ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Züleyha DEĞİRMENCİ

İNDİGO BOYALI PAMUK İPLİĞİNDEN YAZLIK KULLANIMA UYGUN ÖRME DENİM KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2013

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNDİGO BOYALI PAMUK İPLİĞİNDEN YAZLIK KULLANIMA UYGUN ÖRME DENİM KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Züleyha DEĞİRMENCİ

DOKTORA TEZİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 01/10/2013 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/~~Oyçokluğu~~ ile Kabul Edilmiştir.

……...	……..……	……...……
Doç.Dr.Nihat ÇELİK DANIŞMAN	Prof. Dr. R.Tuğrul OĞULATA ÜYE	Prof. Dr. Melih BAYRAMOĞLU ÜYE
...…….…….....…	…….	
Prof.Dr.Recep EREN ÜYE	Yrd.Doç.Dr.Serin MEZARCIÖZ ÜYE	

Bu Tez Enstitümüz Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: MMF2012D7

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.

Babama...

ÖZ

DOKTORA TEZİ

İNDİGO BOYALI PAMUK İPLİĞİNDEN YAZLIK KULLANIMA UYGUN ÖRME DENİM KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Züleyha DEĞİRMENCİ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Nihat ÇELİK
Yıl: 2013, Sayfa: 233
Jüri : Doç. Dr. Nihat ÇELİK
: Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA
: Prof. Dr. Melih BAYRAMOĞLU
: Prof. Dr. Recep EREN
: Yrd. Doç. Dr. Serin MEZARCIÖZ

Bu tez kapsamında yaz mevsiminde kullanılabilecek örme denim kumaşlar tasarlanmıştır. Çalışma kapsamında üretilen kumaşlar diyagonal iki iplikli ve elastanlıdır. Kumaşların ön yüzünde Ne 30/1 halat indigo boyalı ve % 100 pamuk ipliği kullanılmıştır. Kumaşların arka (iç) yüzünde ise Ne 30/1 ve Ne 20/1 olmak üzere 2 ayrı numarada ve pamuk, tencel, modal, bambu, viskon, polyester, modal-pamuk (65-35), polyester-pamuk (65-35) ve polyester-viskon (65-35) olarak 9 farklı liften oluşan vorteks iplikleri kullanılmıştır. Üretilen kumaşlara ısıl konfor özelliklerini tespit etmek amacıyla hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, ısıl direnç, ısıl iletkenlik ve ısıl soğurganlık testleri uygulanmıştır. Numune kumaşların fiziksel performans özelliklerini tespit etmek amacıyla ise patlama mukavemeti, boncuklanma dayanımı, esneme ve ardışık yıkamaya bağlı boyutsal dayanım testleri uygulanmıştır. Sonuçlar grafiksel ve istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir. Ayrıca kumaşların üretim maliyet analizleri çıkarılmıştır. Buna ilaveten üretilen kumaşlara nümerik optimizasyon uygulanarak yazlık denim bir ürün için en uygun özelliklerde ve en düşük maliyetteki kumaş tipi seçilmiştir. Tez çalışması kapsamında ayrıca üretim maliyet hesabı yapan bir bilgisayar ara yüzü geliştirilmiş ve program aktif olarak çalışır hale getirilmiştir. Son olarak çalışmada üretilen kumaşlar belirli bir grup tüketiciye verilmiş ve kumaşların tercih edilip edilmeyeceği "tüketici anketi" ile sınanmıştır. Çalışma sonucunda uygulanan optimizasyon, grafik ve istatistiki veriler kalite-maliyet açısından en uygun kumaş tipini seçmiştir.

Anahtar Kelimeler: Örme Denim, Vorteks, Üretim Maliyet Analizi, Maliyet Programı, İki iplikli astarlı kumaş.

ABSTRACT

PhD THESIS

THE INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF KNITTED DENIM FABRIC FOR SUMMER WEAR MADE OF INDIGO DYED COTTON YARN

Züleyha DEĞİRMENCİ

CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Nihat ÇELİK
Year: 2013, Page: 233
Jury : Assoc. Prof. Dr. Nihat ÇELİK
: Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA
: Prof. Dr. Melih BAYRAMOĞLU
: Prof. Dr. Recep EREN
: Asst. Prof. Dr.Serin MEZARCIÖZ

