferansiyel Termogravimetri (DTG) eğrisi tepkime adımlarını ayırt etmek açısından tercih edilmektedir.

Tip F: Örnek madde ile etkileşim içinde olan bir atmosfere işaret etmekte olup yüzey oksidasyon tepkimeleri nedeniyle bir kütle artışı gözlenmiştir.

Tip G: Kütle artışını dekompozisyon izlemekte olup bu tür eğri örnek maddenin yüzeyinin oksitlenmesi sonucunda oluşan tepkime ürünlerinin dekompozisyonunda karşımıza çıkmaktadır.

Ham ve boyalı kumaş numunelerinin TGA testleri Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında bulunan Mettler Toledo marka TGA 3+ model Termogravimetrik Analiz (TGA) test cihazında yapılmıştır (Şekil 3.43). Kumaş numuneleri 5-20 mg aralığında tartılarak alüminyum kaplara konulmuş, 40,0 ml/dk hızındaki azot (N₂) gazı akışı altında, 10 °C/dk ısıtma hızı ile 25 °C'den 600 °C sıcaklığına kadar ısıtılarak test işlemi gerçekleştirilmiş ve TGA termogramları elde edilmiştir.



Şekil 3.43. Mettler Toledo TGA 3+ test cihazı
(<https://cumerlab.cu.edu.tr/cu/laboratuvarlar/cihazlar-listesi/tga-dta>)

Gelişmiş bir TA tekniği olan DSC, örnek ve referans maddeye kontrollü biçimde aynı sıcaklık programı uygulanırken örnek ile referans madde arasında birim zamandaki enerji girdisi (mJ/s) farkının (mW olarak güç farkı, ΔP), sıcaklığın fonksiyonu olarak ölçüldüğü bir analizdir (Oğuz, 2007).

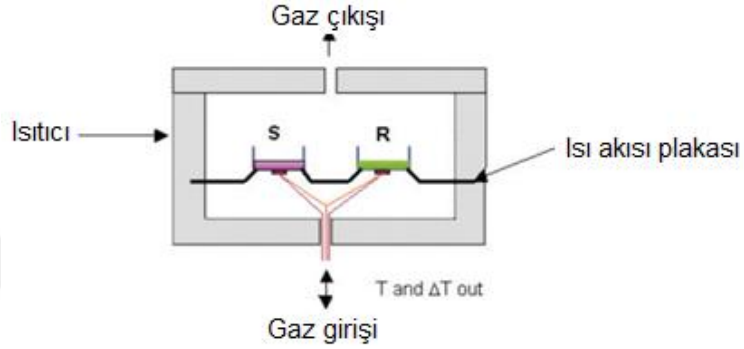
Uygulamada aşağıda verilen iki türü mevcuttur:

- Isı Akıllı/Akışlı DSC (Heat Flux/Flow DSC),
- Güç Dengeli DSC (Power Compensated DSC)

Tez çalışmasında kullanılan Isı Akıllı/Akışlı DSC analizinin temeli Şekil 3.44'te gösterilmiştir. Burada örnek ve referans madde, bulundukları kaplar ve kapların altında yer alan ısı akışı plakası arasında iyi bir ısı teması (ısı aktarımı) gerçekleştirmek için; örnek ve referans madde sıg kaplara (tepsilere) daha az miktarda yayılmış olarak konmaktadır.

Örnek madde (S) ve referans madde (R) içeren DSC hücresinin simetrik olarak ısıtılması ise hücrenin etrafını çevreleyen fırının yüksek ısı iletim (kondüksiyon) katsayısına sahip bir metalden

yapılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Deneylerde DSC hücresine gerekli atmosferi (inert, oksidatif vb.) sağlamak, açığa çıkan uçucu bileşikleri sürüklemek ve aynı zamanda ısı aktarımına yardımcı (konveksiyon ısı aktarımı) olmak amaçlı çoğunlukla gaz akışı verilmektedir. Fırının kontrolü, bilgisayar kontrollü sistemler aracılığıyla sağlanmakta ve DSC eğrisi kaydedilip ticari yazılım ile amaca uygun işlenebilmektedir. Hücreden alınan sinyaller sıcaklık için mV mertebesinde, sıcaklık farkı ΔT için μV mertebesinde olup, düşük gürültülü, yüksek kazançlı yükselticilerle (amplifiers) bu sinyaller yükseltilerek kaydedilmektedir (Oğuz, 2007).



Şekil 3.44. DSC analizinin temeli (Oğuz, 2007)

Ham ve boyalı kumaş numunelerinin DSC testleri Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında bulunan Mettler Toledo marka Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) test cihazında yapılmıştır (Şekil 3.45). Kumaş numuneleri 1,5-3 mg aralığında tartılarak alüminyum kaplara konulmuş ağzı kapatılıp, preslenerek cihaza yerleştirilmiştir. Numuneler 40,0 ml/dk hızındaki azot (N_2) gazı akışı altında, 15 °C/dk ısıtma hızı ile 25 °C'den 300 °C' sıcaklığına kadar ısıtılarak test işlemi gerçekleştirilmiştir ve DSC termogramları elde edilmiştir.



Şekil 3.45. Mettler Toledo DSC test cihazı (<https://cumerlab.cu.edu.tr/cu/laboratuvarlar/cihazlar-listesi/dsc>)

X-Işını Difraktometresi (XRD)

X-Işını Kırınım ölçümü (XRD), her bir kristalin fazın kendine özgü atomik dizilimlerine bağlı olarak, X-ışınlarını karakteristik bir düzen içerisinde kırması esasına dayanır. Her bir kristalin fazı için bu kırınım desenleri bir nevi parmak izi gibi o kristali tanımlamaktadır (<https://cumerlab.cu.edu.tr/cu/laboratuvarlar/cihazlar-listesi/xrd>).

Kristal yapı üzerine X-ışınları yönlendirildiğinde, ışınlar katı yüzeyden küçük geliş açılarıyla yansımaya uğramakta ve atomların paralel düzlemleri tarafından saçılmaktadırlar (Şekil 3.46). Bu saçılımlar kırınım olarak adlandırılmakta ve açıklanması için Bragg kanunu kullanılmaktadır. Söz konusu kanun aşağıdaki eşitlikle ifade edilmektedir (Hatamlou, 2019).

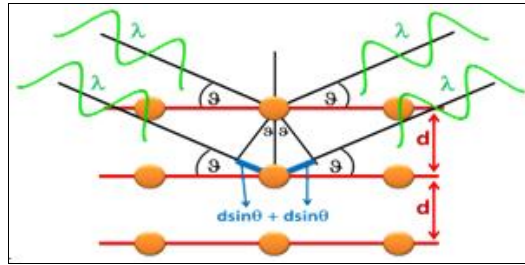
$$n\lambda = 2 \cdot d \cdot \sin \theta \quad (3.8)$$

n: Kırınım sabiti,

λ : X-ışını dalga boyu,

d: Düzlemler arası mesafe,

θ : (Theta) Kırılma açısı olarak ifade edilmektedir.



Şekil 3.46. X-ışını kırınım ve yansıma geometrisi [X-Işını Kırınımı \(ankaanalitik.com.tr\)](http://ankaanalitik.com.tr)

Ham ve boyalı kumaş numunelerinin kristal yapılarını incelemek için Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında bulunan Panalytical marka Empyrean model XRD cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.47). Numuneler yapışkan şerit üzerine düzgün bir şekilde yapıştırılarak cihaza yerleştirilmiş ve analiz sırasında ölçüm parametreleri, 2θ açısı: 10° - 90° aralığında; tarama hızı: 2,5 derece/dakika olarak çalışılmıştır. X-ışınlarıyla taranan numunelerin X-ışını difraksiyon grafikleri elde edilmiştir.

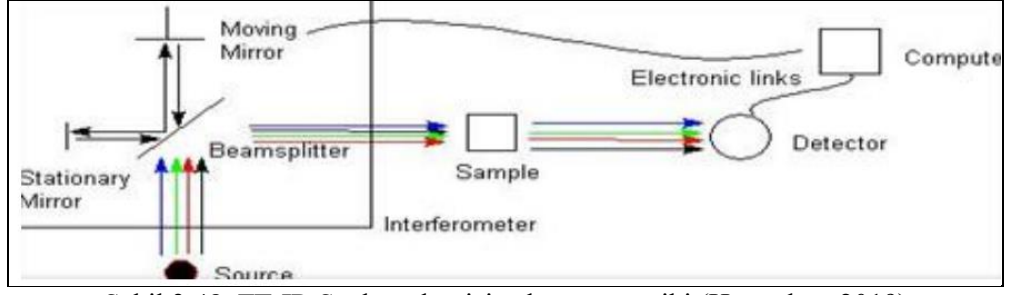


Şekil 3.47. Panalytical Empyrean XRD cihazı
(<https://cumerlab.cu.edu.tr/cu/laboratuvarlar/ cihazlar-listesi/xrd>)

Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrofotometresi (FT-IR)

Fourier dönüşümlü kızılötesi (FT-IR) spektroskopisi, moleküllerin yapısındaki bağların ve fonksiyonel grupların tanımlanmasında başvurulan bir yöntemdir (Esenceli, 2014). Bu yöntemin temeli, molekül içi bağlar üzerine düşürülen kızılötesi ışınların, bağların titreşim ve dönme hareketlerini etkileyerek enerjinin spesifik absorpsiyonu ve/veya iletimine dayanır (Nandiyanto ve ark, 2019; <https://arum.ogu.edu.tr/Sayfa/Index/75/fourier-donusumlu-kizilotesi-spektrometresi-ftir>).

Bir FT-IR spektroskopi aygıtının en önemli kısmı ışık yayıcı, sabit ayna ve hareketli ayna olarak tanımlanabilecek üç temel parçadan oluşan interferometredir (Şekil 3.48). Girişim etkisi ile oluşturulan düzensiz şiddet değişimleri, bir detektör tarafından ölçülmekte, aynı zamanda da sayısal olarak kaydedilmekte ve örnek ile ilgili spektral bir interferogram elde edilmektedir. Yorumlanabilir bilgi elde etmek için bilgisayar yardımıyla Fast Fourier Transform algoritması kullanılarak IR emittans spektrumu elde edilmektedir. Emittans spektrumu, bir zemin emittans spektrumunun örneğin emittans spektrumuna oranlanması ile absorbansa çevrilmektedir. Fourier Transform tam anlamı ile bir integral hesaplamasıdır ve bu hesap bütün FT-IR enstrümanlarının temel prensibini oluşturmaktadır (Hatamlou, 2019).



Şekil 3.48. FT-IR Spektroskopisi çalışma prensibi (Hatamlou, 2019)

Fonksiyonel gruplar IR spektrumlarında sürekli aynı bölgede sinyal oluşturdıkları için IR spektroskopisi, bir molekülde hangi fonksiyonel grupların bulunduğu veya bir fonksiyonel grubun bulunup bulunmadığı hakkında bilgiler verir. Infrared bölgenin 4000 ile 1300 cm^{-1} arasında kalan kısmında karşılaşılan bantlar moleküllerde bulunan çeşitli fonksiyonel gruplara ait belirgin bantlardır. Bu bantlar sadece o molekülün varlığıyla ortaya çıkarlar ve molekülün yapısından çok az etkilenir. Bu nedenle bu bölgeye belirgin fonksiyonel grup bölgesi denir (Meşeli, 2014).

İnfrared bölgesinin 1300 ile 650 cm^{-1} arasındaki frekans aralığında gözlenen bantlar fonksiyonel grup bölgesindeki bantların aksine, molekülün yapısından çok etkilenir. Bu bölgedeki bantların tümü incelenen moleküle özgüdür ve bu nedenle bu bölgeye molekülün parmak izi bölgesi adı verilir (Meşeli, 2014).

Ham ve boyalı kumaş numunelerinin yapısal özelliklerini incelemek için Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında bulunan Jasco marka FT/IR-6700 model spektrofotometre cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.49). Numune kumaşların FT-IR analizleri, $400\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ dalga boyu aralığında yapılmış ve FT-IR spektrumları elde edilmiştir.



Şekil 3.49. Jasco FT/IR-6700 spektrofotometre cihazı
(<https://cumerlab.cu.edu.tr/cu/laboratuvarlar/cihazlar-listesi/ft-ir>)

3.2.7. Pestisit Analizi

Bitkisel üretimi sınırlayan hastalık, zararlı ve yabancı otlardan bitkileri korumak, bu yolla tarımsal üretimi artırmak ve kalitesini yükseltmek amacıyla yapılan tüm işlemlere “Bitki Koruma”

ya da başka bir deyişle “Zirai Mücadele” denir. Zirai mücadelede kültürel önlemler başta olmak üzere kimyasal mücadeleye alternatif biyolojik mücadele ve biyoteknik yöntemlerin kullanılması son derece önemlidir; günümüzde insan sağlığı ve çevre açısından da büyük önem taşımaktadır. Ancak, kimyasal mücadele kısa sürede etki göstermesi ve kullanımının kolay olması nedeniyle, dünyada olduğu gibi Türkiye’de de en çok tercih edilen yöntemdir. Kimyasal mücadeleye yönelik olarak bitki koruma amaçlı kullanılan ürünlere pestisit denilmektedir. Pestisitler kullandıkları zararlı gruplarına ya da hedef alınan organizmaya göre insektisit, fungusit ve herbisitler olarak üç büyük grubu ayrılır (Özercan ve Taşçı, 2022). İnsektisitler böcekler, fungusitler funguslara ve herbisitler ise yabancı otlara karşı kullanılmaktadır (Tiryaki ve ark., 2010).

Ekolojik tekstil veya eko tekstil; elyaf halinden bitmiş halde ürün oluncaya kadarki tüm işlem basamaklarında çevre gözetilerek üretilmiş, kullanım aşamasında kullanıcıya zarar vermeyen ve kullanıldıktan sonra atılacak olan ürünün tekrar geriye kazanılır olması (recycling) veya çevreye zararsız ürünlere dönüşebilen ürün demektir. Tekstilde ekolojik ve organik ürünlere yönelim, çevre kirliliğini azaltmayı, tüketici sağlığı ile birlikte tekstil ve hazır giyim sektörlerinde çalışanların sağlık koşullarını da ciddiye alarak çevre dostu üretim yapmayı hedeflemektedir. Bu alanda yapılan çalışmalar sonucunda özel çevre etiketleri oluşturulmuş olup en yaygın kullanılanları “Eko-Teks 100” standardıdır. Bu standartlar kapsamında zararlı maddelerin sınır değerleri ve koşulları sıkı bir şekilde belirlenmiş olup inceleme kriteri ve sınır değerleri tekstil ürününün kullanım amacına bağlıdır. Örneğin, bebek kumaşlarındaki inceleme kriteri ve sınır değerleri döşeme örtüleri veya perdeler göre çok daha sıkı hazırlanmıştır (Oral ve ark., 2012). “Eko-Teks Standart 100” ve “Eko-Tex Organik pamuk” standartlarına göre pamuk ve organik pamuklarda ürün gruplarına göre pestisit sınır değerleri Çizelge 3.18’de verilmiş olup zararlı pestisit listeleri Ek-1 ve Ek-2 ‘de verilmiştir (<https://www.oeko-tex.com/en/>).

Çizelge 3.18. Pamuk ve organik pamuklarda pestisit sınır değerleri (<https://www.oeko-tex.com/en/>)

Ürün sınıfı			Bebek	Cilde temas eden ürün	Cilde temas etmeyen ürün	Dekorasyon malzemeleri
Pamuk	Pestisit	Toplam	0,5	1,0	1,0	1,0
Organik pamuk		(mg/kg=ppm)	0,5	0,5	0,5	0,5

Ham ve boyalı kumaş numunelerinin pestisit testleri kromatografi yöntemi ile yapılmıştır. Kromatografi bir karışım içerisindeki bileşikler birbirinden ayırmak ve maddeleri saflaştırmak için kullanılan bir yöntemdir ve ana amacı hedeflenen numunenin ayrımının yapılması ve miktarının ölçülmesidir. Bu yöntem, çeşitli maddelerin, hareketli bir faz yardımıyla, sabit bir faz üzerinde, değişik hızlarla hareket etmeleri veya sürüklenmeleri esasına dayanır (Eser ve Sepici Dinçel, 2018). Numuneler Çukurova Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalı Adli Toksikoloji Laboratuvarında SHIMADZU LCMS-8040 LC-MS/MS Sıvı Kromatografi-Tandem Kütle Spektrometresi cihazı kullanılarak test edilmiştir (Şekil 3.50).



Şekil 3.50. Sıvı Kromatografi-Tandem Kütle Spektrometresi (LC-MS/MS) test cihazı

Sıvı Kromatografi-Tandem Kütle Spektrometresi cihazı (LC MS/MS), molekülleri hem kütle/yük oranlarına göre, hem de kolondan çıkış zamanlarına göre analiz etmektedir. Kütle spektrometresi manyetik veya elektriksel bir alanda hareket eden yüklü partikülleri kütle/yük (m/z) oranlarına göre diğer yüklü partiküllerden ayırt ederek ölçme esasına göre çalışan cihazlardır. Kütle dedektörü iyon kaynağı, kütle analizörü ve iyon dedektör sistemi olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır (Eser ve Sepici Dinçel, 2018).

İyon Kaynağı: Numunenin iyonlaştırılarak cihaza gönderildiği kısımdır.

Kütle Analizörü: İyon kaynağından gelen iyonlar, kuadropoller sayesinde değişen elektromanyetik bir alana tabi tutularak m/z (kütle/yük) oranlarına göre ayrılır.

MS İyon Dedektör Sistemi: MS dedektörü yüksek duyarlılığa sahip, pozitif ve negatif iyon modlarında çalışabilen iyonları kütle ve yüklerine göre analiz edebilen bir sistemdir.

Pestisit testi için ham ve boyalı kumaş numuneleri 10x10 cm ebadında kesilerek, her bir kumaş örneği 3 tekrarlı, 9 parça olarak çalışılmıştır. Kesilen kumaş numunesi üzerine 50 ml Metanol eklenerek 1 gece (overnight) bekletilmiş, ertesi gün örneklerden 1 ml'si viallere aktarılarak, içerisine internal (iç) standard eklenerek analiz edilmek üzere cihaza verilmiştir. LC MS/MS cihazında çalışma koşulları Çizelge 3.19'da verilmiştir.

Çizelge 3.19. LC-MS/MS cihazının çalışma koşulları

Kolon	Restek Allure PFPP 5µm 50x2.1 mm
İyon kaynağı	Elektro spray ionization (ESI)
Gaz akışı	0.4 ml/dk
Fırın sıcaklığı	40°C
DL sıcaklığı	250°C
Heat block sıcaklığı	400°C
Dedektör voltajı	1.88 kV
Interface voltajı	4.5 kV
Nebulizing gaz	3 L/dk
Gradient programı	Binary gradient
Enjeksiyon hacmi	20 µl
Analiz süresi	20 dk
Mobil faz A	1 litre ultra saf su içerisinde 10 mm amonyum format
Mobil faz B	Metanol
İğne yıkama	Su/metanol (50/50 v/v)

Ham ve boyalı kumaş numunelerinde toplam 144 pestisit incelenmiştir. Analitler, Shimadzu'dan (Tokyo, Japonya) satın alınan Shim-pack kolonu (150x2.0 mm ID) üzerinde 0.4 mL/dk'lık bir akış hızında oda sıcaklığında kromatografik olarak ayrılmıştır. Mobil faz, su içinde (A) 5 mM amonyum format ve metanol (B) içinde 5 mM amonyum formattan oluşmaktadır. Pozitif mod için gradyan %10 B ile başlatılmış ve 0,5 mL/dk akış hızında 10 dakika tutularak, ardından akış hızı %90 B ile 1 mL/dk'ya çıkarılmış ve bu koşullarda 5 dakika tutularak, 15 dakika sonra akış hızı %10 B ile 0,5 mL/dk'a geri döndürülmüştür. Eluent, ilk 1,5 dakika içinde atığa yönlendirilmektedir. Numune başına toplam çalışma süresi 18 dakikadır. Seçilen tüm analitler pozitif iyonizasyon modunda (ESI+) analiz edilmiştir.

Uygulanan 144 pestisit LC-MS/MS cihazı için analiz parametreleri (alınma süresi, öncül iyonları ve fragment iyonları) Ek-3'te verilmiştir.

3.2.8. İstatistiksel Analiz

Çalışma kapsamında farklı bölge pamuk lif özellikleri, bu liflerden üretilen kompakt penye iplik özellikleri ve örme kumaş performans özellikleri standartlara göre belirlenmiştir. Deneysel çalışma sonucunda verilerin istatistiksel analizleri için SPSS 15 istatistik paket programı kullanılmıştır.

Çalışmada öncelikle yerli ve ithal pamukların HVI ve AFIS verilerinin normal dağılıma uygunlukları SPSS programı ile analiz edilmiştir. Pamuk çırçırılama şekilleri farklı olduğundan yerli ve ithal pamukların elyaf, iplik ve kumaş test sonuçlarının istatistiksel analizi “yerli” ve “ithal” olarak ayrı değerlendirilmiştir. Normal dağılıma sahip verilerin analizinde parametrik testler (ANOVA, Post Hoc testleri), aksi durumda parametrik olmayan testler (Kruskal-Wallis, Mann-Whitney U testleri) kullanılmıştır. Kolmogorov Smirnov (K-S) testi normal dağılımın kontrolü için sıklıkla kullanılan testlerden biridir. Bu teste göre anlamlılık değeri (p) 0,05'ten büyük ise (p >0,05) veriler normal dağılım göstermekte, (p) 0,05'ten küçük ise (p <0,05) veriler normal dağılım göstermemektedir. Normal dağılıma uymayan verilerin histogram grafiklerine de bakılmıştır.

Histogram grafiklerinde normal dağılım eğrisi; ölçüm sonuçlarının orta noktalarda yoğunlaştığı, uç noktalarda seyrekleştiği bir dağılım şeklini ifade etmektedir. Normal dağılımda, eğrinin simetrik veya simetriğe yakın olması, diğer bir deyişle verilerin frekanslarını temsil eden çubukların çan eğrisine benzer bir görünüme sahip olması gerekmektedir (Kalaycı, 2014; Esi, 2020).

Normal dağılıma uymayan verilerin çarpıklık-basıklık değerlerine de bakılmıştır. Çarpıklık dağılımın simetrisi, basıklık ise dağılımın sivrilmesi hakkında bilgi vermektedir. Eğer verilerin dağılımı mükemmel derecede normal dağılım gösteriyorsa basıklık ve çarpıklık değerleri 0 olarak hesaplanmaktadır. Pozitif çarpıklık değeri, dağılımın düşük değerlerde grafiğin solunda toplandığını ifade etmektedir. Negatif çarpıklık değeri ise dağılımın yüksek değerlerde grafiğin sağ tarafında toplandığını göstermektedir. Pozitif basıklık değeri, dağılımın oldukça sivri olduğuna, verilerin merkezde toplandığına, grafiğin ince ve kuyrukların uzun olduğuna işaret etmektedir. Negatif basıklık değerleri ise dağılımın nispeten düz olduğunu (uç noktalarda çok fazla verinin olduğunu) göstermektedir (Kalaycı, 2014; Esi, 2020). Literatürde farklı değer aralıkları ve yorumlamalar olmakla birlikte, çarpıklık-basıklık değerleri -2 ve +2 arasında yer alıyorsa, verilerin normal dağıldığı söylenebilmektedir (Kalaycı, 2014).

Yerli ve ithal pamukların verilerinden normal dağılım gösterenlerde, numune gruplarının test sonuçları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle varyansların homojenliği testine bakılarak, test sonucunda anlamlılık (p değeri) değeri $> 0,05$ ise varyansların homojen, aksi halde homojen olmayan dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Varyansları homojen dağılım gösteren verilerin çoklu karşılaştırma testi (post-hoc) Tukey HSD , homojen dağılım göstermeyen veriler için Tamhane testi sonuçları ile değerlendirilmiştir. Yerli ve ithal pamukların verilerinden normal dağılım göstermeyenlerde ise, numune gruplarının test sonuçları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı Kruskal-Wallis, verilerin çoklu karşılaştırma testi için Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Yerli ve ithal pamuk liflerinden üretilen kompakt penye iplik özellikleri ve örme kumaş performans özelliklerinin istatistiksel değerlendirmesi de aynı şekilde yapılmıştır.

Çalışmada ilişkili olduğu düşünülen veri grupları arasındaki ilişkinin yönünü, gücünü ve anlamlılığını belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. En yaygın kullanılan korelasyon analizleri Pearson ve Spearman korelasyon analizleridir. Değişkenlerin hangi ölçek düzeyinde ölçüldüğüne, sürekli veya kesikli olmalarına ve verilerin doğrusal olup olmamasına bağlı olarak incelenecek korelasyon katsayısı da değişmektedir. Genel olarak veriler normal dağılıma uyup parametrik test koşullarını sağlıyorsa Pearson korelasyon analizi, sağlamıyorsa Spearman korelasyon analizi kullanılmaktadır (Kalaycı, 2014; Esi, 2020). Değişkenlere ait veriler arasındaki uyumu ifade eden korelasyon katsayısının (r harfi ile gösterilmektedir) mutlak değer olarak mümkün olduğunca 1'e yakın olması, anlamlılık (p) düzeyinin %99 güvenilirlik için 0,01'den, %95 güvenilirlik düzeyi için ise 0,05'ten küçük olması istenmektedir.

Literatürde farklı sınıflandırmalar olmakla birlikte, değişkenler arasındaki ilişkinin seviyesi Çizelge 3.20’de belirtilen şekilde yorumlanmaktadır (Akgül ve Çevik., 2003).

Çizelge 3.20. Korelasyon katsayılarına göre ilişki seviyeleri (Akgül ve Çevik., 2003)

Korelasyon katsayısı (r)	İlişki seviyesi
0,00-0,25	Çok zayıf
0,26- 0,49	Zayıf
0,50- 0,69	Orta
0,70- 0,89	Yüksek
0,90-1,00	Çok yüksek

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında farklı yöre pamuk lif özellikleri ile üretilen kompakt penye iplik ve kumaş özelliklerini belirlemek üzere ilgili kalite kontrol standartları dâhilinde fiziksel ve performans testleri yapılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde, uygulanan testler sonucunda ulaşılan veriler sunulmuş, her bir özellik değerlendirilerek grafikler yorumlanmıştır. Ayrıca pamuk tipinin lif, iplik ve kumaş özellikleri üzerindeki etkisi SPSS 15.0 paket programı ile %95 güven aralığında istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

4.1. Elyaf Test Sonuçları

Elyaf özellikleri; demet halinde lif özellikleri ve tek lif halinde lif özellikleri başlıkları altında değerlendirilmiştir. Her bir lif özelliği, referans değerleri ve Uster İstatistikleri 2023 ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

4.1.1. HVI Sonuçları

Demet halindeki lif özelliklerinin HVI sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Pamuk tiplerinin HVI sonuçları

HVI test sonuçları		Pamuk tipi					
		E	H	U	A	B	Y
SCI	Ort.	150,53	154,37	155,10	143,80	123,93	143,53
	%CV	5,35	5,08	5,33	4,88	7,76	5,13
Mst	Ort.	6,23	6,94	7,92	5,80	5,10	7,27
	%CV	6,60	5,99	4,35	6,10	7,39	6,17
Mic	Ort.	4,63	5,35	4,85	4,45	3,99	4,79
	%CV	4,10	3,92	4,76	4,06	7,25	5,45
Mat	Ort.	0,87	0,89	0,87	0,85	0,85	0,87
	%CV	1,13	1,02	0,84	0,81	1,06	0,62
UHML	Ort.	30,09	30,67	29,83	30,48	27,88	29,69
	%CV	2,33	2,74	2,52	1,15	2,85	2,03
UI	Ort.	83,64	85,16	84,69	83,09	83,23	84,09
	%CV	1,17	1,15	1,00	1,21	1,10	0,78
SFI	Ort.	7,96	6,38	6,74	8,92	12,05	7,08
	%CV	9,89	8,24	9,12	8,32	4,87	7,63
Str	Ort.	35,84	36,93	36,25	31,97	26,31	33,63
	%CV	4,14	4,08	4,88	3,41	6,60	3,00
Elg	Ort.	6,97	6,49	7,39	9,34	7,66	7,51
	%CV	6,80	9,82	9,55	5,03	5,56	7,57
Rd	Ort.	71,72	70,46	72,94	79,63	72,22	70,80
	%CV	0,80	1,91	1,89	0,74	1,34	1,43
(+)b	Ort.	8,74	8,23	8,97	7,17	11,45	9,25
	%CV	5,82	3,18	2,82	4,81	2,95	2,46
Tr Cnt	Ort.	111,37	104,10	153,87	76,97	80,50	52,23
	%CV	21,97	19,90	10,49	10,91	16,71	17,80
Tr Area	Ort.	1,63	2,50	2,01	0,60	0,65	0,71
	%CV	20,60	22,10	9,22	14,38	29,32	24,92
Tr Grade	Ort.	7,82	8,00	8,00	4,87	5,07	5,50
	%CV	6,86	0,00	0,00	10,43	20,03	14,12
Amt	Ort.	450,27	424,87	476,80	383,50	452,50	414,23
	%CV	16,74	19,23	7,67	6,15	15,25	18,08

HVI Lif İnceliğinin Değerlendirilmesi

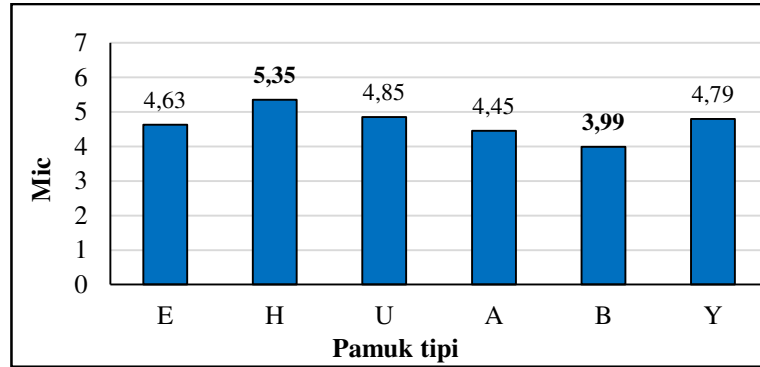
Mikroner (Mic) değerine göre ince olan liflerden daha az hava geçmekte (yüzey alanı arttığı için), buna göre mikroner değeri azalmaktadır. Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin mikroner değerine ve Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.2’de; karşılaştırma grafiği Şekil 4.1’de verilmiştir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008; Uster Statistics 2023).

Uster İstatistiklerinde elyaf ve iplik üreticilerinden toplanan istatistiki değerlerden sınır grafikleri oluşturulmakta ve %5, %25, %50, %75 ve % 95 sınır çubukları çizilerek, iplik üreticilerinin dünya üretiminin hangi %'lik kalite dilimine girdiğini öğrenmesine olanak sağlanmaktadır. Uster İstatistiklerinde ilgili kalite özelliği için %5 sınır çizgisi en iyi %'lik kalite dilimini; %95 ve üstü ise en düşük %'lik kalite dilimini ifade etmektedir.

Çizelge 4.2. Lif inceliğinin (Mic) değerlendirilmesi

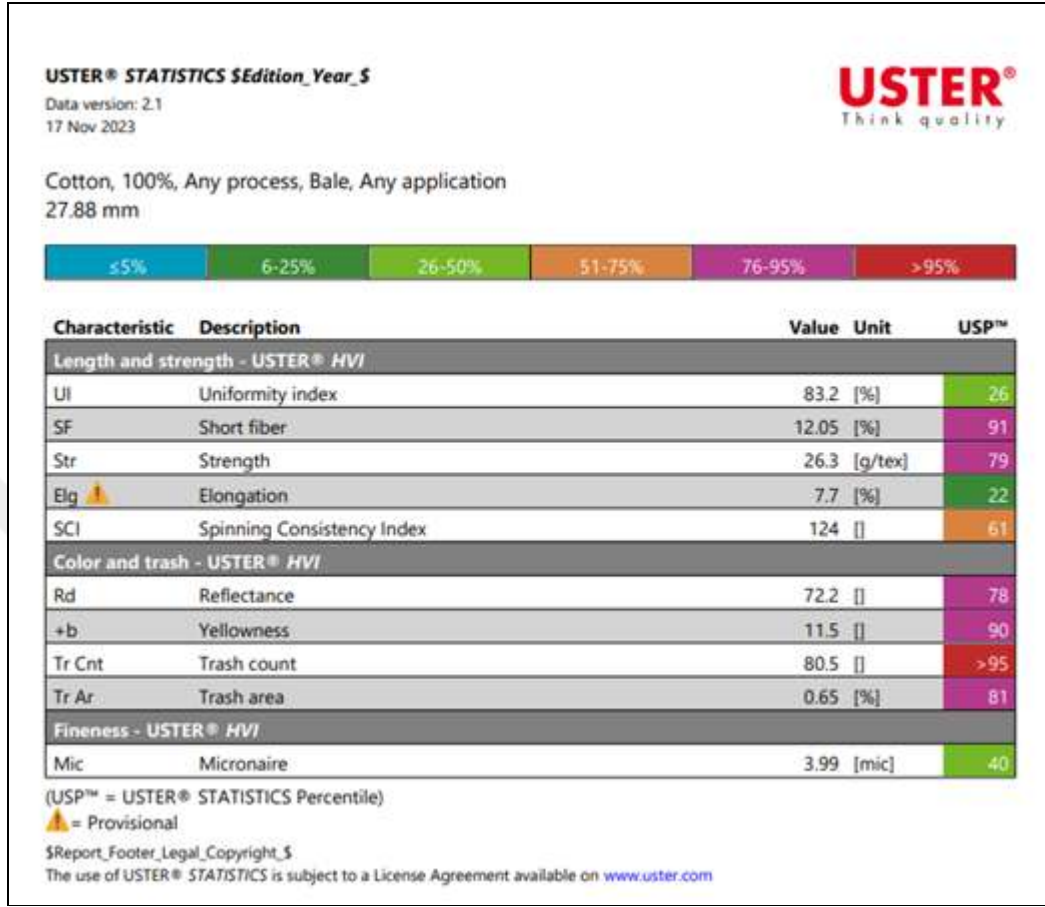
Pamuk tipi	Mic	Değerlendirme	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	4,63	Orta	%76 - %95
H	5,35	Kalın	%95 üstü
U	4,85	Kalın	%95 üstü
A	4,45	Orta	%76 - %95
B	3,99	Orta	%26 - %50
Y	4,79	Orta	%95 üstü

Değerlendirme sonucuna göre Ege, Amerika, Brezilya ve Yunanistan pamukları orta; Hatay ve Urfa pamukları ise kalın lif sınıfında yer almaktadır. Uster İstatistiklerine göre lif inceliği açısından Brezilya pamuğu dünya pamuk üretiminde %26-%50 arası dilimde yer alır ve çalışılan pamuklar içinde en kaliteli pamuktur. Bir başka ifadeyle dünya pamuk üretimi içerisinde Brezilya pamuğu mikroner değeri bakımından ilk % 40’lık dilim içerisinde yer alır; Ege ve Amerika pamukları dünya pamuk üretiminde %76 - %95 arası dilimde; Hatay, Urfa ve Yunanistan pamukları %95 üstü dilimde yer almaktadır (Çizelge 4.2). İplik üretiminde lif inceliği çok önemlidir. Belirli numaradaki iplik için lif inceldikçe iplik kesitinde yer alan lif sayısı artar, böylece ipliğin mukavemeti ve ayrıca eğrilebilme limiti yükselir (Uygun Nergis, 2008).



Şekil 4.1. Lif inceliği (Mic)

Brezilya pamuğunun tüm lif özellikleri Uster İstatistikleri uygulamasına girilmiş ve uygulamadan alınan örnek tablo Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Brezilya pamuğu Uster İstatistikleri değerlendirilmesi

Şekil 4.2’deki USP değerleri Brezilya pamuğunun dünya pamuk üretimi içerisinde hangi yüzdelik kalite dilimine girdiğini göstermektedir. Tez kapsamında çalışılan farklı yöre pamuklarının tüm lif özellikleri benzer şekilde Uster İstatistikleri uygulamasına girilmiş ve dünya pamuk üretimi içerisinde hangi yüzdelik kalite dilimine girdiği incelenerek çizelgelerde verilmiştir.

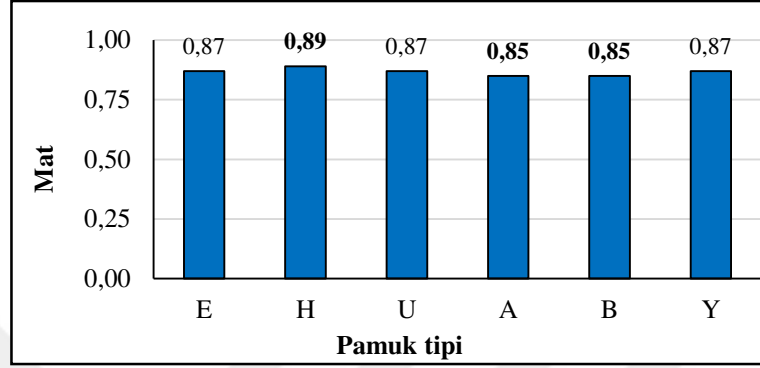
HVI Lif Olgunluğunun Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin lif olgunluk indeksine (Mat) göre değerlendirilmesi Çizelge 4.3’te; karşılaştırma grafiği Şekil 4.3’te verilmiştir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008).

Çizelge 4.3. Lif olgunluk indeksinin (Mat) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	Mat	Değerlendirme
E	0.87	Olgun
H	0.89	Olgun
U	0.87	Olgun
A	0.85	Olgun değil
B	0.85	Olgun değil
Y	0.87	Olgun

Değerlendirme sonucuna göre Amerika ve Brezilya pamukları dışındakiler olgun lif sınıfında yer almaktadır. Olgun olmayan lifler yumuşak tutumlu, parlak görünümlüdür, fakat fazla neps içerir. Mukavemeti düşük olduğundan iplik üretimi sırasında çabuk kopar ve neps oranı daha da artar. Bu olumsuz durumlar yanında boyamada da düzgünsüzlükler yaratır. Bu nedenle bir pamuk partisinde olgun olmayan lif oranının mümkün olduğunca düşük olması istenir (Yazıcıoğlu, 1999).



Şekil 4.3. Lif olgunluk indeksi (Mat)

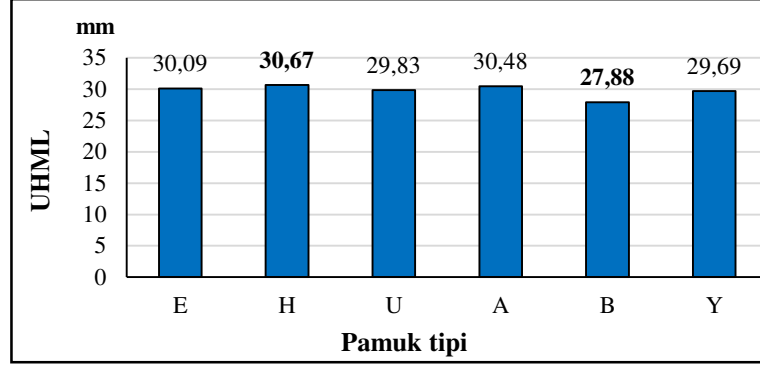
HVI Lif Uzunluğunun ve Üniformite İndeksinin Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin lif uzunluğuna (UHML) göre değerlendirilmesi Çizelge 4.4'te; karşılaştırma grafiği Şekil 4.4'te verilmiştir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008).

Çizelge 4.4. Lif uzunluğunun (UHML) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	UHML (mm)	Değerlendirme
E	30,09	Uzun
H	30,67	Uzun
U	29,83	Uzun
A	30,48	Uzun
B	27,88	Orta
Y	29,69	Orta

Lif uzunluğuna (UHML) göre Ege, Hatay, Urfa ve Amerika pamukları uzun; Brezilya ve Yunanistan pamukları ise orta uzunlukta elyaf sınıfında yer almaktadır. Lif uzunluğu eğrilebilme sınırını, iplik mukavemetini, düzgünsüzlüğü ve tüylülüğü etkileyen en önemli lif özelliklerindendir (Uygun Nergis, 2008). Lif uzunluğu arttıkça, iplik kalitesi de artmaktadır.



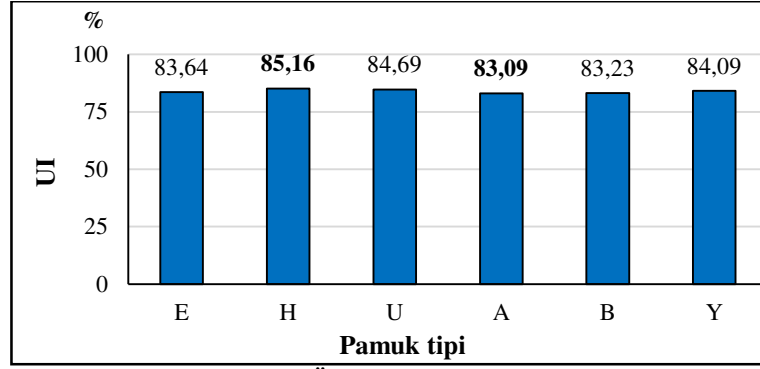
Şekil 4.4. Lif uzunluğu (UHML)

Pamuk tiplerinin; lif uzunluğunun fibrogramdaki dağılımını ifade eden üniformite indeksine (UI) ve Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.5'te; karşılaştırma grafiği Şekil 4.5'te verilmiştir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008; Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.5. Üniformite indeksinin (UI) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	UI (%)	Değerlendirme	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	83,64	Orta	%26 - %50
H	85,16	Yüksek	%6 - %25
U	84,69	Yüksek	%6 - %25
A	83,09	Orta	%51 - %75
B	83,23	Orta	%26- %50
Y	84,09	Orta	%26- %50

Lif üniformite indeksine (UI) göre Hatay ve Urfa pamukları yüksek; Ege, Amerika, Brezilya ve Yunanistan pamukları ise orta elyaf sınıfında yer almaktadır. Uster İstatistiklerine göre üniformite indeksi açısından Hatay ve Urfa pamukları dünya pamuk üretiminde %6-%25 arası dilimde yer alır ve çalışılan pamuklar içinde en kaliteli pamuklardır. Ege, Brezilya ve Yunanistan pamukları dünya pamuk üretiminde %26- %50 arası dilimde (Brezilya pamuğu %26 sınırında); Amerika pamuğu %51 - %75 arası dilimde yer almaktadır. Üniformite indeksi iplik düzgünsüzlüğünü, mukavemetini ve eğirme işleminin verimliliğini etkiler. Düşük üniformite indeksine sahip pamuklar (yüksek lif uzunluğu varyansı gösteren) yüksek oranda kısa lif içerebilir, bu tür pamuğun işlenmesi zor ve daha düşük kaliteli iplik üretme olasılığı yüksektir (Wright, 1982).



Şekil 4.5. Üniformite indeksi (UI)

HVI Kısa Lif İndeksinin Değerlendirilmesi

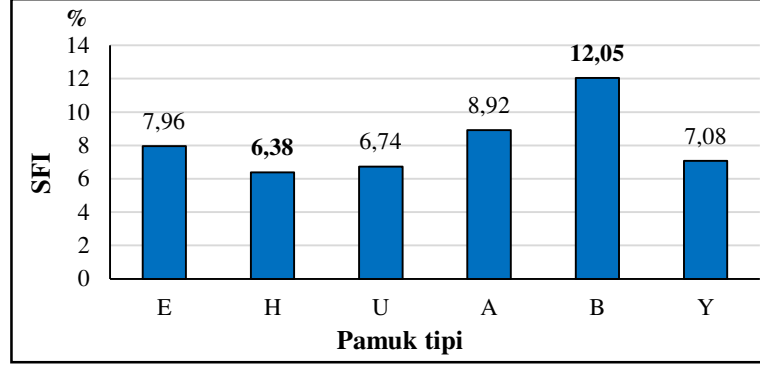
Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin kısa lif indeksine (SFI) ve Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.6'da; karşılaştırma grafiği Şekil 4.6'da verilmiştir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008; Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.6. Kısa lif indeksinin (SFI) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	SFI (%)	Değerlendirme	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	7,96	Düşük	%51- %75
H	6,38	Düşük	%26 - %50
U	6,74	Düşük	%26 - %50
A	8,92	Düşük	%76 - %95
B	12,05	Orta	%76 - %95
Y	7,08	Düşük	%26 - %50

Kısa lif indeksine göre Ege, Hatay, Urfa, Amerika ve Yunanistan pamukları düşük; Brezilya pamukları ise orta elyaf sınıfında yer almaktadır. Uster İstatistiklerine göre kısa lif indeksi açısından Hatay, Urfa ve Yunanistan pamukları dünya pamuk üretiminde %26-%50 arası dilimde (Urfa pamuğu %26 sınırında, Hatay pamuğu %26 sınırına yakın) yer alır ve çalışılan pamuklar içinde en kaliteli pamuklardır. Ege pamuğu dünya pamuk üretiminde %51- %75 arası dilimde, Amerika ve Brezilya pamukları %76 - %95 arası dilimde yer almaktadır. Genel olarak, çalışmada kullanılan yerli pamukların kısa lif indeksi (SFI) değerleri daha düşüktür, literatürde de rollergin pamuğunun, sawgin pamuğuna kıyasla kısa lif miktarının daha düşük olduğu belirtilmiştir (Körlü ve ark., 2008).