In this study, knitted denim fabrics were designed for suitable in summer season. Fabrics used in this study are diagonal two-fleece plated fabrics. On the face side of the fabrics Ne 30/1 indigo rope dyed 100 % cotton yarn was used. On the back side (inner side) of the fabric, Ne 30/1 and Ne 20/1 with 9 different raw materials as cotton, tencel, modal, bamboo, viscose, polyester, modal-cotton (65-35), polyester-cotton (65-35) and polyester-viskon (65-35) vortex yarns were used. To check the thermal comfort properties of the fabrics, air permeability test, water vapor permeability test, thermal absorptivity, thermal resistance and thermal transmittance tests were applied. To check the physical performance of the fabrics, bursting strength, pilling resistance, elasticity, and dimensional stability tests were applied. Also the cost analysis of sample fabrics was performed. Then within sample fabrics the cheapest and the most suitable fabric in accordance with the properties of summer season was chosen by means of numerical optimization method. Then a user interface was written to calculate the cost and it was made as working actively. Finally fabrics were presented to a group of consumers and checked its preferability by "consumer inquiry". At the end of the study, most suitable fabric type was chosen by optimization, statistics and graphics.

Keywords: Knitted Denim Fabric, Vortex, Cost Analysis, User Interface, Two-fleece plated fabric.

TEŞEKKÜR

Öncelikle doktora tez çalışmasının her aşamasında bilgi ve desteğini benden hiç esirgemeyen ve bana yol gösteren, çok sabırlı, değerli danışmanım Doç.Dr.Nihat ÇELİK'e,

Tez izleme komitemde bulunarak bana çalışmam süresince destek olan Sayın Prof.Dr.R.Tuğrul OĞULATA'ya ve Sayın Prof.Dr.Melih BAYRAMOĞLU'na katkılarından dolayı ayrı ayrı, Tez savunması jüri üyeliğini kabul ederek beni onurlandıran Sayın Prof.Dr. Recep EREN ve Sayın Yrd.Doç.Dr. Serin MEZARCIÖZ'e,

Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve araştırma görevlilerine,

Doktora tezim süresince bana destek veren hocalarım Sayın Prof.Dr.Ali KİREÇCİ ve Sayın Prof.Dr. Mehmet TOPALBEKİROĞLU'na (Gaziantep),

Doktora tezimin istatistik bölümünde bana yol gösteren Sayın Prof.Dr. Rızvan EROL'a, (Adana), Doktora tezimin programlama bölümünde benden yardımını esirgemeyen Sayın Mehmet Emin ÖZCAN'a (Gaziantep),

Doktora tezimin ön çalışmasında iplik ve kumaş tedariki sağlayan Fesa Stüdyo çalışanlarına (Adana), Tez çalışmamın temel taşı olan indigo boyalı iplikleri yeni bir ürün olduğu halde bana sağlayan BOSSA A.Ş'ye (Adana), Yine tez çalışmamda kullanmak üzere bana mali destek sağlayan Selçuk Holding ve Selçuk Holding çalışanlarına (Gaziantep), Kumaşlarıma terbiye işlemleri sırasında yol gösteren Kipaş Holding şirketi ve Sayın Oğuzhan ÖNER'e (Kahramanmaraş), Tez çalışmam sırasında modellik yapan ve ankete katılan tüm Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği öğrencilerine (Gaziantep), Çalışmam boyunca bana akademik ve manevi destek veren çok değerli arkadaşlarım Ebru ÇORUH, Canan BÜYÜKNACAR, Serap KURT, H.İbrahim ÇELİK ve H.Kübra KAYNAK'a, Burada ismini yazamadığım benden sevgi, moral ve dualarını esirgemeyen tüm dostlarıma,

Sürekli ders çalışan bir eşe sabrettiği ve bu zorlu sürecin her aşamasında yanımda yer aldığı için sevgili eşim Metin DEĞİRMENCİ'ye, Hep yanımda oldukları için sevgili annem, babam, kardeşlerim ve kayınvalideme, En değerli vakitlerini feda ederek bu tezin bitmesine en fazla katkıda bulunan kızım A.Yaren DEĞİRMENCİ'ye ve oğlum Yiğit DEĞİRMENCİ'ye,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım! Tek başıma yapamazdım…