Çalışma kapsamındaki pamuklar arasında Amerika ve Brezilya pamuklarının kısa lif indeksi diğerlerine göre fazladır. Literatürde yer alan üniformite indeksi düşük olan pamukların daha fazla kısa lif içereceği bilgisi burada da ortaya çıkmıştır. Ring iplik üretiminde yüksek oranda kısa lif içeriği, çekim ünitesinde kontrol edilemediğinden iplik düzgünsüzlüğünü arttırmaktadır. Ayrıca kısa liflerin iplik yapısına girmesi çok daha zordur, iplik yapısından çıkararak önemli ölçüde iplik tüylülüğüne neden olur. Aynı zamanda kısa lif oranı, eğirme prosesinde telef miktarının ne düzeyde olacağının tahmin edilmesinde fayda sağlar (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008).



Şekil 4.6. Kısa lif indeksi (SFI)

HVI Lif Mukavemetinin ve Kopma Uzamasının Değerlendirilmesi

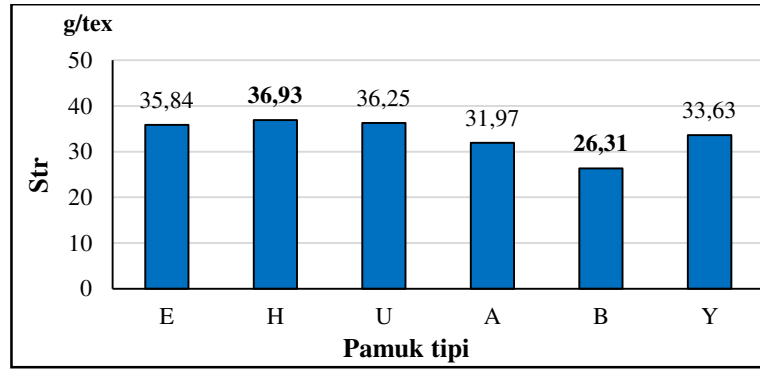
Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin mukavemete (Str) ve Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.7’de; karşılaştırma grafiği Şekil 4.7’de verilmiştir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008; Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.7. Lif mukavemetinin (Str) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	Str (g/tex)	Değerlendirme	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	35,84	Çok sağlam	%5 ve altı
H	36,93	Çok sağlam	%5 ve altı
U	36,25	Çok sağlam	%5 ve altı
A	31,97	Çok sağlam	%6 - %25
B	26,31	Orta	%76- %95
Y	33,63	Çok sağlam	%5 ve altı

Uster İstatistiklerine göre mukavemet (Str) açısından Ege, Hatay, Urfa ve Yunanistan pamukları dünya pamuk üretiminde %5 ve altı dilimde, Amerika pamuğu %6 - %25 arası dilimde yer alarak çok sağlam pamuklar olarak sınıflandırılmaktadır.

Brezilya pamuğu dışındaki tüm pamukların mukavemet değerleri birbirine yakındır. En yüksek mukavemet değerine ise Hatay pamuğu sahiptir. Pamuk liflerinin olgunluk derecesi ne kadar fazla ise selüloz mikrofibrillerinden oluşan sekonder hücre duvarının kalınlığı artmakta ve böylece artan selülozla birlikte lif mukavemeti de artmaktadır (Seagull ve Alspaugh, 2001; Wakelyn ve ark, 2006). En olgun Hatay pamuğu en yüksek mukavemete ve aynı zamanda en düşük kısa lif indeksine sahiptir.



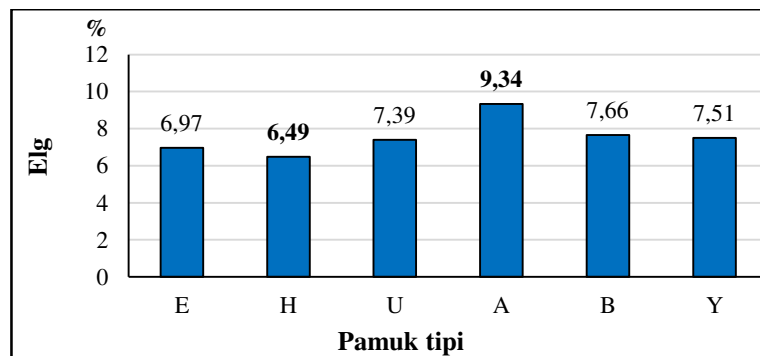
Şekil 4.7. Lif mukavemeti (Str)

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin kopma uzamasına (Elg) ve Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.8’de; karşılaştırma grafiği Şekil 4.8’de verilmiştir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008; Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.8. Lif kopma uzamasının (Elg) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	Elg (%)	Değerlendirme	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	6,97	Yüksek	%26 - %50
H	6,49	Orta	%51 - %75
U	7,39	Yüksek	%26 - %50
A	9,34	Çok yüksek	%5 ve altı
B	7,66	Çok yüksek	%6 - %25
Y	7,51	Yüksek	%26 - %50

Genel olarak pamuk liflerinde kopma uzaması %6-9 aralığında değişmektedir (Wakelyn ve ark, 2006). Çalışma kapsamındaki pamuk liflerinin de uzama değerleri bu aralıktadır. Lif kopma uzamasına göre Amerika ve Brezilya pamukları çok yüksek, Ege, Urfa ve Yunanistan pamukları yüksek, Hatay pamukları ise orta elyaf sınıfında yer almaktadır. Uster İstatistiklerine göre kopma uzaması açısından Amerika pamuğu dünya pamuk üretiminde %5 ve altı dilimde yer alır ve çalışılan pamuklar içinde en kaliteli pamuktur. Brezilya pamuğu dünya pamuk üretiminde %6 - %25 arası dilimde (%25 sınırına yakın); Ege, Urfa ve Yunanistan pamukları %26- %50 arası dilimde (Urfa ve Yunanistan pamukları %26 sınırına yakın) Hatay pamuğu %51 - %75 arası dilimde (%51 sınırında) yer almaktadır.



Şekil 4.8. Lif kopma uzaması (Elg)

HVI Renk Derecesinin Değerlendirilmesi

Pamuk tiplerinin renk derecesine (C Grd) göre değerlendirilmesi Çizelge 4.9’da verilmiştir (USTER HVI 1000, Application Report Quality Characteristics Used For Cotton Classification, 2006).

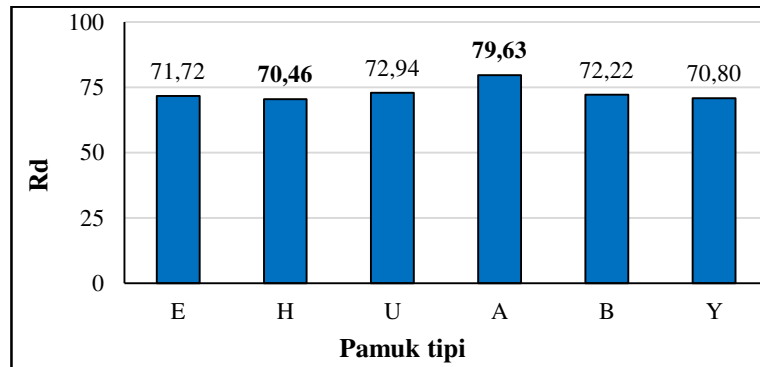
Çizelge 4.9. Renk derecesinin (C Grd) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	Renk kodu	Renk derecesi
E	41-3 / 41-4	Beyaz renk derecesi-Kirli
	42-1	Hafif benekli renk derecesi-Kirli
	51-3	Beyaz renk derecesi-Orta kirli
H	41-2 / 41-4	Beyaz renk derecesi-Kirli
	51-3	Beyaz renk derecesi-Orta kirli
	52-1	Hafif benekli renk derecesi-Orta kirli
U	31-4	Beyaz renk derecesi-Orta
	41-3	Beyaz renk derecesi-Kirli
	42-1	Hafif benekli renk derecesi-Kirli
A	31-1 / 31-2	Beyaz renk derecesi-Orta
B	23-1	Benekli renk derecesi-Temiz
	33-1	Benekli renk derecesi -Orta
	32-1	Hafif benekli renk derecesi-Orta
Y	42-1 / 42-2	Hafif benekli renk derecesi-Kirli
	41-3	Beyaz renk derecesi - Kirli

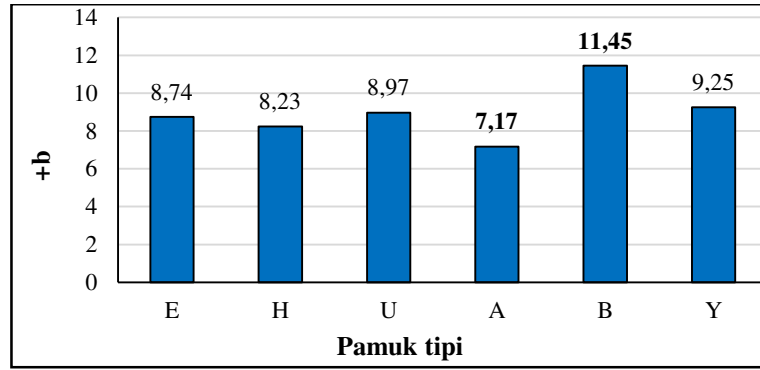
Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin yansıma (Rd) ile sarılık (+b) değerlerinin Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.10’da; karşılaştırma grafikleri Şekil 4.9 ve Şekil 4.10’da verilmiştir (Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.10. Lif yansıma (Rd) ve sarılık (+b) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	Rd	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme	+b	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	71,72	%76 - %95	8,74	%26 - %50
H	70,46	%76 - %95	8,23	%6 - %25
U	72,94	%51 - %75	8,97	%26 - %50
A	79,63	%5 ve altı	7,17	%5 ve altı
B	72,22	%76 - %95	11,45	%76 - %95
Y	70,80	%76 - %95	9,25	%26 - %50



Şekil 4.9. Lif yansıma değerleri (Rd)



Şekil 4.10. Lif sarılık değerleri (+b)

Uster İstatistiklerine göre lif yansıma değeri açısından Amerika pamuğu dünya pamuk üretiminde %5 ve altı dilimde, Urfa pamuğu %51 - %75 arası dilimde (%75 sınırına yakın), Ege, Hatay, Brezilya ve Yunanistan pamukları %76 - %95 arası dilimde (Brezilya %76, Hatay %95 sınırına yakın) yer almaktadır.

Uster İstatistiklerine göre lif sarılık değeri açısından Amerika pamuğu dünya pamuk üretiminde %5 ve altı dilimde, Hatay pamuğu %6 - %25 arası dilimde (%25 sınırına yakın), Ege, Urfa ve Yunanistan pamukları %26 - %50 arası dilimde, Brezilya %76 - %95 (%95 sınırına yakın) arası dilimde yer almaktadır.

Pamuk liflerinin rengi, yağış, don, böcekler ve mikroorganizmalar gibi çevresel değişkenlerden etkilenebilir. Renk, hem çırçırılmadan önce hem de sonra depolama sırasında yüksek nem ve sıcaklık seviyelerinden de etkilenebilir (Seagull & Alspaugh, 2001). Genel olarak daha yüksek yansıma ve düşük sarılık değeri, daha iyi elyaf kalitesinin göstergesidir. Buna göre Amerika pamuğu yüksek yansıma ve düşük sarılık değeri ile çalışılan pamuklar içinde en kaliteli pamuktur.

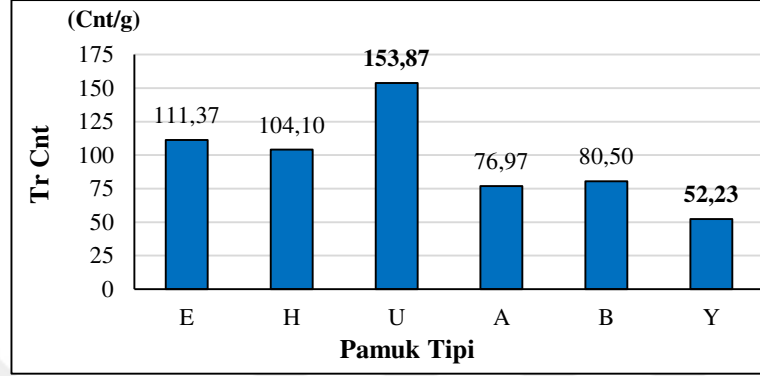
HVI Çepel Sayısı, Çepel Alanı ve Çepel Derecesinin Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin çepel sayısının (Tr Cnt) ve çepel alanının (Tr Area) Uster İstatistiklerine göre ve çepel derecesine (Tr Grade) göre değerlendirilmesi Çizelge 4.11'de; karşılaştırma grafikleri Şekil 4.11 ve Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'de verilmiştir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008; Uster Statistics 2023). Çepel derecesi 1 ve 8 arasında derecelendirilmekte olup her pamuk tipi için 30'ar balyadan ölçüm yapıldığından ortalamaları alınarak çizelgede gösterilmiştir.

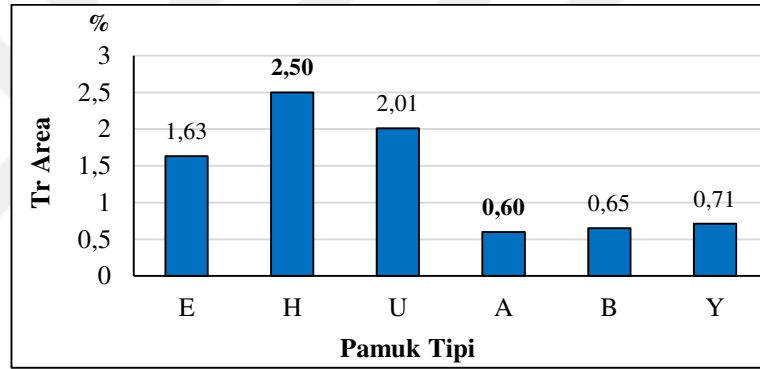
Çizelge 4.11. Çepel durumunun değerlendirilmesi

Pamuk tipi	Tr Cnt (Cnt/g)	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme	Tr Area (%)	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme	Tr Grade
E	111,37	%95	1,63	%76 - %95	7,82
H	104,10	%95 üstü	2,50	%95 üstü	8,00
U	153,87	%95 üstü	2,01	%95 üstü	8,00
A	76,97	%95 üstü	0,60	%51 - %75	4,87
B	80,50	%95 üstü	0,65	%76 - %95	5,07
Y	52,23	%76 - %95	0,71	%76 - %95	5,50

Uster İstatistiklerine göre çepel sayısı (Tr Cnt) açısından Yunanistan pamukları dünya pamuk üretiminde %76 - %95 arası dilimde yer alır; diğer pamuk tiplerinin tamamı %95 ve %95 üstü dilimde yer almaktadır. Çepel alanı açısından Amerika pamuğu dünya pamuk üretiminde %51-%75 arası dilimde (%75 sınırına yakın) yer alır ve çalışılan pamuklar içinde en kaliteli pamuktur.

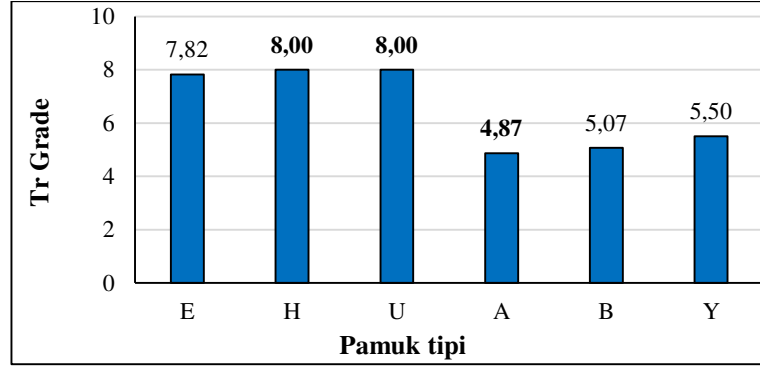


Şekil 4.11. Çepel sayısı (Tr Cnt)



Şekil 4.12. Çepel alanı (Tr Area)

Çepel derecesi (Tr grade) açısından Amerika pamuğu en temiz olarak kabul edilirken, ithal pamukların çepel sayısı ve çepel alanı, sawgin çırçırılama nedeniyle yerli pamuklara kıyasla önemli ölçüde daha düşüktür. Ayrıca ithal pamuklar arasında ise Amerika pamuğu çepel açısından daha kaliteli görülmüştür. Aynı çırçırılama yöntemi uygulanan ithal pamuklarda farklı yöre, çepel derecesi üzerinde etkili olmuştur. Pamukta bulunan çepel içeriği; iplik üretiminde verimliliği, görünüm ve mukavemet açısından iplik ve kumaş kalitesini etkilemektedir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008).



Şekil 4.13. Çepel derecesi (Tr Grade)

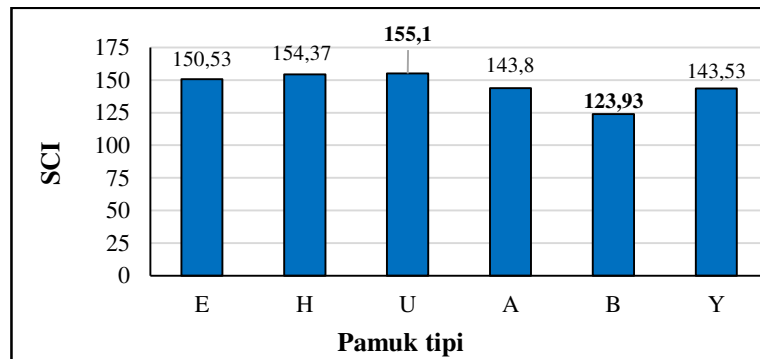
HVI İplik Eğrilebilirlik İndeksinin Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin eğrilebilirlik indeksinin (SCI) Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.12’de; karşılaştırma grafiği Şekil 4.14’te verilmiştir (Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.12. İplik eğrilebilirlik indeksinin (SCI) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	SCI	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	150,53	%26 - %50
H	154,37	%26 - %50
U	155,10	%6 - %25
A	143,80	%51 - %75
B	123,93	%51 - %75
Y	143,53	%26 - %50

Uster İstatistiklerine göre iplik eğrilebilirlik indeksi açısından Urfa pamukları dünya pamuk üretiminde %6 - %25 arası dilimde yer alır ve çalışılan pamuklar içinde en kaliteli pamuktur. Ege, Hatay ve Yunanistan pamukları dünya pamuk üretiminde %26 - %50 arası dilimde (Yunanistan pamuğu %50 sınırına yakın); Amerika ve Brezilya pamukları %51 - %75 arası dilimde yer almaktadır. İplik eğrilebilirlik indeksi, çok değişkenli bir regresyon denklemi olup, iplik mukavemeti ve eğirme potansiyelini tahmin etmek için önemli bilgiler sağlamaktadır. Genellikle daha yüksek eğrilebilirlik indeksi değeri, daha fazla iplik mukavemeti ve daha iyi lif eğrilebilmesi demektir (Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008).



Şekil 4.14. İplik eğrilebilirlik indeksi (SCI)

4.1.2. HVI Verilerinin İstatistiksel Analizi

Yerli ve ithal pamuk tiplerinin HVI verileri için Kolmogorov Smirnov (K-S, normallik) testi sonuçları özet halinde Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14’te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Yerli pamukların HVI verilerinin K-S sonuçları

HVI Parametreleri	N	Normal parametreler		Anlamlılık (p)
		Ort.	Std. Sapma	
Mic	90	4,9439	0,36554	0,866
Mat	90	0,8760	0,01079	0,000
UHML	90	30,1986	0,83406	0,982
UI	90	84,4967	1,12494	0,771
SFI	90	7,0289	0,93763	0,097
Str	90	36,3378	1,63835	0,805
Elg	90	6,9489	0,71174	0,607
Rd	90	71,7056	8,6489	0,126
+b	90	1,53457	0,47315	0,193
TrCnt	90	123,1111	30,11605	0,298

Çizelge 4. 14. İthal pamukların HVI verilerinin K-S sonuçları

HVI Parametreleri	N	Normal parametreler		Anlamlılık (p)
		Ort.	Std. Sapma	
Mic	90	4,4117	0,41157	0,975
Mat	90	0,8544	0,01172	0,001
UHML	90	29,3506	1,24685	0,104
UI	90	83,4711	0,97176	0,661
SFI	90	9,3489	2,15762	0,065
Str	90	30,6344	3,41135	0,025
Elg	90	8,1689	0,96601	0,120
Rd	90	74,2167	9,2900	0,000
+b	90	3,99090	1,78496	0,042
TrCnt	90	69,9000	16,43239	0,813

Çizelge 4.13’e göre yerli pamukların mikroner, lif uzunluğu, üniformite indeksi, kısa lif indeksi, mukavemet, uzama, yansıma, sarılık değerleri ve çepel sayısı verilerine ait anlamlılık değerleri 0,05’ten büyük olduğundan bu veriler normal dağılım göstermektedir ($p > 0,05$). Olgunluk indeksi ise normal dağılıma uymamaktadır ($p < 0,05$).

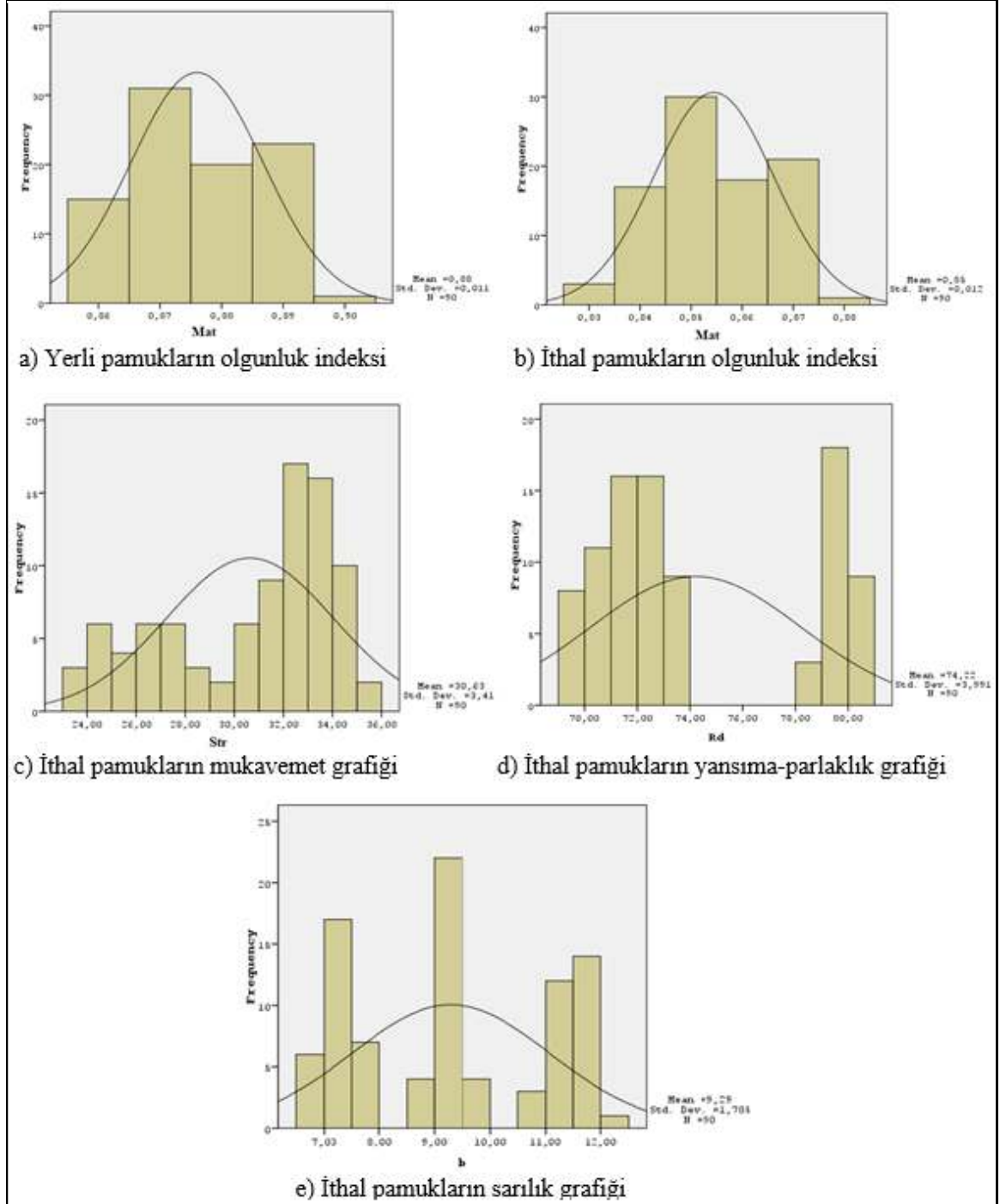
Çizelge 4.14’e göre ithal pamukların mikroner, lif uzunluğu, üniformite indeksi, kısa lif indeksi, uzama ve çepel sayısı verilerine ait anlamlılık değerleri 0,05’ten büyük olduğundan bu veriler normal dağılım göstermektedir ($p > 0,05$). Olgunluk indeksi, mukavemet, yansıma ve sarılık değerleri verileri ise normal dağılıma uymamaktadır ($p < 0,05$).

Normal dağılıma uymayan verilerin histogram grafiklerine de bakmak gerekmektedir. Normal dağılıma uymayan yerli pamukların olgunluk indeksi, ithal pamukların olgunluk indeksi, mukavemet, yansıma ve sarılık değerleri verilerine ait histogram grafikleri Şekil 4.15’te verilmiştir.

Yerli pamukların olgunluk indeksi, ithal pamukların olgunluk indeksi, mukavemet, yansıma ve sarılık değerleri verilerine ait histogram grafikleri incelendiğinde, eğrilerin çan şekline oldukça yakın olduğu (yaklaşık simetrik), tek tepe noktasına ve geniş bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir

(Şekil 4.15). Bu nedenle normal olmayan bu dağılımların da normale yakın kabul edilmesi mümkün olup, yerli pamukların olgunluk indeksi, ithal pamukların olgunluk indeksi, mukavemet, yansıma ve sarılık değerleri verilerinin normal dağılım gösterdiği söylenebilmektedir.

Ayrıca yerli pamukların olgunluk indeksi, ithal pamukların olgunluk indeksi, mukavemet, yansıma ve sarılık değerleri verilerinin dağılımı, çarpıklık-basıklık değerlerine göre de değerlendirilmiştir (Çizelge 4.15).



Şekil 4.15. Yerli ve ithal pamuk HVI verilerinin histogram grafikleri

Çizelge 4.15. Yerli ve ithal pamukların HVI verilerinin çarpıklık - basıklık değerleri

Tanımlayıcılar				
			İstatistik	St.Hata
Yerli pamuklar	Mat	Çarpıklık	0,092	0,254
		Basıklık	-1,114	0,503
İthal pamuklar	Mat	Çarpıklık	0,008	0,254
		Basıklık	-0,876	0,503
	Str	Çarpıklık	-0,660	0,254
		Basıklık	-0,887	0,503
	Rd	Çarpıklık	0,544	0,254
		Basıklık	-1,440	0,503
	+b	Çarpıklık	0,035	0,254
		Basıklık	-1,388	0,503

Çizelge 4.15'te yerli pamukların olgunluk indeksi, ithal pamukların olgunluk indeksi, mukavemet, yansıma ve sarılık değerleri verilerine ait çarpıklık-basıklık değerleri incelendiğinde -2 ve +2 aralığı içerisinde yer aldığı görülmektedir. Dolayısıyla bu değişkenlere ait verilerin de normal dağılım gösterdiği söylenebilmektedir.

Yerli ve ithal pamuk tipleri (bağımsız değişkenleri) ile HVI lif özellikleri (bağımlı değişkenleri) arasındaki ilişki, varyans analiziyle (ANOVA) tespit edilmiş ve sonuçlar özet halinde toplu olarak Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Yerli ve ithal pamukların HVI verileri için ANOVA tablosu

HVI parametreleri	F-değeri		Anlamlılık (p)	
	Yerli	İthal	Yerli	İthal
Mic	90,326	79,052	0,000	0,000
Mat	23,629	73,952	0,000	0,000
UHML	9,318	142,460	0,000	0,000
UI	20,719	11,619	0,000	0,000
SFI	48,562	480,276	0,000	0,000
Str	3,581	254,105	0,032	0,000
Elg	16,402	128,434	0,000	0,000
Rd	34,374	879,253	0,000	0,000
+b	32,949	1447,603	0,000	0,000
TrCnt	50,479	63,175	0,000	0,000

Çizelge 4.16'ya göre yerli ve ithal pamukların HVI verileri için ANOVA tablosundaki anlamlılık değerleri, 0,05'ten küçük olduğundan pamuğun yetiştiği bölge tüm HVI verileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahiptir denir. Bu üç tip yerli pamuk rollergin çırçırılama, üç tip ithal pamuk sawgin çırçırılama yapılmış olup yetiştikleri bölge itibariyle farklılık göstermektedir. Dolayısıyla pamuğun yetiştiği bölge HVI cihazıyla ölçülen lif özellikleri üzerinde beklenildiği üzere istatistiksel olarak anlamlı etki göstermiştir.

Yerli ve ithal pamuk tiplerinin HVI verilerinin varyanslarının homojenlik testi sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Yerli ve ithal pamukların HVI verilerinin homojenlik testi sonuçları

Lif özellikleri		Yerli pamuk				İthal pamuk			
		Levene İstatistiği	df1	df2	Anlamlılık (p)	Levene İstatistiği	df1	df2	Anlamlılık (p)
HVI	Mic	0,427	2	87	0,654	2,500	2	87	0,088
	Mat	0,524	2	87	0,594	1,595	2	87	0,209
	UHML	0,911	2	87	0,406	9,546	2	87	0,000
	UI	0,719	2	87	0,490	2,879	2	87	0,062
	SFI	4,031	2	87	0,021	2,347	2	87	0,102
	Str	0,772	2	87	0,465	7,237	2	87	0,001
	Elg	2,855	2	87	0,063	1,867	2	87	0,161
	Rd	10,905	2	87	0,000	4,742	2	87	0,011
	+b	10,997	2	87	0,000	3,318	2	87	0,041
	TrCnt	1,940	2	87	0,150	2,352	2	87	0,101

Çizelge 4.17'ye göre yerli pamukların mikroner, olgunluk indeksi, lif uzunluğu, üniformite indeksi, mukavemet, uzama ve çepel sayısı, ithal pamukların mikroner, olgunluk indeksi, üniformite indeksi, kısa lif indeksi, uzama ve çepel sayısı verilerinin varyanslarının homojen dağılım ($p>0,05$), diğer verilerin homojen olmayan dağılım ($p<0,05$) gösterdiği anlaşılmaktadır.

Yerli ve ithal pamuk tipleri için HVI verilerinin çoklu karşılaştırma testi (post hoc test) sonuçları Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19 'da verilmiştir. Varyansları homojen dağılım gösteren verilerin çoklu karşılaştırma testi Tukey HSD, homojen dağılım göstermeyen veriler için Tamhane testi sonuçları ile değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.18. Yerli pamuk HVI verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları

Çoklu karşılaştırmalar						
Test	Bağımlı değişken	(I) Tip	(J) Tip	Ortalama fark (I-J)	Std. sapma	Anlamlılık (p)
Tukey HSD	Mic	E	H	-0,71500(*)	0,05443	0,000
			U	-0,22367(*)	0,05443	0,000
		H	U	0,49133(*)	0,05443	0,000
	Mat	E	H	-0,01333(*)	0,00227	0,000
			U	0,00033	0,00227	0,988
		H	U	0,01367(*)	0,00227	0,000
	UHML	E	H	-0,57333(*)	0,19767	0,013
			U	0,26067	0,19767	0,389
		H	U	0,83400(*)	0,19767	0,000
	UI	E	H	-1,52000(*)	0,24179	0,000
			U	-1,05000(*)	0,24179	0,000
		H	U	0,47000	0,24179	0,133
	Str	E	H	-1,09000(*)	0,41126	0,026
			U	-0,41333	0,41126	0,576
		H	U	0,67667	0,41126	0,232
	Elg	E	H	0,48000(*)	0,15839	0,009
			U	-0,42667(*)	0,15839	0,023
		H	U	-0,90667(*)	0,15839	0,000
	Tr Cnt	E	H	7,26667	5,35077	0,367
			U	-42,50000(*)	5,35077	0,000
		H	U	-49,76667(*)	5,35077	0,000
Tamhane	SFI	E	H	1,58333(*)	0,17287	0,000
			U	1,22000(*)	0,18246	0,000
		H	U	-0,36333	0,14771	0,050
	Rd	E	H	1,26333(*)	0,26670	0,000
			U	-1,22000(*)	0,27296	0,000
		H	U	-2,48333(*)	0,35143	0,000
	+b	E	H	0,50667(*)	0,10438	0,000
			U	-0,23333	0,10367	0,086
		H	U	-0,74000(*)	0,06648	0,000

*Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Çizelge 4.19. İthal pamuk HVI verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları

Çoklu karşılaştırmalar						
Test	Bağımlı değişken	(I) Tip	(J) Tip	Ortalama fark (I-J)	Std. sapma	Anlamlılık (p)
Tukey HSD	Mic	A	B	0,45967(*)	0,06403	0.000
			Y	-0,34267(*)	0,06403	0.000
		B	Y	-0,80233(*)	0,06403	0.000
	Mat	A	B	-0,00633(*)	0,00186	0.003
			Y	-0,02200(*)	0,00186	0.000
		B	Y	-0,01567(*)	0,00186	0.000
	UI	A	B	-0,14000	0,22545	0,809
			Y	-1,00333(*)	0,22545	0.000
		B	Y	-0,86333(*)	0,22545	0.001
	SFI	A	B	-3,13667(*)	0,16238	0.000
			Y	1,84000(*)	0,16238	0.000
		B	Y	4,97667(*)	0,16238	0.000
	Elg	A	B	1,68333(*)	0,12689	0.000
			Y	1,83000(*)	0,12689	0.000
		B	Y	0,14667	0,12689	0,483
	Tr Cnt	A	B	-3,53333	2,74034	0,405
			Y	24,73333(*)	2,74034	0.000
		B	Y	28,26667(*)	2,74034	0.000
Tamhane	UHML	A	B	2,59167(*)	0,15840	0.000
			Y	0,78367(*)	0,12721	0.000
		B	Y	-1,80800(*)	0,18203	0.000
	Str	A	B	5,66000(*)	0,37424	0.000
			Y	-1,66333(*)	0,27129	0.000
		B	Y	-7,32333(*)	0,36656	0.000
	Rd	A	B	7,41333(*)	0,20677	0.000
			Y	8,83667(*)	0,21345	0.000
		B	Y	1,42333(*)	0,25555	0.000
	+b	A	B	-4,28333(*)	0,08826	0.000
			Y	-2,07667(*)	0,07534	0.000
		B	Y	2,20667(*)	0,07450	0.000

*Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre anlamlılık sütunundaki değeri 0,05'in altında olan gruplar arasında ya da ortalama fark (I-J) sütununda yanlarında asteriks (*) olan gruplar arasında anlamlı farklılık vardır. Çizelge 4.18'de mikroner bağımlı değişkeni için Ege ve Hatay pamuklarının anlamlılık sütunundaki değerinin 0,05'in altında olması; bu iki pamuk tipi arasında mikroner değişkeni için anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir. Ortalama fark sütunundaki rakamın -0,71500(*) olması; Hatay pamuğunun mikroner değerinin Ege pamuğundan büyük olduğunu ve Hatay pamuğu lif inceliğinin Ege pamuğuna göre daha kalın olduğunu göstermektedir.

Pamuk tipleri ve bunlara ait HVI verileri için korelasyon analizi yapılarak hangi elyaf özellikleri arasında ilişki olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Normal dağılıma uyan yerli ve ithal pamuk tipleri için pearson korelasyon analizi sonuçları Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21'de verilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Çizelge 3.20'deki sınıflandırma kullanılarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.20. Yerli pamukların HVI verilerinin korelasyon analizi sonuçları

Yerli Pamuk		Mat	UHML	UI	SFI	Str	Elg	TrCnt	Rd	+b
Mic	Pearson korelasyon	0,656**	0,314**	0,523**	-0,608**	0,275**	-0,302**	-0,241*	-0,346**	-0,482**
	Anlamlılık değeri (p)	0,000	0,003	0,000	0,000	0,009	0,004	0,022	0,001	0,000
Mat	Pearson korelasyon		0,420**	0,440**	-0,377**	0,368**	-0,562**	-0,388**	-0,377**	-0,329**
	Anlamlılık değeri (p)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002
UHML	Pearson korelasyon			0,514**	-0,392**	0,530**	-0,450**	-0,111	-0,368**	-0,444**
	Anlamlılık değeri (p)			0,000	0,000	0,000	0,000	0,296	0,000	0,000
UI	Pearson korelasyon				-0,689**	0,362**	-0,213*	0,175	-0,181	-0,379**
	Anlamlılık değeri (p)				0,000	0,000	0,043	0,098	0,087	0,000
SFI	Pearson korelasyon					-0,533**	0,130	-0,240*	0,194	0,306**
	Anlamlılık değeri (p)					0,000	0,222	0,023	0,067	0,003
Str	Pearson korelasyon						-0,250*	-0,036	-0,181	-0,296**
	Anlamlılık değeri (p)						0,017	0,738	0,089	0,005
Elg	Pearson korelasyon							0,328**	0,417**	0,376**
	Anlamlılık değeri (p)							0,002	0,000	0,000
TrCnt	Pearson korelasyon								0,366**	0,268*
	Anlamlılık değeri (p)								0,000	0,011
Rd	Pearson korelasyon									0,394**
	Anlamlılık değeri (p)									0,000
*Korelasyon 0,05 seviyesinde anlamlıdır (2-yönlü)										
**Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır (2-yönlü)										

Çizelge 4.21. İthal pamukların HVI verilerinin korelasyon analizi sonuçları

İthal Pamuk		Mat	UHML	UI	SFI	Str	Elg	TrCnt	Rd	+b
Mic	Pearson korelasyon	0,593**	0,457**	0,268*	-0,762**	0,690**	0,008	-0,550**	-0,070	-0,439**
	Anlamlılık değeri (p)	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,940	0,000	0,511	0,000
Mat	Pearson korelasyon		-0,062	0,415**	-0,474**	0,322**	-0,586**	-0,571**	-0,650**	0,216*
	Anlamlılık değeri (p)		0,562	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,041
UHML	Pearson korelasyon			0,227*	-0,713**	0,797**	0,510**	-0,247*	0,538**	-0,846**
	Anlamlılık değeri (p)			0,032	0,000	0,000	0,000	0,019	0,000	0,000
UI	Pearson korelasyon				-0,477**	0,393**	-0,312**	-0,279**	-0,322**	0,077
	Anlamlılık değeri (p)				0,000	0,000	0,003	0,008	0,002	0,471
SFI	Pearson korelasyon					-0,924**	-0,048	0,597**	0,004	0,593**
	Anlamlılık değeri (p)					0,000	0,654	0,000	0,969	0,000
Str	Pearson korelasyon						0,174	-0,541**	0,131	-0,690**
	Anlamlılık değeri (p)						0,100	0,000	0,220	0,000
Elg	Pearson korelasyon							0,258*	0,871**	-0,699**
	Anlamlılık değeri (p)							0,014	0,000	0,000
TrCnt	Pearson korelasyon								0,391**	0,093
	Anlamlılık değeri (p)								0,000	0,381
Rd	Pearson korelasyon									-0,742**
	Anlamlılık değeri (p)									0,000
*Korelasyon 0,05 seviyesinde anlamlıdır (2-yönlü)										
**Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır (2-yönlü)										

Yerli ve ithal pamuklar için lif inceliği (Mic) ile olgunluk indeksi (Mat) arasında 0,01 düzeyinde anlamlı bir korelasyon gözlenmiştir (yerli pamuk için $r = 0,656$ ve ithal pamuk için $r = 0,593$). Bu, her iki pamuk türünde de lif inceliği (Mic) ile olgunluk indeksi (Mat) arasında pozitif orta düzeyde bir ilişkiye işaret etmektedir. Lifler olgunlaştıkça ikincil duvarlar kalınlaşır ve böylece mikroner artar (Seagull ve Alspaugh, 2001). Ayrıca lif uzunluğu ve çapındaki artışlar, hücre duvarı kalınlığındaki artışla ilişkilidir.

Hem yerli hem de ithal pamuk için lif mukavemeti (Str) ile olgunluk indeksi (Mat) arasında 0,01 düzeyinde anlamlı ancak zayıf bir korelasyon vardır (yerli pamuk için $r = 0,368$ ve ithal pamuk için $r = 0,322$). İkincil hücre duvarı neredeyse tamamen selüloz mikrofibrillerinden oluşur. Sonuç olarak olgunluk arttıkça selüloz miktarı ve lif mukavemeti de artmaktadır (Seagull ve Alspaugh, 2001; Wakelyn ve ark., 2006). Bu nedenle en olgun olan Hatay pamuğu aynı zamanda en dayanıklı liflere de sahiptir.

Kısa lif indeksi ile lif inceliği (yerli pamuk için $r = -0,608$ orta ve ithal pamuk için $r = -0,762$ yüksek), olgunluk indeksi (yerli pamuk için $r = -0,377$ ve ithal pamuk için $r = -0,474$ zayıf) ve mukavemet (yerli pamuk için $r = -0,533$ orta ve ithal pamuk için $r = -0,924$ çok yüksek) arasında 0,01 düzeyinde anlamlı ve negatif bir korelasyon bulunmaktadır. Korelasyon sonuçlarına göre mikroner arttıkça olgunluk artar, mukavemet artar ve dolayısıyla kısa lifler azalır ve bunun tersi de geçerlidir. Rowland önceki çalışmasında da benzer sonuçlar bildirmiştir (Rowland, 1999).

Bilindiği üzere üniformite indeksi arttıkça kısa lif indeksi azalmakta (yerli pamuk için $r = -0,689$ ve ithal pamuk için $r = -0,477$ orta) ve mukavemet (yerli pamuk için $r = 0,362$ ve ithal pamuk için $r = 0,393$ zayıf) artmaktadır. Bu parametrelerin korelasyon analizi istatistiksel olarak anlamlı olup literatür tarafından desteklenmiştir. Ayrıca, yerli pamukların lif inceliği ile yansıma değeri (Rd) arasında 0,01 seviyesinde anlamlı, zayıf ve negatif korelasyon gözlenmiştir ($r = -0,346$). Daha ince liflerin yüzey alanı daha fazla olduğundan ışık yansıması artar ve bu da daha yüksek Rd değerlerine yol açar.

4.1.3. AFIS Sonuçları

Tek lif halinde lif özelliklerinin AFIS sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Pamuk tiplerinin AFIS sonuçları

AFIS		Pamuk tipi					
		E	H	U	A	B	Y
Total Nep Cnt (Cnt/g)	Ort.	150,53	96,57	111,43	276,83	250,23	157,10
	%CV	20,34	25,26	20,26	21,88	20,77	17,01
Fiber Nep Cnt (Cnt/g)	Ort.	114,90	57,70	81,47	252,87	230,40	138,50
	%CV	22,46	27,38	19,20	23,26	21,11	17,91
SCNep Count (Cnt/g)	Ort.	35,63	38,87	29,97	23,97	19,83	18,63
	%CV	24,05	35,74	47,20	39,03	29,10	41,53
L(w) (mm)	Ort.	27,34	27,45	25,17	26,72	25,00	27,23
	%CV	3,80	4,16	4,58	3,09	3,85	2,16
SFC(w) % <12,7 mm	Ort.	4,49	3,43	5,90	6,70	9,10	4,15
	%CV	28,09	24,26	22,76	17,36	17,97	15,08
UQL(w) (mm)	Ort.	32,15	31,87	30,06	32,57	30,01	31,93
	%CV	3,85	3,11	2,99	2,54	3,56	2,32
5% L(n) (mm)	Ort.	36,27	35,79	33,59	36,66	33,96	36,01
	%CV	3,66	2,61	2,74	2,64	3,03	2,29
Maturity Ratio	Ort.	0,95	0,97	0,92	0,88	0,88	0,94
	%CV	3,11	3,57	2,52	3,00	2,22	2,42
Total Trash Count (Cnt/g)	Ort.	2162,27	1383,90	2714,73	494,07	500,40	453,37
	%CV	35,77	32,67	17,53	33,28	44,71	44,99

AFIS Neps Miktarının Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin elyaf neps sayısı (Fiber Nep Cnt) ve tohum kabuğu neps sayısına (SCNep Count) göre ve Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.23'te; karşılaştırma grafikleri Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'de verilmiştir (Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014; Uster Statistics 2023).

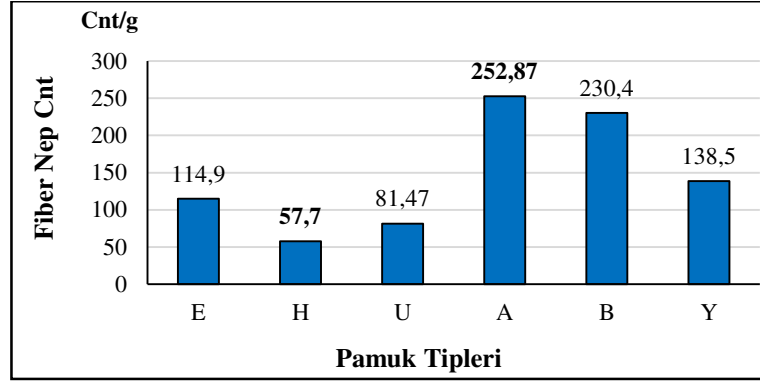
Çizelge 4.23. Lif neps miktarının değerlendirilmesi

Pamuk tipi	Fiber Nep Cnt (Cnt/g)	Değerlendirme	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme	Scnep Count (Cnt/g)	Değerlendirme	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	114,9	Düşük	%6 - %25	35,63	Yüksek	%95 üstü
H	57,70	Çok düşük	%5 ve altı	38,87	Yüksek	%95 üstü
U	81,47	Çok düşük	%5 ve altı	29,97	Orta	%76 - %95
A	252,87	Orta	%76 - %95	23,97	Orta	%51 - %75
B	230,40	Orta	%51 - %75	19,83	Düşük	%26 - %50
Y	138,50	Düşük	%26 - %50	18,63	Düşük	%51 - %75

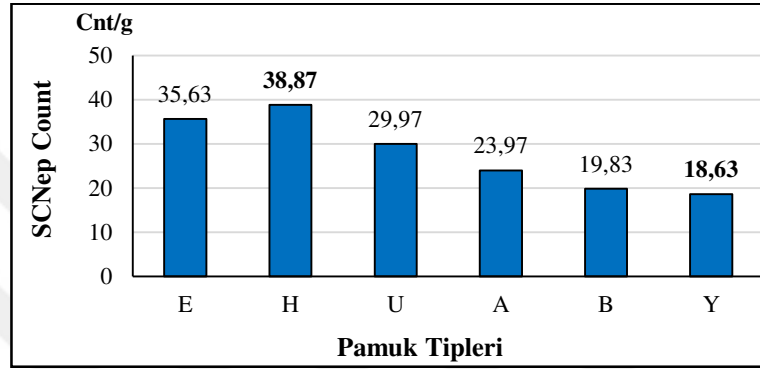
Elyaf neps sayısına (Fiber Nep Cnt) göre Hatay ve Urfa pamukları çok düşük; Ege ve Yunanistan pamukları düşük; Amerika ve Brezilya pamukları ise orta elyaf sınıfında yer almaktadır. Tohum kabuğu neps (Scnep Count) sayısına göre değerlendirildiğinde Brezilya ve Yunanistan pamukları düşük; Urfa ve Amerika pamukları orta; Ege ve Hatay pamukları ise yüksek elyaf sınıfında yer almaktadır (Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014).

Uster İstatistiklerine göre Hatay ve Urfa pamukları elyaf neps sayısı (Fiber Nep Cnt) açısından dünya pamuk üretiminde %5 ve altı dilimde yer almakta olup bu da çok düşük elyaf neps sayısına sahip olduklarını göstermektedir. Elyaf neps sayısı açısından Ege pamuğu dünya pamuk üretiminde %6 - %25 arası dilimde; Yunanistan pamuğu %26 - %50 arası dilimde (%26 sınırına yakın); Brezilya pamuğu %51 - %75 arası dilimde; Amerika pamuğu ise %76 - %95 arası dilimde yer almaktadır.

Uster İstatistiklerine göre tohum kabuğu neps sayısı (SCNep Count) açısından Brezilya pamuğu dünya pamuk üretiminde %26 - %50 arası (%50 sınırına yakın) ve Yunanistan pamuğu %51 - %75 arası dilimde (%51 sınırına yakın) yer almakta ve düşük tohum kabuğu neps sayısına sahip olarak değerlendirilmektedir. Amerika pamuğu dünya pamuk üretiminde %51 - %75 arası dilimde (%75 sınırına yakın); Urfa pamuğu %76 - %95 arası dilimde; Ege ve Hatay pamukları ise %95 üstü dilimde yer almaktadır.



Şekil 4.16. Elyaf nepsi sayısı (Fiber Nep Cnt)



Şekil 4.17. Tohum kabuğu nepsi sayısı (SCNep Count)

Olgun olmayan liflerin elyaf nepsi (Fiber Nep Cnt) içeriği fazladır. Çalışılan pamuklar içinde en olgun pamuk olan Hatay pamuğunun elyaf nepsi sayısı en düşük çıkmıştır. Genel olarak sawgin çirçirilmiş pamuklar daha etkin temizleme nedeniyle daha az tohum kabuğu nepsi (SCNep Count), ancak diğer yandan daha fazla elyaf nepsi (Fiber Nep Cnt) içerir. Bu bakımdan sawgin çirçirilmiş ithal pamuklar daha düşük tohum kabuğu nepsi içermektedir. Ayrıca sawgin çirçirilmiş pamuklar içerisinde Yunanistan pamuğunun olgunluğu Amerika ve Brezilya pamuklarından daha fazla olduğundan elyaf nepsi diğerlerine göre daha düşük çıkmıştır.

Liflerdeki yüksek neps içeriği, genellikle iplikte de yüksek miktarda neps oluşumuna neden olur. İplikteki bu fazla neps miktarı, üretim verimliliğini azaltabilir, örme ve dokuma işlemleri sırasında üretim sorunlarına yol açabilir ve nihai kumaşta düğüm veya düzensiz yüzeyler gibi kalite sorunlarına neden olabilir. Ayrıca, yüksek miktarda tohum kabuğu nepsi, ham kumaşta daha fazla kontaminasyona yol açar ve kumaş üzerinde koyu lekeler olarak belirir (Uster AFIS PRO 2, 2008).

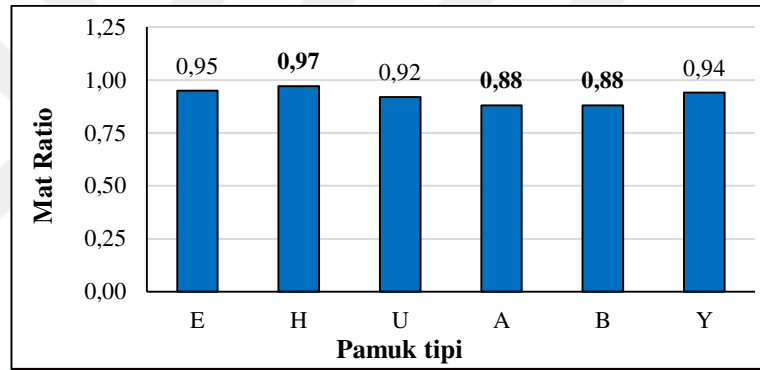
AFIS Olgunluk Oranı ve Lif Uzunluğunun Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin lif olgunluk oranına (Mat Ratio) ve Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.24'te; karşılaştırma grafiği Şekil 4.18'de verilmiştir (Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014; Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.24. Lif olgunluk oranının (Mat Ratio) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	Mat Ratio	Değerlendirme	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	0,95	Olgun	%5 ve altı
H	0,97	Çok olgun	%5 ve altı
U	0,92	Olgun	%6- %25
A	0,88	Orta derecede olgun	%51 - %75
B	0,88	Orta derecede olgun	%51 - %75
Y	0,94	Olgun	%5 ve altı

Olgunluk oranına (Mat Ratio) göre Hatay pamuğu çok olgun olarak sınıflandırılırken, Ege, Urfa ve Yunanistan pamukları olgun; Amerika ve Brezilya pamukları ise orta olgunlukta olarak değerlendirilmektedir. Olgunlaşmamış liflerin fazla miktarda neps içermeye eğilimli olduğu belirtilmelidir (Mangut ve Karahan, 2008). Uster İstatistiklerine göre olgunluk oranı açısından Ege, Hatay ve Yunanistan pamukları dünya pamuk üretiminde %5 ve altı kalite seviyesinde yer almaktadır. Urfa pamuğu dünya pamuk üretiminde %6- %25 arası dilimde; Amerika ve Brezilya pamukları %51 - %75 arası dilimde (Brezilya pamuğu %51 sınırında) yer almaktadır.



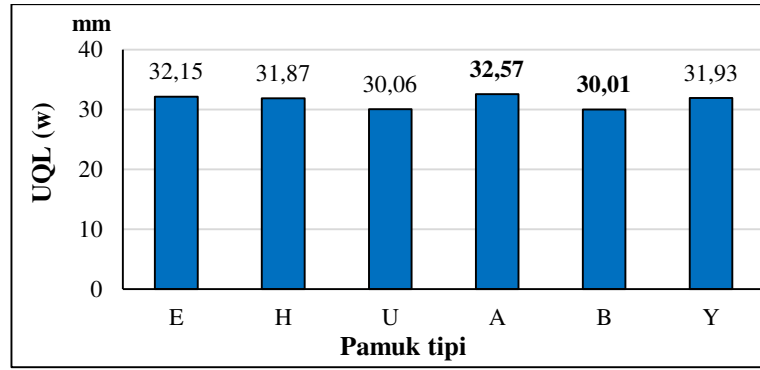
Şekil 4.18. Lif olgunluk oranı (Mat Ratio)

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin ağırlık esasına göre üst çeyrek uzunluğunun (UQL, w) değerlendirilmesi Çizelge 4.25'te; karşılaştırma grafiği Şekil 4.19'da verilmiştir (Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014).

Çizelge 4.25. Lif uzunluğunun (UQL,w) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	UQL (w) (mm)	Değerlendirme
E	32,15	Ekstra Uzun
H	31,87	Ekstra Uzun
U	30,06	Uzun
A	32,57	Ekstra uzun
B	30,01	Uzun
Y	31,93	Ekstra Uzun

Üst çeyrek uzunluğuna (UQL, w) göre değerlendirildiğinde; Ege, Hatay, Amerika ve Yunanistan pamukları ekstra uzun; Urfa ve Brezilya pamukları ise uzun elyaf sınıfında yer almaktadır (Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014).



Şekil 4.19. Lif uzunluğu (UQL,w)

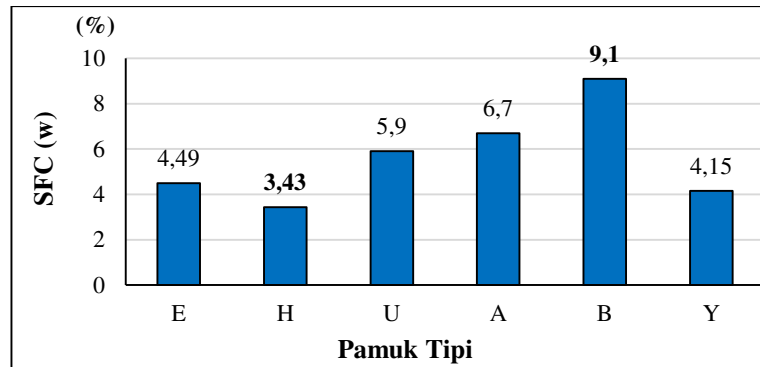
AFIS Kısa Lif İçeriğinin Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin ağırlık esasına göre kısa lif içeriğine (SFC,w) ve Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.26'da; karşılaştırma grafiği Şekil 4.20'de verilmiştir (Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014; Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.26. Kısa lif içeriğinin (SFC, w) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	SFC (w) (%)	Değerlendirme	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	4,49	Çok düşük	%6 - %25
H	3,43	Çok düşük	%5 ve altı
U	5,90	Düşük	%6- %25
A	6,70	Düşük	%51 - %75
B	9,10	Orta	%51 - %75
Y	4,15	Çok düşük	%5 ve altı

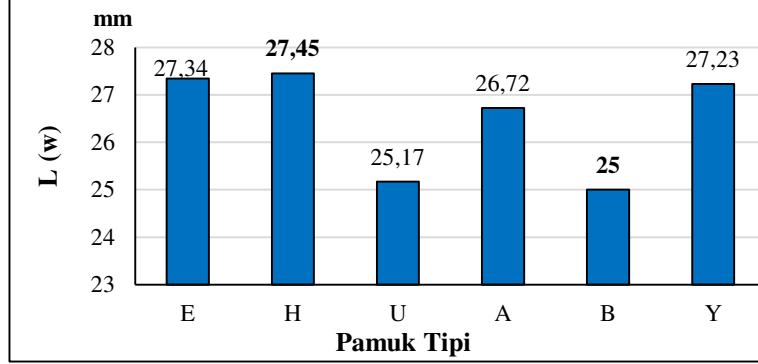
Kısa lif içeriğine (SFC, w) göre Ege, Hatay ve Yunanistan pamukları çok düşük olarak sınıflandırılırken; Urfa ve Amerika pamukları düşük; Brezilya pamuğu ise orta olarak değerlendirilmektedir. Uster İstatistiklerine göre Hatay ve Yunanistan pamukları kısa lif içeriği açısından, dünya pamuk üretiminde %5 ve altı kalite seviyesinde yer almakta olup, çalışılan pamuklar içinde çok düşük kısa lif içeriğine sahip en kaliteli pamuklardır. Kısa lif içeriği açısından Ege ve Urfa pamukları dünya pamuk üretiminde %6 - %25 arası dilimde (Ege pamuğu %6 sınırına yakın); Amerika ve Brezilya pamukları ise %51 - %75 arası dilimde (Amerika pamuğu %51 sınırına yakın) yer almaktadır.



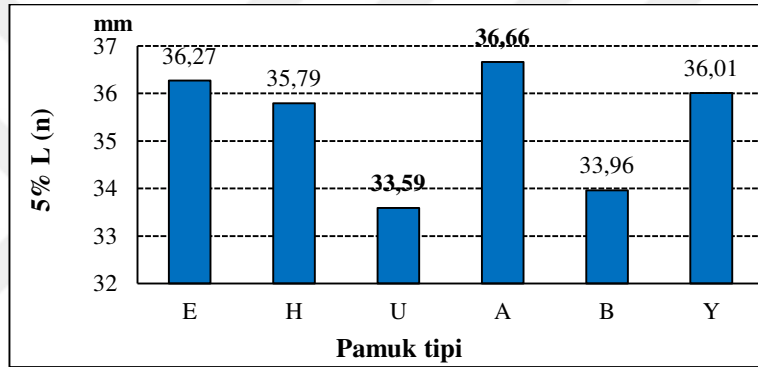
Şekil 4.20. Kısa lif içeriği (SFC, w)

AFIS Lif Uzunluğunun Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin ağırlık esasına göre ortalama uzunluğu (L, w) ve sayısal esasa göre en uzun liflerin %5'inin uzunluğuna (5%L, n) göre karşılaştırma grafikleri Şekil 4.21 ve Şekil 4.22'de verilmiştir.



Şekil 4.21. Ağırlık esasına göre ortalama uzunluk (L, w)



Şekil 4.22. Sayısal esasa göre en uzun liflerin %5'inin uzunluğu (5%L, n)

Ağırlık esasına göre ortalama uzunluk değerleri karşılaştırıldığında en uzun liflere sahip pamuğun Hatay pamuğu, sayısal esasa göre en uzun liflerin %5'inin uzunluğu değerleri karşılaştırıldığında ise Amerika pamuğu olduğu görülmüştür (Şekil 4.21 ve Şekil 4.22).

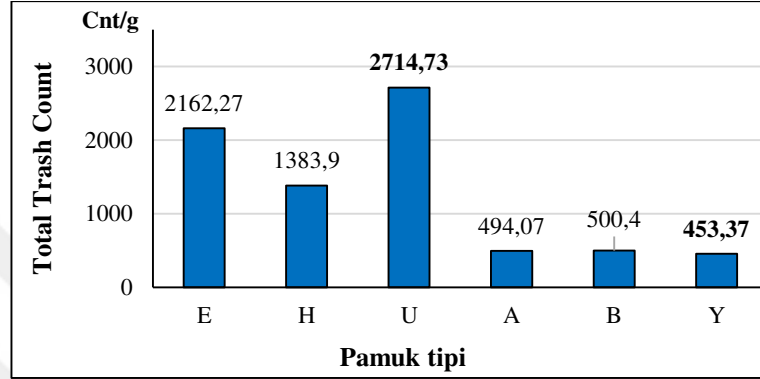
AFIS Toplam Çepel Sayısının Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin toplam çepel sayısına (Total Trash Count) ve Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.27'te; karşılaştırma grafiği Şekil 4.23'de verilmiştir (Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014; Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.27. Toplam çepel sayısının (Total Trash Count) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	Total Trash Count (Cnt/g)	Değerlendirme	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	2162,27	Çok yüksek	%95 üstü
H	1383,90	Çok yüksek	%95 üstü
U	2714,73	Çok yüksek	%95 üstü
A	494,07	Orta	%51 - %75
B	500,40	Orta	%26 - %50
Y	453,37	Orta	%26 - %50

Toplam çepel sayısına göre Amerika, Brezilya ve Yunanistan pamukları orta; Ege, Hatay ve Urfa pamukları çok yüksek sınıfında yer almaktadır. Uster İstatistiklerine göre toplam çepel sayısı açısından Brezilya ve Yunanistan pamukları dünya pamuk üretiminde %26-50 arası kalite seviyesinde yer almakta olup, çalışmada kullanılan pamuklar arasında en temiz pamuklar olarak orta temizlik sınıfına girmektedir. Toplam çepel sayısı açısından Amerika pamuğu dünya pamuk üretiminde %51 - %75 arası dilimde (%51 sınırına yakın); Ege, Hatay ve Urfa pamukları ise %95 üstü dilimde yer almaktadır.



Şekil 4.23. Toplam çepel sayısı (Total Trash Count)

4.1.4. AFIS Verilerinin İstatistiksel Analizi

Yerli ve ithal pamuk tiplerinin AFIS verileri için K-S testi sonuçları özet halinde Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.28. Yerli pamukların AFIS verilerinin K-S sonuçları

AFIS Parametreleri	N	Normal Parametreler		Anlamlılık (p)
		Ortalama	Std. Sapma	
Total Nep Cnt	90	119,5111	34,48668	0,368
Fiber Nep Cnt	90	84,6889	30,57378	0,457
SCNep Count	90	34,8222	12,87064	0,713
L(w)	90	26,6511	1,52502	0,822
SFC (w)	90	4,6056	1,53735	0,284
UQL (w)	90	31,3578	1,39751	0,970
%5L(n)	90	35,2178	1,58501	0,834
Mat Ratio	90	0,9434	0,03497	0,363
Total Trash Count	90	2.086,9700	797,98290	0,342

Çizelge 4.29. İthal pamukların AFIS verilerinin K-S sonuçları

AFIS Parametreleri	N	Normal Parametreler		Anlamlılık (p)
		Ortalama	Std. Sapma	
Total Nep Cnt	90	228,0556	70,52028	0,443
Fiber Nep Cnt	90	207,2556	67,63128	0,366
SCNep Count	90	20,8111	8,00968	0,286
L(w)	90	26,3156	1,24845	0,126
SFC (w)	90	6,6489	2,36255	0,324
UQL (w)	90	31,5067	1,40407	0,282
%5L(n)	90	35,5433	1,48476	0,221
Mat Ratio	90	0,8964	0,03802	0,079
Total Trash Count	90	482,6111	197,7812	0,830

Yerli ve ithal pamukların AFIS verilerinin K-S testi anlamlılık değerleri 0,05'ten büyük olduğundan bu veriler normal dağılım göstermektedir ($p > 0,05$).

Yerli ve ithal pamuk tipleri (bağımsız değişkenleri) ile AFIS lif özellikleri (bağımlı değişkenleri) arasındaki ilişki, varyans analiziyle (ANOVA) tespit edilmiş ve sonuçlar özet halinde toplu olarak Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Yerli ve ithal pamukların AFIS verileri için ANOVA tablosu

AFIS parametreleri	F-değeri		Anlamlılık (p)	
	Yerli	İthal	Yerli	İthal
Total Nep Cnt	34,242	50,221	0,000	0,000
Fiber Nep Cnt	64,050	51,306	0,000	0,000
SCNep Count	3,917	3,899	0,024	0,024
L(w)	40,154	63,033	0,000	0,000
SFC (w)	33,729	125,146	0,000	0,000
UQL(w)	34,861	67,178	0,000	0,000
5%L(n)	52,848	66,498	0,000	0,000
Mat Ratio	19,609	78,470	0,000	0,000
Total Trash Count	39,086	0,494	0,000	0,612

Çizelge 4.30'a göre yerli ve ithal pamukların AFIS verileri için ANOVA tablosundaki anlamlılık değerleri incelendiğinde ithal pamukların toplam çepel sayısı verileri hariç, diğer verilerin tamamının 0,05'ten küçük olduğundan pamuğun yetiştiği bölge AFIS verileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahiptir denir. Bu üç tip yerli pamuk rollergin çırcırlama, üç tip ithal pamuk sawgin çırcırlama yapılmış olup yetiştikleri bölge itibariyle farklılık göstermektedir. Dolayısıyla pamuğun yetiştiği bölge AFIS cihazlarıyla ölçülen lif özellikleri üzerinde beklenildiği üzere istatistiksel olarak anlamlı etki göstermiştir.

Yerli ve ithal pamuk tiplerinin AFIS verilerinin varyanslarının homojenlik testi sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Yerli ve ithal pamukların AFIS verilerinin homojenlik testi sonuçları

Lif özellikleri		Yerli pamuk				İthal pamuk			
		Levene İstatistiği	df1	df2	Anlamlılık (p)	Levene İstatistiği	df1	df2	Anlamlılık (p)
AFIS	Total Nep Cnt	0,985	2	87	0,378	8,722	2	87	0,000
	Fiber Nep Cnt	3,358	2	87	0,039	9,151	2	87	0,000
	SCNep Count	5,671	2	87	0,005	2,631	2	87	0,078
	L(w)	0,493	2	87	0,612	4,502	2	87	0,014
	SFC (w)	4,062	2	87	0,021	15,217	2	87	0,000
	UQL (w)	1,435	2	87	0,244	2,102	2	87	0,128
	5%L(n)	2,245	2	87	0,112	1,232	2	87	0,297
	Mat Ratio	1,916	2	87	0,153	0,919	2	87	0,403
	Total Trash Count	7,626	2	87	0,001	-	-	-	-

Çizelge 4.31'e göre yerli pamukların toplam neps sayısı, ortalama uzunluk, üst çeyrek uzunluk, en uzun liflerin %5'nin uzunluğu ve olgunluk oranı, ithal pamuklarda ise tohum kabuğu

nepsi, üst çeyrek uzunluk, en uzun liflerin %5'nin uzunluğu ve olgunluk oranı verilerinin varyanslarının homojen dağılım ($p>0,05$), diğer verilerin homojen olmayan dağılım ($p<0,05$) gösterdiği anlaşılmaktadır.

Yerli ve ithal pamuk tipleri için AFIS verilerinin çoklu karşılaştırma testi (post hoc test) sonuçları Çizelge 4.32 ve Çizelge 4.33'te verilmiştir. Varyansları homojen dağılım gösteren verilerin çoklu karşılaştırma testi Tukey HSD, homojen dağılım göstermeyen veriler için Tamhane testi sonuçları ile değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.32. Yerli pamuk AFIS verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları

Çoklu karşılaştırmalar						
Test	Bağımlı değişken	(I) Tip	(J) Tip	Ortalama fark (I-J)	Std. sapma	Anlamlılık (p)
Tukey HSD	Total Nep Cnt	E	H	53,96667(*)	6,73688	0,000
			U	39,10000(*)	6,73688	0,000
		H	U	-14,86667	6,73688	0,076
	L(w)	E	H	-0,11333	0,28719	0,918
			U	2,17000(*)	0,28719	0,000
		H	U	2,28333(*)	0,28719	0,000
	UQL (w)	E	H	0,27667	0,27192	0,568
			U	2,09000(*)	0,27192	0,000
		H	U	1,81333(*)	0,27192	0,000
	5%L(n)	E	H	0,47667	0,27813	0,206
			U	2,68000(*)	0,27813	0,000
		H	U	2,20333(*)	0,27813	0,000
	Mat Ratio	E	H	-0,01767	0,00758	0,057
			U	0,02933(*)	0,00758	0,001
		H	U	0,04700(*)	0,00758	0,000
Tamhane	Fiber Nep Cnt	E	H	57,20000(*)	5,52455	0,000
			U	33,43333(*)	5,50988	0,000
		H	U	-23,76667(*)	4,05873	0,000
	SCNep Count	E	H	-3,23333	2,97971	0,632
			U	5,66667	3,01908	0,187
		H	U	8,90000(*)	3,61930	0,050
	SCF (w)	E	H	1,06000(*)	0,27591	0,001
			U	-1,40667(*)	0,33630	0,000
		H	U	-2,46667(*)	0,28834	0,000
	Total Trash Count	E	H	778,36667(*)	163,58175	0,000
			U	-552,46667(*)	165,82365	0,005
		H	U	-1330,83333(*)	119,8625	0,000

*Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Çizelge 4.33. İthal pamuk AFIS verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları

Çoklu karşılaştırmalar						
Test	Bağımlı değişken	(I) Tip	(J) Tip	Ortalama fark (I-J)	Std. sapma	Anlamlılık (p)
Tukey HSD	SCNep Count	A	B	4,13333	2,00385	0,104
			Y	5,33333(*)	2,00385	0,025
		B	Y	1,20000	2,00385	0,821
	UQL (w)	A	B	2,56000(*)	0,22988	0,000
			Y	0,64000(*)	0,22988	0,018
		B	Y	-1,92000(*)	0,22988	0,000
	5%L(n)	A	B	2,69333(*)	0,24384	0,000
			Y	0,64667(*)	0,24384	0,026
		B	Y	-2,04667(*)	0,24384	0,000
	Mat Ratio	A	B	0,00000	0,00593	1,000
			Y	-0,06433(*)	0,00593	0,000
		B	Y	-0,06433(*)	0,00593	0,000
Tamhane	Total Nep Cnt	A	B	26,60000	14,57141	0,204
			Y	119,73333(*)	12,08575	0,000
		B	Y	93,13333(*)	10,67084	0,000
	Fiber Nep Cnt	A	B	22,46667	13,93460	0,301
			Y	114,36667(*)	11,65456	0,000
		B	Y	91,90000(*)	9,96930	0,000
	L(w)	A	B	1,72667(*)	0,23154	0,000
			Y	-0,50333(*)	0,18505	0,026
		B	Y	-2,23000(*)	0,20580	0,000
	SCF (w)	A	B	-2,40667(*)	0,36640	0,000
			Y	2,55000(*)	0,24103	0,000
		B	Y	4,95667(*)	0,31971	0,000

*Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre anlamlılık sütunundaki değeri 0,05'in altında olan gruplar arasında ya da ortalama fark (I-J) sütununda yanlarında asteriks (*) olan gruplar arasında anlamlı farklılık vardır. Çizelge 4.32'de toplam neps sayısı bağımlı değişkeni için Ege ve Hatay pamuklarının anlamlılık sütunundaki değerinin 0,05'in altında olması; bu iki pamuk tipi arasında toplam neps sayısı değişkeni için anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir. Ortalama fark sütunundaki rakamın 53,96667(*) olması; Ege pamuğunun toplam neps sayısı değerinin Hatay pamuğundan büyük olduğunu ve Ege pamuğu toplam neps sayısının Hatay pamuğuna göre daha fazla olduğunu göstermektedir.

Pamuk tipleri ve bunlara ait AFIS verileri için korelasyon analizi yapılarak hangi elyaf özellikleri arasında ilişki olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Normal dağılıma uyan yerli ve ithal pamuk tipleri için pearson korelasyon analizi sonuçları Çizelge 4.34 ve Çizelge 4.35'de verilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Çizelge 3.20'deki sınıflandırma kullanılarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.34. Yerli pamukların AFIS verilerinin korelasyon analizi

Yerli Pamuk		Fiber Nep Cnt	SCNep Count	L(w)	SCF (w)	UQL (w)	5%L(n)	Mat Ratio	Total Trash Count
Total Nep Cnt	Pearson korelasyon	0,929**	0,473**	-0,043	0,268*	0,026	0,109	-0,297**	0,175
	Anlamlılık değeri (p)	0,000	0,000	0,687	0,011	0,806	0,309	0,004	0,098
Fiber Nep Cnt	Pearson korelasyon		0,113	-0,132	0,363**	-0,033	0,045	-0,389**	0,260*
	Anlamlılık değeri (p)		0,289	0,216	0,000	0,755	0,673	0,000	0,013
SCNep Count	Pearson korelasyon			0,198	-0,143	0,150	0,184	0,127	-0,148
	Anlamlılık değeri (p)			0,062	0,179	0,159	0,083	0,233	0,164
L(w)	Pearson korelasyon				-0,737**	0,874**	0,846**	0,652**	-0,475**
	Anlamlılık değeri (p)				0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SCF (w)	Pearson korelasyon					-0,617**	-0,598**	-0,726**	0,641**
	Anlamlılık değeri (p)					0,000	0,000	0,000	0,000
UQL (w)	Pearson korelasyon						0,964**	0,592**	-0,393**
	Anlamlılık değeri (p)						0,000	0,000	0,000
5%L (n)	Pearson korelasyon							0,562**	-0,390**
	Anlamlılık değeri (p)							0,000	0,000
Mat Ratio	Pearson korelasyon								-0,505**
	Anlamlılık değeri (p)								0,000
*Korelasyon 0,05 seviyesinde anlamlıdır (2-yönlü)									
**Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır (2-yönlü)									

Çizelge 4.35. İthal pamukların AFIS verilerinin korelasyon analizi

İthal Pamuk		Fiber Nep Cnt	SCNep Count	L(w)	SCF (w)	UQL (w)	5%L(n)	Mat Ratio	Total Trash Count
Total NepCnt	Pearson korelasyon	0,994**	0,409**	-0,395**	0,619**	-0,109	-0,104	-0,624**	0,070
	Anlamlılık değeri (p)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,307	0,327	0,000	0,513
Fiber NepCnt	Pearson korelasyon		0,308**	-0,414**	0,636**	-0,130	-0,121	-0,640**	0,054
	Anlamlılık değeri (p)		0,003	0,000	0,000	0,221	0,257	0,000	0,611
SCNep Count	Pearson korelasyon			0,026	0,079	0,142	0,101	-0,086	0,153
	Anlamlılık değeri (p)			0,810	0,461	0,183	0,344	0,418	0,150
L(w)	Pearson korelasyon				-0,848**	0,893**	0,872**	0,504**	0,090
	Anlamlılık değeri (p)				0,000	0,000	0,000	0,000	0,397
SCF (w)	Pearson korelasyon					-0,650**	-0,649**	-0,690**	0,014
	Anlamlılık değeri (p)					0,000	0,000	0,000	0,896
UQL (w)	Pearson korelasyon						0,969**	0,258*	0,073
	Anlamlılık değeri (p)						0,000	0,014	0,494
5%L(n)	Pearson korelasyon							0,300**	0,010
	Anlamlılık değeri (p)							0,004	0,927
Mat Ratio	Pearson korelasyon								-0,191
	Anlamlılık değeri (p)								0,071
*Korelasyon 0,05 seviyesinde anlamlıdır (2-yönlü)									
**Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır (2-yönlü)									

Çizelge 4.34 ve Çizelge 4.35 incelendiğinde yerli ve ithal pamuklar için elyaf neps sayısı (Fiber Nep Cnt) ile olgunluk oranı (Mat Ratio) arasında 0,01 düzeyinde anlamlı ve negatif bir korelasyon gözlenmiştir (yerli pamuk için $r = -0,389$ zayıf ve ithal pamuk için $r = -0,640$ orta). Olgunlaşmamış pamuk lifleri daha zayıftır, kırılmaya daha yatkındır ve dolaşım neps oluşturma eğilimindedir (Long ve Bange, 2011; Paudel ve ark, 2013; Ayele ve ark., 2017; Liu ve Chang, 2024).

Benzer şekilde kısa lif içeriği (SFC, w) ile olgunluk oranı (Mat Ratio) arasında da 0,01 önem düzeyinde anlamlı ve negatif bir korelasyon gözlenmiştir (yerli pamuk için $r = -0,726$ yüksek ve ithal pamuk için $r = -0,690$ orta). Daha yüksek olgunluk oranlarına sahip lifler, daha düşük kısa lif içeriğine

sahip olma eğilimindedir (Hinchliffe ve ark., 2023). İncelenen pamuk türleri arasında olgunluk oranı en yüksek olan Hatay pamuğu aynı zamanda en düşük kısa lif içeriği de sergilemektedir (Şekil 4.18, Şekil 4.20).

Ayrıca, kısa lif içeriği (SFC, w) ile ağırlık esasına göre üst çeyrek uzunluk (UQL, w) arasında 0,01 önem düzeyinde anlamlı ve negatif bir korelasyon gözlenmiştir (yerli pamuk için $r = -0,617$ ve ithal pamuk için $r = -0,650$ orta). Literatürde ayrıca lif uzunluğu ve olgunluğu arttıkça kısa lif yüzdesinin azaldığı da ileri sürülmektedir (Bradow ve Davidonis, 2010).

4.1.5. HVI ve AFIS Verilerinin Korelasyon Analizi

Çalışmanın bu bölümünde yerli ve ithal pamuk tiplerinin HVI ve AFIS verilerinden; üst yarı ortalama uzunluk (UHML) ve üst çeyrek uzunluk (UQL, w); kısa lif indeksi (SFI) ve kısa lif içeriği (SFC, w); olgunluk indeksi (Mat) ve olgunluk oranı (Mat Ratio), çepel sayısı (Tr Cnt) ve toplam çepel sayısı (Total Trash Count) arasındaki ilişki korelasyon analiziyle değerlendirilmiş, sonuçlar Çizelge 4.36’da verilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Çizelge 3.20’deki sınıflandırma kullanılarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.36. Yerli ve ithal pamukların HVI ve AFIS verilerinin korelasyon analizi

Parametreler			Pearson korelasyon	Anlamlılık değeri (p)
HVI	AFIS	N		
UHML	UQL (w)	180	0,528**	0,000
SFI	SFC (w)	180	0,765**	0,000
Tr Cnt	Total Trash Count	180	0,767**	0,000
Mat	Mat Ratio	180	0,684**	0,000
*Korelasyon 0,05 seviyesinde anlamlıdır (2-yönlü).				
**Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır (2-yönlü).				

Çizelge 4.36’ya göre HVI ile AFIS verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon ($p < 0,05$) bulunmaktadır. Pearson korelasyon katsayısı değerlendirmesi, UHML-UQL(w) ile Mat-Mat Ratio arasında orta düzeyde pozitif bir ilişkinin, SFI-SFC(w) ile Tr Cnt- Total Trash Count arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğunu göstermiştir. Önceki çalışmalarda da benzer korelasyonlar rapor edilmiştir (Rowland, 1999; Knowlton, 2004; Ebaido, 2014; van der Sluijs ve ark., 2021; Liu ve Chang, 2024).

4.2. İplik Test Sonuçları

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinden üretilen kompakt penye ipliklerin özellikleri; iplik fiziksel özellikleri (numara, düzgünlük, iplik hataları ve tüylülük) ve iplik mukavemet özellikleri (kopma mukavemeti, kopma uzaması) başlıkları altında değerlendirilmiştir. İplik özellikleri kendi başlığı altında değerlendirilirken her bir özellik için Uster İstatistikleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Çizelge 4.37’de iplik özelliklerinin test sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.37. İplik özelliklerinin test sonuçları

İplik Kalite Değerleri		Pamuk Tipi					
		E	H	U	A	B	Y
CVm%	Ort.	11,73	11,54	11,63	12,07	12,14	11,87
	%CV	4,09	3,66	2,92	4,30	2,89	4,10
İnce yer (-%40)	Ort.	22,70	15,89	16,25	39,67	37,31	30,27
	%CV	75,16	73,92	71,51	64,00	46,31	54,60
İnce yer (-%50)	Ort.	0,35	0,00	0,45	0,00	0,38	0,36
	%CV	366,33	0,00	319,58	0,00	353,27	363,82
Kalın yer (+%35)	Ort.	180,75	137,92	189,20	218,33	222,12	186,52
	%CV	32,14	37,25	26,02	34,82	24,20	34,59
Kalın yer (+%50)	Ort.	14,05	10,10	14,70	15,33	15,96	14,20
	%CV	60,00	83,42	68,00	50,01	46,05	50,61
Neps (+%200)	Ort.	19,90	22,29	26,60	13,00	19,23	17,32
	%CV	54,63	63,02	51,45	66,30	48,61	54,48
Tüylülük (H)	Ort.	4,39	4,74	4,33	3,89	4,43	4,33
	%CV	11,18	11,13	8,56	4,87	13,98	13,60
Kopma mukavemeti (cN/tex)	Ort.	15,30	16,79	16,42	16,79	14,41	16,82
	%CV	7,62	7,83	6,69	6,12	7,18	5,92
Kopma uzaması (%)	Ort.	5,17	4,87	5,39	5,36	4,98	4,68
	%CV	9,02	8,49	8,88	7,36	6,75	7,56

4.2.1. İplik Fiziksel Özellikleri Test Sonuçları

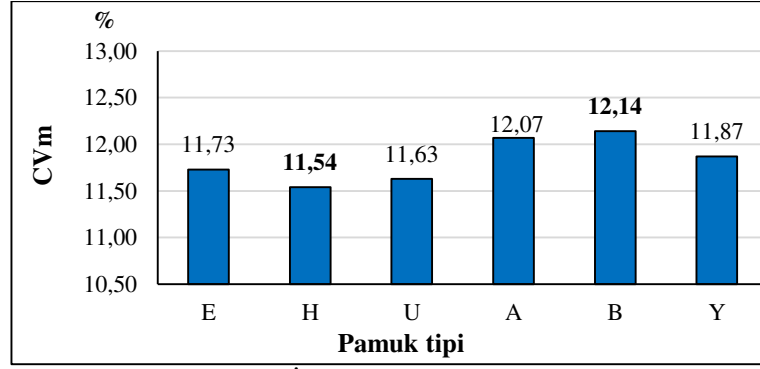
İplik Düzensizliğünün Değerlendirilmesi

Çalışmada üretilen ipliklerin düzensizlik değerlerinin Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.38’de; karşılaştırma grafiği Şekil 4.24’te verilmiştir (Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.38. İplik düzensizliğünün (CVm) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	CVm (%)	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	11,73	%51 - %75
H	11,54	%51 - %75
U	11,63	%51 - %75
A	12,07	%76 - %95
B	12,14	%76 - %95
Y	11,87	%76 - %95

Uster İstatistiklerine göre iplik düzensizliği açısından Ege, Hatay ve Urfa pamuklarından üretilen iplikler dünya iplik üretiminde %51 - %75 arası dilimde; Amerika, Brezilya ve Yunanistan pamuklarından üretilen iplikler %76 - %95 arası dilimde (Yunanistan ipliği %76 sınırında) yer almaktadır.



Şekil 4.24. İplik düzgünsüzlüğü (CVm)

Şekil 4.24'e göre Brezilya pamuğundan üretilen ipliklerin düzgünsüzlüğünün en yüksek değerde olduğu, Brezilya pamuğunun HVI kısa lif indeksi (SFI) ve AFIS ağırlık esasına göre kısa lif içeriği (SFC,w) değerlerinin en yüksek olmasının bu durumu açıkladığı söylenebilir. Üreyen ve Kadoğlu'da çalışmalarında bunu vurgulamıştır (Üreyen ve Kadoğlu, 2008).

Ege pamuğundan üretilen ipliğin özellikleri Uster İstatistikleri 2023 uygulamasına girilmiş ve uygulamadan alınan örnek tablo Şekil 4.25'te verilmiştir.

Pamuk, 100%, Penye, Kompakt iplik, Bobin, Örmö
30 Ne

		≤5%	6-25%	26-50%	51-75%	76-95%	>95%
Karakteristik	Açıklama	değer	Birim	USP™			
Kütle CS - USTER® TESTER							
CVm	Kütle değişim katsayısı	11,73	[%]	70			
CVm 1m	Kütle değişim katsayısı 1m		[%]				
CVm 3m	Kütle değişim katsayısı 3m		[%]				
CVm 10m	Kütle değişim katsayısı 10m		[%]				
CVb CVm	Kütle değişim katsayısı, içerisinde		[%]				
CVb C	Numara değişim katsayısı, içerisinde		[%]				
Sık rastlanılan (IPI) hatalar CS - USTER® TESTER							
İnce -%40	İnce yerler -%40	22,7	[/km]	29			
İnce -%50	İnce yerler -%50	0,35	[/km]	29			
Kalın +%35	Kalın yerler +%35	180,75	[/km]	58			
Kalın +%50	Kalın yerler +%50	14,05	[/km]	57			
Neps +%140	Neps +%140		[/km]				
Neps +%200	Neps +%200	19,9	[/km]	44			
Tüyülük OH / HL - USTER® TESTER							
H	Tüyülük	4,39	[]	37			
CVb H	Tüyülük değişim katsayısı, içerisinde		[%]				
sH	Tüyülük standart sapma değeri		[]				
S3u ⚠	Uster tüyülük uzunluk sınıfları 3mm toplamı		[/100m]				
S1+2u ⚠	Uster tüyülük uzunluk sınıfları 1 ve 2mm toplamı		[/100m]				
Mukavemet, uzama 5 m/min - USTER® TENSORAPID							
FH	Kopma kuvveti		[cN]				
RH	Mukavemet	15,3	[cN/tex]	90			
CVt RH	Mukavemet değişim katsayısı, toplam		[%]				
EH	Kopma uzaması	5,17	[%]	74			
CVt EH	Kopma uzaması değişim katsayısı, toplam		[%]				
WH	Kopma işi		[cNcm]				
CVt WH	Kopma işi değişim katsayısı, toplam		[%]				

Şekil 4.25. Ege pamuğundan üretilen ipliğin Uster İstatistikleri değerlendirmesi

Şekil 4.25'te USP değerleri Ege pamuğundan üretilen ipliğin dünya üretiminde hangi yüzdelik kalite dilimine girdiğini göstermektedir. Tez kapsamında çalışılan farklı yöre pamuklarından üretilen ipliklerin özellikleri benzer şekilde Uster İstatistikleri uygulamasına girilmiş ve dünya iplik üretimi içerisinde hangi yüzdelik kalite dilimine girdiği incelenmiştir.

İplikte İnce Yer Hatasının Değerlendirilmesi

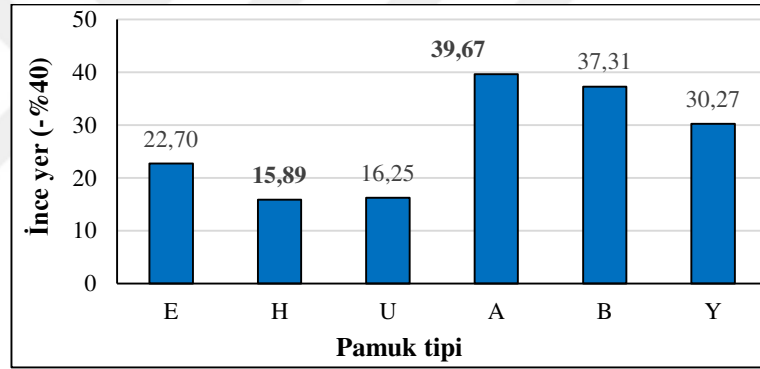
Çalışmada üretilen ipliklerin ince yer hatası değerlerinin Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.39'da; karşılaştırma grafikleri Şekil 4.26 ve Şekil 4.27'de verilmiştir (Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.39. İplik ince yer hatasının değerlendirilmesi

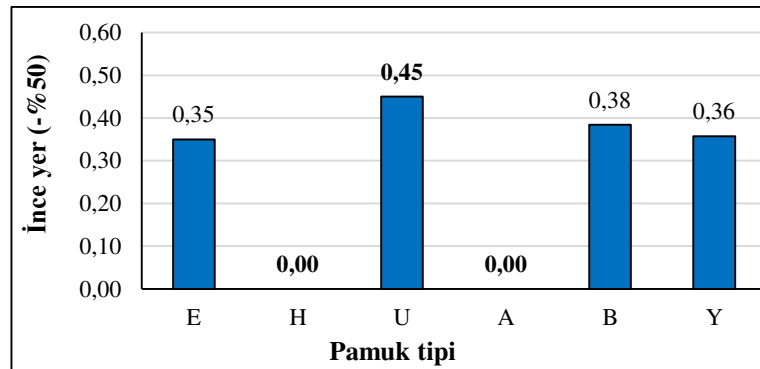
Pamuk tipi	İnce yer (-%40)	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme	İnce yer (-%50)	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	22,70	%26 - %50	0,35	%26 - %50
H	15,89	%6 - %25	0,00	%5 ve altı
U	16,25	%6 - %25	0,45	%26 - %50
A	39,67	%51 - %75	0,00	%5 ve altı
B	37,31	%51 - %75	0,38	%26 - %50
Y	30,27	%26 - %50	0,36	%26 - %50

Uster İstatistiklerine göre -%40 ince yer hatası açısından Hatay ve Urfa pamuklarından üretilen iplikler dünya iplik üretiminde %6 - %25 arası dilimde; Ege ve Yunanistan pamuklarından üretilen iplikler %26 - %50 arası dilimde (Ege ipliği %26 sınırında); Amerika ve Brezilya pamuklarından üretilen iplikler ise %51 - %75 arası dilimde (%51 sınırına yakın) yer almaktadır. (Uster Statistics 2023).

Uster İstatistiklerine göre -%50 ince yer hatası açısından Hatay ve Amerika pamuklarından üretilen iplikler dünya iplik üretiminde %5 ve altı; Ege, Urfa, Brezilya ve Yunanistan pamuklarından üretilen iplikler %26 - %50 arası dilimde yer almaktadır (Uster Statistics 2023).