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER ..... …IV
ÇİZELGELER DİZİNİ VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ XII
SİMGELER VE KISALTMALAR XVI
1. GİRİŞ 1
1.1. Geleneksel Dokuma Denim Kumaş Üretimi 4
1.2. Örme Denim Kumaş Üretimi 8
1.3. İki İplikli Örme Makinelerinde Kumaş Oluşumu 13
1.4. Vorteks İplik Eğirme Sistemi 16
1.5. Tez Çalışmasında Üretilen Kumaşlarda Bulunan Lif Çeşitleri 17
1.6. Giysi Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Unsurlar 25
1.7. Örme Kumaştan Üretilen Yazlık Denim Giysilerin Özellikleri 26
1.8. Tez Kapsamında Yapılan Ön Çalışmalar 27
1.9. Çalışmanın Önemi, Amacı ve Kapsamı 29
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 33
2.1. Geleneksel Yöntemle Üretilmiş Dokuma Denim Pantolonun Özellikleri ile İlgili Çalışmalar 33
2.2. İndigo Boyalı Pamuk İpliğinden Örülmüş Denim Görünümlü Kumaşlar ile İlgili Çalışmalar 35
2.3. Örme Kumaşların Performansları ile İlgili Çalışmalar 37
2.4. Lif İçeriği ile İlgili Çalışmalar 44
2.5. Tez Çalışmasının Literatürdeki Yeri 46
3. MATERYAL VE METOD 47
3.1. Materyal 47
3.2. Metod 57
3.2.1. Mamul kumaşın üretilmesi 57

3.2.2. Mamul Kumaşa Uygulanan Testler 58
3.2.2.1. İlmek İplik Uzunluğunun Tayini 59
3.2.2.2. İlmek Sıra Sayısı ve Çubuk Sayısı Tayini 60
3.2.2.3. Kumaş Gramaj Tayini 60
3.2.2.4. Kumaş Kalınlığının Tayini 61
3.2.2.5. Hava Geçirgenliği Tayini 62
3.2.2.6. Patlama Mukavemeti Tayini 62
3.2.2.7. Boyutsal Değişim Tayini 63
3.2.2.8. Boncuklanma Tayini 65
3.2.2.9. Esneklik Tayini 67
3.2.2.10. Isıl Özelliklerin Tayini 68
3.2.2.11. Su Buharı Geçirgenliği Tayini 70
3.2.3. İstatistiksel Analiz ve Bağıl Fark Değerlendirmesi 72
3.2.4. Üretim Maliyet Analizi 72
3.2.5. Optimizasyon 73
3.2.6. Maliyet Programı 73
3.2.7. Tüketici Anketi 74
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 75
4.1. İplik Özelliklerinin Kumaş Performansı ile İlişkisi 77
4.1.1. İplik Mukavemeti 81
4.1.2. İplik Uzaması 83
4.1.3. İplik Test Sonuçlarının İstatistiksel Analizi 84
4.2. İki İplik (Astarlı) Örme Kumaş Özelliklerinin İncelenmesi 90
4.2.1. Yapısal Özelliklerin İncelenmesi 91
4.2.1.1. İlmek Yoğunluğu Değişimi 92
4.2.1.2. Kumaş Kalınlığı Değişimi 93
4.2.1.3. Kumaş Birim Ağırlığının Değişimi 95
4.2.2. Yapısal Özelliklerin İstatistiksel Analizi 96
4.3. Mamul Kumaşa Uygulanan Performans Testlerinin İncelenmesi 99
4.3.1. Isıl Konfor Testleri 100
4.3.1.1. Hava Geçirgenliğinin Değişimi 103

4.3.1.2. Su Buharı Geçirgenliğinin Değişimi 105
4.3.1.3. Isıl İletkenliğin Değişimi 108
4.3.1.4. Isıl Direncin Değişimi 111
4.3.1.5. Isıl Soğurganlığın Değişimi 113
4.3.2. Numune Kumaşların Isıl Konfor Özelliklerinin İstatistiksel Analizi . 115
4.3.3. Isıl Konfor Testi Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi 123
4.3.4. Fiziksel Testler 126
4.3.4.1. Patlama Mukavemeti 128
4.3.4.2. Boncuklanma Dayanımı 130
4.3.4.3. Esneklik Değişimi 133
4.3.4.4. Boyutsal Değişim 136
4.3.5. Numune Kumaşların Fiziksel Test Sonuçlarının İstatistiksel Analizi 141
4.3.6. Numune Kumaşların Fiziksel Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi .. 151
4.4. Üretim Maliyet Analizi 153
4.4.1. Örme Maliyeti 154
4.4.2. Hammadde Maliyeti 156
4.4.2.1. Alt iplik maliyeti 157
4.4.3. İşçilik Maliyeti 160
4.4.4. Enerji Maliyeti 162
4.4.5. Amortisman Maliyeti 163
4.4.6. Tamir Bakım ve Diğer Maliyetler 165
4.4.7. Terbiye Maliyeti 167
4.4.8. Toplam Örme Maliyeti 167
4.5. Maliyet Hesaplayıcı 170
4.6. Optimizasyon 174
4.6.1. Kalite Optimizasyonu 174
4.6.1.1. Toplam Kalite Optimizasyonu 176
4.6.1.2. Toplam Kalite ve Maliyet Optimizasyonu 178
4.6.1.3. Isıl Konfor Optimizasyonu 179
4.6.1.4. Isıl Konfor-Maliyet Optimizasyonu 181
4.6.1.5. Fiziksel Performans Optimizasyonu 182