Şekil 4.26. İnce yer hatası (-%40)



Şekil 4.27. İnce yer hatası (-%50)

İplikte Kalın Yer Hatasının Değerlendirilmesi

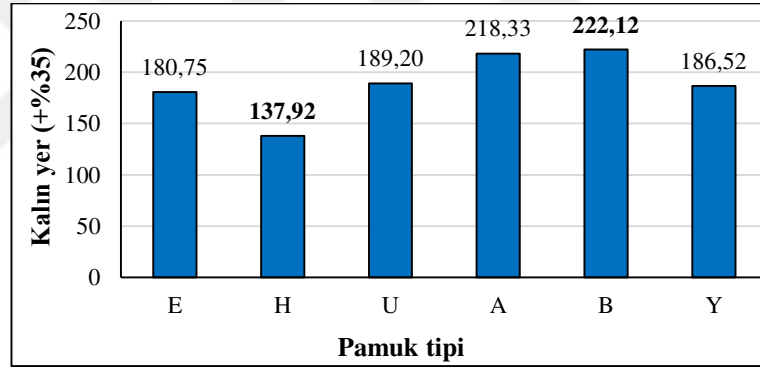
Çalışmada üretilen ipliklerin kalın yer hatası değerlerinin Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.40'da; karşılaştırma grafikleri Şekil 4.28 ve Şekil 4.29'da verilmiştir (Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.40. İplik kalın yer hatasının değerlendirilmesi

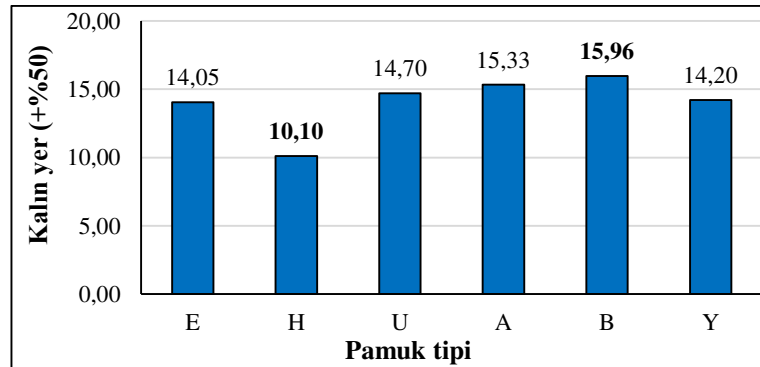
Pamuk tipi	Kalın yer (+%35)	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme	Kalın yer (+%50)	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	180,75	%51 - %75	14,05	%51 - %75
H	137,92	%26- %50	10,10	%26- %50
U	189,20	%51 - %75	14,70	%51 - %75
A	218,33	%51 - %75	15,33	%51 - %75
B	222,12	%51 - %75	15,96	%51 - %75
Y	186,52	%51 - %75	14,20	%51 - %75

Uster İstatistiklerine göre +%35 kalın yer hatası açısından Hatay pamuğundan üretilen iplik dünya iplik üretiminde %26- %50 arası dilimde; Ege, Urfa, Amerika, Brezilya ve Yunanistan pamuklarından üretilen iplikler ise %51-%75 arası dilimde (Amerika ve Brezilya iplikleri %75 sınırına yakın) yer almaktadır.

Uster İstatistiklerine göre +%50 kalın yer hatası açısından Hatay pamuğundan üretilen iplik dünya iplik üretiminde %26- %50 arası dilimde; Ege, Urfa, Amerika, Brezilya ve Yunanistan pamuklarından üretilen iplikler %51-%75 arası dilimde yer almaktadır.



Şekil 4.28. Kalın yer hatası (+%35)



Şekil 4.29. Kalın yer hatası (%+50)

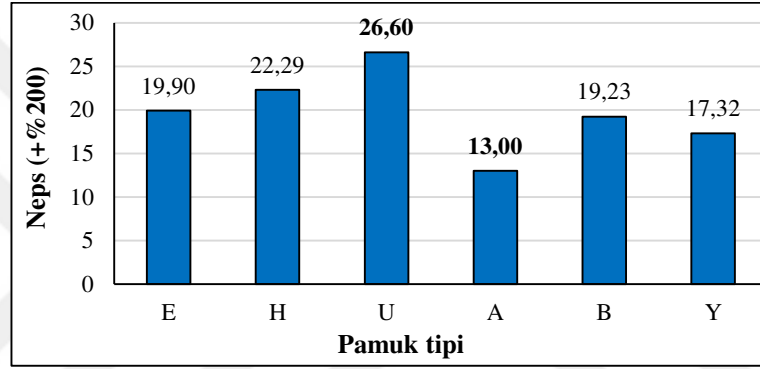
İplik Neps Miktarının Değerlendirilmesi

Çalışmada üretilen ipliklerin neps miktarlarının Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.41’de; karşılaştırma grafiği Şekil 4.30’da verilmiştir (Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.41. İplik neps miktarının değerlendirilmesi

Pamuk tipi	Neps (%+200)	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	19,90	%26- %50
H	22,29	%26- %50
U	26,60	%51 - %75
A	13,00	%6- %25
B	19,23	%26- %50
Y	17,32	%26- %50

Uster İstatistiklerine göre iplik neps miktarı açısından Amerika pamuğundan üretilen iplik dünya iplik üretiminde %6- %25 arası dilimde; Ege, Hatay, Brezilya ve Yunanistan pamuklarından üretilen iplikler %26-%50 arası dilimde; Urfa pamuğundan üretilen iplik ise %51 - %75 arası dilimde yer almaktadır.



Şekil 4.30. İplik neps miktarı

İplik Tüylülüğünün Değerlendirilmesi

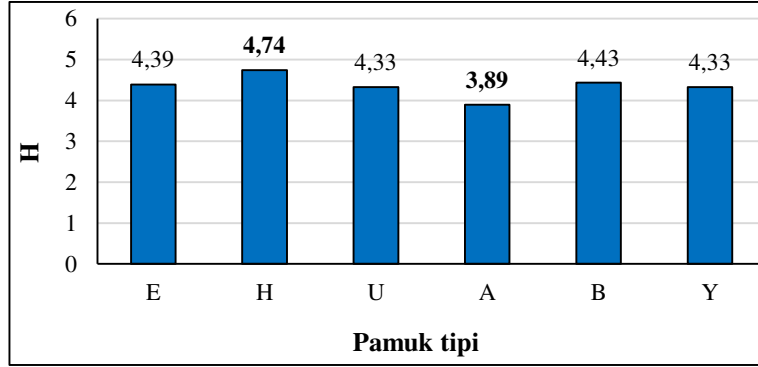
Çalışmada üretilen ipliklerin tüylülük (H) değerlerinin Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.42’te; karşılaştırma grafiği Şekil 4.31’de verilmiştir (Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.42. İplik tüylülüğünün (H) değerlendirilmesi

Pamuk tipi	H	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	4,39	%26- %50
H	4,74	%51 - %75
U	4,33	%26- %50
A	3,89	%6- %25
B	4,43	%26- %50
Y	4,33	%26- %50

Uster İstatistiklerine göre iplik tüylülüğü açısından Amerika pamuğundan üretilen iplik dünya iplik üretiminde %6- %25 arası dilimde; Ege, Urfa, Brezilya ve Yunanistan pamuklarından üretilen iplikler %26-%50 arası dilimde, Hatay pamuğundan üretilen iplik ise %51 - %75 arası dilimde yer almaktadır. İplik tüylülüğü kullanılan hammadde, makine, proses ve klima koşullarından etkilenmektedir (Kadoğlu H., 1993). Kısa lif oranı fazla olan pamuk tipleri ile eğrilen ipliklerin

tüylülük değerlerinin de artması beklenir. Ancak çalışma kapsamında üretilen iplikler kompakt iplikler olduğundan genel olarak tüm iplikler birbirine yakın tüylülük değerleri göstermiştir.



Şekil 4.31. İplik tüylülüğü (H)

4.2.2. İplik Mukavemet Özellikleri Test Sonuçları

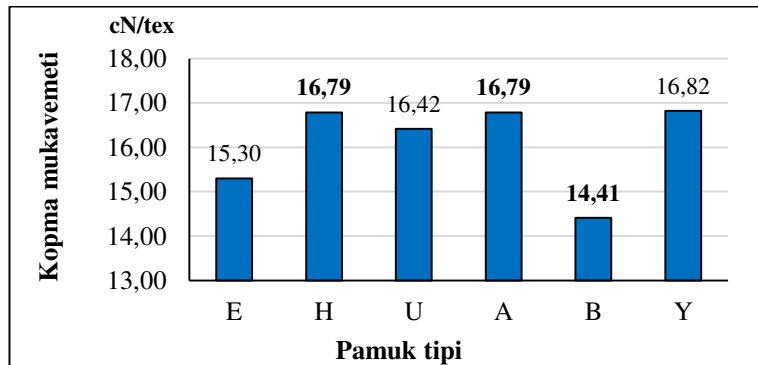
İplik Kopma Mukavemetinin Değerlendirilmesi

Çalışmada üretilen ipliklerin kopma mukavemetinin Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.43'te; karşılaştırma grafiği Şekil 4.32'de verilmiştir (Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.43. İplik kopma mukavemetinin değerlendirilmesi

Pamuk tipi	Kopma mukavemeti (cN/tex)	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	15,30	%76- %95
H	16,79	%51- %75
U	16,42	%51- %75
A	16,79	%51- %75
B	14,41	%95
Y	16,82	%51- %75

Uster İstatistiklerine göre iplik kopma mukavemeti açısından Hatay, Urfa, Amerika ve Yunanistan pamuklarından üretilen iplikler dünya iplik üretiminde %51- %75 arası dilimde, Ege pamuğundan üretilen iplik %76- %95 arası dilimde; Brezilya pamuğundan üretilen iplik ise %95'lik dilimde yer almaktadır (Uster Statistics 2023). En düşük lif uzunluğu ve lif mukavemeti ile en yüksek kısa lif indeksi değerine sahip Brezilya pamuğunun iplik mukavemeti de en düşük çıkmıştır.



Şekil 4.32. İplik kopma mukavemeti

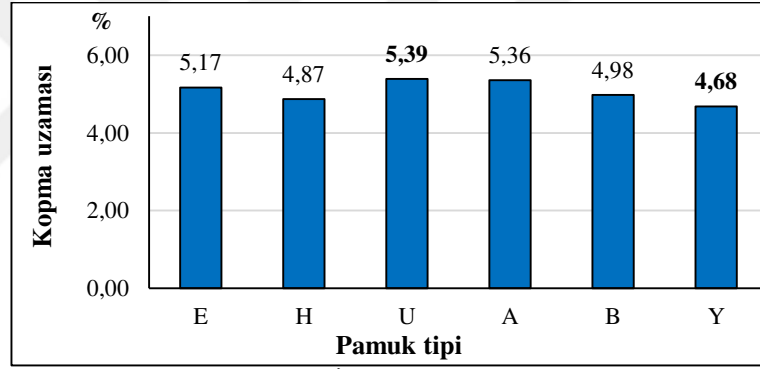
İplik Kopma Uzamasının Değerlendirilmesi

Çalışmada üretilen ipliklerin kopma uzamasının Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.44'te; karşılaştırma grafiği Şekil 4.33'te verilmiştir (Uster Statistics 2023).

Çizelge 4.44. İplik kopma uzamasının değerlendirilmesi

Pamuk tipi	Kopma uzaması (%)	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
E	5,17	%51- %75
H	4,87	%76- %95
U	5,39	%51- %75
A	5,36	%51- %75
B	4,98	%76- %95
Y	4,68	%95 ve üstü

Uster İstatistiklerine göre iplik kopma uzaması açısından Urfa ve Amerika pamuklarından üretilen iplikler dünya iplik üretiminde %51- %75 arası dilimde; Ege, Hatay ve Brezilya pamuklarından üretilen iplikler %76- %95 arası dilimde, Yunanistan pamuğundan üretilen iplik ise %95 ve üstü dilimde yer almaktadır (Uster Statistics 2023).



Şekil 4.33. İplik kopma uzaması

Şekil 4.33'e göre en düşük kopma uzaması değeri Yunanistan pamuğundan üretilen ipliklerde görülmüş, genel olarak tüm ipliklerin kopma uzama değerlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Tez çalışması kapsamında üretilen ipliklerin örme kumaş üretiminde kullanacak olması nedeniyle yumuşak tutumlu olması beklenmekte olup büküm (α_e) değeri 3,5 olarak üretilmiştir. Bu değer düşük bir büküm katsayısı değeri olup iplik kopma uzama değerlerinin düşmesine yol açtığı düşünülmektedir.

4.2.3. İplik Verilerinin İstatistiksel Analizi

Yerli ve ithal pamukların iplik verileri için K-S (normallik) testi sonuçları özet halinde Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.45. Yerli pamukların iplik verilerinin K-S sonuçları

İplik Parametreleri	N	Normal parametreler		Anlamlılık (p)
		Ort.	Std. Sapma	
CVm	296	11,6342	0,42387	0,702
İnce -% 40	296	18,3108	14,04658	0,000
İnce -%50	296	0,2703	1,13254	0,000
Kalın +%35	296	169,7128	57,39842	0,825
Kalın +%50	296	12,9899	9,18344	0,000
Neps +%200	296	22,9392	13,18614	0,000
Tüylülük	296	4,4814	0,49960	0,200
Kopma mukavemeti	296	16,1607	1,34918	0,113
Kopma uzaması	296	5,1467	0,49949	0,059

Çizelge 4.46. İthal pamukların iplik verilerinin K-S sonuçları

İplik Parametreleri	N	Normal parametreler		Anlamlılık (p)
		Ort.	Std. Sapma	
CVm	97	11,9768	0,47109	0,939
İnce (-% 40)	97	33,6082	18,55092	0,111
İnce (-%50)	97	0,3093	1,21072	0,000
Kalın (+%35)	97	200,9794	65,35018	0,505
Kalın (+%50)	97	14,8454	7,26914	0,007
Neps (+%200)	97	17,1649	9,40709	0,035
Tüylülük	97	4,2906	0,57878	0,025
Kopma mukavemeti	97	16,1697	1,46637	0,262
Kopma uzaması	97	4,8654	0,43174	0,825

Çizelge 4.45'a göre yerli pamukların iplik özelliklerinden CVm, +%35 kalın yer hatası, tüylülük, kopma mukavemeti ve kopma uzaması verilerine ait anlamlılık değerleri 0,05'ten büyük olduğundan bu veriler normal dağılım göstermektedir. -%40 ince yer, -%50 ince yer, +%50 kalın yer ve +%200 neps iplik hatası verileri ise normal dağılıma uymamaktadır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.46'ya göre ithal pamukların iplik özelliklerinden CVm, -%40 ince yer, +%35 kalın yer iplik hataları, kopma mukavemeti ve kopma uzaması verilerine ait anlamlılık değerleri 0,05'ten büyük olduğundan bu veriler normal dağılım göstermektedir. -%50 ince yer, +%50 kalın yer ve +%200 neps iplik hatası ile tüylülük verileri ise normal dağılıma uymamaktadır ($p < 0,05$).

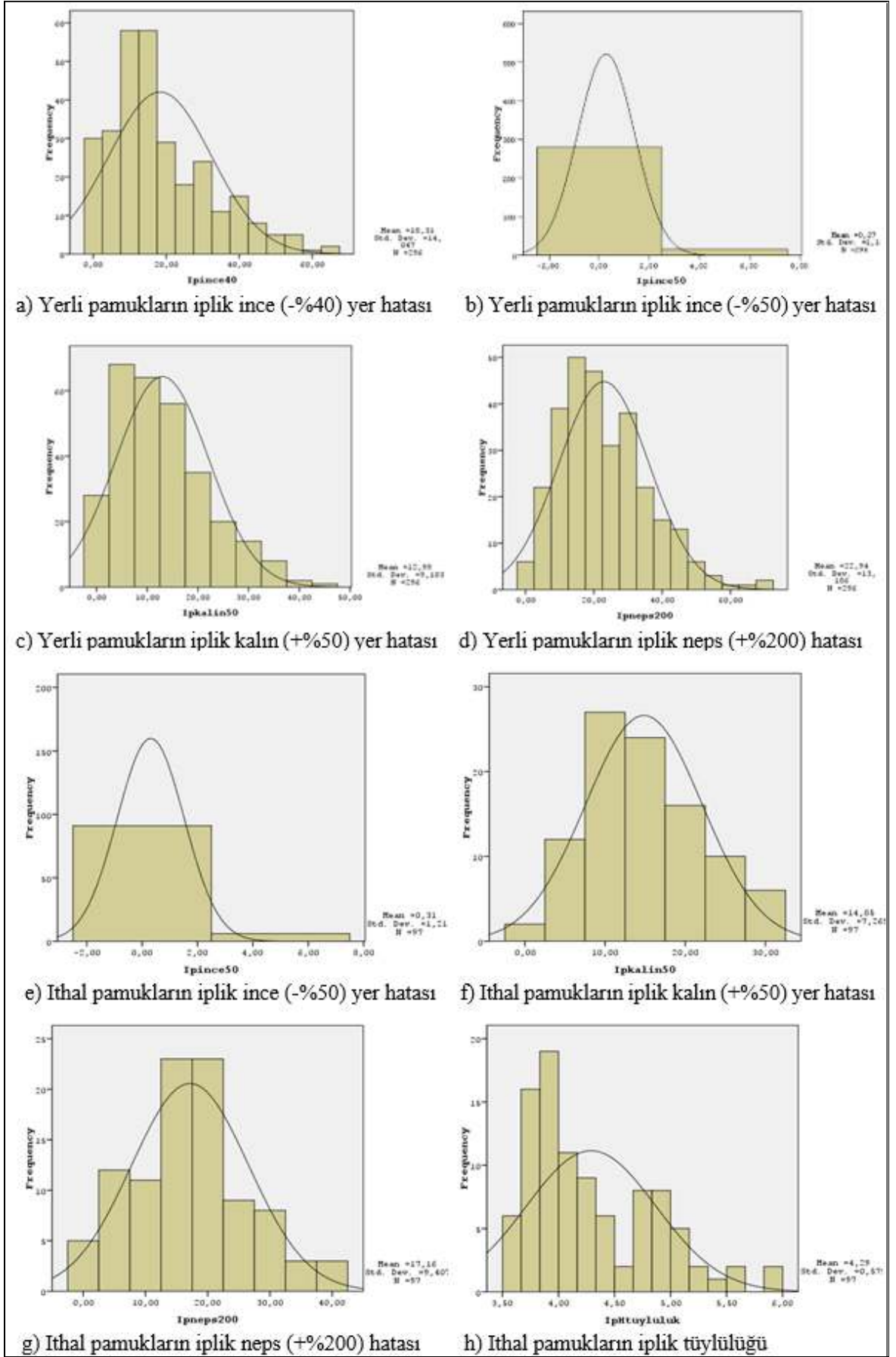
Normal dağılıma uymayan verilerin histogram grafiklerine de bakılmıştır. Normal dağılıma uymayan yerli pamukların iplik özelliklerinden -%40 ince yer, -%50 ince yer, +%50 kalın yer ve +%200 neps iplik hataları; ithal pamukların iplik özelliklerinden -%50 ince yer, +%50 kalın yer ve +%200 neps iplik hataları ve tüylülük verilerine ait histogram grafikleri Şekil 4.34'te verilmiştir.

Yerli pamukların iplik özelliklerinden -%40 ince yer, +%50 kalın yer ve +%200 neps iplik hataları ile ithal pamukların iplik özelliklerinden +%50 kalın yer ve +%200 neps iplik hataları ve tüylülük verilerine ait histogram grafikleri incelendiğinde, eğrilerin çan şekline oldukça yakın olduğu (yaklaşık simetrik), tek tepe noktasına ve geniş bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle normal olmayan bu dağılımların da normale yakın kabul edilmesi mümkün olup, yerli pamukların iplik özelliklerinden -%40 ince yer, +%50 kalın yer ve +%200 neps iplik hataları; ithal pamukların

iplik özelliklerinden +%50 kalın yer, +%200 neps iplik hataları ve tüylülük verilerinin normal dağılım gösterdiği söylenebilmektedir.

Ayrıca yerli pamukların iplik özelliklerinden -%40 ince yer, +%50 kalın yer ve +%200 neps iplik hataları, ithal pamukların iplik özelliklerinden +%50 kalın yer, +%200 neps iplik hataları ve tüylülük verilerinin dağılımı, çarpıklık-basıklık değerlerine göre de değerlendirilmiştir (Çizelge 4.47).





Şekil 4.34. Yerli ve ithal pamukların iplik verilerinin histogram grafikleri

Çizelge 4.47. Yerli ve ithal pamukların iplik verilerine ait çarpıklık - basıklık değerleri

Tanımlayıcılar				
			İstatistik	St.Hata
Yerli pamuk	İnce (-% 40)	Çarpıklık	0,969	0,142
		Basıklık	0,524	0,282
	İnce (-%50)	Çarpıklık	3,964	0,142
		Basıklık	13,810	0,282
	Kalın (+%50)	Çarpıklık	0,775	0,142
		Basıklık	0,250	0,282
	Neps (+%200)	Çarpıklık	0,756	0,142
		Basıklık	0,558	0,282
İthal pamuk	İnce (-%50)	Çarpıklık	3,695	0,245
		Basıklık	11,898	0,485
	Kalın (+%50)	Çarpıklık	0,346	0,245
		Basıklık	-0,479	0,485
	Neps (+%200)	Çarpıklık	0,298	0,245
		Basıklık	-0,125	0,485
	Tüylülük	Çarpıklık	0,932	0,245
		Basıklık	0,123	0,485

Çizelge 4.47’de yerli pamukların iplik özelliklerinden -%40 ince yer, +%50 kalın yer ve +%200 neps iplik hataları, ithal pamukların iplik özelliklerinden +%50 kalın yer, +%200 neps iplik hataları ve tüylülük verilerine ait çarpıklık-basıklık değerleri incelendiğinde -2 ve +2 aralığı içerisinde yer aldığı görülmektedir. Dolayısıyla bu değişkenlere ait verilerin de normal dağılım gösterdiği söylenebilmektedir.

Yerli ve ithal pamuk tipleri (bağımsız değişkenleri) ile iplik özellikleri (bağımlı değişkenleri) arasındaki ilişki, varyans analiziyle (ANOVA) tespit edilmiş ve sonuçlar özet halinde toplu olarak Çizelge 4.48’de verilmiştir.

Çizelge 4.48. Yerli ve ithal pamukların iplik verileri için ANOVA Tablosu

İplik özellikleri	F-değeri		Anlamlılık (p)	
	Yerli	İthal	Yerli	İthal
CVm	5,236	3,370	0,006	0,039
İnce (-% 40)	7,726	2,284	0,001	0,107
Kalın (+%35)	26,151	3,425	0,000	0,037
Kalın (+%50)	7,452	0,558	0,001	0,574
Neps (+%200)	6,890	2,156	0,001	0,122
Tüylülük	22,445	4,791	0,000	0,010
Kopma mukavemeti	41,782	53,971	0,000	0,000
Kopma uzaması	31,943	23,724	0,000	0,000

Çizelge 4.48’e göre yerli pamukların iplik özellikleri ANOVA tablosundaki anlamlılık değerleri, 0,05’ten küçük olduğundan yerli pamukların yetiştiği bölge tüm iplik verileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahiptir denir. Bu üç tip yerli pamuk rollergin çırçırılama yapılmış pamuklar olup yetiştikleri bölge itibariyle farklılık göstermektedir. Dolayısıyla pamuğun yetiştiği bölge iplik özellikleri üzerinde beklenildiği üzere istatistiksel olarak anlamlı etki göstermiştir.

Çizelge 4.48’e göre ithal pamukların CVm, +%35 kalın yer iplik hatası, tüylülük, kopma mukavemeti ve kopma uzaması iplik özelliklerinin ANOVA tablosundaki anlamlılık değerleri,

0,05'ten küçük olduğundan, ithal pamukların yetiştiği bölge bu veriler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahiptir denir. Bu üç tip ithal pamuk sawgin çırçırılama yapılmış pamuklar olup yetiştikleri bölge itibariyle farklılık göstermektedir. Dolayısıyla pamuğun yetiştiği bölge belirlenen iplik özellikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etki göstermiştir.

Yerli ve ithal pamukların iplik verilerinin varyanslarının homojenlik testi sonuçları Çizelge 4.49'da verilmiştir.

Çizelge 4.49. Yerli ve ithal pamukların iplik verilerinin homojenlik testi sonuçları

		Levene İstatistiği	df1	df2	Anlamlılık (p)
Yerli	CVm	3,962	2	293	0,020
	İnce (-% 40)	13,578	2	293	0,000
	Kalın (+%35)	0,603	2	293	0,548
	Kalın (+%50)	1,372	2	293	0,255
	Neps (+%200)	4,789	2	293	0,009
	Tüylülük	4,129	2	293	0,017
	Kopma mukavemeti	0,530	2	293	0,589
	Kopma uzaması	3,738	2	293	0,025
İthal	CVm	1,999	2	94	0,141
	Kalın (+%35)	1,051	2	94	0,354
	Tüylülük	9,254	2	94	0,000
	Kopma mukavemeti	0,229	2	94	0,796
	Kopma uzaması	0,168	2	94	0,845

Çizelge 4.49'a göre yerli pamuk ipliklerinin +%35 kalın yer, +%50 kalın yer iplik hataları ve kopma mukavemeti ile ithal pamuk ipliklerinin CVm, +%35 kalın yer iplik hatası, kopma mukavemeti ve kopma uzaması verilerinin varyanslarının homojen dağılım ($p>0,05$), diğer verilerin homojen olmayan dağılım ($p<0,05$) gösterdiği anlaşılmaktadır.

Yerli ve ithal pamuk iplik verilerinin çoklu karşılaştırma testi (post hoc test) sonuçları Çizelge 4.50 ve Çizelge 4.51'de verilmiştir. Varyansları homojen dağılım gösteren verilerin çoklu karşılaştırma testi Tukey HSD, homojen dağılım göstermeyen veriler için Tamhane testi sonuçları ile değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.50. Yerli pamuk iplik verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları

Çoklu karşılaştırmalar							
	Test	Bağımlı değişken	(I) Tip	(J) Tip	Ortalama fark (I-J)	Std. sapma	Anlamlılık (p)
Yerli	Tukey HSD	Kalın (+%35)	E	H	42,83333(*)	7,58060	0,000
				U	-8,45000	7,50285	0,499
			H	U	-51,28333(*)	7,58060	0,000
		Kalın (+%50)	E	H	3,94583(*)	1,28440	0,007
				U	-0,65000	1,27123	0,866
			H	U	-4,59583(*)	1,28440	0,001
		Kopma mukavemeti	E	H	-1,49188(*)	0,17063	0,000
				U	-1,12220(*)	0,16888	0,000
			H	U	0,36968	0,17063	0,079
	Tamhane	CVm	E	H	0,19308(*)	0,06452	0,009
				U	0,10120	0,05882	0,239
			H	U	-0,09188	0,05485	0,260
		İnce (-% 40)	E	H	6,81458(*)	2,08509	0,004
				U	6,45000(*)	2,06436	0,006
			H	U	-0,36458	1,66936	0,995
		Neps (+%200)	E	H	-2,39167	1,79922	0,460
				U	-6,70000(*)	1,74781	0,001
			H	U	-4,30833	1,98207	0,090
		Tüylülük	E	H	-0,35295(*)	0,07285	0,000
				U	0,06290	0,06146	0,668
			H	U	0,41585(*)	0,06536	0,000
		Kopma uzaması	E	H	0,29572(*)	0,06289	0,000
				U	-0,22160(*)	0,06681	0,003
			H	U	-0,51732(*)	0,06379	0,000

*Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Çizelge 4.51. İthal pamuk iplik verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları

Çoklu karşılaştırmalar							
	Test	Bağımlı değişken	(I) Tip	(J) Tip	Ortalama fark (I-J)	Std. sapma	Anlamlılık (p)
İthal	Tukey HSD	CVm	A	B	-0,07059	0,14911	0,884
				Y	0,19651	0,13370	0,310
			B	Y	0,26710(*)	0,10914	0,043
		Kopma mukavemeti	A	B	2,38536(*)	0,32781	0,000
				Y	-0,02840	0,29394	0,995
			B	Y	-2,41376(*)	0,23993	0,000
		Kopma uzaması	A	B	0,37472(*)	0,11532	0,005
				Y	0,68165(*)	0,10341	0,000
			B	Y	0,30694(*)	0,08441	0,001
	Tamhane	Tüylülük	A	B	-0,53956(*)	0,13108	0,001
				Y	-0,43533(*)	0,09266	0,000
			B	Y	0,10423	0,14484	0,856

*Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Çizelge 4.50’de yerli pamuklardan Ege ve Hatay pamuğundan üretilen ipliklerin +%35 kalın yer hatası değişkeni için anlamlılık sütunundaki değerin 0,05’in altında olması; üretilen bu iki iplik arasında +%35 kalın yer iplik hatası değişkeni için anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir. Ortalama fark sütunundaki rakamın 42,83333(*) olması; Ege pamuğundan üretilen ipliklerin +%35 kalın yer hatası sayısının Hatay pamuğuna göre fazla olduğunu göstermektedir.

Normal dağılıma uymayan yerli ve ithal pamukların iplik özelliklerinden -%50 ince yer iplik hatası verilerine ait Kruskal Wallis testi sonuçları Çizelge 4.52’de verilmiştir.

Çizelge 4.52. Yerli ve ithal pamuk ipliklerinin ince yer (-%50) iplik hatası Kruskal Wallis analizi

	Yerli pamuk				İthal pamuk			
	Sıra ortalaması			Anlamlılık (p)	Sıra ortalaması			Anlamlılık (p)
	E	H	U		A	B	Y	
İnce 50	150,86	140,50	153,82	0,014	46,00	49,73	49,46	0,558

Kruskal Wallis analizi sonucuna göre, yerli pamuk ipliklerinin -%50 ince yer hatası verilerinin anlamlılık değerleri 0,05’ten küçük olduğundan, pamuğun yetiştiği bölge bu veriler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahiptir. İthal pamuk ipliklerinin -%50 ince yer hatası verilerinin anlamlılık değerleri 0,05’ten büyük olduğundan pamuğun yetiştiği bölge bu veriler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etki göstermemiştir.

Yerli pamuk ipliklerinin -%50 ince yer hatası verilerinin Mann Whitney U testi sonuçları Çizelge 4.53’te verilmiştir.

Çizelge 4.53. Yerli pamuk ipliklerinin ince yer (-%50) iplik hatası için Mann Whitney U analizi

Yerli pamuk	Anlamlılık (p)
E-H	0,008
E-U	0,603
H-U	0,003

Çizelge 4.53’de Mann Whitney U analizine göre koyu renkte belirtilen ikililer arasında istatistiki olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

4.3. Kumaş Test Sonuçları

Kumaş özellikleri yapısal özellikler, performans özellikleri, iç yapı analizleri ve pestisit analizleri olarak dört ana başlık altında incelenmiştir.

4.3.1. Kumaş Yapısal Özellikleri Test Sonuçları

Bu çalışmada amaç farklı yöre pamuk lif özelliklerinin kumaş özellikleri üzerine etkilerini belirlemek olduğundan aynı örme makinesinde aynı üretim şartlarında standart sıklıkta çalışılmıştır.

Üretilen ham ve boyalı kumaşların ilmek sıra sıklığı (cpc-courses per cm) ve ilmek çubuk sıklığı (wpc-wales per cm) ile ilmek yoğunluğu, ilmek iplik uzunluğu, kumaş gramajı ve kumaş kalınlığı belirlenmiştir. Kumaşların ölçülen yapısal özellikleri Çizelge 4.54’te verilmiştir.

Çizelge 4.54. Ham ve boyalı kumaşların yapısal özellikleri

Pamuk tipi	Kumaş tipi	Kumaş eni (cm)	İlmeğe sıra sıklığı-cpc (sıra/cm)	İlmeğe çubuk sıklığı-wpc (çubuk/cm)	İlmeğe yoğunluğu/cm ²	İlmeğe iplik uzunluğu (cm)	Kumaş gramajı (g/m ²)	Kumaş kalınlığı (mm)
E	Ham	106	19,60	12,90	252,84	29,00	147,04	0,437
	Boyalı	95	19,80	14,30	283,14	28,56	150,72	0,436
H	Ham	106	19,60	12,90	252,84	29,04	138,44	0,434
	Boyalı	95	19,20	15,20	291,84	28,96	147,54	0,434
U	Ham	106	19,40	13,00	252,20	29,52	141,58	0,430
	Boyalı	95	19,60	15,30	299,88	28,76	146,62	0,441
A	Ham	106	19,20	12,90	247,68	29,12	141,24	0,429
	Boyalı	95	19,40	15,20	294,88	29,32	154,88	0,450
B	Ham	106	19,60	13,20	258,72	29,56	149,62	0,431
	Boyalı	95	20,00	14,80	296,00	28,80	151,50	0,446
Y	Ham	106	19,60	12,90	252,84	28,84	145,44	0,432
	Boyalı	95	19,50	15,00	292,50	28,04	154,40	0,454

Çizelge 4.54'te görüldüğü üzere ilmek sıra sıklığı ham kumaşlarda 19,20- 19,60 sıra/cm, boyalı kumaşlarda 19,20-20,00 sıra/cm arasında; ilmek çubuk sıklığı ise ham kumaşlarda 12,90-13,20 çubuk/cm, boyalı kumaşlarda 14,30-15,30 çubuk/cm arasındadır.

İlmeğe sıra ve çubuk sıklık farklılıklarının kumaş özelliklerine etkisini görmek amacıyla her ikisinin toplam etkisinin görülebileceği birim alandaki ilmek yoğunluğu değerleri de incelenmiştir. Ham kumaşların ilmek yoğunluğu değerleri 247,68-258,72 ilmek/cm²; boyalı kumaşların 283,14-299,88 ilmek/cm² arasında değişmiştir. Kumaşların ilmek iplik uzunluğu değerleri ise ham kumaşlar için 28,84-29,52 cm, boyalı kumaşlar için 28,04- 29,32 cm arasında değişmiştir (Çizelge 4.54).

Gramaj değerleri incelendiğinde ham kumaşlarda 138,44-149,62 gram/m², boyalı kumaşlarda 146,62-154,88 gram/m² aralığında değişiklik gösterdiği bu farklılıkların öncelikle cpc, wpc değerleri ve paralelinde ilmek yoğunluğu değerlerindeki değişikliklerden kaynaklandığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.54).

Kumaş kalınlık değerleri ham kumaşlar için 0,429- 0,437 mm; boyalı kumaşlar için 0,434-0,454 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.54).

Örme kumaşlarda yaş işlemler sonucu boyutsal olarak çekme meydana geldiği buna bağlı olarak kumaş eninin kısaldığı, kumaşların sıklıkları, gramaj ve kalınlıklarında artış olduğu gözlenmiştir.

4.3.2. Kumaş Performans Özellikleri Test Sonuçları

Kumaşların Dikey Kılcal Emme Test Sonuçları

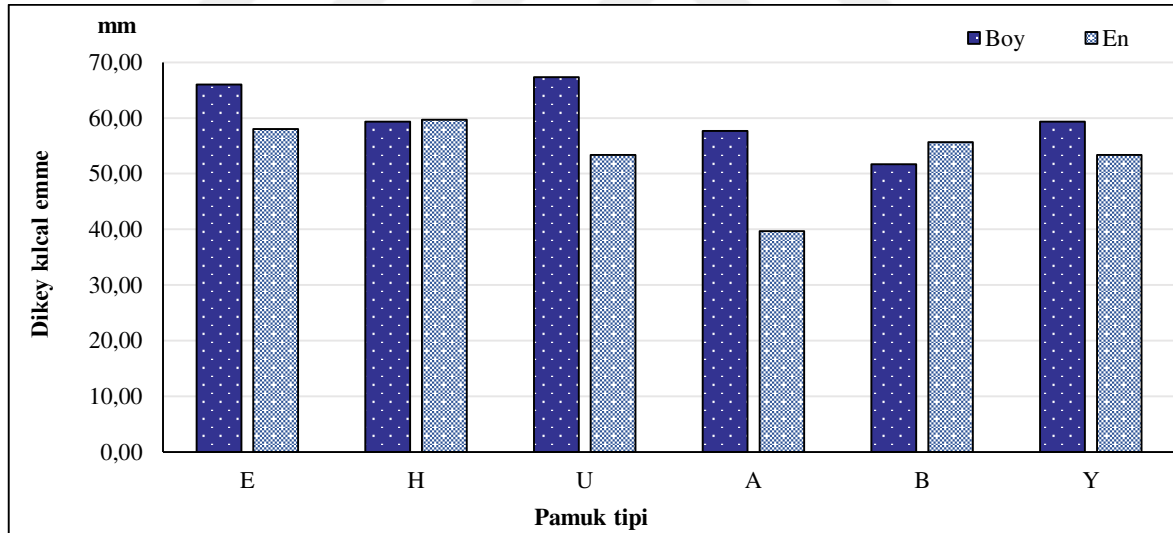
Tekstil ürünlerindeki nem transferini ifade eden kılcal emicilik, gözenekli bir yüzeyde sıvının kendiliğinden taşınması olarak tanımlanmaktadır. Tekstil yüzeylerinin kılcal emme yeteneği üretilen terin giysiden dış çevreye ne kadar hızlı uzaklaştığının bir göstergesidir. Dikey olarak yerleştirilen kumaş şeridi tarafından sıvının kılcal (kapiler) emilimi başladığında, sıvı iplikler arasında ve iplikler içerisindeki gözenekler boyunca hareket etmektedir.

Boyalı kumaşların en ve boy yönündeki dikey kılcal emme testi ortalama sonuçları Çizelge 4.55'te ve karşılaştırma grafiği Şekil 4.35'te verilmiştir

Çizelge 4.55. Dikey kılcal emme test sonuçları

Pamuk tipi	Boyalı kumaş	
	En (mm)	Boy (mm)
E	58,00	66,00
H	59,67	59,33
U	53,33	67,33
A	39,67	57,67
B	55,67	51,67
Y	53,33	59,33

Pamuk tiplerinin dikey kılcal emme test sonuçları incelendiğinde, Amerika, Brezilya ve Yunanistan pamuklarının diğerlerine göre daha düşük kılcal emiciliğe sahip oldukları görülmüştür. Bu lifler diğerlerine göre daha ince lifler olup lifler arasındaki boşlukların azalması ile kılcal ıslanma yüksekliği de azalmaktadır. Kumaşlar nemi ilk olarak bünyelerine alıp daha sonra liflerle ve lifler arası boşluklarla nemi diğer yüzeye doğru taşımaktadırlar. Sıvılar dar boşluklarda geniş boşluklara göre daha yavaş ilerlemektedir (Çil, 2020). Literatürde, ayrıca liflerin kalınlığındaki artışın kumaşların sıvı iletim özelliklerinde artışa sebep olduğu belirtilmektedir (Atasağun, 2015).



Şekil 4.35. Boyalı kumaşların dikey kılcal emme test sonuçları

Gerek en ve gerekse de boy yönü birlikte değerlendirildiğinde kılcal emiciliği en iyi olan pamuk Ege pamuğu olmuştur. Ayrıca ham ve boyalı kumaşta en düşük boyutsal değişim yine Ege pamuğunda görülmüştür. Lifin sıvı ile şişmesi, gözeneklerin kapanmasına neden olarak kılcal emişin yavaşlamasına sebep olmaktadır (Çil, 2020). Böylece Ege pamuğundan üretilen kumaşların çekme değerlerinin diğerlerine göre az oluşu ile kumaş gözenekliliği daha fazla olacaktır. Yüksek gözeneklilik ve düşük örtme faktörüne sahip kumaşların nem transfer özelliklerinin daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. (Çil, 2020). Bu bilgiler ışığında Ege pamuğunun nem çekme kazanımı

diğerlerine göre bir miktar azalmış, kılcal emiciliği artmıştır. Dikey kılcal ıslanma ve nem kazanımı arasında negatif bir korelasyon tespit edilmiştir yani nem kazanımı arttıkça dikey kılcal ıslanma azalmaktadır (Dündar, 2008).

Nem Yönetim Performansı Test Sonuçları

OMMC, sıvı nemin kumaştaki toplam aktarım kapasitesini tayin eden bir indekstir. Bir kumaşın OMMC değerinin belirlenmesinde; alt kısımdaki nemin emilim oranı (BAR), kümülatif tek yönlü taşıma indeksi (OWTC) ve alt kısımdaki yayılma hızı (nem kuruma hızı, BSS) değerleri göz önüne alınır ve 4.31'deki eşitlikle hesaplanır (Uyanık, 2017; AATCC Test Method 195: 2011).

$$OMMC = C1 * BAR + C2 * OWTC + C3 * BSS \quad (4.1)$$

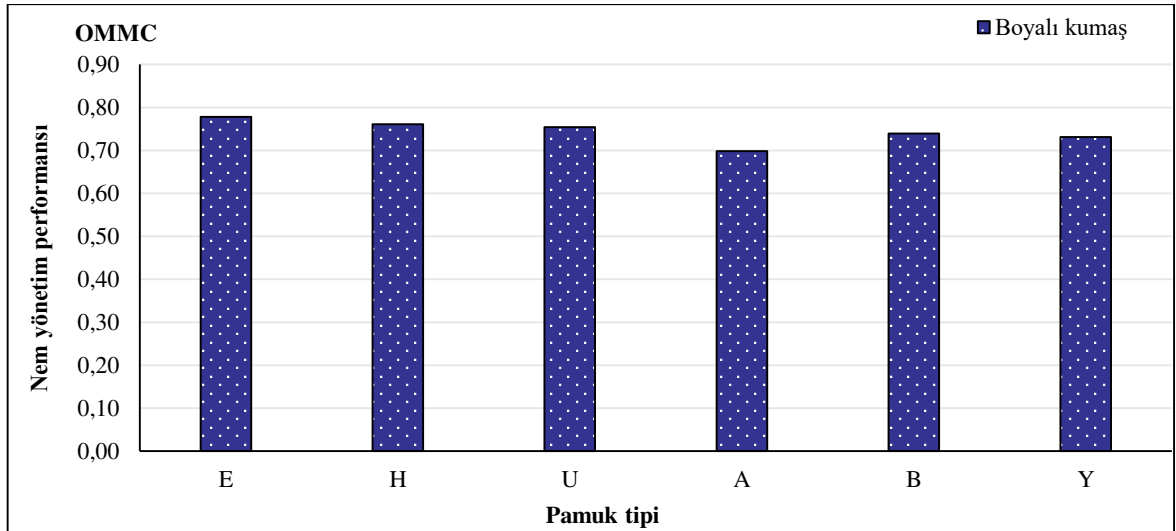
Sabit katsayıların değerleri $C1=0,25$; $C2=0,5$ ve $C3=0,25$ 'tir. Eşitlikten de görüldüğü gibi bir kumaşın nem (sıvı) yönetim kapasitesinin iyi olması, alt yüzeye transfer edilen sıvının emilim oranının yüksek olduğunu, sıvının üst yüzeyden alt yüzeye etkili bir şekilde transfer edildiğini, alt yüzeye transfer edilen sıvının emilim oranının yüksek olduğunu ve hızlı bir şekilde yayıldığını göstermektedir (Uyanık, 2017).

Boyalı kumaşların MMT cihazından elde edilen test sonuçları ve Çizelge 3.14'te gösterilen MMT değerlendirme kriterlerine göre değerlendirilmesi Çizelge 4.56'da, nem yönetim performanları grafiği Şekil 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.56. Boyalı kumaşların MMT test sonuçları ve değerlendirilmesi

Pamuk tipi	Toplam sıvı nem yönetim performansı (OMMC)			
	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama
E	0,7283	0,7789	0,8272	0,77813
H	0,7935	0,772	0,7167	0,76073
U	0,7873	0,7411	0,7341	0,75417
A	0,7291	0,6583	0,7086	0,69867
B	0,7557	0,7368	0,7247	0,73907
Y	0,7571	0,7107	0,7268	0,73153

OMMC değerlerinin yüksek oluşu iyi bir nem yönetim performansı anlamına gelmektedir. Daha iyi nem yönetimi daha çabuk kuruma olarak değerlendirilmektedir. Boyalı kumaşların nem yönetim performansı değerleri incelendiğinde birbirine yakın değerlerde olmakla beraber Ege, Hatay ve Urfa pamuklarının OMMC değerlerinin daha yüksek çıktığı görülmektedir. Bu sonuçlar dikey kılcal emicilik sonuçlarıyla örtüşmektedir. Tüm boyalı kumaşların nem yönetim performansı değerlerinin, MMT değerlendirme skalasına (Şekil 3.14) göre 4 (çok iyi) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.36. Boyalı kumaşların nem yönetim performansı test sonuçları

Boyutsal Değişim Test Sonuçları

Örme kumaşlar gevşek yapıları ve birim alandaki bağlantı sayısının az olması nedeniyle ıslandıklarında daha fazla boyut değişimi meydana gelmektedir. Lif karakteristiği, ilmek iplik uzunluğu, iplik bükümü, örme makinesinin tipi, makinada sarılırken üzerine aldığı gerilim, terbiye işlemleri, yıkama ve kurutma metotlarının farklılığı gibi birçok faktör örme kumaşların çekmesine etki etmektedir (Uyanık, 2017). Bu çalışmada boyutsal değişime etki eden diğer faktörler sabit tutularak pamuk lif özelliklerinin etkisi değerlendirilmiştir.

Ticari uygulamalarda boyutsal değişim oranları bakımından kumaşta dengenin sağlandığı yıkama sayısı 5 olarak tercih edilmektedir (Uyanık, 2017). Bu nedenle boyut değişimlerini tespit etmek için ham kumaşlarda 1.yıkama sonrası, boyalı kumaşlarda ise 1. ve 5. yıkama sonrası en ve boy yönünde boyutsal değişim oranları tespit edilmiş ve Çizelge 4.57’de gösterilmiştir. Ham ve boyalı kumaşların en ve boy yönünde boyutsal değişim oranlarını gösteren grafikler Şekil 4.37 ve Şekil 4.38’de verilmiştir.

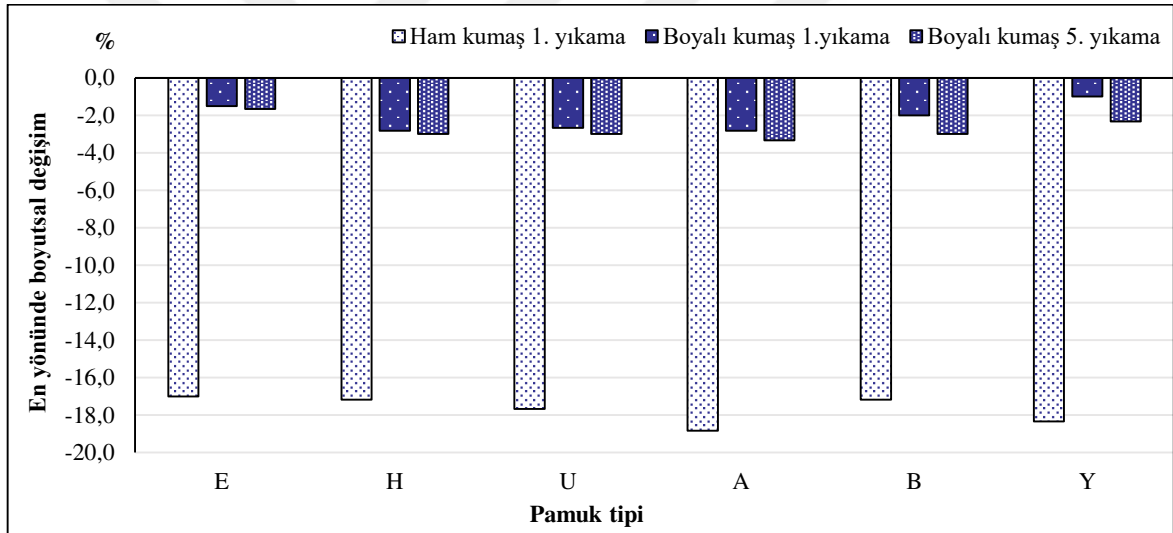
Çizelge 4.57. Ham ve boyalı kumaşların en ve boy yönünde boyutsal değişimleri (%)

Pamuk tipi	Yön	Ham kumaş 1. yıkama	Boyalı kumaş 1. yıkama	Boyalı kumaş 5. yıkama
E	En	-17,00	-1,50	-1,67
	Boy	-3,50	-6,50	-7,17
H	En	-17,17	-2,83	-3,00
	Boy	-3,33	-6,00	-7,67
U	En	-17,67	-2,67	-3,00
	Boy	-4,67	-5,67	-7,50
A	En	-18,83	-2,83	-3,33
	Boy	-6,17	-6,50	-8,17
B	En	-17,17	-2,00	-3,00
	Boy	-4,33	-6,50	-7,67
Y	En	-18,33	-1,00	-2,33
	Boy	-3,17	-3,83	-5,50

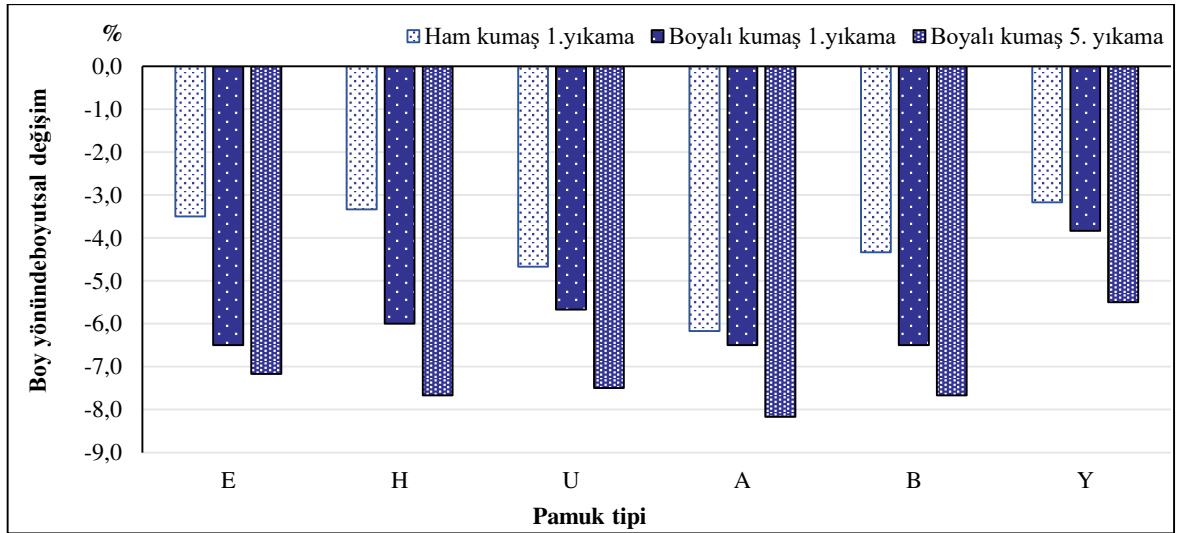
Çizelge 4.57'ye göre Amerika pamuğundan üretilen ham kumaşların gerek enden ve gerekse boydan çekme değerleri en yüksek çıkmıştır. Kumaşlar arasındaki tek fark pamuk türü olduğu için bu durum Amerika pamuğunun nem yönetiminin veya dikey kılcal emiciliğinin en kötü yani hidrofilitesinin (nem çekme yeteneğinin) en iyi oluşu ile açıklanabilir. Benzer şekilde yine ham kumaşlarda en düşük çekme değerleri Ege pamuğu ile üretilen kumaşlarda elde edilmiştir ki Ege pamuğu nem yönetimi açısından en iyi olandır. Ege pamuğunun sıvı iletim kabiliyeti yüksektir.

Tüm kumaşların boyama sonrası en yönü çekme değerleri iyileşirken boy yönü çekme değerleri kötüleşmiştir. Kumaşlar çektirme yöntemine göre halat formunda boyanırken boydan çok fazla gerilime maruz kaldığı için boyama sonrası boy yönü çekme değerleri artmıştır.

Şekil 4.37 ve Şekil 4.38'de boyutsal değişim oranları incelendiğinde çekme değerlerinin en ve boy yönünde ters orantılı olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle boy yönü çekme değeri arttıkça, en yönü çekmenin azaldığı görülmektedir, bu durum ilmek iplik uzunluğunun sabit olmasından ve ilmeğin kumaşta belli bir yönde şekil değiştirmesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.37. Ham ve boyalı kumaşların en yönünde boyutsal değişimleri



Şekil 4.38. Ham ve boyalı kumaşların boy yönünde boyutsal değişimleri

May Dönmesi Test Sonuçları

İdeal bir örgü yapısı için ilmek sıraları ile ilmek çubukları arasındaki açının dik olması istenir. Ancak özellikle pamuklu düz örgü mamullerde relaksasyon ilerledikçe, ilmek çubuklarında çarpılma meydana gelir ve sıralar ve çubuklar arasındaki ideal diklik bozulur. May dönmesi (örgü dönmesi) olarak adlandırılan bu durum; iplik ve kumaşların yapısal özellikleri ile makine ayarlarından kaynaklanmaktadır (Marmaralı, 2008).

May dönmesi giysilerde yıkama sonrasında yan dikişlerin kayması olarak ortaya çıkar ve bu kaymanın ticari kabul açısından ortalama %5-8 değerini mümkün olduğu kadar geçmemesi istenir (Uyanık, 2017).

Ticari uygulamalarda boyutsal değişim oranları bakımından kumaşta dengenin sağlandığı yıkama sayısı 5 olarak tercih edildiğinden (Uyanık, 2017); ham kumaşlarda 1.yıkama sonrası, boyalı kumaşlarda ise 1. ve 5. yıkama sonrası may dönmesi değerleri tespit edilmiş ve Çizelge 4.58’de verilmiştir. Şekil 4.39’da ham ve boyalı kumaşların may dönmesi değerleriyle oluşturulan grafik gösterilmiştir.

Çizelge 4.58. Ham ve boyalı kumaşların may dönmesi değerleri (%)

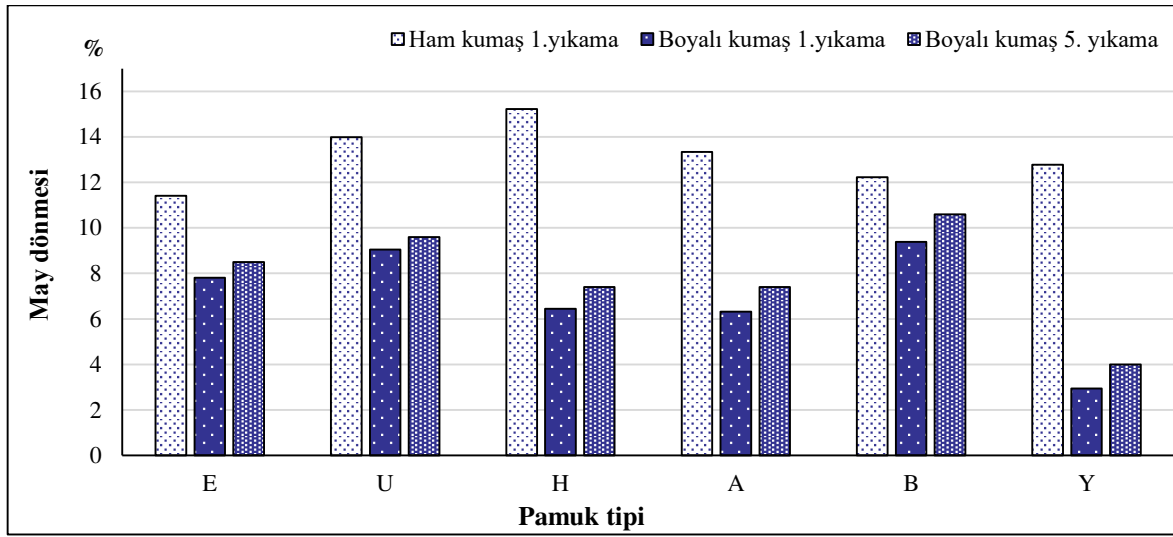
Pamuk tipi	Ham kumaş 1.yıkama	Boyalı kumaş 1.yıkama	Boyalı kumaş 5. Yıkama
E	11,41	7,81	8,5
U	13,98	9,04	9,60
H	15,22	6,45	7,40
A	13,33	6,32	7,40
B	12,22	9,38	10,60
Y	12,77	2,94	4,00

Boyalı kumaşlarda yaş işlemler sonrası boyutsal değişim (çekme) meydana gelmekte ve buna bağlı olarak da kumaş yapısı sıkılaşmakta ve böylece ham kumaşlara kıyasla may dönmesi

değerleri düşmektedir. Seyrek yapılı kumaşlarda ipliğin hareket alanı artacağından may dönmesinin de artacağı bilinmektedir (Uyanık, 2017).

Çizelge 4.58'e göre yıkama sonrası kumaşlarda may dönmesi değerleri bir miktar artmıştır. Yıkama işlemiyle relaksasyona ulaşmak isteyen kumaşın sahip olduğu hareketlilik bu sonuca yol açmıştır (Bozan Turgay, 2006; Mezarcıöz ve Oğulata, 2009)

Lif mukavemeti en düşük olan Brezilya pamuğundan üretilen boyalı ve yıkanmış kumaşların may dönmesi en yüksek çıkmıştır. Yine Brezilya pamuğunun lif uzunluğu diğerlerine göre düşüktür. Bu faktöründe yüksek may dönmesine yol açtığı düşünülmektedir. Literatürde lif mukavemeti ve uzunluğunun may dönmesinde etkili olduğu belirtilmiştir (Bozan Turgay, 2006; Uyanık, 2017)



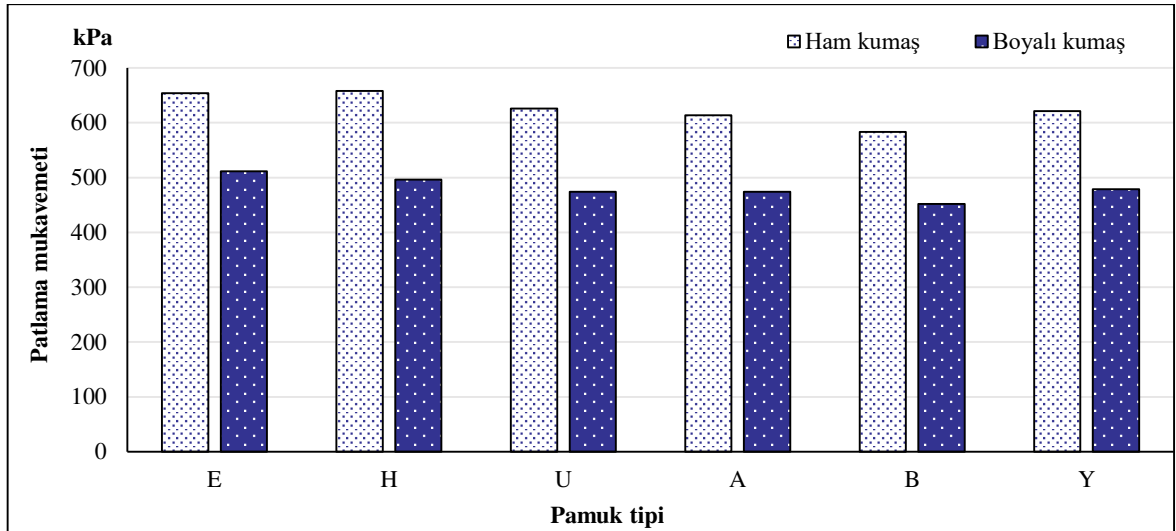
Şekil 4.39. Ham ve boyalı kumaşların may dönmesi değerleri

Patlama Mukavemeti Test Sonuçları

Ham ve boyalı kumaşların patlama mukavemeti ölçüm sonuçları Çizelge 4.59'da verilmiştir. Şekil 4.40'ta ham ve boyalı kumaşların patlama mukavemeti ölçüm sonuçları ile oluşturulan grafik gösterilmiştir.

Çizelge 4.59. Ham ve boyalı kumaşların patlama mukavemeti değerleri

Pamuk tipi	Patlama mukavemeti (kPa)	
	Ham kumaş	Boyalı kumaş
E	654,02	511,64
H	657,82	496,08
U	625,74	474,12
A	613,88	474,16
B	583,28	452,08
Y	621,12	478,96



Şekil 4.40. Ham ve boyalı kumaşların patlama mukavemeti değerleri

Patlama mukavemetinde iplik mukavemeti, ipliklerin esnekliği ve kumaş yapısı en önemli faktörlerdir (Özdil, 2003). Şekil 4.40'a göre ham ve boyalı kumaşlarda en düşük patlama mukavemet değeri Brezilya pamuğundan üretilen kumaşlarda görülmüştür. Çalışılan tipler arasında Brezilya pamuğundan üretilen ipliklerin kopma uzamasının en düşük değerde olduğu, bu kumaşlarda patlama mukavemet değerinin düşük olmasının bu durumu açıkladığı söylenebilir. Uyanık'da çalışmasında bu durumu vurgulamıştır (Uyanık, 2017). Ayrıca patlama mukavemetinde lif mukavemeti de önemlidir (Demiryürek ve Uysaltürk, 2016). Lif mukavemeti en düşük olan Brezilya pamuğundan üretilen ham ve mamul kumaşların patlama mukavemeti en düşük çıkmıştır (Çizelge 4.7).

Ham kumaştan boyalı kumaşa geçişte tüm pamuk tipleri için patlama mukavemetinde düşüş gözlenmiştir. Terbiye işlemlerinde kullanılan kimyasallar, uygulanan sıcaklık gibi faktörlerin kumaşın mukavemetini düşürdüğü düşünülmektedir. Şardağ çalışmasında bunu vurgulamıştır (Şardağ, 2018).

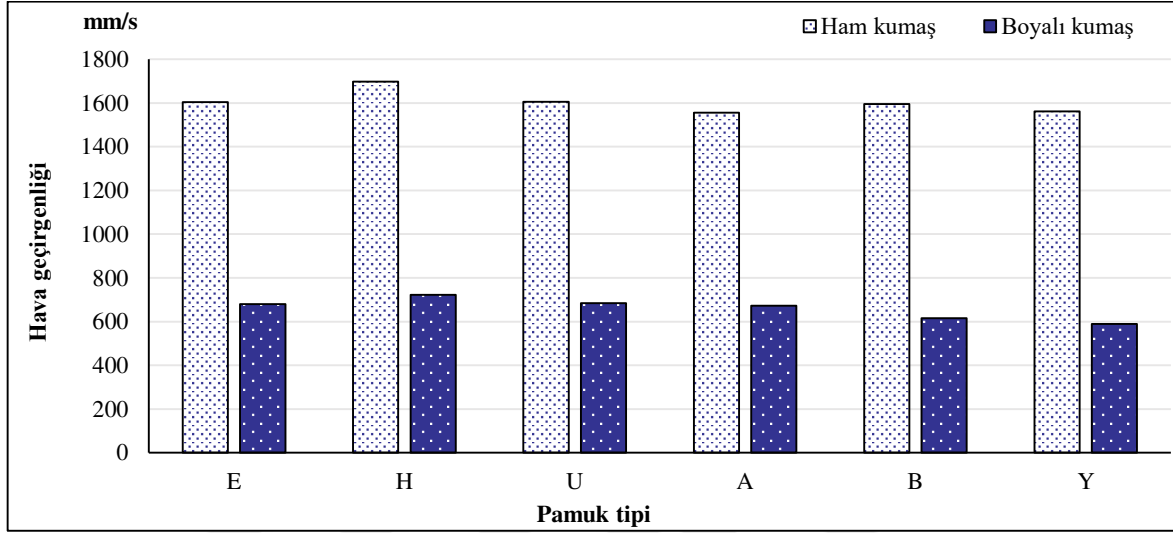
Hava Geçirgenliği Test Sonuçları

Hava geçirgenliği, kumaşı oluşturan lif yapısı, iplik yapısı, kumaş konstrüksiyonu ve kumaşın gördüğü terbiye işlemlerinden etkilenmektedir. Ham ve boyalı kumaşların hava geçirgenliği ölçümlerinin ortalama sonuçları Çizelge 4.60'da, grafik gösterimi Şekil 4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.60. Ham ve boyalı kumaşların hava geçirgenliği değerleri

Pamuk tipi	Hava geçirgenliği (mm/s)	
	Ham kumaş	Boyalı kumaş
E	1604,20	679,50
H	1697,37	722,49
U	1606,08	684,67
A	1555,57	672,86
B	1595,70	614,92
Y	1561,16	589,63

Şekil 4.41 incelendiğinde en yüksek hava geçirgenliğine sahip ham ve boyalı kumaşın Hatay pamuğu olduğu görülmüştür. Hatay ve Urfa pamuklarının mikroner değerleri diğerlerine göre yüksektir. Diğer lifler orta incelikteyken, Hatay ve Urfa pamukları kalın lif sınıfında yer alırlar. İplik numarası sabit olduğundan daha kalın liflerle eğrilen ipliklerin kesitinde daha az sayıda lif yer alır, böylece iplik kesitinde lif yüzey alanı daha az, boşluk daha fazla olur. Bu durumda ise hava geçirgenliği artar.



Şekil 4.41. Ham ve boyalı kumaşların hava geçirgenliği değerleri

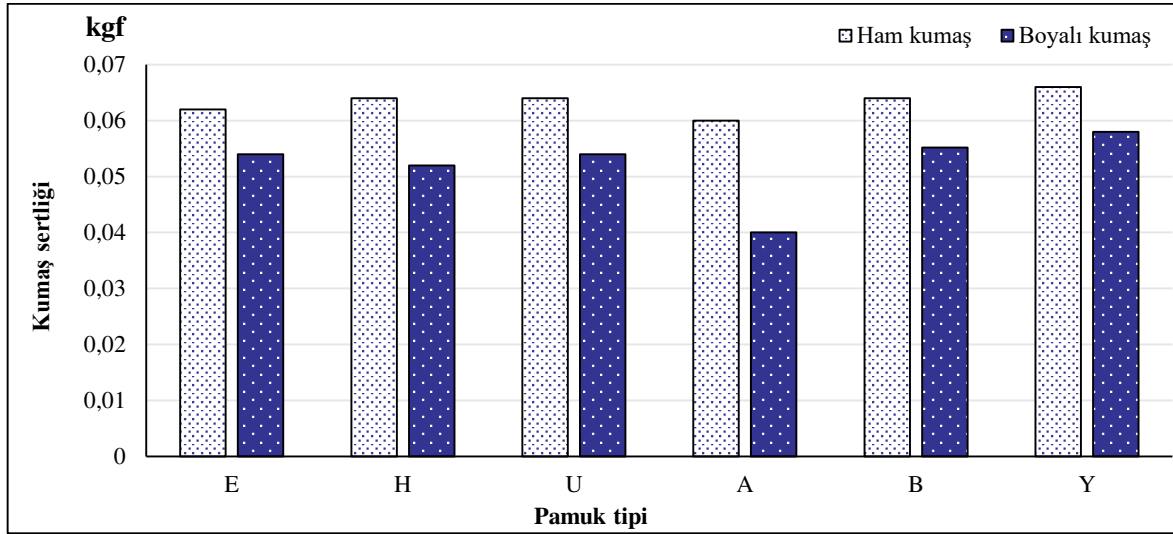
Ham kumaşlara göre boyalı kumaşlarda hava geçirgenliğinin azaldığı görülmektedir. Yaş işlemler sonrası kumaşların en ve boy yönünde meydana gelen çekmeler neticesinde kumaş yapısı sıkılaşmakta, gözenekliliği azalmakta ve böylece hava geçirgenlikleri de azalmaktadır.

Kumaş Sertliği Test Sonuçları

Kumaşın nasıl bir tuşeye sahip olduğunu belirleyen kavramların başında kumaş sertliği (eğilme dayanımı) ve dökümlülüğü gelmektedir. Kumaş sertliği, eğilmeye ve bükülmeye karşı gösterilen direnç olup lif cinsi ve yapısı, iplik özellikleri, kumaş özellikleri (gramaj v.b.) ve bitim işlemleri kumaşların eğilme dayanımını etkileyen başlıca faktörlerdir. Kumaş dökümlülüğü ise sertlik ile kumaş ağırlığı arasındaki etkileşimin sonucudur (Uyanık, 2017). Ham ve boyalı kumaşların sertlik ölçümlerinin ortalama değerleri Çizelge 4.61’de, grafik gösterimi Şekil 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.61. Ham ve boyalı kumaşların sertlik değerleri

Pamuk tipi	Kumaş sertliği (kgf)	
	Ham kumaş	Boyalı kumaş
E	0,062	0,054
H	0,064	0,052
U	0,064	0,054
A	0,060	0,040
B	0,064	0,055
Y	0,066	0,058



Şekil 4.42. Ham ve boyalı kumaşların sertlik değerleri

Şekil 4.42’ye göre gerek ham gerekse boyalı kumaşların sertlik değerleri, farklı pamuk tipleri için yakın çıkmıştır. Ham kumaşlara göre boyalı kumaşlarda sertlik değerlerinde bir miktar düşüş gözlenmiştir. Terbiye prosesinde boyama sonrası yapılan durulamada yumuşatıcı ilavesi ile kumaşın relaks hale gelmesi sonucunda boyalı kumaşların daha yumuşak olduğu söylenebilir. Amerika pamuğundan üretilen ham ve boyalı kumaşların en yumuşak kumaş olduğu bu durumun Amerika pamuğunun nem iletim özelliğinin en kötü oluşu ve dolayısıyla nem çekme yeteneğinin en iyi oluşu ile açıklanabilir (Dündar, 2008). Ayrıca ince lifler daha iyi kumaş dökümlülüğü vereceğinden (Uyanık, 2017; Uygun Nergis, 2008), Amerika pamuğunun Brezilya pamuğundan sonra en ince lif olması da bu sonucu desteklemektedir.

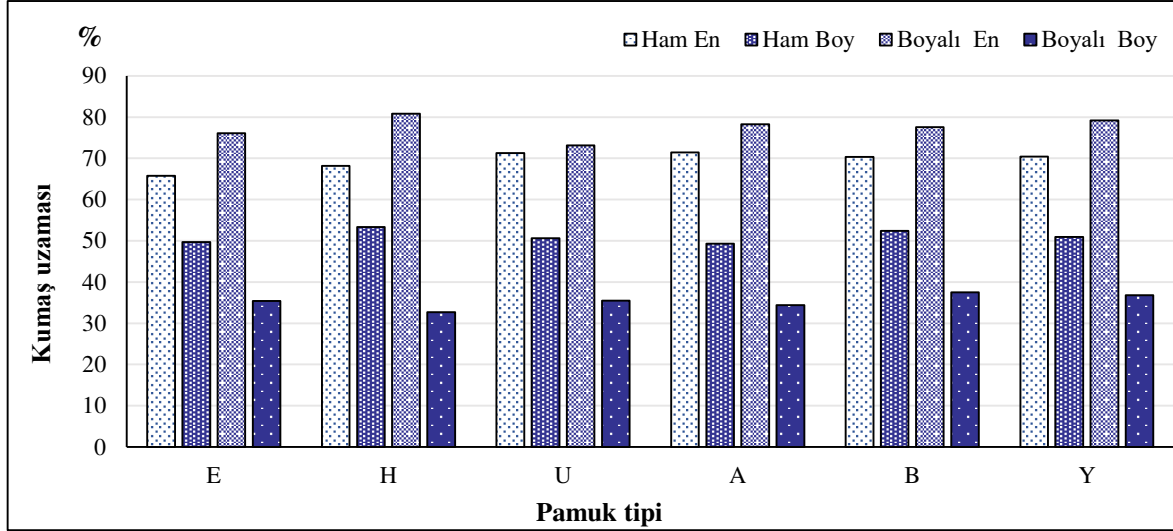
Kumaş Uzaması Test Sonuçları

Örme kumaşlarda ‘uzama’ kavramı, belirli bir kuvvet altında kumaşın en (ilmek sırası) ve boy (ilmek çubuğu) yönünde yer değişme miktarının yüzdesel ölçümünü ifade eder. Örme kumaşlar gerek en gerekse boy yönünde büyük uzama gösterirler (Başer, 2013). Çizelge 4.62’de kumaşların 3 kg yük altında uzama test sonuçları verilmiş ve bu sonuçlarla oluşturulan grafik üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır (Şekil 4.43).

Çizelge 4.62. Ham ve boyalı kumaşların uzama değerleri (%)

Pamuk tipi	Ham kumaş		Boyalı kumaş	
	En	Boy	En	Boy
E	65,788	49,704	76,074	35,390
H	68,198	53,340	80,830	32,686
U	71,230	50,590	73,146	35,474
A	71,430	49,312	78,286	34,372
B	70,324	52,368	77,526	37,484
Y	70,386	50,950	79,210	36,826

Şekil 4.43'e göre atkılı örme kumaşlarda ipliğin besleme yönü ve ilmek oluşum yönü, kumaşın eni doğrultusunda olduğundan kumaşın eni yönünde ilmek hareketleri daha sertbesttir ve bu yönde uzama fazladır. Literatürde yer alan çalışmalar bunu vurgulamıştır (Erkoç, 2006; Öztürk, 2015; Uyanık, 2017). Ayrıca ham kumaşlarda en fazla uzama Amerika pamuğundan üretilen kumaşta olmuştur. Amerika pamuğunun lif kopma uzaması en fazladır (Şekil 4.8).



Şekil 4.43. Ham ve boyalı kumaşların uzama değerleri

Ham kumaşlar için düşünüldüğünde aynı ortam şartlarında kılcal emiciliği düşük olan Amerika pamuğunun nem çekme değeri diğerlerine göre yüksek olacağından uzama değeri de yüksek çıkmıştır. Liflerin ıslakken uzamalarının arttığı literatürde bilinmektedir (Sezer, 2005, Uygun Nergis, 2008).

Boncuklanma Test Sonuçları

Gevşek liflerin oluşturduğu ve kumaş yüzeyinde görülen lif dolaşıklıkları boncuk olarak adlandırılmaktadır. Boncuklanma, kumaşın kumaşa, başka kumaşlara ve hatta deri ile sürtünmesi sonucunda ipliklerden kumaş yüzeyine lif göçü olmasıyla gerçekleşmektedir. Boncuklanmayı, elyaftan kumaş oluşumuna kadar ki her bir aşamada lif özellikleri (cinsi, çapı, mukavemeti, eğilme katılığı ve başlangıç modülü), iplik özellikleri (cinsi, büküm faktörü, karışım oranı) ve kumaş özellikleri kaynaklı birçok faktör etkilemektedir (Uyanık, 2017).

Ham ve boyalı kumaşların boncuklanma kutusu metoduna göre boncuklanma dayanımı test sonuçları ve taklalı serbest düşme boncuklanma metoduna göre test sonuçları Çizelge 4.63'te verilmiştir.

Çizelge 4.63. Boncuklanma kutusu ve taklali serbest düşme boncuklanma metodu test sonuçları

Pamuk tipi	Boncuklanma kutusu metodu		Taklali serbest düşme boncuklanma metodu	
	Ham kumaş	Boyalı kumaş	Ham kumaş	Boyalı kumaş
E	4	4/5	4	4/5
H	4	4/5	4	4/5
U	4	4/5	4	4/5
A	3/4	4	4	4
B	4	4/5	4	4/5
Y	4	4/5	4	4/5

Ham ve boyalı kumaşların geliştirilmiş Martindale metodu ile boncuklanma dayanımı testi 125, 500, 1000, 2000 ve 3000 devirlerde uygulanmış ve testlerinin sonuçları Çizelge 4.64'te verilmiştir. Aşındırma sürtme hareket sayısına göre boncuklanma derecesi açısından ham ve boyalı kumaşların büyük bir kısmında 2000 devir sonrası değişme olmazken; boyalı Yunanistan pamuğunda 500 devir sonrasında değişme olmamıştır. Ancak kumaşlarda özellikle son devirlere doğru artan oranda tüylenme gözlenmiştir. Geliştirilmiş Martindale metodu ile boncuklanma dayanımı testi sonucunda pamuk tipleri arasında farklılık tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.64. Geliştirilmiş Martindale metodu boncuklanma dayanımı test sonuçları

Pamuk tipi	Aşındırma Sürtme Hareket Sayısı									
	Ham kumaş					Boyalı kumaş				
	125	500	1000	2000	3000	125	500	1000	2000	3000
E	4/5	4/5	4/5	3/4	3/4	4/5	4/5	4/5	4	4
H	4/5	4/5	4	3/4	3/4	4/5	4/5	4/5	4	4
U	4/5	4	3/4	3/4	3/4	4/5	4/5	4/5	4	4
A	4/5	4	4	3/4	3/4	4/5	4/5	4/5	4	4
B	4/5	4/5	4	3/4	3/4	4/5	4/5	4/5	4	4
Y	4/5	4	4	3/4	3/4	4/5	4	4	4	4

Yüksek mukavemetli lifler, kopmadan yüksek sürtünme kuvvetlerine direnebilir ve bu durum sentetik liflerin pamuk liflerine göre daha fazla boncuklanmasına (boncukların kumaş yüzeyinden ayrılmaması nedeniyle boncuk sayısının artmasına) neden olur (Arslan, 2006; Kahraman, 2006; Yıldız, 2019). Bu kapsamda genel olarak tüm kumaşların boncuklanma dereceleri iyi çıkmıştır. Boncuklanmada özellikle iplik tüylülüğü oldukça etkili bir faktör olup iplik tüylülüğündeki artış boncuklanma eğilimini de arttırmaktadır (Özkan, 2019). Çalışma kapsamındaki kumaşlar kompakt ipliklerden üretildiği için tüylülük değerleri de birbirine yakın çıkmıştır. Böylece pamuk tipi boncuklanma üzerinde etkili olmamıştır. Ayrıca kumaşların boncuklanma dereceleri boyama sonrası bir miktar iyileşmiştir. Literatürde yer alan birçok çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir (Candan ve ark., 2000; Arslan, 2006; Kahraman, 2006). Boyama sonrası kumaş çekmeleri nedeniyle yapının sıkılaşması boncuklanma eğilimini azaltmıştır. Ayrıca boyama işlemleri ile mekanik hareketler etkisiyle boncukların yapıdan uzaklaşma oranının boncuk oluşumundan daha fazla etkili olduğu düşünülmektedir.

Aşınma Dayanımı Test Sonuçları

Numune kopması tayinine göre yapılan aşındırma testi sonucunda Hatay pamuğundan üretilen ham kumaşlarda 10000 devirde, diğer pamuk tiplerinden üretilen ham kumaşlarda ise 50000 devirde ilk kopuşun gerçekleştiği tespit edilmiştir. Boyalı kumaşlarda ise yine Hatay pamuğundan mamul kumaşlarda 25000 devirde, diğer boyalı mamul kumaşlarda ise 50000 devirde ilk kopuş gözlenmiştir. Sonuç olarak Hatay pamuğundan üretilen ham ve boyalı kumaşların aşınma dayanımı diğerlerine göre düşüktür.

İnce liflerden üretilen ipliklerde, lifler arası sürtünme kuvveti arttığı için aşınma dayanımı da artmaktadır. Ayrıca iplik tüylülüğünün yüksek ve kumaş gramajının düşük olması da aşınma dayanımını düşürmektedir (Nilgün, 2003). Bu bakımdan kalın lif sınıfına giren, en yüksek iplik tüylülüğü ve en düşük kumaş gramajına sahip Hatay pamuğundan üretilen ham ve boyalı kumaşların aşınma dayanımının düşük çıkmasının literatürle uyumlu olduğu düşünülmektedir.

Yıkama Haslığı Test Sonuçları

Boyalı kumaş numunelerinin yıkama haslığı test sonuçları Çizelge 4.65’de verilmiştir.

Çizelge 4.65. Yıkama haslığı test sonuçları

Yıkama haslığı						
Pamuk Tipi	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün
E	4/5	4	4/5	4/5	5	4/5
H	4	4	4	4/5	4/5	4/5
U	4/5	4	4	4/5	5	4/5
A	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
B	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
Y	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5

Ter Haslığı Test Sonuçları

Boyalı kumaş numunelerinin asidik ve bazik ter haslığı test sonuçları Çizelge 4.66 ve Çizelge 4.67’de verilmiştir.

Çizelge 4.66. Asidik ter haslığı test sonuçları

Asidik ter haslığı						
Pamuk Tipi	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün
E	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
H	4/5	4	4/5	4/5	5	4/5
U	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
A	4/5	4	4	5	4/5	4/5
B	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
Y	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5

Çizelge 4.67. Bazik ter haslığı test sonuçları

Bazik ter haslığı						
Pamuk Tipi	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün
E	4/5	4	4/5	5	4/5	4/5
H	4/5	4	4/5	4/5	5	4/5
U	4/5	4	4/5	5	4/5	4/5
A	4/5	4	4/5	5	4/5	4/5
B	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5
Y	4/5	4	4/5	5	4/5	4/5

Sürtmeye Karşı Renk Haslığı Test Sonuçları

Boyalı kumaş numunelerinin sürtünme etkisine karşı renk haslığı test sonuçları Çizelge 4.68’te verilmiştir..

Çizelge 4.68. Sürtmeye karşı renk haslığı test sonuçları

Pamuk tipi	Sürtme haslığı	
	Kuru sürtme haslık değeri	Yaş sürtme haslık değeri
E	5	3
H	5	2/3
U	5	3
A	5	2/3
B	5	2/3
Y	5	2/3

Yıkama haslığı, asidik ve bazik ter haslıkları ve sürtmeye karşı renk haslığı test sonuçları incelendiğinde tüm haslık değerlerinin aynı olduğu veya aralarında yarım puanlık fark olduğu görülmektedir ki bu da kabul edilebilir olarak değerlendirilir. Bu durum farklı bölge pamuklarının, haslık sonuçları üzerinde etkisi olmadığını göstermiştir.

Spektrofotometre ile Renk Analizi Test Sonuçları

Yerli ve ithal pamuklardan üretilen ham ve boyalı mamul kumaşların ölçülen CIELAB renk değerleri Çizelge 4.69’da verilmiştir. Ayrıca boyamalardaki rengin maksimum absorpsiyonunun bulunduğu dalga boylarındaki renk kuvveti (K/S) ve yansıtma (%R) değerleri ise Çizelge 4.70’de verilmiştir.

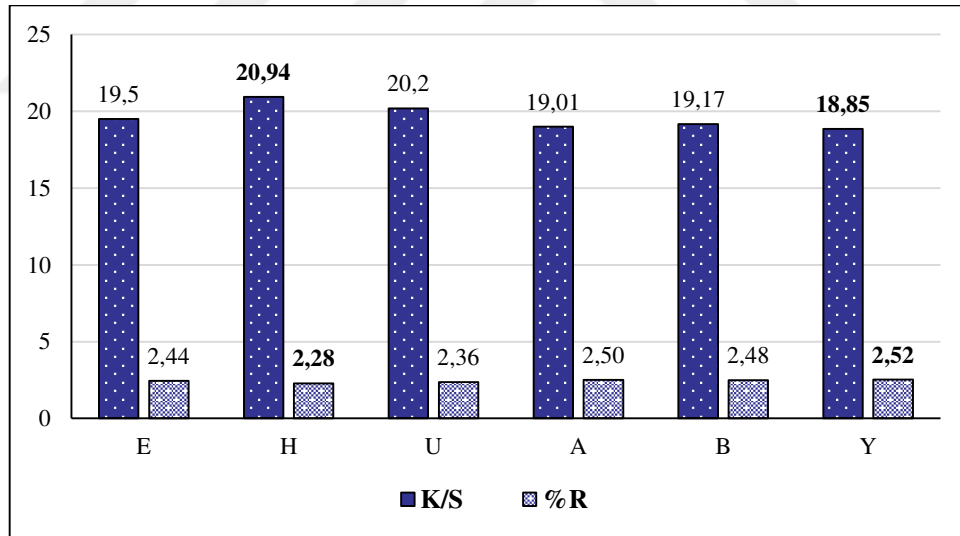
Çizelge 4.69. Ham ve boyalı mamul kumaşların renk değerleri

Pamuk tipi	CIELAB renk değerleri									
	Ham kumaş					Boyalı kumaş				
	L*	a*	b*	C*	h°	L*	a*	b*	C*	h°
E	79,2	0,01	8,82	8,82	89,94	20,89	-0,89	-8,08	8,12	263,74
H	79,24	-0,04	9,04	9,04	90,25	20,01	-0,65	-8,10	8,12	265,43
U	79,21	0,09	10,46	10,46	89,49	20,42	-0,78	-8,05	8,09	264,49
A	80,46	-0,22	7,36	7,36	91,73	21,28	-0,88	-8,51	8,56	264,09
B	80,54	-0,17	7,40	7,41	91,32	21,19	-0,80	-8,51	8,55	264,60
Y	80,28	-0,24	7,30	7,30	91,92	21,32	-0,82	-8,37	8,41	264,39

Çizelge 4.70. Boyalı mamul kumaşların renk kuvveti (K/S) ve reflektans (%R) değerleri

Pamuk tipi	Dalga boyu (nm)	K/S	%R
E	600	19,5	2,44
H	610	20,94	2,28
U	610	20,2	2,36
A	610	19,01	2,50
B	610	19,17	2,48
Y	610	18,85	2,52

Boyalı kumaşların renk kuvveti ve reflektans değerleri ile oluşturulan grafik Şekil.4.44'te verilmiştir.



Şekil 4.44. Boyalı kumaşların K/S ve R değerleri

Aynı ön terbiye ve aynı boyama şartlarında boyanan kumaşlarda farklı pamuk tipinden kaynaklı boya alımları karşılaştırılmıştır. K/S değerlerinin yüksek oluşu boya alımının artması ve daha koyu renklerin elde edilmesi anlamına gelmektedir.

Çizelge 4.70'e göre Amerika, Brezilya ve Yunanistan pamuklarından üretilen boyalı kumaşların K/S değerleri diğerlerine göre bir miktar düşük çıkmıştır bu durum iplik düzgünsüzlüklerinin yüksek olması ile açıklanabilir. Ayrıca Amerika ve Brezilya pamukları en düşük olgunluğa sahiptirler ve olgun olmayan lifler daha fazla neps içerir ve bu da boyamayı etkiler.

K/S değerlerinin düşük oluşu, aynı reçete ile boyanmalarına karşın Amerika, Brezilya ve Yunanistan pamuklarında üretilen kumaşların daha açık renkler vermesi demektir. Ayrıca en yüksek yansıma (Rd) ve en düşük sarılık (+b) değerine sahip Amerika pamuğundan üretilen boyalı kumaşın da parlaklık (R) değeri yüksek çıkmıştır.

Farklı bölge pamuklarından üretilen ham ve boyalı mamul kumaşların renk farkı (ΔE) değerlendirmeleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.71 ve Çizelge 4.72’de verilmiştir. Endüstriyel çalışmalarda renk farkının (ΔE), kabul veya ret edilmesi her şeyden önce müşteri ile firma arasındaki anlaşmaya bağlı olmakla birlikte genellikle bu değer 1,0-1,2 seviyelerin altında olması kabul görmektedir. Akademik çalışmalarda ise 0,5-0,6’ya kadar renk farkının olmadığı kabul edilmektedir (Duran, 2001; Özdemir, 2009; Özkan ve ark., 2018).

Çizelge 4.71. Ham kumaşların renk farkları (D65)

Referans (standart)	Numune	Renk farkı (ΔE 1976)	Açıklamalar
A	E	1,95	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha kuvvetli
	H	2,09	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha kuvvetli
	U	3,36	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha kuvvetli
	B	0,1	Numune daha açık, daha kırmızı, daha sarı, daha kuvvetli
	Y	0,19	Numune daha koyu, daha yeşil, daha mavi, daha zayıf
B	E	1,96	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha kuvvetli
	H	2,1	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha kuvvetli
	U	3,35	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha kuvvetli
	Y	0,29	Numune daha koyu, daha yeşil, daha mavi, daha zayıf
Y	E	1,88	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha kuvvetli
	H	2,04	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha kuvvetli
	U	3,36	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha kuvvetli
E	H	0,23	Numune daha açık, daha yeşil, daha sarı, daha kuvvetli
	U	1,64	Numune daha açık, daha kırmızı, daha sarı, daha kuvvetli
H	U	1,42	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha kuvvetli

Ham kumaşlarda ΔE ’si 1,0-1,2’nin üzerinde olan kumaşlar arasındaki renk farkı ticari olarak kabul edilmemektedir (Çizelge 4.71). Rollergin pamuklarından ham örme kumaşlar (E, H, U) ile sawgin pamuklarından ham örme (A, B, Y) kumaşlar arasındaki ΔE renk farkları oldukça yüksek çıkmıştır. Bu beklenen bir durumdur. Rollergin pamuklarından sadece Ege ve Hatay ham örme kumaşlar arasındaki renk farkı kabul edilebilir düzeydedir. Sawgin pamuklarda ise tüm ham örme kumaşlar arasındaki renk farkı kabul edilebilir düzeydedir.

Çizelge 4.72. Boyalı kumaşların renk farkları (D65)

Referans (standart)	Numune	Renk farkı (ΔE 1976)	Açıklamalar
A	E	0,58	Numune daha koyu, daha yeşil, daha sarı, daha zayıf
	H	1,36	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha zayıf
	U	0,98	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha zayıf
	B	0,11	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha zayıf
	Y	0,16	Numune daha açık, daha kırmızı, daha sarı, daha zayıf
B	E	0,53	Numune daha koyu, daha yeşil, daha sarı, daha zayıf
	H	1,27	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha zayıf
	U	0,90	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha zayıf
	Y	0,19	Numune daha açık, daha yeşil, daha sarı, daha zayıf
Y	E	0,52	Numune daha koyu, daha yeşil, daha sarı, daha zayıf
	H	1,35	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha zayıf
	U	0,96	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha zayıf
E	H	0,92	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha mavi, daha zayıf
	U	0,49	Numune daha koyu, daha kırmızı, daha sarı, daha zayıf
H	U	0,43	Numune daha açık, daha yeşil, daha sarı, daha zayıf

Çizelge 4.71 ve Çizelge 4.72 incelendiğinde boyalı kumaşlardaki renk farklılıkları ham kumaşlara göre azalmıştır. Rollergin pamuklarından boyalı örme kumaşlar (E, H, U) arasındaki renk farkı kabul edilebilir düzeydedir. Benzer şekilde sawgin pamuklarından boyalı örme kumaşlar (A, B, Y) arasındaki renk farkı da kabul edilebilir düzeydedir.

4.3.3. Kumaş Verilerinin İstatistiksel Analizi

Yerli ve ithal pamuklardan üretilen mamul kumaşlara standartlara göre kumaş testleri yapılmış olup veri sayısı az olduğundan değişkenler arası ilişki Kruskal Wallis ve Mann-Whitney U testleri ile değerlendirilmiştir.

Yerli ve ithal pamuklardan üretilen mamul kumaş verilerinin Kruskal Wallis testi sonuçları özet halinde toplu olarak Çizelge 4.73'te verilmiştir.

Çizelge 4.73. Yerli ve ithal pamukların mamul kumaş verilerinin Kruskal Wallis testi sonuçları

	Yerli pamuk				İthal pamuk			
	Sıra ortalaması			Anlamlılık (p)	Sıra ortalaması			Anlamlılık (p)
	E	H	U		A	B	Y	
Gramaj	11,40	7,00	5,60	0,101	10,2	4,0	9,8	0,049
İlmek sıra sayısı	10,60	4,80	8,6	0,086	5,2	5,2	5,2	0,025
İlmek çubuk sayısı	3,50	9,70	10,80	0,014	9,6	5,9	8,5	0,308
İlmek iplik uzunluğu	4,20	11,80	8,00	0,021	12,4	8,6	3,0	0,003
En yönünde kumaş çekmesi	13,00	3,00	8,00	0,001	3,0	8,0	13,0	0,001
Boy yönünde kumaş çekmesi	3,00	8,00	13,00	0,001	5,5	5,5	13,0	0,001
May dönmesi	8,00	3,00	13,00	0,001	8,0	13,0	3,0	0,001
En yönünde dikey hidrofilite	8,30	6,50	9,20	0,614	3,1	10,7	10,2	0,008
Boy yönünde dikey hidrofilite	9,00	3,80	11,20	0,025	10,5	4,2	9,3	0,056
MMT	7,80	8,60	7,60	0,932	4,6	10,4	9,0	0,099
Hava geçirgenliği	6,60	11,00	6,40	0,185	10,4	6,6	7,0	0,336
Patlama mukavemeti	10,40	8,20	5,40	0,208	9,2	5,2	9,6	0,228
En yönünde uzama	7,60	12,40	4,00	0,012	8,4	7,0	8,6	0,827
Boy yönünde uzama	9,10	3,90	11,00	0,034	3,4	11,4	9,2	0,014
Kumaş sertliği	8,80	7,40	7,80	0,805	4,6	10,3	9,1	0,085
Kumaş kalınlığı	8,30	6,70	9,00	0,685	10,2	5,8	8	0,247

Kruskal Wallis testine bakıldığında yerli pamuklardan üretilen mamul kumaşların ilmek çubuk sayısı, ilmek iplik uzunluğu, en ve boy yönünde kumaş çekmesi, may dönmesi, boy yönünde dikey hidrofilite, en ve boy yönünde uzama değerleri üzerinde pamuğun yetiştiği bölgenin istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahip olduğu ($p<0,05$) görülmektedir. Benzer şekilde ithal pamuklardan üretilen mamul kumaşların gramaj, ilmek sıra sayısı, ilmek iplik uzunluğu, en ve boy yönünde kumaş çekmesi, may dönmesi, en yönünde dikey hidrofilite, boy yönünde uzama verileri üzerinde pamuğun yetiştiği bölge istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$) (Çizelge 4.73).