4.6.1.6. Fiziksel Performans-Maliyet Optimizasyonu 183
4.7. Tüketici Anketi 185
4.7.1. Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi 189
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 193
5.1. Çalışmanın Özeti 193
5.2. Alt İplik Test Sonuçları 194
5.3. Kumaş Yapısal Özelliklerine Ait Test Sonuçları 195
5.4. Isıl Konfor Test Sonuçları 197
5.4.1. Hava Geçirgenliği Test Sonuçları 197
5.4.2. Su Buharı Geçirgenliği Test Sonuçları 198
5.4.3. Isıl İletkenlik Test Sonuçları 199
5.4.4. Isıl Direnç Test Sonuçları 200
5.4.5. Isıl Soğurganlık Test Sonuçları 201
5.4.6. Isıl Konfor Test Sonuçlarına Ait Genel Değerlendirme Sonuçları 202
5.5. Fiziksel Test Sonuçları 202
5.5.1. Patlama Mukavemeti Test Sonuçları 203
5.5.2. Boncuklanma Test Sonuçları 204
5.5.3. Esneklik Değişimi Test Sonuçları 206
5.5.4. Boyutsal Değişim Test Sonuçları 206
5.5.5. Fiziksel Özelliklerin Test Sonuçlarına Ait Genel Değerlendirme Sonuçları 208
5.6. Maliyet Analizi Sonuçları 209
5.7. Maliyet Hesaplayıcısı Değerlendirmesi 211
5.8. Optimizasyon Sonuçları 211
5.9. Tüketici Anket Sonuçları 215
5.10. Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler 216
KAYNAKLAR 217
ÖZGEÇMİŞ 227
EKLER 228

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 1.1. Üretilen kumaşın arka yüzünde kullanılan vorteks ipliklerin mikroskobik görüntüleri 18
Çizelge 1.2. Üretilen kumaşın arka yüzünde kullanılan vorteks ipliklerin mikroskobik görüntüleri 20
Çizelge 1.3. Ön çalışma kapsamında üretilen numune kumaşlar……..29
Çizelge 1.4. Ön çalışma kapsamında üretilen kumaşlara uygulanan testler 29
Çizelge 3.1. Ne 30/1, % 100 pamuk, ring, üst ipliğin lif özellikleri 48
Çizelge 3.2. Ne 30/1, % 100 pamuk, ring, üst ipliğinin kalite testleri 48
Çizelge 3.3. Vorteks prensibiyle üretilmiş alt ipliklerin üretim parametreleri 51
Çizelge 3.4. Numune kumaşlar ve kodlamaları 56
Çizelge 3.5. Çalışma kapsamında yapılan testler ve kullanılan standartlar 59
Çizelge 4.1. Çalışma kapsamında kullanılan üst ve alt ipliklere ait kalite özellikleri 79
Çizelge 4.2. Alt iplik test sonuçlarının "Çift yönlü ANOVA" sonuçları..... 86
Çizelge 4.3. Tukey testine göre ipliklerin mukavemet açısından sınıflandırılması . 87
Çizelge 4.4. Tukey testine göre ipliklerin uzamaları açısından sınıflandırılması 89
Çizelge 4.5. İpliklerin uzamaları ile mukavemetleri arasında oluşan korelasyon.... 90
Çizelge 4.6. Numune kumaşların yapısal analiz sonuçları 92
Çizelge 4.7. Yapısal analiz test sonuçlarının "Çift yönlü ANOVA" sonuçları 97
Çizelge 4.8. Kumaşın yapısal özellikleri arasında oluşan çoklu korelasyon 99
Çizelge 4.9. Numunelerin ısıl konfor test sonuçları..... 102
Çizelge 4.10. Numune kumaşlara uygulanan ısıl konfor test sonuçlarının "Çift yönlü ANOVA" sonuçları..... 116
Çizelge 4.11. Hava geçirgenliği test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları .. 117
Çizelge 4.12. Su buharı geçirgenliği test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları 118
Çizelge 4.13. Isıl iletkenlik test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları..... 119
Çizelge 4.14. Isıl direnç test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları..... 120
Çizelge 4.15. Isıl soğurganlık test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları..... 121