Yerli ve ithal pamuklardan üretilen mamul kumaş verileri için hangi ikili gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkların olduğunu belirlemek için Mann-Whitney U testi yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.74 ve Çizelge 4.75’de verilmiştir.

Çizelge 4.74. Yerli pamukların mamul kumaş verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları

Pamuk tipi	Anlamlılık (p)							
	İlme çubuk sayısı	İlme iplik uzunluğu	En yönünde kumaş çekmesi	Boy yönünde kumaş çekmesi	May dönmesi	Boy yönünde dikey hidrofilite	En yönünde uzama	Boy yönünde uzama
E-H	0,017	0,014	0,003	0,003	0,003	0,007	0,047	0,021
E-U	0,013	0,100	0,003	0,003	0,003	0,108	0,117	0,251
H-U	0,549	0,100	0,003	0,003	0,003	0,069	0,009	0,047

*Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Çizelge 4.75. İthal pamukların mamul kumaş verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları

Pamuk tipi	Anlamlılık (p)								
	Gramaj	İlme sıra sayısı	İlme iplik uzunluğu	En yönünde kumaş çekmesi	Boy yönünde kumaş çekmesi	May dönmesi	En yönünde dikey hidrofilite	En yönünde uzama	Boy yönünde uzama
A-B	0,028	0,004	0,044	0,003	1,000	0,003	0,007	0,602	0,009
A-Y	0,917	0,734	0,007	0,003	0,003	0,010	0,010	0,917	0,028
B-Y	0,047	0,053	0,006	0,003	0,003	0,003	0,814	0,602	0,347

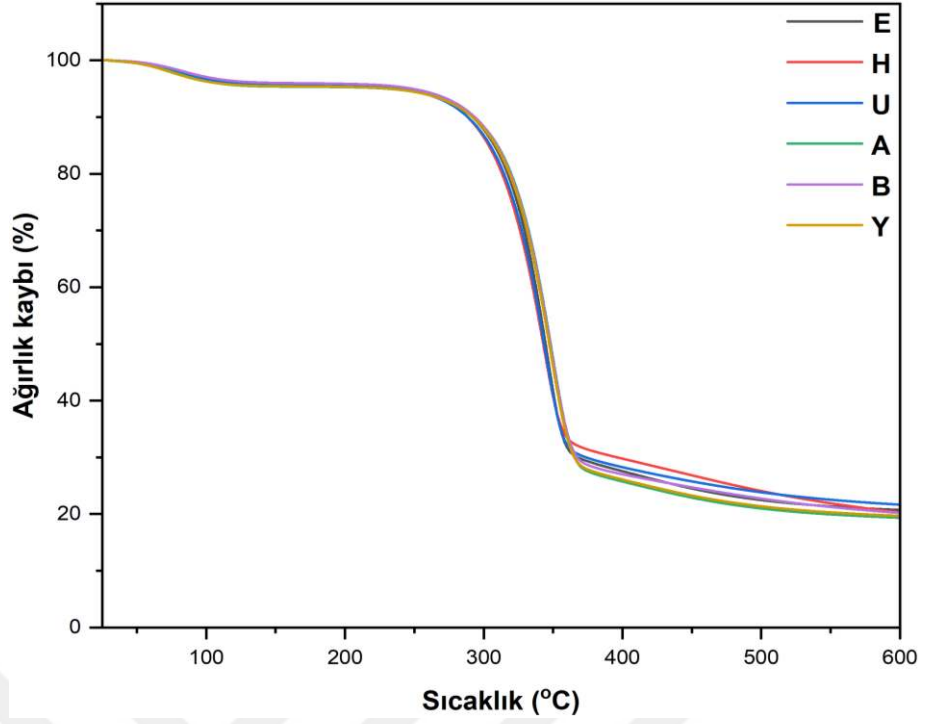
*Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Çizelge 4.74 ve Çizelge 4.75’te Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre koyu renkle belirtilen ikililer arasında istatistikî olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p<0,05$).

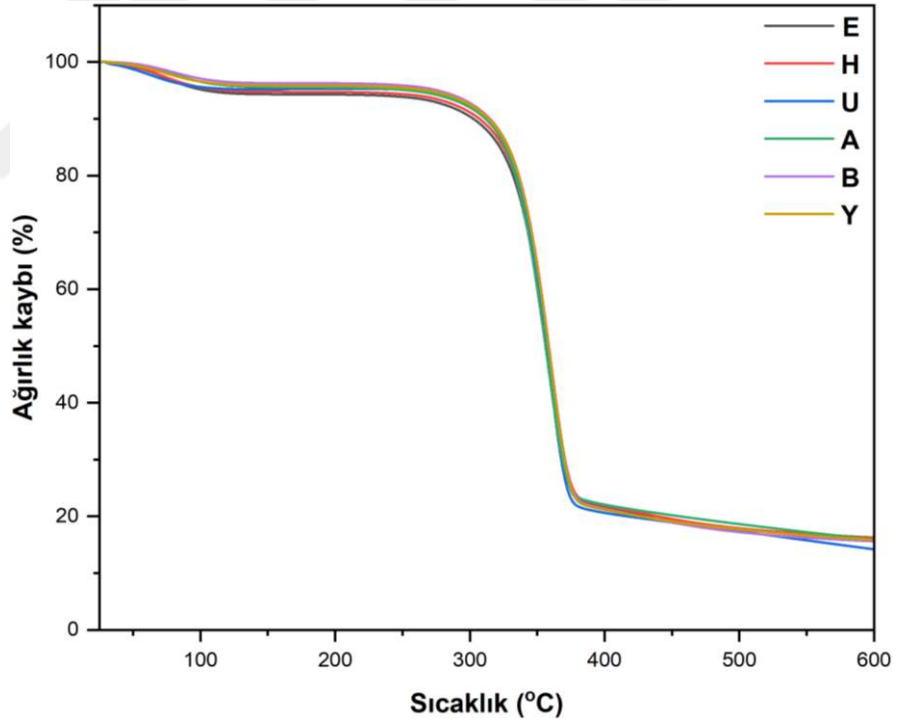
4.3.4. İç Yapı Analizi Sonuçları

TGA Analizi Sonuçları

Tez kapsamında çalışılan farklı yöre pamuklarından ham ve boyalı kumaşlara ait termal bozunma eğrileri (TGA) Şekil 4.45 ve Şekil 4.46’da verilmiştir.



Şekil 4.45. Ham kumaşlara ait TGA eğrileri



Şekil 4.46. Boyalı kumaşlara ait TGA eğrileri

Ham ve boyalı kumaşlara ait TGA eğrileri incelendiğinde belirgin farklılıklar görülmemiştir. Sıcaklık artışına bağlı olarak meydana gelen ağırlık kaybı iki adımda gerçekleşmiş olup birinci adım suyun uzaklaşması sonucu oluşan ağırlık kaybı, ikinci adım selülozun pirolizi sonucu oluşan ağırlık kaybıdır. Birinci adımda 100 °C’de pamuk lifi üzerine fiziksel olarak bağlanmış olan suyun ve bazı bileşenlerin uzaklaştığı ve yaklaşık %5 ağırlık kaybı meydana geldiği görülmektedir. Pamuk lifinin

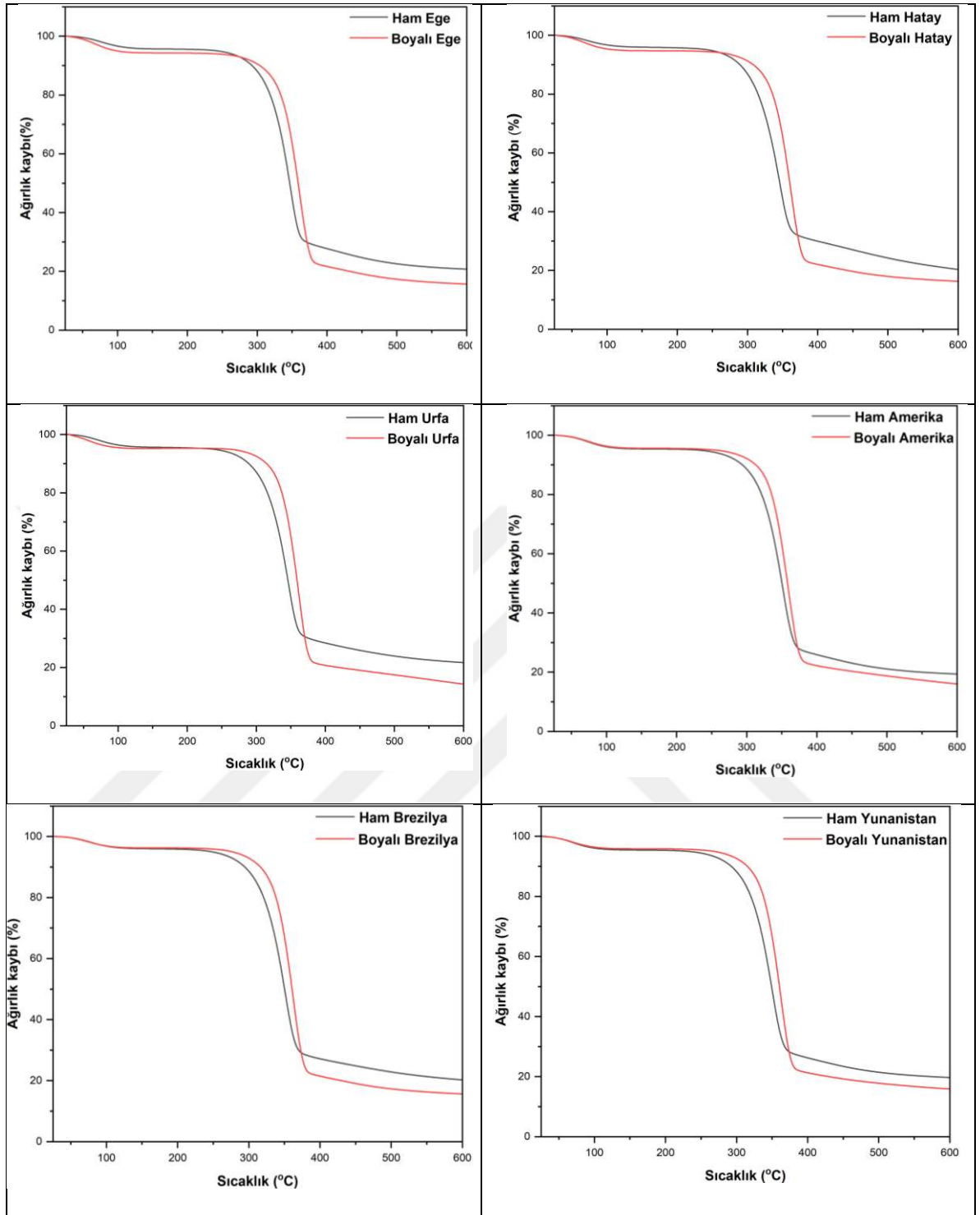
300 °C 'ye kadar ısıtılması, esas olarak selülozun amorf bölgesini etkilemekte ve fiziksel özelliklerinde değişikliğe neden olmaktadır. Ana piroliz aşaması 300–380 °C sıcaklık aralığında gerçekleşir. Bu aşamada numunedeki şiddetli bozunma, termogramda belirgin ağırlık kaybı olarak görülür. Piroliz ürünlerinin çoğu bu aşamada üretilir; L-Glikoz her türlü yanıcı gazla birlikte ana ürünlerden biridir. Bu sıcaklık bölgesinden 600 °C sıcaklığa kadar olan bölgede ağırlık kaybı sürerken ağırlık kayıp oranı 300-380°C bölgesine nazaran daha yavaştır. Sıcaklığın 600 °C'ye ulaşmasıyla numunelerde yaklaşık olarak % 80 civarında ağırlık kaybı olduğu görülmektedir. Genel olarak piroliz selüloz liflerinin kristalin bölgesinde meydana gelmektedir (Zhu ve ark., 2004).

Ham kumaş numuneleri değerlendirildiğinde birinci adımda en yüksek kütle kaybı %-4,5367 ile Amerika pamuğunda; piroliz adımıyla en yüksek kütle kaybı %-75,9637 ile yine Amerika pamuğunda görülmüştür. Boyalı kumaş numuneleri değerlendirildiğinde birinci adımda en yüksek kütle kaybı %-5,5165 ile Ege pamuğunda; piroliz adımıyla en yüksek kütle kaybı %-81,0773 ile Urfa pamuğunda görülmüştür.

Tez kapsamında çalışılan farklı yöre pamuklarından ham ve boyalı kumaşlara ait çakıştırılmış TGA eğrileri Şekil 4.47'de verilmiştir. TGA eğrileri incelendiğinde ham ve boyalı kumaşlar arasında belirgin farklılıklar görülmüştür.

Ege pamuğundan ham ve boyalı kumaşlara ait çakıştırılmış TGA eğrileri incelendiğinde; birinci adımda oluşan ağırlık kaybı ham Ege pamuğunda %4,3262, boyalı Ege pamuğunda %5,5165 olarak gerçekleşirken, piroliz adımıyla ham Ege pamuğunda %74,9205, boyalı Ege pamuğunda %78,6999 olarak gerçekleşmiştir. Toplam ağırlık kaybı ham Ege pamuğunda %79,2467, boyalı Ege pamuğunda %84,2164'tür.

TGA eğrilerinden de görüldüğü gibi ham ve boyalı kumaşların termal davranışı, suyun uzaklaşması ve selülozun pirolizi ile bağlantılıdır.

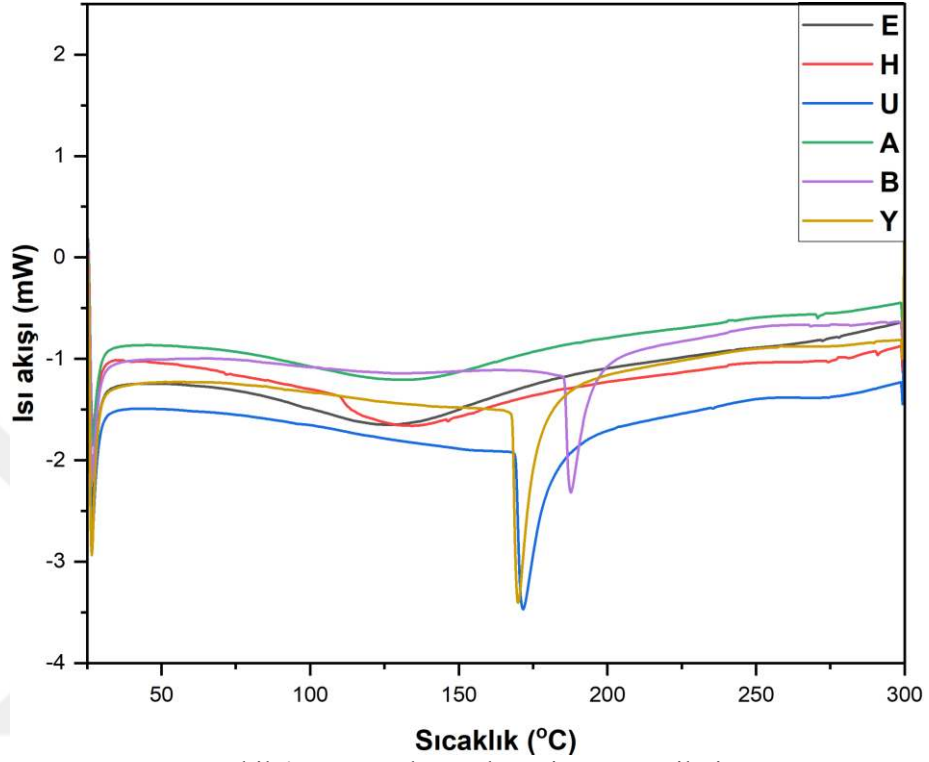


Şekil 4.47. Ham ve boyalı kumaşlara ait karşılaştırılmış TGA eğrileri

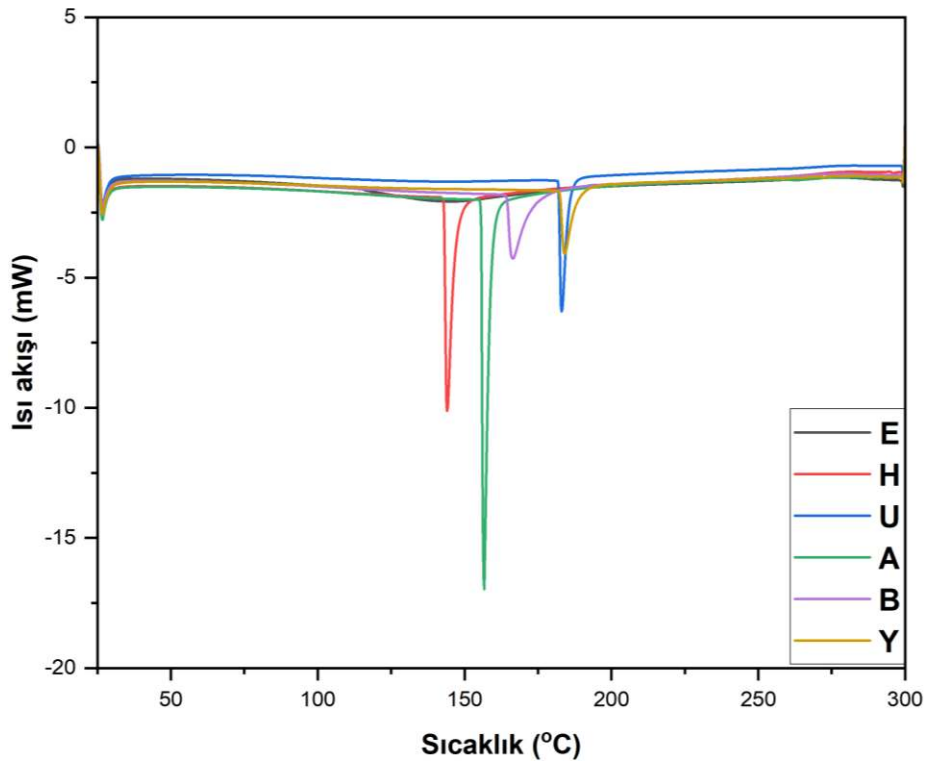
Tüm elyaf türleri için ham kumaştan boyalı kumaşa geçişte piroliz adımı kütle kaybı artmaktadır. Terbiye işlemleri ile ham pamuktaki hemiselüloz ve lignin azalacağı selüloz miktarı %99'un üzerine çıkacaktır (Wakelyn, 2006). Piroliz selülozun kristalin bölgesinde meydana gelmektedir (Gümüşkaya, 2005). Terbiye işlemleri sonrası artan selüloz miktarı piroliz adımı kütle kaybında artışa yol açmıştır.

DSC Analizi Sonuçları

Tez kapsamında çalışılan farklı yöre pamuklarından ham ve boyalı kumaşlara ait DSC eğrileri Şekil 4.48 ve Şekil 4.49’da verilmiştir. DSC tekniği, polimerlerin ısıtıldığında hangi fiziksel değişikliklere uğradığını göstermektedir (Gül, 2014).



Şekil 4.48. Ham kumaşlara ait DSC eğrileri



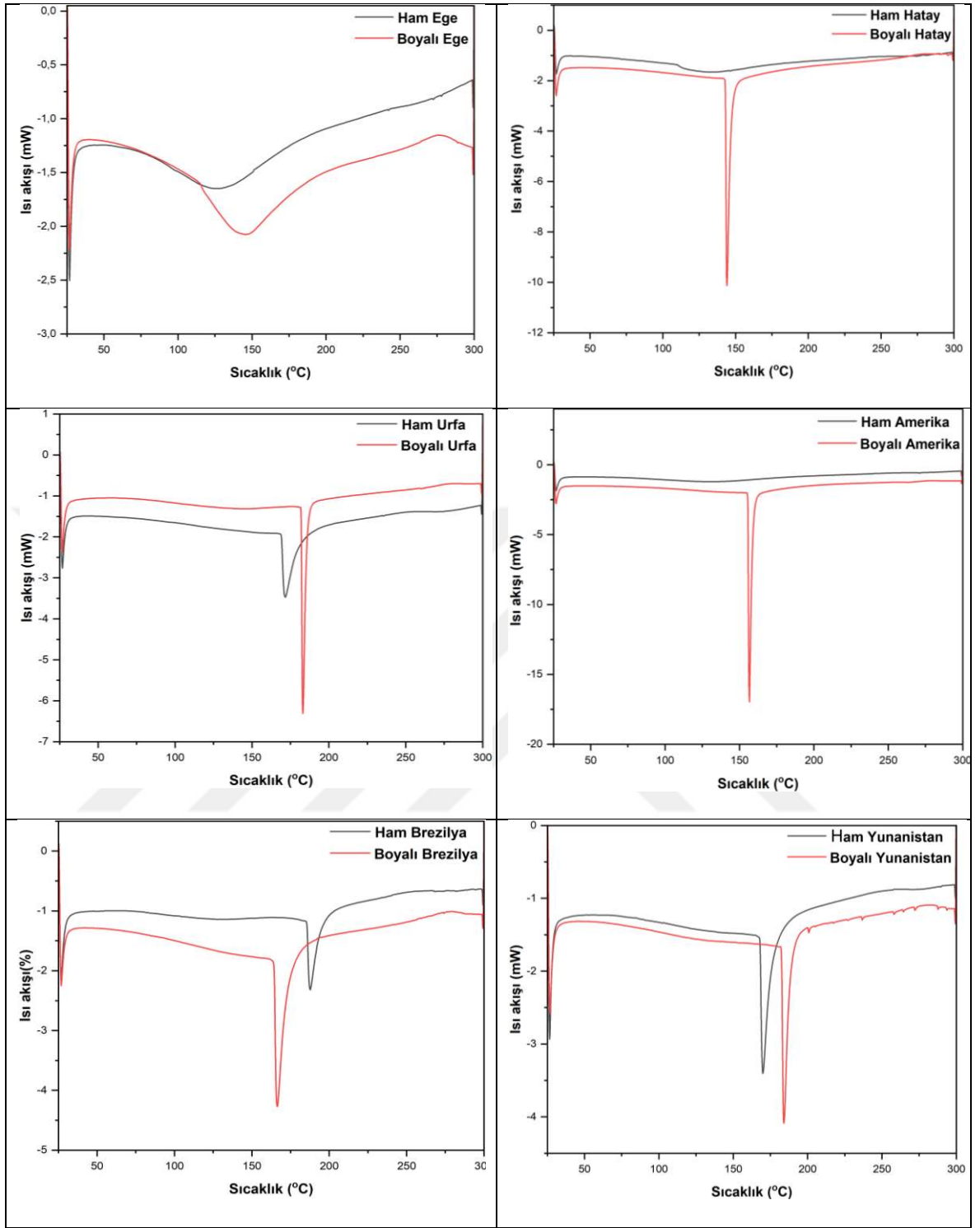
Şekil 4.49. Boyalı kumaşlara ait DSC eğrileri

Tez kapsamında çalışılan farklı yöre pamuklarından ham ve boyalı kumaşlara ait çakıştırılmış DSC eğrileri Şekil 4.50’de verilmiştir.

Ham Ege pamuğuna ait DSC eğrisi incelendiğinde; dehidrasyon olayının (suyun uzaklaşmaya) başladığı sıcaklığın 76,28 °C, tamamlandığı yani suyun tamamen uzaklaştığı sıcaklığın 165,02 °C olduğu görülmektedir. DSC eğrisinden -52,92 J/g endotermik reaksiyon entalpisi (ΔH) ve 127,68 °C de pik sıcaklık değeri olarak hesaplanmıştır.

Boyalı Ege pamuğuna ait DSC eğrisi incelendiğinde; dehidrasyonun olayının (suyun uzaklaşmaya) başladığı sıcaklığın 113,58 °C, tamamlandığı yani suyun tamamen uzaklaştığı sıcaklığın 178,44 °C olduğu görülmektedir. DSC eğrisinden -36,52 J/g endotermik reaksiyon entalpisi (ΔH) ve 145,16 °C de pik sıcaklık değeri olarak hesaplanmıştır.





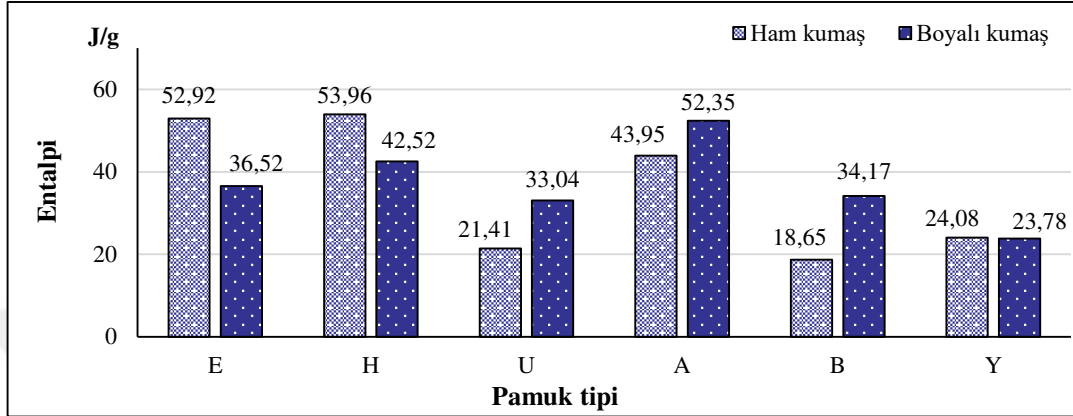
Şekil 4.50. Ham ve boyalı kumaşlara ait karşılaştırılmış DSC eğrileri

Boyama sonrası selüloz miktarı artacağından ve selülozda kristal yapıya sahip olduğundan, boyama sonrası kristalin yapıların artması grafiklerdeki piklerin yükselmesi ve sivrileşmesiyle örtüşmektedir. Boyama sonrası DSC grafiklerinde en yüksek ve sivri pik yapan Amerika pamuğu aynı zamanda en yüksek kristallik derecesine sahiptir.

Ham ve boyalı kumaş termal davranışlarının detaylı analizi ve karşılaştırılması için hesaplanan endotermik reaksiyon entalpisi ve pik sıcaklık değerleri Şekil 4.51 ve Şekil 4.52’de

verilmiştir.

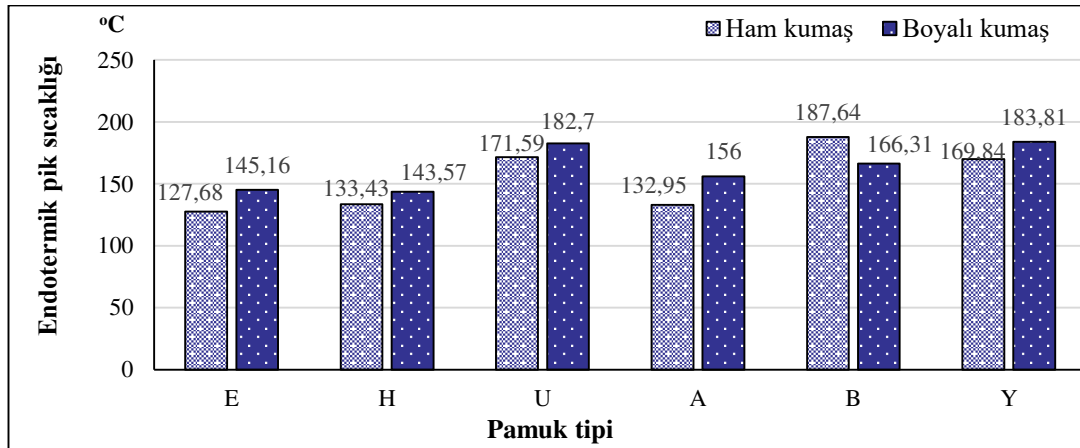
Piroliz, kimyasal bir bozunmadır ve bu bozunmayı yaratan, ısı enerjisidir. Enerjinin madde tarafından absorbe edilmesi gerekir ve bu enerji endotermiktir. ΔH l g katı materyali pirolize etmek için gerekli olan enerjidir ve “joule” cinsinden verilir Piroliz lifin cinsine, yapısına ve üzerinde bulunan katkı maddelerine bağlıdır (Bayramoğlu, 2003).



Şekil 4.51. Ham ve boyalı kumaşlara ait endotermik reaksiyon entalpi sonuçları

Şekilde 4.51’de görüldüğü üzere boyama öncesi ve sonrası kumaşların endotermik reaksiyon entalpi değerlerinde farklılık gözlenmiştir. Ham kumaş entalpi değişiklikleri incelendiğinde maksimum değeri Hatay pamuğu (-53,96 mJ), minimum değeri Brezilya pamuğu (-18,65 mJ) göstermekte; boyalı kumaş entalpi değerlerindeki değişiklikler incelendiğinde maksimum değeri Amerika pamuğu (-52,35 mJ), minimum değeri Yunanistan pamuğu (-23,78 mJ) göstermektedir.

Şekil 4.52’de görüldüğü üzere boyama öncesi ve sonrası kumaşların endotermik pik sıcaklık değerlerinde de farklılık gözlenmiştir. Ham kumaş endotermik reaksiyon pik sıcaklığının en yüksek Brezilya (187,64 °C), Urfa (171,59 °C) ve Yunanistan (169,84 °C) pamuklarında; boyalı kumaş endotermik reaksiyon pik sıcaklığının yine en yüksek Yunanistan (183,81 °C), Urfa (182,70 °C) ve Brezilya (166,31 °C) pamuklarında olduğu görülmektedir.



Şekil 4.52. Ham ve boyalı kumaşlara ait endotermik reaksiyon pik sıcaklık sonuçları

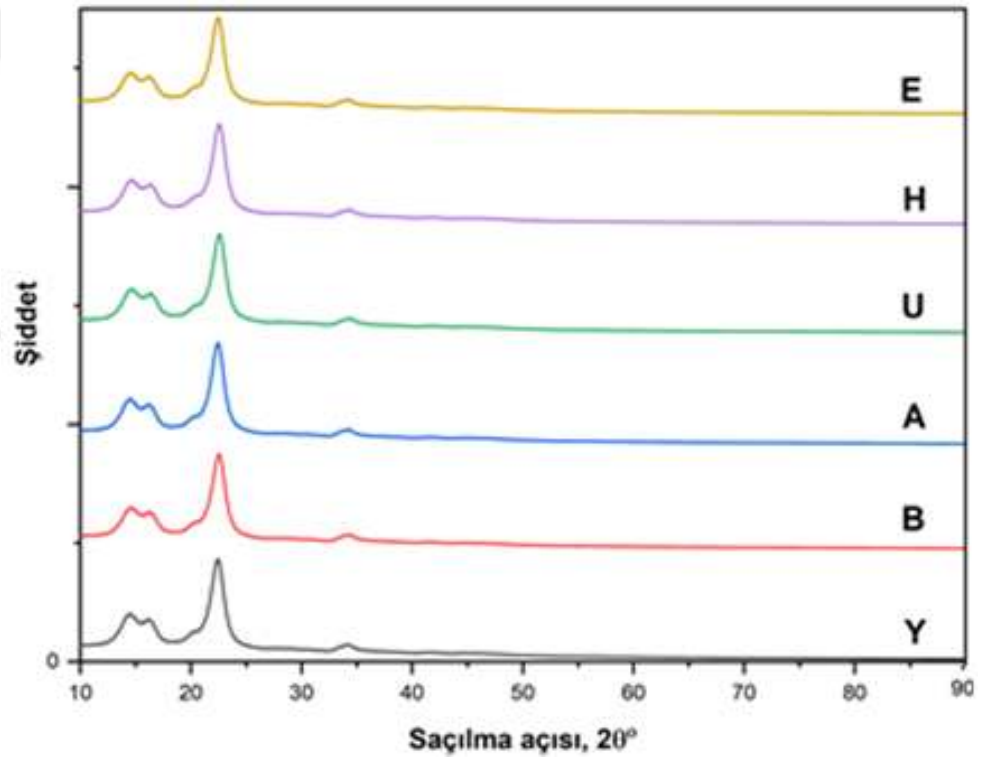
Ham kumaş DSC eğrileri karşılaştırıldığında Brezilya, Urfa ve Yunanistan; boyalı kumaş DSC eğrileri karşılaştırıldığında Amerika, Urfa ve Hatay pamuklarına ait endotermik reaksiyon piklerinin daha sivri bir yapı sergilediği görülmektedir.

DSC eğrilerinde piklerde meydana gelen yayılma ve genişleme, malzemenin kristalin yapısında meydana gelen düşüşle ilişkilendirilmektedir.

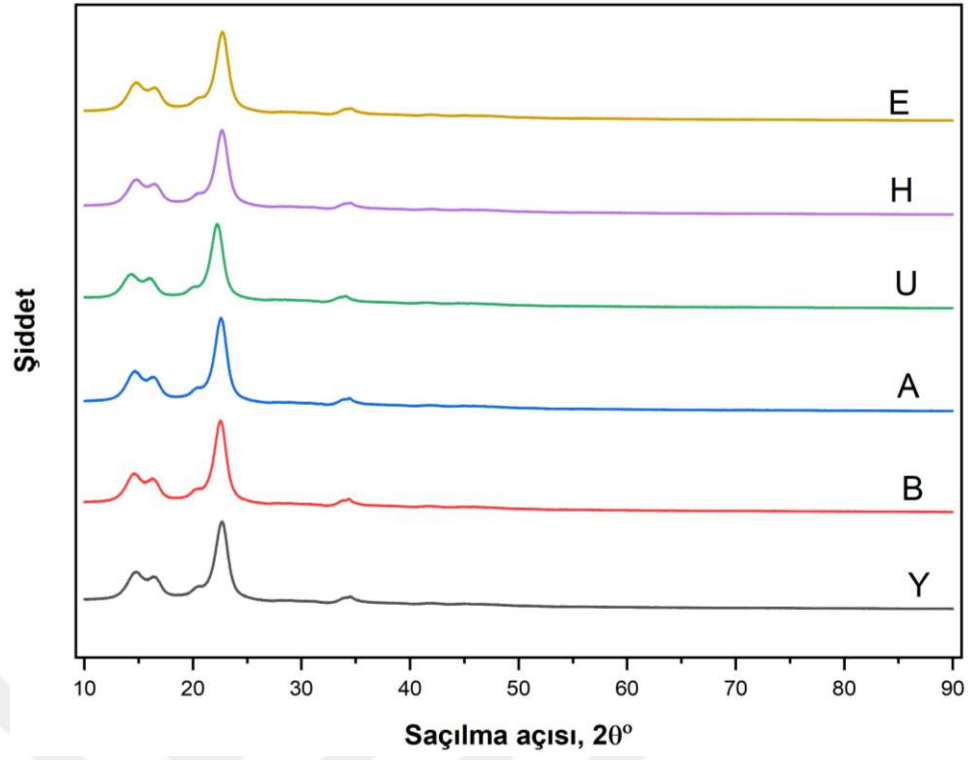
Bu durumda ham kumaş için Amerika, Ege ve Hatay pamuklarının Brezilya, Urfa ve Yunanistan pamuklarına göre; boyalı kumaş için ise Ege, Brezilya ve Yunanistan pamuklarının Amerika, Urfa ve Hatay pamuklarına göre daha amorf bir yapıya sahip olduğu söylenebilir.

X-Işını Difraksiyonu (XRD) Sonuçları

Tez kapsamında çalışılan farklı yöre pamuklarından ham ve boyalı kumaşlara ait XRD grafikleri Şekil 4.53 ve Şekil 4.54'te verilmiştir.

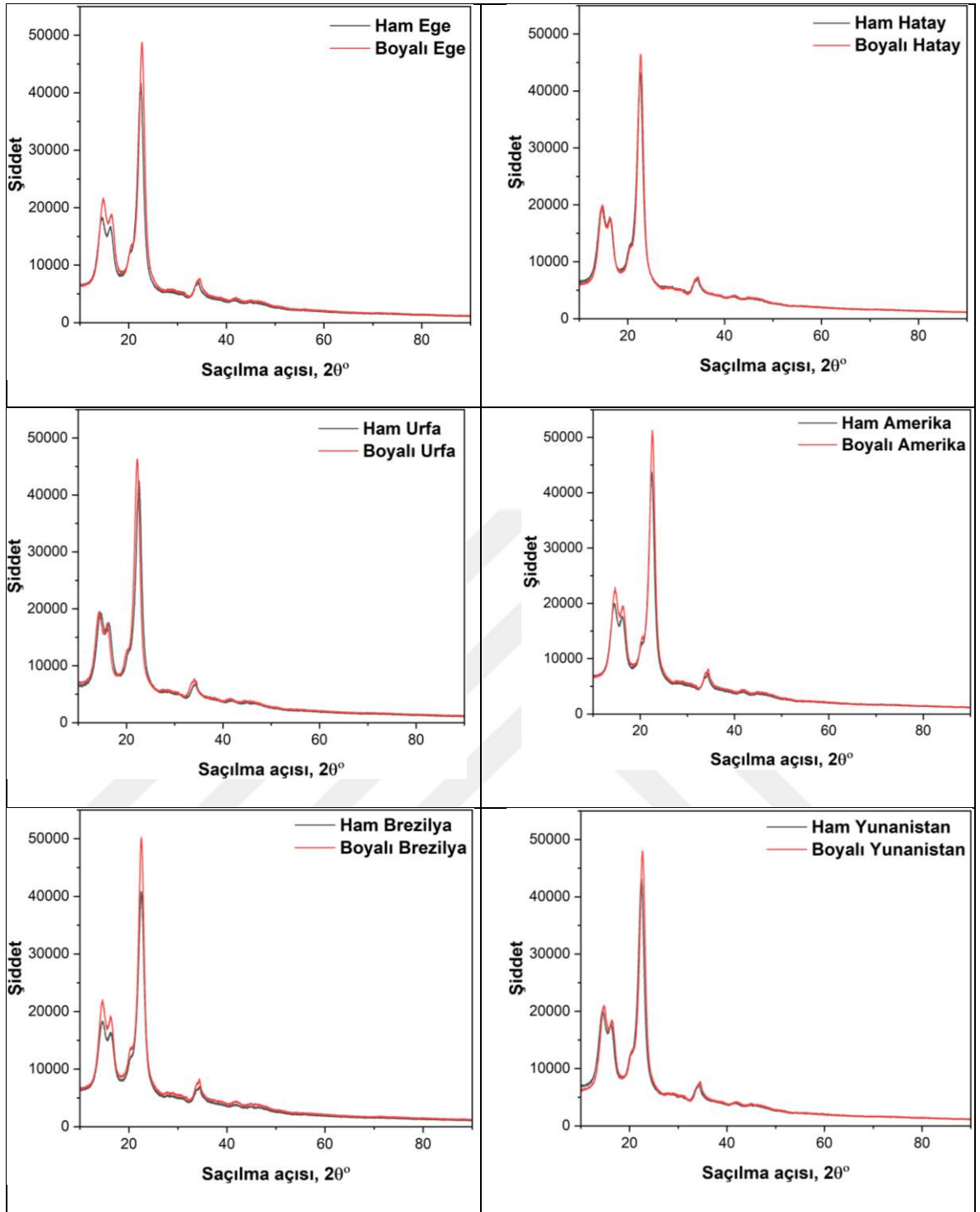


Şekil 4.53. Ham kumaşlara ait XRD grafikleri



Şekil 4.54. Boyalı kumaşlara ait XRD grafikleri

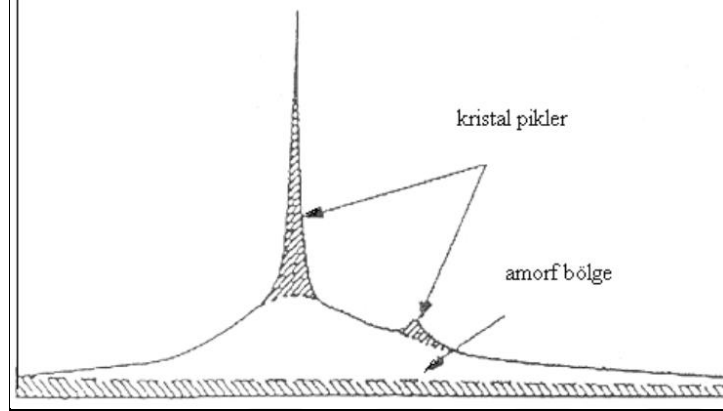
Tez kapsamında çalışılan farklı yöre pamuklarından ham ve boyalı kumaşlara ait çakıştırılmış XRD grafikleri Şekil 4.55’te verilmiştir.



Şekil 4.55. Ham ve boyalı kumaşlara ait karşılaştırılmış XRD grafikleri

Farklı yöre pamuklarından ham ve boyalı kumaşlara ait XRD grafiklerinde; çok az olmakla birlikte, $2\theta \approx 22^\circ$ civarında oluşan pikin yarı yükseklikteki tam genişlik (β) değerinin pamuk tiplerine göre değiştiği görülmektedir (Şekil 4.55). Yarı yükseklikteki tam genişlik liflerin iç yapısında kristal mükemmeliyetini ifade etmektedir. Bu değer ne kadar küçük olursa yani pik genişliği ne kadar dar olursa kristallerin o kadar mükemmel bir şekilde düzenlendiğini göstermektedir. Pik genişledikçe kristal mükemmeliyetinin azaldığı yani kristallerin gelişigüzel düzenlendiğini göstermektedir (Tiyek ve Bozdoğan, 2008).

XRD grafiklerinde kristal ve amorf tepe noktalarının altında kalan alanı hesaplayarak kristallik derecesi veya kristallik indeksi (CI) belirlenebilmektedir (Rocky ve Thompson, 2021) (Şekil 4.56).



Şekil 4.56. X-ışını difraktogramında kristal ve amorf bölgelerin tespiti (Hatamlou, 2019)

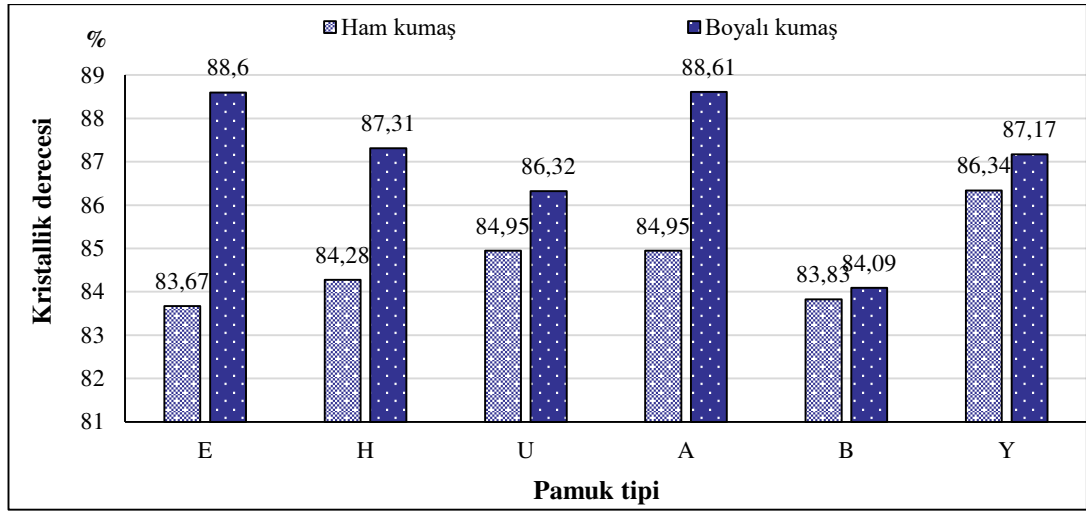
Farklı yöre pamuklarından ham ve boyalı kumaşlara ait %kristallik derecesi 4.1 nolu formül kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 4.76’da verilmiştir.

$$CI = \frac{A_{cr}}{A_{cr}+A_{am}} \times 100\% = \left[1 - \frac{S_{am}}{S_{cr}+S_{am}} \right] \times 100\% \quad 4.2.$$

Çizelge 4.76. Ham ve boyalı kumaşlara ait kristallik derecesi

Pamuk tipi	% Kristallik derecesi	
	Ham kumaş	Boyalı kumaş
E	83,67	88,60
H	84,28	87,31
U	84,95	86,32
A	84,95	88,61
B	83,83	84,09
Y	86,34	87,17

Farklı yöre pamuklarından ham ve boyalı kumaşlara ait kristallik derecesine ait grafik Şekil 4.57’da verilmiştir.

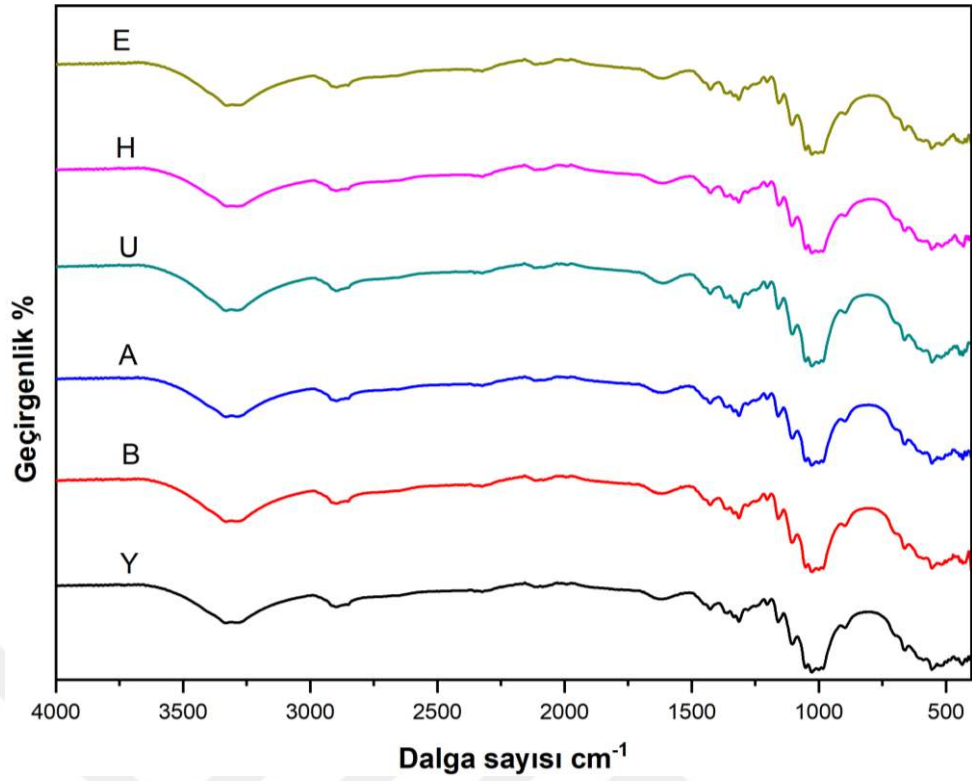


Şekil 4.57. Ham ve boyalı kumaşlara ait kristallik derecesi

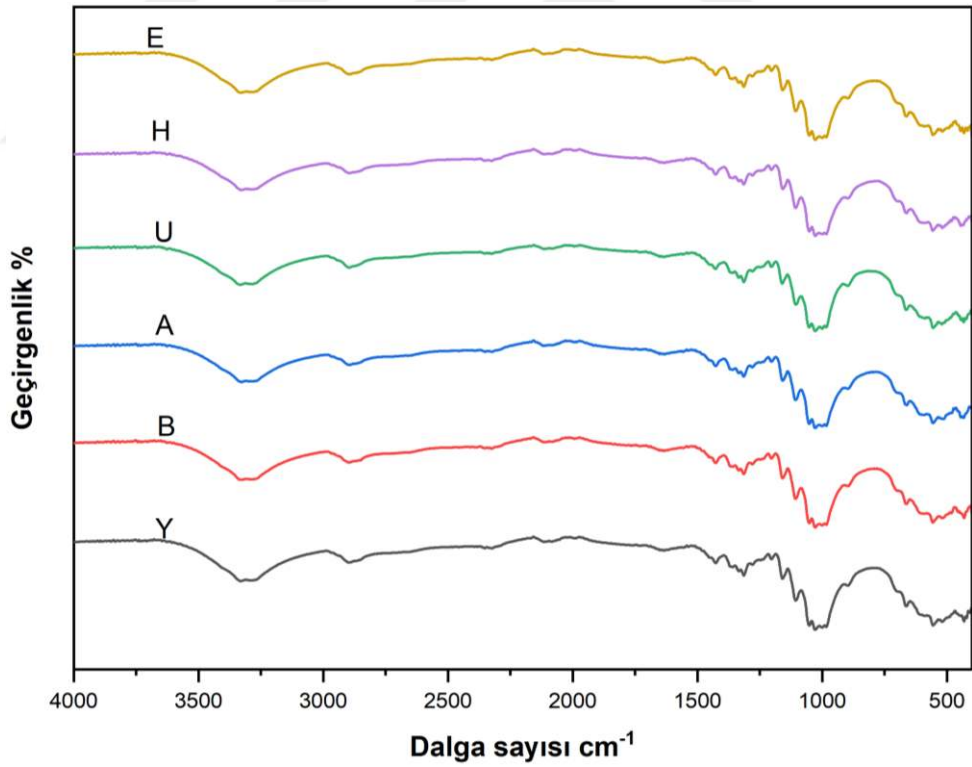
Ham kumaşlardan boyalı kumaşlara geçişte farklı bölge pamuklarına ait çakıştırılmış XRD grafikleri incelendiğinde $2\theta \approx 22^\circ$ civarında pik genişliğinin azaldığı ve kristalin yapının arttığı görülmektedir. Ayrıca kristallik dereceleri de boyama sonrası artmıştır. Selüloz kristal yapıya sahip olduğundan boyama sonrası selüloz miktarının ve dolayısıyla kristalin yapıların artması grafiklerdeki piklerin yükselmesi ve sivrileşmesiyle örtüşmektedir. Bu durum literatür çalışmalarıyla da uyumludur (El-Nagar ve ark., 2005)

Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrofotometre (FT-IR) Sonuçları

Tez kapsamında çalışılan farklı yöre pamuklarından ham ve boyalı kumaşlara ait FT-IR grafikleri Şekil 4.58 ve Şekil 4.59’da verilmiştir.

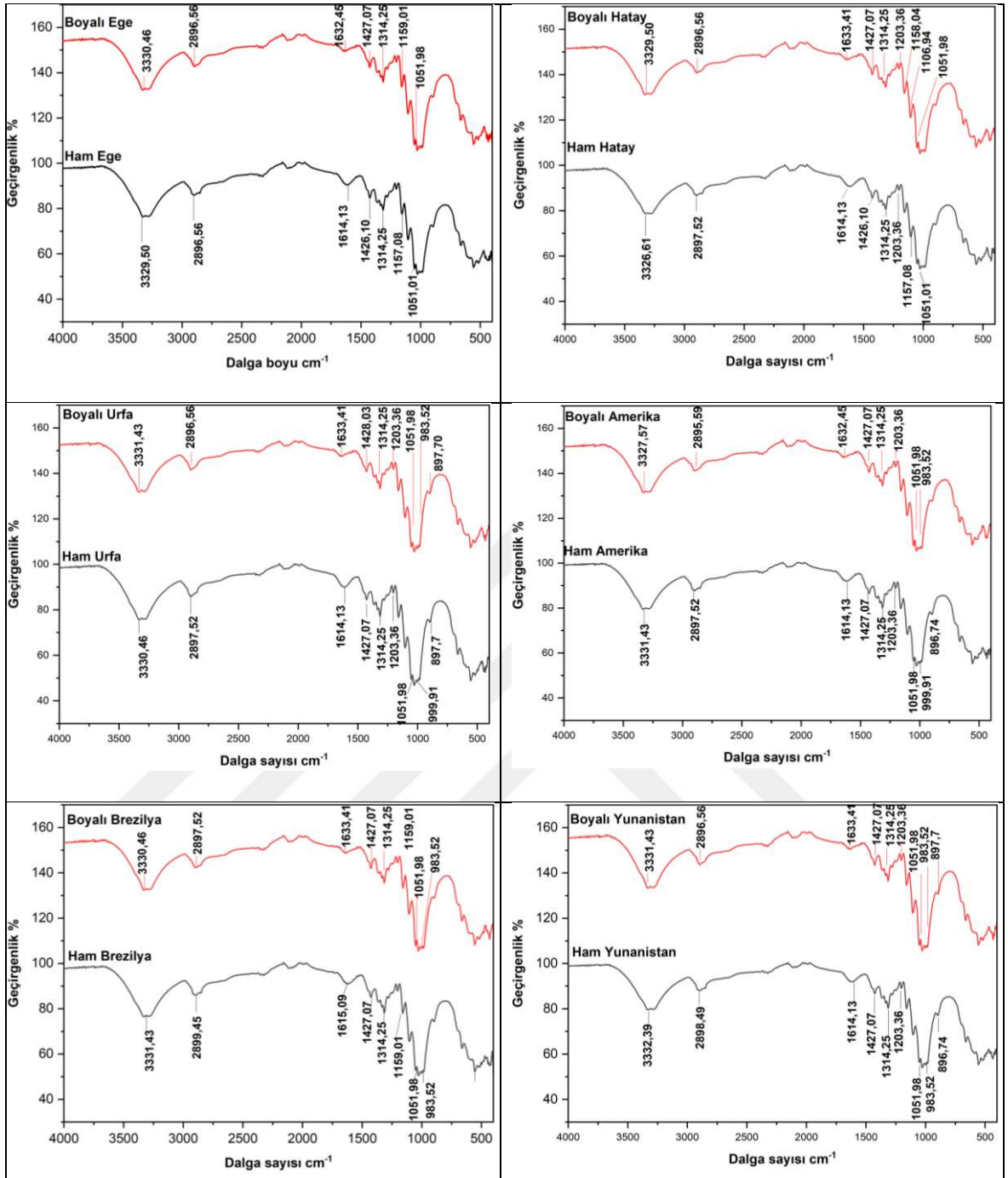


Şekil 4.58. Ham kumaşlara ait FT-IR grafikleri



Şekil 4.59. Boyalı kumaşlara ait FT-IR grafikleri

Tez kapsamında çalışılan farklı yöre pamuklarından ham ve boyalı kumaşlara ait karşılaştırılmış FT-IR grafikleri Şekil 4.60'da verilmiştir.



Şekil 4.60. Ham ve boyalı kumaşlara ait çıkarılmış FT-IR grafikleri

FT-IR grafikleri, çeşitli fonksiyonel gruplara karşılık gelen piklerin varlığını ortaya koymaktadır. Beer yasasına göre fonksiyonel grupların yoğunluğu, karşılık gelen absorpsiyon piklerinin şiddeti/keskinliği/yoğunluğu ile orantılıdır (Nithya ve ark., 2011). Selüloz liflerindeki fonksiyonel gruplar ve karşılık gelen dalga boyları Çizelge 4.77’de verilmiştir.

Çizelge 4.77. Selüloz liflerinde fonksiyonel gruplar (Stankovic Elesini ve ark., 2002; Chung ve ark., 2004; Nithya ve ark., 2011; Şekerci Kırca, 2012)

Dalga boyu (cm ⁻¹)	Fonksiyonel gruplar
3570-3200	-OH gerilimi
3000-2800	-CH gerilimi
2300	C≡N
1700-1800	C=O
1650-1633	Sudaki OH'ın selüloz tarafından absorblanması
1430	CH ₂ simetrik bağlar
1365	CH bağları
1200	OH (düzlemsel eğilme)
1155	C-O-C asimetrik gerilimi
1042	C-O gerilimi
998-1002	C-O gerilimi
894	C ₁ -O-C ₄ (1,4-B-glukozidik bağ)
663 - 700	OH düzlem dışı eğilme titreşimleri

Farklı yöre pamuklarından ham ve boyalı kumaşlara ait FT-IR spektrumları/grafikleri incelendiğinde fonksiyonel gruplara karşılık gelen piklerin selüloz liflerindeki fonksiyonel gruplar ve karşılık gelen dalga boyları ile eşleştiği görülmüştür.

~3326-3332 cm⁻¹'deki geniş band molekül içi ve moleküller arası hidrojen bağlı -OH gerilme titreşim bandıdır ve selüloz molekülünde bulunan -OH gruplarını göstermektedir. 2895-2899 cm⁻¹'deki bandlar -CH asimetrik ve simetrik gerilme bandıdır. 1614-1633 cm⁻¹'deki karakteristik band absorbe olmuş sudan kaynaklıdır. 1426-1428 cm⁻¹'deki bandlar -CH₂ simetrik bandı; 1314 cm⁻¹'deki band -CH titreşim bandı; 1203 cm⁻¹'deki band -OH düzlemsel eğilme bandı; 1157-1159 cm⁻¹'deki band C-O-C asimetrik gerilme bandını ifade etmektedir.

Ham kumaşların tamamı standart ön terbiye ve boyama prosesiyle aynı kazanda/makinede birlikte boyanmıştır. Boyalı kumaşlara ait FT-IR spektrumları incelendiğinde pik konumu ve şiddetinde/yoğunluğunda hafif değişiklik olmakla beraber, boyama işleminden sonra selülozun kimyasal yapısının önemli ölçüde değişmediği görülmüştür.

4.3.5. Pestisit Analizi Sonuçları

Analiz sonucunda ham kumaş numunelerinde Asetamiprid ve Diuron pestisit kalıntıları tespit edilmiş olup, boyalı kumaş numunelerinde pestisit kalıntısı tespit edilmemiştir.

Asetamiprit, nikotinin sentetik türevi olan ve neonikotinoid sınıfına ait nöroaktif bir pestisit türüdür. Asetamiprit, düşük toksisitesi ve yüksek insektisit aktivitesinden dolayı tarım ve bahçe uygulamalarında çeşitli böcekleri ve zararlı organizmaları kontrol altına almak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Tarımsal ürünlerde ve toprakta biriken ve atık sulara salınan asetamiprit kalıntıları, kirlenmiş çevreye maruz kalan insanlarda potansiyel sağlık riskine neden olan yüksek toksisiteye sahiptir. Kanserojen olmayan bir madde olarak sınıflandırılmış olmasına rağmen memeliler için toksik hatta kronik etki gösterdiği bilinmektedir. Pestisitler, böceklerin sinir iletimi seviyesinde kuvvetli agonist olarak görev alır ve postsinaptik membranlardaki reseptörleri bloke ederek felce ya da ölüme neden olur. Kontamine organizmalarda felç ve ölüme neden olan nikotinik

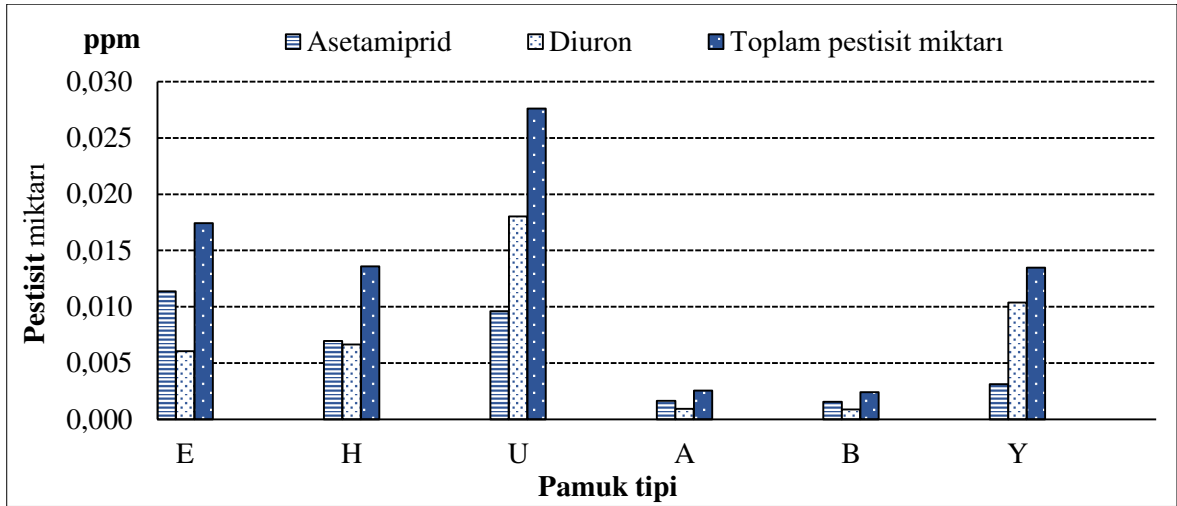
asetilkolin reseptörü agonisti olarak görev yapar (Koçer, 2017).

Diuron yabancı otları, bitkisiz yosunları ve odunsu bitkileri kontrol eden bir fenilüre sınıfı herbisittir. Bal arılarında düşük toksisiteye; memelilerde, kuşlarda, balıklarda ve su omurgasızlarında orta düzeyde toksisiteye sahiptir. Genel insan maruziyeti, yiyeceklerin yenmesi ve içme suyunun içilmesi, dermal temas veya ortam havasının solunması yoluyla gerçekleşebilmektedir. Çalışmalar, diuronun hayvan veya bakteri hücrelerinde mutasyona neden olmadığını göstermiştir. Ayrıca insanlarda kansere neden olduğunu öngören herhangi bir kanıt yoktur. Göz, deri ve solunum yollarını tahriş etmektedir. Sudaki diuron konsantrasyonu 0,02 mg/L'yi aşmamalıdır. Diuron USEPA'nın 3. Kirlenici Aday Listesi'ndedir (Barış, 2018).

Ham kumaş numunelerinde tespit edilen pestisit kalıntı miktarları ve toplam pestisit miktarı Çizelge 4.78'de grafiksel gösterimi Şekil 4.61'de verilmiştir.

Çizelge 4.78. Ham kumaş pestisit test sonuçları

Pamuk tipi	Ölçüm	Asetamiprid		Diuron		Toplam pestisit miktarı (ppm)
		ppm	Ortalama (ppm)	ppm	Ortalama (ppm)	
E	1.	0,013259	0,011375	0,004057	0,006060	0,017435
	2.	0,009969		0,008292		
	3.	0,010897		0,005830		
H	1.	0,008016	0,006949	0,007363	0,006633	0,013582
	2.	0,006949		0,007333		
	3.	0,005881		0,005202		
U	1.	0,009984	0,009614	0,019639	0,018015	0,027629
	2.	0,009548		0,015574		
	3.	0,009309		0,018831		
A	1.	0,001892	0,001629	0,000763	0,000927	0,002556
	2.	0,001203		0,000989		
	3.	0,001793		0,001029		
B	1.	0,001246	0,001541	0,000600	0,000856	0,002397
	2.	0,001204		0,000787		
	3.	0,002172		0,001180		
Y	1.	0,003479	0,003109	0,011367	0,010362	0,013471
	2.	0,002903		0,008031		
	3.	0,002945		0,011687		



Şekil 4.61. Ham kumaşların pestisit test sonuçları

Şekil 4.61'e göre yerli ve ithal ham kumaşların toplam pestisit miktarları değerlendirildiğinde; en yüksek pestisit miktarının yerli pamuklarda Urfa pamuğunda, ithal pamuklarda ise Yunanistan pamuğunda olduğu görülmektedir. Yerli ve ithal ham kumaşların toplam pestisit miktarları karşılaştırıldığında, yerli pamuklarda yüksek miktarda pestisit kullanıldığı ve kullanılan miktarların ithal pamuklara oranla çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Yerli ve ithal ham kumaşlarda tespit edilen toplam pestisit miktarları ile Çizelge 3.18'de verilen Eko-Teks 100 standardı pestisit sınır değerleri karşılaştırıldığında, toplam pestisit miktarlarının sınır değerlerin altında olduğu görülmüştür.

4.3.6. Pestisit Verilerinin İstatistiksel Analizi

Altı farklı bölge pamuğundan üretilen boyalı kumaşların pestisit verilerinin K-S testi sonuçları özet halinde Çizelge 4.79'da verilmiştir.

Çizelge 4.79. Pestisit verilerinin K-S testi sonuçları

Pestisit	N	Normal Parametreler		Anlamlılık (p)
		Ortalama	Std. Sapma	
Asetamiprid	18	0,00593306	0,004127979	0,328
Diuron	18	0,00734883	0,006578370	0,598

Çizelge 4.79'a göre anlamlılık değerleri 0,05'ten büyük olduğundan asetamiprid ve diuron verileri normal dağılım göstermektedir ($p > 0,05$).

Pamuk tipleri ile pestisit verileri arasındaki ilişki varyans analiziyle (ANOVA) tespit edilmiş ve sonuçlar özet halinde Çizelge 4.80'de verilmiştir

Çizelge 4.80. Pestisit verileri için ANOVA Tablosu

Pestisit	F-değeri	Anlamlılık (p)
Asetamiprid	121,318	0,000
Diuron	159,868	0,000

Çizelge 4.80'e göre anlamlılık değerleri, 0,05'ten küçük olduğundan pamuğun yetiştiği bölge pestisit miktarları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahiptir.

Pestisit verilerinin varyanslarının homojenlik testi sonucu Çizelge 4.81'de verilmiştir.

Çizelge 4.81. Pestisit verilerinin homojenlik testi sonuçları

	Levene İstatistiği	df1	df2	Anlamlılık (p)
Acetampirid	6,742	5	12	0,003
Diuron	9,766	5	12	0,001

Çizelge 4.81'e göre anlamlılık değerleri 0,05'ten küçük olduğundan asetampirid ve diuron verilerinin varyanslarının homojen dağılım göstermediği anlaşılmaktadır.

Pamuk tipleri için pestisit verilerinin çoklu karşılaştırma testi (post hoc test) sonuçları Çizelge 4.82'de verilmiştir.

Çizelge 4.82. Pamuk tiplerinin pestisit verilerinin çoklu karşılaştırma sonuçları

Test	Bağımlı değişken	(I) Tip	(J) Tip	Ortalama fark (I-J)	Std. sapma	Anlamlılık (p)
Tamhane	Asetampirid	E	H	0,004024000	0,000863940	0,284
			U	0,001925333	0,000818852	0,866
			A	0,009825333	0,000788025	0,090
			B	0,010157667(*)	0,000850886	0,033
			Y	0,008575333	0,000808867	0,087
		H	U	-0,002098667	0,000420861	0,161
			A	0,005801333	0,000357194	0,051
			B	0,006133667(*)	0,000480221	0,003
			Y	0,004551333(*)	0,000401087	0,021
		U	A	0,007900000(*)	0,000227407	0,010
			B	0,008232333(*)	0,000393369	0,001
			Y	0,006650000(*)	0,000291542	0,000
	Diuron	A	B	0,000332333	0,000324350	1,000
			Y	-0,001250000	0,000188311	0,247
		B	Y	-0,001582333	0,000372137	0,273
		E	H	-0,002114000	0,000591085	0,663
			U	-0,014130667(*)	0,000649478	0,005
			A	0,004387333	0,000597614	0,215
			B	0,004321000	0,000605345	0,200
			Y	-0,005122667	0,001309892	0,371
		H	U	-0,012016667(*)	0,000269519	0,007
			A	0,006501333(*)	0,000089229	0,002
			B	0,006435000(*)	0,000131381	0,006
			Y	-0,003008667	0,001169032	0,862
		U	A	0,018518000(*)	0,000283553	0,001
			B	0,018451667(*)	0,000299502	0,000
			Y	0,009008000	0,001199615	0,178
		A	B	-0,000066333	0,000158186	1,000
			Y	-0,009510000	0,001172347	0,195
		B	Y	-0,009443667	0,001176306	0,192

*Ortalama fark 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Çizelge 4.82'de asetampirid bağımlı değişkeni için Ege ve Brezilya pamuklarının anlamlılık sütunundaki değerinin 0,05'in altında olması; bu iki pamuk tipi arasında asetampirid değişkeni için

anlamalı farklılık olduğunu göstermektedir. Ortalama fark sütunundaki rakamın 0,010157667(*) olması; Ege pamuğunda tespit edilen asetamiprid miktarının Brezilya pamuğundan fazla olduğunu göstermektedir.





5. SONUÇLAR VE ÖNERİLERİ

Pamuk, dünya çapında çeşitli coğrafi bölgelerde yetiştirilen stratejik ve önemli bir hammaddedir. Pamuk lif özellikleri, iplik ve kumaş özellikleri üzerinde önemli etkiye sahiptir ve bu konuda pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında seçilen pamuklar *Gossypium Hirsutum* L. türünde Upland pamuklarıdır. Pamuk türü, tohum çeşidi, iklim şartları, çırçırılama şekli, ilaçlama vb. faktörlerin lif özellikleri üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Ayrıca varyasyonun çok fazla olduğu pamuk liflerinde aynı tarlanın farklı yerlerinde dahi lif özellikleri değişebilmektedir. Bu tez çalışması ile hedeflenen aynı türde olan ancak farklı bölgelerde yetişen pamuklardan üretilen mamül örme kumaşlardaki farklılıkları/benzerlikleri tespit etmektir.

Tez çalışması kapsamında farklı bölge pamuk lif özellikleri ile bu liflerden üretilen kompakt penye iplik özelliklerinin, örme kumaş performans özelliklerine etkileri incelenmiş ve yapılan değerlendirmelerden önemli bulunanlar sonuçlar kısmında özet olarak sunulmuştur.

5.1. Sonuçlar

- Pamuğun çırçırılama şeklinin (rollergin veya sawgin) lif özellikleri üzerinde etkili olduğu literatürde yer almakta ve bilinmektedir. Bu çalışma sonuçları da mevcut bilgileri desteklemiştir. Sawgin çırçırılan pamukların (Amerika, Brezilya ve Yunanistan), daha büyük mekanik etki nedeniyle, rollergin çırçırılan pamuklara (Ege, Hatay ve Urfa) kıyasla daha yüksek elyaf nepsi içerdiği ve kısa lif oranlarının da daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan, sawgin çırçırılama yapılan pamukların, daha etkili temizleme proseslerinden dolayı daha düşük tohum kabuğu nepsi ve daha düşük çepel içerdiği belirlenmiştir.
- Diğer yandan bu çalışma, aynı türde (*Gossypium Hirsutum* L.) olan ve aynı şekilde çırçırılanmış ancak farklı yörelerde (rollergin-Ege, Hatay ve Urfa; sawgin-Amerika, Brezilya ve Yunanistan) yetişmiş pamuklar arasındaki farkları da ortaya koymuştur. Lif bazında olan bu farklılıklar iplik ve mamul örme kumaş özelliklerinde de kendini göstermiştir.
- Daha ince pamuklar, genellikle daha kaba olanlara kıyasla daha fazla neps içirme eğilimindedir. İnce duvarlı, olgunlaşmamış lif oranı yüksek olan lifler, özellikle neps olmaya yatkındır. Bu bağlamda, Amerika ve Brezilya pamukları en ince ve en olgunlaşmamış pamuklar olarak, diğerlerine kıyasla çok daha fazla nepse sahiptir.
- Kısa lif oranı fazla olan pamuk tipleri ile eğrilen ipliklerin tüylülük değerlerinin de artması beklenmektedir. Genel olarak tüm ipliklerin tüylülük değerleri birbirine yakın olmakla birlikte, en yüksek tüylülük değeri kısa lif oranı en düşük olan Hatay pamuğundan üretilen ipliklerde görülmüştür. Çalışma kapsamında üretilen iplikler

kompakt iplikler olduğundan kısa lif oranı tüylülük üzerinde etkili olmamıştır. Diğer yandan en kalın lif olan Hatay pamuğunun iplik tüylülüğünün en yüksek olması; sert olan kalın liflerin, eğirme işlemi sırasında hareketlere adapte olmakta sıkıntı çekerek iplik içerisine düzgün bir şekilde yerleşemeyerek tüylülüğe sebep olmasıyla açıklanabilir (Uygun Nergis, 2008).

- Amerika pamuğu yüksek yansıma (Rd) ve düşük sarılık (b) değeriyle diğerlerinden ayrılmaktadır.
- Ham ve boyalı kumaşlarda en düşük patlama mukavemeti Brezilya pamuğundan üretilen kumaşlarda görülmüştür. En düşük elyaf mukavemet değerine sahip Brezilya pamuğundan üretilen ipliklerin aynı zamanda en düşük iplik mukavemet değerine sahip olması; elyaf ve iplik mukavemetinin patlama mukavemeti üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir.
- HVI ile ölçülen lif özellikleri ve AFIS ile ölçülen eşdeğer lif özellikleri arasında orta ve güçlü düzeylerde 0,05 seviyesinde anlamlı korelasyonlar tespit edilmiştir.
- Tüm pamuk tiplerinin TGA eğrileri benzer bir eğilim göstermektedir. Termogramlar incelendiğinde, 100 °C'de suyun pamuk lifine fiziksel olarak bağlandığı ve bazı bileşenlerin uzaklaştırıldığı, bunun sonucunda tüm pamuk tipleri için ham ve boyalı kumaşlarda yaklaşık %4-5'lik bir ağırlık kaybının meydana geldiği görülmüştür. Ana piroliz aşaması 300–380 °C sıcaklık aralığında gerçekleşmiştir. Bu aşamada, numunede şiddetli bozulma, termogramda önemli bir ağırlık kaybı olarak görülür. Genellikle piroliz, selüloz liflerinin kristalin bölgelerinde meydana gelir (Zhu ve ark., 2004). Piroliz aşamasında tüm pamuk tiplerinde ham kumaşlarda yaklaşık %75, boyalı kumaşlarda yaklaşık %80 oranında ağırlık kaybı görülmüştür. Terbiye işlemleri sonrası artan selüloz miktarı piroliz adımıyla kütle kaybında artışa yol açmıştır.
- DSC eğrileri karşılaştırıldığında, Urfa, Brezilya ve Yunanistan pamuklarının ham kumaşlarına ait endotermik piklerin daha keskin bir yapı sergilediği görülmektedir. Benzer şekilde Urfa, Hatay ve Amerika pamuklarının boyalı kumaşlarına ait endotermik piklerin de daha keskin bir yapı sergilediği görülmektedir. Piklerdeki yayılma, genişleme ve dolayısıyla düşüş, malzemenin kristal yapısındaki bir azalma ile ilişkilidir.
- Çalışmada kullanılan tüm pamuk tiplerinin XRD grafikleri benzer pikler göstermiştir. XRD grafiğinin kristalin ve amorf piklerinin altındaki alan hesaplanarak kristalinlik derecesi veya kristalinlik indeksi (CI) hesaplanmıştır. Tüm pamuk tiplerinin kristalinite dereceleri birbirine yakın çıkmıştır.

- FT-IR spektrumları çeşitli fonksiyonel gruplara karşılık gelen tepe noktalarının varlığını ortaya koymaktadır (Nithya ve ark., 2011). Farklı pamuk tiplerinin FT-IR spektrumları incelendiğinde birbirine çok benzer bantlar sergiledikleri görülmüştür.
- Ham ve boyalı kumaşlarda pestisit tayini yapılmış; ham kumaşlarda Asetamiprid ve Diuron pestisit kalıntıları tespit edilmiş, boyalı kumaşlarda pestisite rastlanmamıştır. Yerli pamuklarda ithal pamuklara oranla çok daha fazla miktarda pestisit kullanıldığı tespit edilmiştir. En yüksek pestisit miktarının yerli pamuklarda Urfa pamuğunda, ithal pamuklarda ise Yunanistan pamuğunda olduğu görülmüştür. Diğer yandan tüm pamuklar için belirlenen pestisit miktarlarının, Eko-Teks 100 standardında yer alan sınır değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir. Ham kumaşların terbiye işlemleri sonucunda üzerinde bulunan pestisit kumaştan uzaklaşırken, yıkama suları vasıtasıyla doğaya zarar vermesi muhtemel olarak değerlendirilmiştir.
- Çalışma kapsamındaki pamuklar arasında Brezilya pamuklarının kısa lif indeksi diğerlerine göre daha fazladır. Aynı zamanda Amerika pamuğundan sonra en düşük üniformite indeksine sahip pamuktur. Literatüre göre bu tür pamuğun işlenmesi zor ve daha düşük kaliteli iplik üretme olasılığı yüksektir. Brezilya pamuğunun işletmede iplik üretimleri sırasında iplik kopuşlarının yüksek olması ve üretilen ipliğin kopma mukavemetinin ve iplik hatalarının çalışılan diğer pamuklara göre fazla olması bu durumu açıklamaktadır.

5.2. Öneriler

Tez çalışma sonucunda daha sonra yapılacak çalışmalar için öneriler aşağıda verilmiştir.

- Bu çalışmada 6 farklı bölge pamukları ile çalışılmıştır. Daha geniş aralıkta farklı yöre pamukları ile benzer çalışma yapılabilir.
- Farklı tohum türlerine sahip pamuk tipleri ile benzer çalışma yapılabilir.
- Benzer çalışma farklı örgü türleri ve farklı sıklıklarda yürütülebilir.
- Kompakt penye iplik olarak yapılan çalışma, karde ring iplikleri için de yürütülebilir.
- Mamul kumaş özellikleri ile pamuk elyaf özellikleri arasında regresyon analizleri yapılabilir.



KAYNAKLAR

- Abdurrahmanoğulları, A., 2019. Yerli Ve Yabancı Bazı Pamuk Lif Örneklerinin Lif Teknolojik Özellikleri Ve İplik Olabilirlik Özellikleri Yönüyle Karşılaştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 40 s.
- Abidi, N., Cabrales, L., Haigler, C. H. (2014). Changes in the cell wall and cellulose content of developing cotton fibers investigated by FTIR spectroscopy. Carbohydrate Polymers, 100, 9–16. doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.01.074
- Ahmed, S., 2014. Prediction of Yarn Tenacity of Raw Cotton Using Fuzzy Inference System. Master thesis, Bangladesh University of Engineering and Technology, Bangladesh, 115 s.
- Akaydın, M., 2009. Characteristics Of Fabrics Knitted With Basic Knitting Structures From Combed Ring And Compact Yarns. Indian Journal Of Fibres &Textile Research, Vol.34, pp.26-30.
- Akgül, A., Çevik, O., 2003. İstatistiksel Analiz Teknikleri “SPSS’te İşletme Uygulamaları”. Emek Ofset, Ankara, 456 s.
- Alay, S., Göktepe, F., 2008. An Investigation Of The Correlation Between Different Yarn Hairiness Parameters. Textile and Apparel, 18(1), 28-34.
- Alhalabi, K., 2007. Suriye Ve Türkiye’de Üretilen Pamuk Liflerinin Özelliklerinin Ve Eğrilme Yeteneklerinin Karşılaştırılmalı İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 195 s.
- Almetwally, A. A., Mourad, M. M., Habeish, A. A. and Ramadan, M. A., 2015. Comparison between physical properties of ring-spun yarn and compact yarns spun from different pneumatic compacting systems, Indian Journal of Fiber & Textile Research, Vol: 30, pp 43-50.
- Altaş, S., Kadoğlu, H., 2006. Determining Fiber Properties And Linear Density Effect On Cotton Yarn Hairiness In Ring Spinning. Fibers & Textiles in Eastern Europe, 14(3): 48-51.
- Arslan, B., 2006. Ev tipi yıkamanın çeşitli iplik ve örgü tipinden mamul viskon kumaşlar üzerindeki etkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Doktora tezi, İstanbul, 140 s.
- Ashraf, U., Hussain, T., Jabbar, A., 2014. Effect of cotton fiber and yarn characteristics on color variation in woven fabric dyed with vat dyes. The Journal of The Textile Institute, 105(12), 1287-1292.
- Atasagun, H., G., 2015. Kumaşların ıslanma ve nem/sıvı emme davranışları ve giyim konforu. Dokuz Eylül Üniversitesi, Doktora tezi, İzmir, 248 s.
- Ayele, A., Hequet, E., Kelly, B., 2017. The impact of fiber maturity on estimating the number of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) fibers per seed surface area. Industrial crops and products, 102, 16-22. doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.03.004
- Avcı, H., 2007. Yeni liflerden mamul çorapların konfor özellikleri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, , İstanbul, 92 s.

- Badri, B., 2008. The influence of reactive dyes on the pyrolysis of cotton. *Journal Of Analytical And Applied Pyrolysis*, 81, 162–166.
- Balcı Kılıç, G., 2022. Süprem Örme Kumaşların Transfer, Geçirgenlik Ve Gözeneklilik Özelliklerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. *Tekstil ve Mühendis*, 29:128, 238-248.
- Barış, D., 2018. Çok Kriterli Analiz Yöntemi Kullanılarak En Uygun Pestisit Arıtma Teknolojisinin Seçilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, Isparta, 113 s.
- Başer, İ., 1992. Elyaf bilgisi. Marmara Üniversitesi Yayın No:524, Teknik Eğitim Fakültesi Yayın No: 7, İstanbul, 179 s.
- Başer, G., 2013. Tekstil Mekaniğinin Temelleri-Cilt 2 Kumaş Geometrisi ve Mekaniği, Meta Basım, İzmir.
- Bayramoğlu, E., Ç., 2003. Lyocell ve Lyocell/Pamuk Karışımlarının Alev Etkeni Karşısındaki Davranışları. Marmara Üniversitesi, Doktora tezi, İstanbul, 128 s.
- Becerir, R, B., Ömeroğlu, S., 2007. Comparison of Color Values of Plain Cotton Fabrics Knitted from Ring and Compact Spun Yarns. *AATCC Review*, 7(7):41-46.
- Bedez Üte, T., 2012. Sirospun Pamuk İpliklerinde İplik Özellikleri İle Lif Özellikleri Arasındaki İlişkinin Fonksiyonel Olarak Tahminlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Doktora Tezi, İzmir , 231 s.
- Beheary, M.G.I., Ibrahim, A.E.I., El-Akhdar, A. A., El-Bagoury, M.E., Hanan, H.A.E., 2019. Relationships Between Fiber And Yarn Technological Properties Of Some Egyptian Cotton Genotypes. *J. Adv. Agric. Res. (Fac. Agric. Saba Basha)*, 2 3 (2):302-315.
- Borzan, G., Ersan, K., Oğlakçı, M., 2003. Ege, Çukurova ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden Elde Edilen Pamuk (*Gossypium Hirsutum* L.) (Upland) Liflerinin Renk, Parlaklık, Yabancı Madde, Hazırlama Durumu ve Standardizasyon Yönünden Karşılaştırılması. Türkiye 6. Pamuk, Tekstil ve Konfeksiyon Sempozyumu, 191 s.
- Bozan Turgay, A., 2006. Yuvarlak Örme Kumaşlarda May Dönmesine Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 189 s.
- Bradow, J., M., Davidonis, G., H., 2010. Effects of environment on fiber quality. *Physiology of cotton*, 229-245. doi.org/10.1007/978-90-481-3195-2_21
- Büyükakıncı, B., Y., 2010. Bambu elyafın özelliklerinin incelenmesi. Marmara Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul, 219 s.
- Büyükerzurumlu, K., 2008. Değişik Ülkelerden Elde Edilen Lif Pamukların Karşılaştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 43 s.
- Candan, C., Nergis, U., B., Iridağ, Y., 2000. Performance of open-end and ring spun yarns in weft knitted fabrics. *Textile Research Journal*, 70(2), 177-181.
- Cengiz, F., Göktepe, F., (2006). An Investigation Of The Variation In Turkish Cotton Fibre Properties In Years 2002 And 2003. *Tekstil ve Konfeksiyon*, Vol:6, Issue:1, Pages: 271-275.

- Chunga, C., Lee, M., Choe, E., K., 2004. Characterization of cotton fabric scouring by FT-IR ATR spectroscopy. *Carbohydrate Polymers* 58 (2004) 417–420.
- Cotton Classification Results: Understanding The Data, 1994. United States Department Of Agriculture, Agricultural Marketing Service, Cotton Division, 14 s. https://www.depts.ttu.edu/aaec/icac/archive/pdf/Markets_and_Marketing_optimized/Grading/Cotton_Classification_Results-Understanding_the_Data_Explanation_of_High_Volume_Instrument_Fiber_Measurements_July_1994.pdf [Son erişim tarihi: 25.09.2024].
- Cotton Classification: Understanding The Data, 2018. United States Department Of Agriculture, Agricultural Marketing Service, Cotton Division, 14 s. <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/CottonDBUnderstandingtheData.pdf>. [Son erişim tarihi: 25.09.2024].
- Çil, N., 2020. Kumaşlarda nem yönetimi ölçümü üzerine yeni bir metod geliştirilmesi. Pamukkale Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, Denizli, 104 s.
- Dayıoğlu, H., Karakaş, H., 2007. Elyaf Bilgisi. Teknik Fuarcılık Yay. Tic. Ltd. Şti., 1. Baskı, İstanbul, 185s.
- Demiryürek, O., Uysaltürk, D., 2016. Viloft/Polyester Karışımli Örme Kumaşların Patlama Mukavemeti ve Boncuklanma Özelliklerinin Araştırılması. *Tekstil Ve Mühendis*, 23(102), 104-111.
- Dönmez Kretschmar, S., Özgüney, A., T., Özçelik, G., Özerdem, A., 2007. The Comparison of Cotton Knitted Fabric Properties Made of Compact and Conventional Ring Yarns Before And After The Dyeing Process. *Textile Research Journal* Vol 77(4): 233–241. DOI: 10.1177/0040517507076745.
- Duran, K., 1983. Renk Ölçümü. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çoğaltma Yayın No: 322231, İzmir, 133 s.
- Duran, K., 2001. Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma. E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma –Uygulama Merkezi Yayını, Yayın No:17, 133 s.
- Dündar, E., 2008. Çeşitli selülozik ipliklerden üretilen örme kumaşların performanslarının karşılaştırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, İstanbul, 96 s.
- Ebaido, I., A., M., 2014. An evaluation for cotton fiber length distribution measurements of different methods. *International Journal of Fiber and Textile Research*, 4(1), 5–11.
- El-Banna, M., N., Negm M., A., Ibrahim I., A., El-Banna A., A., Eman Khamis E., A., 2018. Effect Of Spinning Systems And Spinning Processing On The Fiber And Yarn Properties Of Egyptian Cotton. ICAC-13th Meeting of the Inter-Regional Cooperative Research Network.
- El-Nagar, K., Sanad, S., H., Mohamed, A., S., Ramadan, A., 2005. Mechanical properties and stability to light exposure for dyed Egyptian cotton fabrics with natural and synthetic dyes. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 44(7), 1269-1279.

- El-Sayed, I., Saleh, S., M., 2015. Effect of Spinning Systems on Properties of Dyed Egyptian Cotton Yarns after Mercerization Treatment. Research Journal of Textile and Apparel, Vol. 19 No. 4.
- Erkoç, S., 2006. Yuvarlak örme makinelerinde üretilen örme kumaş özelliklerini etkileyen parametrelerin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, Adana, 109 s.
- Esenceli, N., 2014. Bor Bileşikleri Katkılı Poliakrilonitril Liflerinin Üretimi ve Termal Özelliklerinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 115 s.
- Eser, B., Sepici Dinçel, A., 2018. Kromatografiye Giriş, Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi Kullanımında Basit İpuçları. Journal of Health Services and Education; 2(2): 51-57.
- Esi, B., 2020. r-Pet İpliklerin Şönil Döşemelik Kumaşlarda Kullanılabilirliği ve Üretim Maliyetinin Optimizasyonu. Çukurova Üniversitesi, Doktora Tezi, Adana, 226 s.
- Faulkner, W., B., Hequet, E., F., Wanjura, J., Boman, R., 2012. Relationships of cotton fiber properties to ring-spun yarn quality on selected High Plains cottons. Textile Research Journal 82(4) 400-414.
- Fidan, G., Korkmaz, Y., 2019. Comparison Of Contamination On Yarns Produced From Local And US Blend Cotton. International Advanced Researches And Engineering Journal, Vol.3, Issue 1: 60-64.
- Garside, M., 2020. Global fiber consumption distribution by fiber type 2019. <https://www.statista.com/statistics/741296/world-fiber-consumption-distribution-by-fiber-type/>, 2021 [Son erişim tarihi: 23.05.2021].
- Gök, M., O., 2012. Türkiye’de Kullanılan Bazı Pamuk Liflerinin Özelliklerinin Karşılaştırılması, Bu Özelliklerin Boyamaya Etkisinin İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 159 s.
- Gül, A., 2014. Selüloz esaslı karbon lif üretiminde ısı kararlılık ve karbonizasyon aşamalarının yerine getirilmesi. Erciyes Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, Kayseri, 254 s.
- Gümüşkaya, E., 2005. Selülozun kristal yapısı. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 6 (1), 69-78.
- Güneş, İ., 1997. Türkiye’de (Ege Bölgesinde) Ve Türk Cumhuriyetlerinde (Özbekistan Ve Türkmenistan’da) Yetiştirilen Pamukların Fiziksel Özelliklerinin Tespiti, Kıyaslanması Ve Bu Bölgelerin Pamuk Özellik Haritasının Çıkarılması. Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 314 s.
- Gürkan Ünal, P., Üreyen, M., E., Armakan, D., M., 2010. Predicting Bursting Strength Of Plain Knitted Fabrics Using ANN. Second International Conference On Agents and Artificial Intelligence. S:22-24.
- Güzel, G., 2010. Tekstilde Pamuğun Standardizasyonunun Önemi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 206 s.

- Hassan, A. A., Ibrahim, A. E., 2018. Using some fiber properties to predict strength and regularity of carded yarn for some Egyptian cotton varieties. Middle East Journal of Applied Sciences ISSN 2077-4613. Volume: 08, Issue:04, Pages: 1256-1263.
- Hatamlou, M., 2019. r-Pet ve Klasik Pet Liflerinden Üretilen Kumaşların Boya-Baskı İşlemleri Öncesi Ve Sonrası Özelliklerinin Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi, Doktora Tezi, İzmir, 147 s.
- Hequet, E., F., Ethridge, M., D., 2000. "Impacts On Yarn Quality Of Afis® Measurements Of Cotton Fiber Length Distributions". Textile Topics, International Textile Center, Texas Tech University Lubbock, Texas USA.
- Hinchliffe, D., J., Thyssen, G., N., Condon, B., D., Zeng, L., Hron, R., J., Madison, C., A., ... ,Sui, R.,2023. Interrelationships between cotton fiber quality traits and tensile properties of hydroentangled nonwoven fabrics. Journal of Industrial Textiles, 53. doi.org/10.1177/15280837231171312
- <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=29945> [Son erişim tarihi: 26.09.2024].
- <https://arum.ogu.edu.tr/Sayfa/Index/75/fourier-donusumlu-kizilotesi-spektrometresi-ftir> [Son erişim tarihi: 05.01.2023].
- <https://cumerlab.cu.edu.tr/cu/laboratuvarlar/cihazlar-listesi/dsc> [Son erişim tarihi: 05.01.2023].
- <https://cumerlab.cu.edu.tr/cu/laboratuvarlar/cihazlar-listesi/ft-ir> [Son erişim tarihi: 05.01.2023].
- <https://cumerlab.cu.edu.tr/cu/laboratuvarlar/cihazlar-listesi/tga-dta> [Son erişim tarihi: 05.01.2023].
- <https://cumerlab.cu.edu.tr/cu/laboratuvarlar/cihazlar-listesi/xrd>[Son erişim tarihi: 05.01.2023].
- <https://globteks.com/kesik-elyaf-test-merkezi/> [Son erişim tarihi: 26.09.2024].
- <https://icac.org/> [Son erişim tarihi: 25.10.2024].
- https://icac.shinyapps.io/ICAC_Open_Data_Dashboar/# [Son erişim tarihi: 25.10.2024].
- <https://www.oeko-tex.com/en/> [Son erişim tarihi: 26.09.2024].
- https://www.oeko-tex.com/importedmedia/downloadfiles/OEKO-TEX_STANDARD_100_Standard_EN_DE.pdf [Son erişim tarihi: 26.09.2024].
- https://www.oeko-tex.com/importedmedia/downloadfiles/OEKO-TEX_ORGANIC_COTTON_Standard_EN_DE.pdf [Son erişim tarihi: 26.09.2024].
- <https://www.statista.com/statistics/1250690/global-textile-fiber-production-type/> [Son erişim tarihi: 24.10.2024].
- Hussein, Kh.,M.,M., Mahmoud, M., H., Hassan, A., A., 2009. Relative Importance Of Fiber Properties Affecting Yarn Hairiness In Some Egyptian Cotton Varieties. Arab Univ. J. Agric. Sci., 17(2): 323-332.
- ICAC, International Cotton Advisory Committee.
- icac.org/DataPortal/DataPortal?Units=Production&Year=undefined [Son erişim tarihi: 20.06.2021].

- Kadoğlu, H., 1993. Open-End İpliklerinde iplik Özellikleri ile Lif Özellikleri Arasındaki Fonksiyonel İlişkilerin Tahminlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Doktora tezi, İzmir, 161 s.
- Kahraman, B., 2006. Örme kumaşlarda boncuklanma nedenlerinin incelenmesi. Marmara Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, İstanbul, 104 s.
- Kalaycı, Ş., 2014. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara, 426 s.
- Karakan Günaydin, G., K., Soydan, A., S., Palamutcu, S., 2018. Evaluation of Cotton Fibre Properties In Compact Yarn Spinning Processes and Investigation of Fibre and Yarn Properties. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, Vol. 26, Nr 3(129):23-24. DOI: 10.5604/01.3001.0011.7299.
- Karapınar, B., O., Erdem, N., 2003. Comparison of Quality Characteristics of Yarns Spun from Aegean Cotton Fibres and Their Mixtures with South-East Anatolian Cotton Fibres. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 11(4), 26-29.
- Kelly, B., Abidi, N., Ethridge, D., Hequet, E., F., 2015, Fiber To Fabric. Cotton, Volume 57, 2nd edition, pp.665-744, ISBN:9780891186250
- Kertmen, M., 2019. Örme kumaşlarda ilmeklenme sorunu ve çözüm yollarının araştırılması. Ege Üniversitesi, Doktora Tezi, İzmir, 114 s.
- Kılıç, M., 2010. Karışım İpliklerinde Düzgünsüzlük ve Tüylülük Analizleri. Dokuz Eylül Üniversitesi, Doktora Tezi, İzmir, 284 s
- Klein, W., 2011. Rieter İplikçilik El Kitabı Cilt 1-Kısa Lif İplikçilik Teknolojisi. Rieter Machine Works Ltd., Winthertur, 80 s.
- Kılınçkiran, M., 2002. Şanlıurfa, Adıyaman, Kahramanmaraş ve Adana pamuklarının fiziksel özelliklerinin araştırılması. Marmara üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 151 s.
- Kılınçkiran, M., Onat, A., 2003. Kahramanmaraş'ta Yetiştirilen Pamukların Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Türkiye 6. Pamuk, Tekstil ve Konfeksiyon Sempozyumu, 207 s.
- Klemm, D., Heublein, B., Fink, H., P., Bohn, A., 2005. Cellulose: fascinating biopolymer and sustainable raw material. *Angewandte chemie international edition*, 44(22), 3358-3393.
- Knowlton, J., L., 2004. Evaluation of short fiber measurement methods (pp. 2370–2377). Beltwide Cotton Conference.
- Koçer, M., B., 2017. Pestisit Tayini İçin Aptamer Temelli Elektrokimyasal Biyosensörlerin Hazırlanması. Ankara Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, Ankara, 90 s.
- cotton.org/beltwide/proceedings/getPDF.cfm?year=2004&paper=J016.pdf
- Koszevska, M., 2018. Circular Economy — Challenges for the Textile and Clothing Industry. *AUTEX Research Journal*, Vol. 18, No 4, December 2018, DOI: 10.1515/aut-2018-0023 © AUTEX.
- Kotb, N. A., (2012). Predicting Yarn Quality Performance Based On Fibers Types And Yarn Structure. *Life Science Journal*; 9(3):1009-1015.

- Körlü, A.,E., Başal G., Üreyen, M.,E., Çelik, P., 2008. Rollergin Tipi Çırçır Makinelerinde Ayar Parametrelerinin Lif Kalitesine ve Özelliklerine Etkisi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2008 (1) 1 -9.
- Krifa, M, Ethridge, M., D., 2006. Compact Spinning Effect on Cotton Yarn Quality: Interactions with Fiber Characteristics. Textile Research Journal Vol 76(5): 388–399.
- Liu, Y., Chang, S., 2024. Comprehensive Analysis of Cotton Fiber Infrared Maturity Distribution and Its Relation to Fiber HVI and AFIS Properties. *Fibers and Polymers*, 25, 1127–1136. doi.org/10.1007/s12221-023-00448-6
- Liu, Y., Delhom, C., D., 2023. Investigation of fiber maturity and crystallinity information in Upland seed cottons by Fourier transform infrared spectroscopy. Textile Research Journal, 93(11-12), 2507-2519.
- Liu, Y., Thibodeaux, D., Gamble, G., Bauer, P., & VanDerveer, D. (2012). Comparative investigation of Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy and X-ray diffraction (XRD) in the determination of cotton fiber crystallinity. *Applied Spectroscopy*, 66(8), 983-986.
- Long, R., L., Bange, M., P., 2011. Consequences of immature fiber on the processing performance of Upland cotton. *Field Crops Research*, 121(3), 401-407. doi.org/10.1016/j.fcr.2011.01.008
- Long, R., L., Bange, M., P., Gordon, S., G., Constable, G., A., 2010. Measuring The Maturity Of Developing Cotton Fibers Using An Automated Polarized Light Microscopy Technique. *Textile Research Journal*, 80(5), 463-471.
- Lord, E., Heap, S.,A., 1988. The Origin And Assessment Of Cotton Fibre Maturity. International Institute for Cotton, Technical Research Division, Manchester, England, 36 s.
- Mangut, M., Karahan, N., 2008. Tekstil Lifleri. Ekin Basın Yayın Dağıtım, 3. Baskı, Bursa, 309 s.
- Marmaralı, A., 2008. Elastik İplikli Düz Örgü Yapılarının Boyutsal Değişimi Ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayını, Meta Basım, İzmir, 57 s.
- Messiry M., E., Mohamed, N., Esmat, G., 2016. Compact Spinning System for Fine Count Egyptian Cotton Yarns. *Advance Research in Textile Engineering*, Vol. 1, Issue 1: 1005.
- Meşeli, H., 2014. Alifatik Naylon 6 Liflerinin Karbon Lif Üretiminde Hammadde Olarak Değerlendirilmesi ve Karakterize Edilmesi. Erciyes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 235 s.
- Mezarcıöz, S., M., Oğulata, R., T., 2009. Farklı İpliklerden Üretilen Süprem Kumaşlarda May Dönmesi Değerlerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 24(1)., 157-164.
- Mohamed E., A., M. , Sanad, S., H., Arafa, A., S., 2009. “Spinning Performance Of ELS Egyptian Cotton”. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 4 (11), pp.1276-1283. <http://www.academicjournals.org/AJAR> ISSN 1991-637X © 2009 Academic Journals.

- Morais, J., P., S., 2020. Effects of Trash And Processing on Cotton Fiber Quality Measurements. Doctoral dissertation, Texas Tech University, Texas, 141 s.
- Morgil, Y., 2015. Havlu örme çorapların ısı konfor özellikleri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 143 s.
- Nandiyanto, A., B., D., Oktiani, R., Ragadhita, R., 2019. How To Read And Interpret FTIR Spectroscopy of Organic Material. Indonesian Journal of Science and Technology, 4(1), 97-118.
- Nassar, M., A., A., El-Sayed, M., A., M., Ibrahim Abbas, E., I., El Baguary, M., I., El-Sayed., E., 2015. Effect Of Some Spinning Methods On Spinning Efficiency Of Egyptian Cotton. ICAC-12th Meeting of the Inter-Regional Cooperative Research Network on Cotton for the Mediterranean and Middle East Regions, Sharm El-Sheikh, Egypt.
- Nithya, E., Radhai, R., Rajendran, R., Shalini, S., Rajendran, V., Jayakumar, S., 2011. Synergetic effect of DC air plasma and cellulase enzyme treatment on the hydrophilicity of cotton fabric. Carbohydrate polymers, 83(4), 1652-1658.
doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.10.027
- Oğuz, H., 2007. TERMAL Analizler (TA). Ders notu, 35 sf.
http://huseyinoguz.net/mysite/TERMALANALIZLERv3_17-02-07.pdf [Son erişim tarihi: 25.09.2024].
- Okur, A., 1994. Kumaşlarda boncuklanma: oluşumu, etkileyen faktörler ve test yöntemleri. Tekstil ve Mühendis, 8 (46): 10-18.
- Okur, A., 1995. Pamuklu dokuma kumaşların eğilme dirençleri ve dökümlülük özellikleri üzerine bir araştırma. Tekstil ve Mühendis, 9 (48): 21-36.
- Oral, O., Dirgar, E., Erdoğan, Ç., 2012. Tekstil Ve Hazır Giyim Üretiminde Ekoloji. Akdeniz Üniversitesi G.S.F. Moda ve Tekstil Tasarımı Bölümü, 1. Uluslararası Moda ve Tekstil Tasarımı Sempozyumu, 08-10 Ekim 2012.
- Ozelik, G., Kırtay, E., 2006. Examination of the Influence of Selected Fibre Properties on Yarn Neppiness. Fibres & Textiles in Eastern Europe, Vol. 14, No. 3 (57).
- Öner, E., 2008. Dokuma kumaşların konfor özellikleri üzerine bir araştırma. Pamukkale Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 117 s.
- Öner, E., 2015. Çeşitli Liflerden Üretilen Kumaşlardan Yapılan Spor Giysilerinin Termal Konforunun Değerlendirilmesi ve Geliştirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Doktora Tezi, İzmir, 247 s.
- Öner, E., Topcuoğlu, S., Kutlu, O., 2018. The effect of cotton fibre characteristic on yarn properties. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 459(1):012057, DOI: 10.1088/1757-899X/459/1/012057.
- Örtlek, H. G., Sarıtaş, Ö., Meriç, A., 2010. Uster Afis Sisteminin Organik Pamuk İpliği Üretiminde Kullanımı. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26(1): 27-33.

- Özal, A., 2010. Farklı Pamuk Lif Örneklerinden Üretilen İpliklerin Boyanabilme Özelliklerinin Karşılaştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 63 s.
- Özçelik G., 2009. Kumaş boncuklanma özelliğinin objektif olarak değerlendirilmesi ve tahminlenmesi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi, Doktora tezi, İzmir, 315 s.
- Özçelik Kayseri, G., ve Kırtay, E., 2011. Farklı ölçüm yöntemleri ile kumaş boncuklanma eğiliminin değerlendirilmesi. Tekstil ve Mühendis, 18 (84): 27-31.
- Özdemir, A., O., Tutak, M., 2015. Reaktif Siyah 5 Boyasının Pamuklu Kumaşı Boyama Davranışı: K/S Renk Verimi, Fiksaj ve Haslıklar. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5(1), 83-88.
- Özdemir, H., 2009. Farklı iplik üretim sistemleri ile eğrilmiş ipliklerin fiziksel özellikleri ve bobin boyama performansının incelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Doktora tezi, Adana, 286 s.
- Özdi, N., 2003. Kumaşlarda Fiziksel Kalite Kontrol Yöntemleri. Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, Yayın no: 21, İzmir, 136 s.
- Özercan, B., Taşcı, R., 2022. Türkiye’de Pestisit Kullanımının İller, Bölgeler ve Pestisit Grupları Açısından İncelenmesi. Ziraat Mühendisliği (375), 75-88.
- Özgen, B., 2002. Ege Pamuğundan Ve Ege Pamuğuna Çeşitli Oranlarda Katılan Güneydoğu Anadolu Pamuğundan Yapılan İpliklerin Kalite Yönünden Karşılaştırılması. Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 115 s.
- Özkan, İ., Duru Baykal, P., Özdemir, H., 2018. Effects of intermingled yarn surface characteristics on knitted fabric’s color parameters. Tekstil ve Mühendis, 25(112), 327-334.
- Özkan, M., 2019. TT/pamuk karışımı OE-rotor ipliklerinin ve bu ipliklerin kullanıldığı denim kumaşların performans özelliklerinin araştırılması. Çukurova üniversitesi, Yüksek lisans tezi, Adana, 148 s.
- Öztürk, M., Nergis, B., 2008. Determining The Dependence Of Colour Values On Yarn Structure. Society of Dyers and Colorists, Color. Technol., 124:145–150.
- Öztürk, S., 2015. Örme kumaşlarda yük-uzama davranışları üzerine bazı çalışmalar. Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, İzmir, 87 s.
- Özüdoğru, T., 2023. Pamuk Durum Tahmin Raporu 2023-380 TEPGE.pdf. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, TEGPE.
- Özüdoğru, T., 2024. Tarım Ürünleri Piyasa Raporları. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Temmuz 2024, 69 s.
- Paudel, D. R., Hequet, E. F., & Abidi, N. (2013). Evaluation of cotton fiber maturity measurements. Industrial crops and products, 45, 435-441. doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.12.041

- Peters, G., Meier, S., 2002. Uster® Laboratory Systems Application Report, Description of all quality parameters measured by Uster Technologies fiber and yarn testing equipment. June 2002 / Edition 2: September 2007 / Edition 3: July 2010, SE 562, 24 s.
- Rocky, B., P., Thompson, A., J., 2021. Analyses of the chemical compositions and structures of four bamboo species and their natural fibers by infrared, laser, and X-ray spectroscopies. *Fibers and Polymers*, 22(4), 916-927.
- Rowland, J. D. (1999). Cotton short-fiber testing (1327–1328). Beltwide Cotton Conference. cotton.org/beltwide/proceedings/getPDF.cfm?year=1999&paper=623.pdf
- Sabır, E., C., Güzel, G., 2010. Türkiye’de Pamuğun Standardizasyonu: Genel Bakış ve Son Durum. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(1), 1-16.
- Seagull, R. ,W., Alspaugh, P., 2001. Cotton Fiber Development and Processing An Illustrated Overview, International Textile Center, Texas Tech University, Lubbock, Texas, USA, 68s.
- Sezer, N., 2005. Yuvarlak örme kumaşlarda karşılaşılan kumaş hataları ve teknolojik çözüm önerileri. Pamukkale Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, 90 s.
- Sezgin, O., S., 2005. Konvansiyonel Ring Ve Kompakt İplik Eğirme Sistemleri İle Elde Edilen İpliklerin Örme Kumaş Performanslarının Karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 120 s.
- Stankovic Elesini, U., Pavko-Čuden, A., Richards, A, F., 2002. Study of The Green Cotton Fibres. *Acta Chimica Slovenya*, 49 (4), 815–833.
- Şahin, B., 2001. Türk Pamuklarının Kalite Özellikleri Ve İplik Eğirme Limitinin Tespitine Yönelik Teorik Yaklaşım. Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 252 s.
- Şardağ, S., 2018. Yeni Rejenere Selülozik Lifinden Oluşan Örme Kumaşların Yıkama Sonrası Kullanım Davranışlarının İncelenmesi. SETSCI Conference Indexing System, Volume 3 (2018), 454-459.
- Şekerci Kırca, G., 2012. Pamuk, Rejenere Selüloz Ve Karışımlarından Oluşan Örme Mamüllerin Enzimatik Modifikasyonu Ve Optimizasyonu. Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 184 s.
- Tarakçıoğlu, I., 1979. Tekstil Terbiyesi ve Makinaları. Ege Üniversitesi Tekstil Fakültesi Yayınları, İzmir, 496 s.
- Tekstil ve Hammaddeleri Sektör Raporu, 2022. Ticaret Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü. <https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Tekstil%20ve%20Hammaddeleri%20Raporu%202022.pdf> [Son erişim tarihi: 25.09.2024].
- Textile Exchange, 2022. Preferred fiber & materials market report, October 2022. https://textileexchange.org/app/uploads/2022/10/Textile-Exchange_PFMR_2022.pdf. [Son erişim tarihi: 25.10.2024].

- Tesema, G., B., Drieling, A., 2019. Statistical Analysis And Instrumental Characterization Of Commercial Ethiopian Cotton Varieties. Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, 11(1).
- The Classification of Cotton, 1995. United States Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service, Agricultural Handbook 566. Washington, 17 s.
https://www.depts.ttu.edu/aaec/icac/archive/pdf/Markets_and_Marketing_optimized/Grading/The_Classification_of_Cotton-Agricultural_Handbook_566.pdf [Son erişim tarihi: 25.09.2024].
- The Classification of Cotton, 2001. United States Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service, Agricultural Handbook 566. Washington, 29 s.
[https://csitc.org/sitecontent/RTCEA/internal_ea/02_RTC_Content/022_Training/0222_Training_documents/02222_TICS/HVI_Testing_&_Classing/0222225_TICS_Classification_of_Cotton%20\(2001\).pdf](https://csitc.org/sitecontent/RTCEA/internal_ea/02_RTC_Content/022_Training/0222_Training_documents/02222_TICS/HVI_Testing_&_Classing/0222225_TICS_Classification_of_Cotton%20(2001).pdf) [Son erişim tarihi: 25.09.2024].
- Tiyek, İ., Bozdoğan, F., 2008. Investigation of the influence of coagulation bath temperature on the inner structure of wet spun acrylic fibers by using x-ray diffraction method. Textile and Apparel, 18(2), 114-120.
- Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S., 2010. Tarım İlaçları Kullanımı Ve Riskleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(2): 154-169.
- Tözüm, M. S., 2019. Renk Değiştiren Boyarmaddelerin Mikrokapsülasyonu Ve Tekstil Materyallerine Uygulanması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Doktora Tezi, Isparta, 308 s.
- Tümer, H., T., 2010. Çırcırlama Yöntemlerinin Pamuk Kalitesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, Adana, 64 s.
- Uster AFIS Pro 2 Uygulama El Kitabı, 2014. veronesi \ UsterNet TT \ Application Literature head \ Application Handbook \ USTER AFIS \ AWHB_AFIS-PRO-2_TR [Son erişim tarihi: 26.09.2024].
- Uster HVI Spectrum Measuring Principles, 2013
<https://www.scribd.com/document/45782776/44809453-USTER-HVI-Spectrum-Measuring-Principles> [Son erişim tarihi: 25.09.2024].
- Uster HVI 1000 Technical Data, 2021.
https://www.uster.com/fileadmin/user_upload/1873-e-USTER_DATENBLATT_HVI_1000_final.pdf
- USTER HVI Test Result 2
https://csitc.org/sitecontent/RTCEA/internal_ea/02_RTC_Content/022_Training/0222_Training_documents/02225_USTER/Application%20Manual/0222511_TestResults.pdf
- Uster HVI 1000 Uygulama El Kitabı, 2008. Pamuk elyaf demeti test sistemi, Textile Technology / V1.0/ Mart 2008 / 245 678-04070.

- Uster Tensorapid 4 - Application Report, 2003, <https://paperzz.com/doc/8111949/uster%C2%AE-tensorapid-4---uster-technologies-ag>
- Uster Tester 5 Technical Data:The yarn inspection system, 2005.
<https://www.yumpu.com/en/document/view/10216022/technical-data-usterr-tester-5-s800>. [Son erişim tarihi: 26.09.2024].
- Uster HVI 1000, Application Report Quality Characteristics Used for Cotton Classification 2006.
[USTER HVI 1000 UYGULAMA RAPORU ... - Uster Technologies \(yumpu.com\)](#) [Son erişim tarihi: 26.09.2024].
- Uster Statistics 2023 <https://www.uster.com/value-added-services/uster-statistics/> [Son erişim tarihi: 26.09.2024].
- Uyanık, S., 2017. Vortex Eğirme Sisteminde Pamuk ve Yeni Nesil Lif Karışımlarının Eğrilmesi ve Örne Kumaştaki Performanslarının Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Doktora Tezi, Adana, 395 s.
- Uygun Nergis, B., 2008. İplik Teknolojisine Giriş. İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörlüğü Sayı:1642, 1. Baskı, İstanbul, 148 s.
- Üreyen, M., E., 2004. Ring Pamuk İpliklerinin Özelliklerine Lif Özelliklerinin Etkisinin Fonksiyonel Olarak Tahminlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Doktora Tezi, İzmir, 230 s.
- Üreyen, M., E., Kadoğlu, H., 2007. The Prediction Of Cotton Ring Yarn Properties From Afis Fibre Properties By Using Linear Regression Models. Fibres & Textiles in Eastern Europe. Vol. 15, No. 4 (S:63-67).
- Üreyen, M., E.,Kadoğlu, H., 2008. Ring Pamuk İplikleri İle Afis Lif Özellikleri Arasındaki İnteraksiyonlar. Journal of Textile & Apparel/Tekstil ve Konfeksiyon, 18(1).
- Üzümcü M., B., Kadoğlu H., 2017. Predicting Compact Yarn's IPI Faults By Using HVI Fiber Properties. 17th World Textile Conference AUTEX 2017- Textiles - Shaping the Future, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, Vol. 254, No. 16, p. 162011.
- Üzümcü, M.,B., Kadoğlu, H., 2018. HVI Lif Özelliklerini Kullanarak Kompakt İpliklerin Mukavemet Ve Düzgünsüzlüklerinin Tahminlenmesi (Estimation Of Tensile Strength And Unevenness Of Compact-Spun Yarns By Using HVI Fiber Properties). Tekstil ve Konfeksiyon 28(3), S:241-247.
- van der Sluijs, M., H., Delhom, C., D., Martin, V., B., 2021. Assessment of cotton fibre length measurement methods. The Journal of the Textile Institute, 112(9), 1377-1389.
doi.org/10.1080/00405000.2020.1816684
- [X-Işını Kırınımı \(ankaanalitik.com.tr\)](#) [Son erişim tarihi: 26.09.2024].
- Yazıcıoğlu, G., 1999. Pamuk ve Diğer Bitkisel Lifler. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınlar No:274, İzmir, 378 s.
- Yeşil, Y., 2010. Melanj Elyaf Karışımlarında Renk Değerlerinin Yeni Bir Algoritma Geliştirilerek Tahmin Edilmesi. Çukurova Üniversitesi, Doktora tezi, Adana, 288 s.

- Yıldız, G., 2019. Protein, pamuk, viskon ve polyester esaslı örme kumaş özelliklerinin karşılaştırılması. Uludağ Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, Bursa, 73 s.
- Wakelyn P., J., Bertoniere, N., R., French A., D., Thibodeaux, D., P., Triplett, B., A., Rousselle, M., Goynes, W., R., Edwards, J., V., Hunter, L., McAlister, D., D., Gamble G., R., 2006, Cotton Fiber Chemistry and Technology. CRC Press, Taylor & Francis Group, USA, pp. 170 s.
- Wang, R., 2004. Site-Specific Prediction And Measurement Of Cotton Fiber Quality. Mississippi State University, Mississippi, USA, 166 s.
- Wang, H., Gurau, G., ve Rogers, R. D., 2012. Ionic liquid processing of cellulose. Chemical Society Reviews, 41: 1519-1537.
- Wright, J., W., 1982. Cotton Testing Service: Tests Available, Equipment and Techniques, and Basis for Interpreting Results. Forgotten Books, 55 s.
- Zeng, L., Bechere, E., 2017. Correlated selection responses of fiber properties measured by high volume instrument and advanced fiber information system in Upland cotton. Euphytica, 213, 1-10.
- Zhu, R., Ethridge, M., D., 1997. Predicting Hairiness For Ring And Rotor Spun Yarns And Analyzing The Impact Of Fiber Properties, Textile Research Journal, 67 (9): 694-698.
- Zhu, P., Sui, S., Wang, B., Sun, K., Sun, G., 2004. A study of pyrolysis and pyrolysis products of flame-retardant cotton fabrics by DSC, TGA, and PY–GC–MS. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 71(2), 645-655.



ÖZGEÇMİŞ

Süeda ÖZGÜN, İlköğrenimini Bornova Yavuz Selim İlkokulunda, orta ve lise öğrenimini Bornova Suphi Koyuncuoğlu Lisesinde tamamladı. Lisans eğitimine 1989 yılında Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümünde başladı ve Tekstil Kimyası ve Terbiyesi opsiyonundan 1993 yılında mezun oldu.

1993-1994 yılları arasında İstanbul URBA Dış Tic. A.Ş. firmasında Kalite Kontrol Mühendisi, 1994-1995 yılları arasında Denizli Boya ve Basma Sanayi firmasında İşletme Mühendisi, 1996-2006 yılları arasında Adana Koniteks A.Ş. firmasında Üretim Şefi olarak çalıştı.

2007-2009 yılları arasında Mersin Üniversitesi Tarsus Meslek Yüksekokulu ve Gülnar Mustafa Baysan Meslek Yüksekokulunda ücretli öğretim elemanı olarak çalıştı. 2009 yılında Gülnar Mustafa Baysan Meslek Yüksekokulunda öğretim görevlisi olarak göreve başladı. 2010 yılında Mersin Üniversitesi Makine Eğitimi A.B.D'da Yüksek Lisans eğitimini tamamladı 2011 yılında Mersin Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümüne görevlendirildi. 2018 yılında Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliğinde doktora eğitimine başladı.





EKLER



Ek-1: Oeko-Tex Standart 100 zararlı pestisit tablosu (OEKO-TEX STANDART 100 Standart v02.2024,

https://www.oeko-tex.com/importedmedia/downloadfiles/OEKO-TEX_STANDART_100_Standard_EN_DE.pdf

Pesticides / Pestizide			
<u>Name</u>	<u>CAS-Nr.</u>	<u>Name</u>	<u>CAS-Nr.</u>
2,4,5-T	93-76-5	Endrin	72-20-8
2,4-D	94-75-7	Esfenvalerate / Esfenvalerat	66230-04-4
Acetamiprid	135410-20-7, 160430-64-8	Fenvalerate / Fenvalerat	51630-58-1
Aldicarb	116-06-3	Heptachlor	76-44-8
Aldrin	309-00-2	Heptachloroepoxide / Heptachlorepoxyd	1024-57-3, 28044-83-9
Azinophosethyl	2642-71-9	Hexachlorobenzene / Hexachlorbenzol	118-74-1
Azinophosmethyl	86-50-0	Hexachlorocyclohexane, α - / Hexachlorcyclohexan, α -	319-84-6
Bromophos-ethyl	4824-78-6	Hexachlorocyclohexane, β - / Hexachlorcyclohexan, β -	319-85-7
Captafol	2425-06-1	Hexachlorocyclohexane, δ - / Hexachlorcyclohexan, δ -	319-86-8
Carbaryl	63-25-2	Imidacloprid	105827-78-9, 138261-41-3
Carbendazim	10605-21-7	Isodrin	465-73-6
Chlorbenzilate / Chlorbenzilat	510-15-6	Kelevan	4234-79-1
Chlordane / Chlordan	57-74-9	Kepone / Kepon	143-50-0
Chlordimeform	6164-98-3	Lindane / Lindan	58-89-9
Chlorfenvinphos	470-90-6	Malathion	121-75-5
Chlorothalonil	1897-45-6	MCPA	94-74-6
Clothianidin	210880-92-5	MCPB	94-81-5
Coumaphos	56-72-4	Mecoprop	93-65-2
Cyfluthrin	68359-37-5	Metamidophos	10265-92-6
Cyhalothrin	91465-08-6	Methoxychlor	72-43-5
Cypermethrin	52315-07-8	Mirex	2385-85-5
DEF	78-48-8	Monocrotophos	6923-22-4
Deltamethrin	52918-63-5	Nitenpyram	150824-47-8, 120738-89-8
DDD	53-19-0, 72-54-8	Parathion	56-38-2
DDE	3424-82-6, 72-55-9	Parathion-methyl	298-00-0
DDT	50-29-3, 789-02-6	Perthane / Perthan	72-56-0
Diazinon	333-41-5	Phosdrin / Mevinphos	7786-34-7
Dichlorophene / Dichlorophen	97-23-4	Phosphamidone / Phosphamidon	13171-21-6
Dichlorprop	120-36-5	Propethamphos	31218-83-4
Dicofol	115-32-2	Profenophos	41198-08-7
Dicrotophos	141-66-2	Silafluofen	105024-66-6
Dieldrine / Dieldrin	60-57-1	Strobane / Stroban	8001-50-1
Dimethoate / Dimethoat	60-51-5	Quinalphos	13593-03-8
Dinoseb, its salts and acetate / Dinoseb, Salze und Acetat	88-85-7 et. al.	Telodrin	297-78-9
Dinotefuran	165252-70-0	Thiacloprid	111988-49-9
DTTB	63405-99-2	Thiamethoxam	153719-23-4
Endosulfan	115-29-7	Tolyfluanid	731-27-1
Endosulfan, α -	959-98-8	Toxaphene / Toxaphen (Camphechlor)	8001-35-2
Endosulfan, β -	33213-65-9	Trifluralin	1582-09-8
Pesticides under observation / Pestizide unter Beobachtung			
<u>Name</u>	<u>CAS-Nr.</u>		
Metam-sodium / Metam-Natrium	137-42-8		
Glyphosate and salts / Glyphosat und Salze			
<u>Name</u>	<u>CAS-Nr.</u>		
e.g. Isopropylammonium- salt, potassium salt, ammonium salt / z.B. Isopropylammonium- Salz, Kalium-Salz, Ammonium-Salz	1071-83-6 38641-94-0 70901-12-1 40465-66-5 et.al.		

Ek-2: Oeko-Tex Organik pamuk zararlı pestisit tablosu (Oeko-Tex Standart 100'e ilave)**(OEKO-TEX ORGANIC COTTON Edition 02.2024,**https://www.oeko-tex.com/importedmedia/downloadfiles/OEKO-TEX_ORGANIC_COTTON_Standard_EN_DE.pdf

Additional pesticides to STANDARD 100 / Zusätzliche Pestizide zu STANDARD 100			
<u>Name</u>	<u>CAS-Nr.</u>	<u>Name</u>	<u>CAS-Nr.</u>
Atrazine	1912-24-9	Fenthion	55-38-9
Bendiocarb	22781-23-3	Fipronil	120068-37-3
Bifenthrin	82657-04-3	Flumethrin	69770-45-2
Bioresmethrin (Resmethrin)	28434-01-7	Lufenuron	103055-07-8
Buprofezin	69327-76-0	Methomyl	16752-77-5
Captafol	2425-06-1	Metolachlor	51218-45-2
Carbosulfan	55285-14-8	Pendimethalin	40487-42-1
Chlorfenapyr	122453-73-0	Phosmet	732-11-6
Chlorfluazuron	71422-67-8	Phoxim / Baythion	14816-18-3
Chlorpyrifos-ethyl	2921-88-2	Pirimiphos-ethyl	23505-41-1
Chlorpyrifos-methyl	5598-13-0	Pirimiphos-methyl	29232-93-7
Clethodim	99129-21-2	Prometryn	83653-07-0
Cyclanilide	113136-77-9	Pymetrozine	123312-89-0
Diafenthiuron	80060-09-9	Pyrethrums	8003-34-7
Dichlofenthion	97-17-6	Quintozine	82-68-8
Dichlorvos	62-73-7	Teflubenzuron	83121-18-0
Diiflubenzuron	35367-38-5	Tetrachlorvinphos	22350-76-1
Diuron	330-54-1	Thidiazuron	51707-55-2
Empenthrin	54406-48-3	Thiodicarb	59669-26-0
Endosulfansulfate	1031-07-8	Tolclofos-methyl	57018-04-9
Ethion	563-12-2	Transfluthrin	118712-89-3
Fenchlorphos	299-84-3	Trifloxysulfuron-sodium	199119-58-9
Fenitrothion	122-14-5	Triflumuron	64628-44-0
Fenpropathrin	39515-41-8		
Glyphosate and salts / Glyphosat und Salze			
<u>Name</u>	<u>CAS-Nr.</u>		
e.g. Isopropylammonium salt, potassium salt, ammonium salt / z.B. Isopropylammonium-Salz, Kalium-Salz, Ammonium-Salz	1071-83-6 38641-94-0 70901-12-1 40465-66-5 et.al		

Ek-3: Organofosforlu pestisitlerin (OPs) LC-MS/MS cihazı için analiz parametreleri

OPs	Pestisit Sınıfı	Ablonma Zamanı	Öncül İyon	Fragment İyon-1	Fragment İyon-2
Fenoxaprop-P-ethyl	Herbicide	13.491	361.800	288.100	91.250
Triclorfon	Insecticide	7.186	256.850	109.000	220.700
Cymoxanil	Fungicide	8.442	199.100	128.150	111.100
Chlormequat Chloride	Herbicide	0.909	122.000	58.200	63.100
Clothianidine	Insecticide (neonicotinoid)	7.338	249.700	132.100	169.100
Dimethoate	Insecticide	7.849	229.600	125.150	199.050
Acetamiprid	neonicotinoid insecticide	7.992	222.600	56.200	126.100
Chloridazon	herbicide	7.990	221.600	104.100	92.200
Dichlorfos	Insecticide (organophosphate)	10.300	220.900	109.150	127.150
Carbaryl	Insecticide (carbamate)	10.776	202.050	145.200	127.150
Ethiofencarb	Insecticide (carbamate)	10.957	225.800	107.150	164.200
Carboxin	Anilide fungicide	10.754	235.600	143.100	87.100
Flutriafol	Fungicide	10.643	302.100	123.200	109.200
Atrazine	Herbicide (triazine)	10.647	215.650	174.150	43.150
Diuron	Herbicide (phenylureas)	10.872	232.800	72.200	160.100
Diphenamid	Herbicide	10.936	239.700	134.200	167.200
Diethofencarb	Fungicide (carbamate)	11.896	267.800	226.200	180.200
Azinphos-methyl	Insecticide (organophosphate)	11.463	317.700	160.150	132.150
Azoxystrobin	Fungicide	11.696	403.800	372.250	329.100
Fenamidone	Foliar fungicide	11.994	311.800	92.200	236.200
Boscalid	Anilide fungicide	11.568	343.100	307.200	140.000
Dimethomorph	Fungicide	11.679	387.700	301.150	165.200
Dimethenamid	Herbicide	11.526	275.600	244.200	168.200
Cyproconazole	Fungicide (triazole)	12.035	292.100	70.200	125.150
Bromuconazole	Fungicide (triazole)	12.399	378.000	159.000	161.000
Fenbuconazole	Fungicide (triazole)	12.633	337.150	70.250	125.100
Fenarimol	Fungicide (pyrimidine)	12.499	330.800	268.100	139.100
Dichlofluanid	Fungicide (sulfamide)	12.495	350.000	224.050	123.200
Epoxiconazole	Fungicide (azole)	12.598	329.800	101.200	121.200
Alachlor	Herbicide(chloroacetanilide)	12.737	269.700	238.250	162.250
Fenamiphos	Organophosphate insecticide	12.338	303.600	217.100	202.100
Acetochlor	herbicide	12.664	269.900	224.200	148.200
Buprimate	Pyrimidine fungicide	12.783	316.700	166.200	108.100
EPTC	Herbicide	12.982	190.100	86.000	128.200
Fenthion	Insecticide (thiophosphate)	13.108	279.000	247.100	169.000
Diniconazole	Fungicide	13.349	326.100	70.200	159.100
Diazinon	Insecticide (pyrimidine)	13.093	304.600	169.100	97.100
Difenacozole	Fungicide (triazole)	13.326	405.800	251.100	111.100
Cyprodinil	Fungicide	13.262	225.700	93.150	108.200
Cycloate	Herbicide	13.554	216.150	154.200	134.200

Diclofop Methyl	Herbicide	13.792	358.100	281.100	120.200
Dioxathion	Organophosphate insecticide	13.608	473.800	97.100	153.100
Buprofezin	Insecticide	13.774	305.700	57.150	201.200
Diafenthiuron	Insecticide	14.123	384.900	329.300	278.250
Fenpropathrin	Insecticide (pyrethroid)	14.063	350.150	125.200	57.200
Chlorfluazuron	Insecticide (benzoylurea)	14.197	539.800	382.950	158.150
Cypermethrin	Insecticide (pyrethroid)	14.182	433.300	191.050	193.150
Deltamethrin	Insecticide (pyrethroid)	14.301	522.800	281.000	506.200
Abamectin	Insecticide	14.462	890.600	305.350	145.150
Fenpyroximate	Acaricide (pyrazole)	14.286	421.700	366.300	135.100
Carbosulfan	Insecticide (carbamate)	14.783	380.700	118.250	160.250
Fenazaquin	Acaricide (quinazoline)	14.834	306.900	57.200	161.200
Bifenthrin	Insecticide (pyrethroid)	15.109	440.200	181.200	166.100
Etofenprox	Insecticide (pyrethroid)	15.206	393.800	177.200	107.150
Bensulfuron-Methyl	Herbicide	11.383	410.800	149.200	182.200
Clodinafob-Propargyl	Herbicide (pyridine)	12.829	349.700	266.000	238.100
Ethofumesate	Herbicide	11.951	287.100	121.200	258.800
Ethoprophos	organothiophosphate insecticide	12.615	242.800	131.000	172.900
Chlorpyrifos-Ethyl	organothiophosphate insecticide	14.091	349.700	197.900	97.000
Chlorpyrifos-Methyl	organothiophosphate insecticide	13.532	321.900	125.000	289.900
Chlorsulfuron	Herbicide	7.757	357.800	141.200	167.200
Dazomet	Fumigant	4.921	163.000	89.900	119.900
Nicosulfuron	Herbicide (pyridine)	6.753	411.100	182.200	106.200
Propamocarb Hydrochloride	Fungicide	5.331	188.800	102.200	144.200
Oxamyl	carbamate pesticide	5.179	236.850	72.250	90.250
Methomyl	Insecticide (carbamate)	5.666	162.800	88.200	106.200
Monocrotophos	organophosphate insecticide	6.361	224.100	127.100	98.200
Imidachloropid	Insecticide (neonicotinoid)	7.170	256.100	209.150	175.150
Imazethapyr	Herbicide (pyridine)	6.329	289.800	230.200	177.200
Foramsulfuron	Herbicide (benzamide)	8.939	453.000	182.200	139.100
Oxadixyl	Anilide fungicide	9.662	279.150	219.250	132.250
Monolinuron	Herbicide	10.204	215.000	126.100	148.200
Pirimicarb	Insecticide (carbamate)	10.382	238.700	72.150	182.300
Metalaxyl M	Anilide fungicide	11.378	279.750	220.250	192.250
Isoxaflutole	Herbicide (isoxazole)	11.418	377.300	251.100	219.850
Methidathion	organothiophosphate insecticide	11.686	303.000	144.900	85.200
Phosmet	organothiophosphate insecticide	11.204	318.050	160.150	133.150
Myclobutanil	Fungicide (triazole)	11.817	288.900	70.200	288.900
Malathion	organothiophosphate insecticide	12.240	330.800	127.200	99.100
Propyzamide	Herbicide (benzamide)	12.325	256.050	190.050	173.050
Pyridaphenthion	organothiophosphate insecticide	12.321	340.800	189.150	92.200
Flusilazole	organosilicon fungicide	12.711	315.800	247.200	165.150
Metolachlor	Herbicide	12.733	283.800	252.200	176.250

Prometryn	Herbicide	12.642	241.800	158.100	200.200
Penconazole	Fungicide (triazole)	12.958	284.250	70.250	159.050
Imazalil	Fungicide	12.953	297.100	159.000	255.100
Phenthoate	organothiophosphate insecticide	12.869	321.100	135.150	163.250
Kresoxim M	Fungicide	12.927	313.900	222.250	206.200
Pyraflufen-ethyl	Herbicide (pyrazole)	12.924	413.100	339.100	253.100
Metconazole	Fungicide (triazole)	13.140	320.200	70.200	125.150
Hexaconazole	Fungicide (triazole)	13.149	314.100	70.200	159.100
Propiconazole	Fungicide (triazole)	12.789	342.100	159.000	69.200
Mefenpyr-diethyl	Herbicide	13.104	389.900	327.150	160.000
Prochloraz	Fungicide (imidazole)	13.204	375.800	308.100	266.000
Phosalone	organothiophosphate insecticide	13.195	368.050	182.150	111.100
Pyraclostrobin	Fungicide (carbamate)	13.120	387.800	163.100	104.200
Pirimiphos-methyl	organothiophosphate insecticide	13.092	305.800	108.100	164.200
Pyrazophos	Fungicide	13.286	373.800	222.200	194.200
Haloxypop-2-ethoxy ethyl	Herbicide (pyridine)	13.558	433.900	316.150	91.200
Fluazifop- P-Butyl	Herbicide	13.565	383.900	282.200	328.200
Profenofos	organophosphate insecticide	13.529	372.950	302.900	345.100
Propaquizafop	Herbicide	13.657	444.200	371.000	100.200
Hexythiazox	Acaricide	13.992	353.200	228.100	168.100
Propargite	Acaricide	14.064	368.250	175.200	231.300
Pyriproxyfen	Insecticide (pyridine)	13.996	321.700	96.200	185.150
Pendimethalin	Herbicide (aniline)	14.179	282.200	194.100	212.200
Pyridaben	organochlorine insecticide	14.448	365.000	147.300	309.200
Prothiophos	organothiophosphate insecticide	12.936	344.500	241.100	133.200
Pyridate	Herbicide (pyridazine)	5.036	379.200	207.100	351.250
Halfenprox	Insecticide (pyrethroid)	15.459	494.200	183.200	155.100
Fosthiazate	organothiophosphate insecticide	10.999	284.100	104.200	227.700
Furathiocarb	Insecticide (carbamate)	13.652	382.900	195.200	252.100
Haloxypop-P-Methyl	Insecticide (pyridine)	13.337	376.100	315.900	91.200
İmazapyr	Herbicide (pyridine)	3.710	261.900	217.200	78.200
İodosulfuron-Methyl	Herbicide	9.480	508.000	167.200	141.200
İmazapic	Herbicide	8.270	275.900	231.100	163.200
Mesosulfuron-Methyl	Herbicide	9.826	504.200	182.200	139.200
Mesotrione	Herbicide	4.567	357.100	104.100	104.100
Metamitron	Herbicide (triazine)	7.753	203.100	104.200	174.000
Metribuzin	Herbicide (triazine)	9.480	215.100	187.100	84.300
Quizalofop-P-Ethyl	Herbicide	13.579	373.500	299.500	299.100
Spirodiclofen	Organochlorine acaricide	4.829	411.200	71.200	313.000
Spiroxamine	Fungicide	12.908	298.000	144.300	100.300
Tau Fluvalinate	Insecticide (pyrethroid)	14.358	520.000	181.200	208.000
Tebuconazole	Fungicide (triazole)	12.955	308.200	70.200	125.200
Tebufoenozide	Insecticide	12.725	353.300	133.200	296.900

Terbutryn	Herbicide (triazine)	12.738	241.700	186.200	68.200
Tetraconazole	Fungicide (triazole)	12.510	372.100	159.100	70.200
Thiacloprid	Insecticide (neonicotinoid)	8.787	252.750	126.100	99.100
Thiamethoxam	Insecticide (neonicotinoid)	5.988	291.800	210.900	181.200
Thifensulfuron-Methyl	Herbicide (triazine)	7.028	388.100	167.200	69.100
Thiometon	Organothiophosphate insecticide	10.467	247.050	89.200	88.800
Tolyfluanid	Fungicide (sulfamide)	12.897	363.800	237.900	137.200
Triadimefon	Fungicide (triazole)	12.286	294.100	197.000	70.200
Triasulfuron	Herbicide	7.943	402.100	167.200	141.100
Florasulam	Herbicide	6.961	360.050	129.100	192.000
Mesotrione	Herbicide	4.547	357.100	227.900	104.100
Thiophanate-methyl-pos	Fungicide (carbamate)	9.453	343.050	151.100	118.200
Metsulfuron-methyl	Herbicide (sulfonylurea)	6.523	382.100	167.200	198.900
Metribuzin	Herbicide (triazine)	9.474	214.800	187.000	84.100
Fenoxycarb	Insecticide (carbamate)	12.801	302.150	88.200	116.100
Triflumizole	Fungicide (imidazole)	13.507	346.500	278.200	73.000
Trifloxystrobin	Fungicide	13.341	409.150	186.200	145.100
Fipronil	Insecticide (pyrazole)	12.654	434.900	329.900	249.9