Çizelge 4.16. Yapısal özellikler ile ısıl konfor arasındaki ilişki 122
Çizelge 4.17. Numune kumaşların fiziksel test sonuçları 127
Çizelge 4.18.Empa standart fotoğraflarının değerleri ve açıklamaları 131
Çizelge 4.19. Boncuklanma dayanımı test sonuçları 131
Çizelge 4.20. Boncuklanma test sonuçlarının objektif olarak değerlendirilmesi..... 132
Çizelge 4.21. Numune kumaşlarda tekrarlı yıkamalar sonucunda oluşan boyutsal değişim 138
Çizelge 4.22. Fiziksel test sonuçlarının "Çift yönlü ANOVA"sonuçları..... 142
Çizelge 4.23. Enine esneme test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları 144
Çizelge 4.24. Boy yönünde esneme test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları 145
Çizelge 4.25. Patlama mukavemeti test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları 147
Çizelge 4.26. En değişimi test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları..... 148
Çizelge 4.27. Boy değişimi test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları 149
Çizelge 4.28. Kumaş ve iplik özellikleri ile fiziksel özellikler arasındaki ilişki..... 150
Çizelge 4.29. Numune kumaşlara ait genel özellikler..... 155
Çizelge 4.30. Makine üretim parametreleri..... 155
Çizelge 4.31. Birim zamanda üretilen kumaş içerisinde yer alan ipliklerin ağırlıkları 157
Çizelge 4.32. Vorteks alt ipliklere ait birim maliyetler..... 159
Çizelge 4.33. Hammadde maliyeti (TL/kg) 160
Çizelge 4.34. Örme işletmesinde çalışan personelin aylık maaşları (TL)..... 161
Çizelge 4.35. İşçilik maliyeti (TL/kg)..... 162
Çizelge 4.36. Enerji maliyeti (TL/kg)..... 163
Çizelge 4.37. Amortisman maliyeti (TL/kg)..... 165
Çizelge 4.38. Bakım maliyeti (TL/kg) 166
Çizelge 4.39. Toplam maliyet (TL/kg) 168
Çizelge 4.40. Toplam kalite optimizasyonu kriterleri..... 177
Çizelge 4.41. Toplam kalite optimizasyonu nümerik sonuçları..... 177
Çizelge 4.42. Toplam kalite-maliyet optimizasyonu kriterleri 178

Çizelge 4.43. Toplam kalite-maliyet optimizasyonu nümerik sonuçları 179
Çizelge 4.44. Isıl Konfor optimizasyonu kriterleri 180
Çizelge 4.45. Isıl Konfor optimizasyonu nümerik sonuçları 180
Çizelge 4.46. Isıl Konfor-maliyet optimizasyonu kriterleri 181
Çizelge 4.47. Isıl Konfor-maliyet optimizasyonu nümerik sonuçları 181
Çizelge 4.48. Fiziksel performans optimizasyonu kriterleri 182
Çizelge 4.49. Fiziksel performans optimizasyonu nümerik sonuçları 183
Çizelge 4.50. Fiziksel performans-maliyet optimizasyonu kriterleri..... 184
Çizelge 4.51. Fiziksel performans-maliyet optimizasyonu nümerik sonuçları..... 184
Çizelge 4.52. Anket sonuçlarının istatistiksel çıktıları..... 185
Çizelge 4.53. Ankete verilen cevapların cinsiyete göre "tek yönlü ANOVA" Sonuçları 186
Çizelge 5.1. Kumaşların maliyet ve kalitelerine göre uygunlukları..... 212

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Örme denim kumaştan üretilen taytlar 1
Şekil 1.2. Örme denim kumaşlardan üretilmiş giysiler 2
Şekil 1.3. Geleneksel dokuma denim kumaşın dış ve iç dokusu 4
Şekil 1.4. İndigo bitkisi, indigo boyalı pamuk ipliğinin koyudan açığa doğru açılan rengi 5
Şekil 1.5. Halat boyama prosesi 5
Şekil 1.6. Slasher boyama prosesi 7
Şekil 1.7. Geleneksel denim kumaştan üretilmiş elastansız kız çocuk pantolonu 9
Şekil 1.8. Yuvarlak örme kumaştan üretilmiş elastansız kız çocuk tayt pantolonu. 10
Şekil 1.9. Yuvarlak örme kumaştan üretilmiş denim görünümlü elastanlı kız çocuk tayt pantolonu 10
Şekil 1.10. Örme kumaştan üretilmiş denim görünümlü elastanlı jeanler 11
Şekil 1.11. Örme denim kumaştan üretilmiş şort fotoğrafı 12
Şekil 1.12. İki yollu çelik dizilmesi 14
Şekil 1.13. 2/1 Diyagonal iki iplik örme kumaşın makine üstünde yapılışı 14
Şekil 1.14. Çalışmada üretilen diyagonal iki iplik kumaşın deseni 15
Şekil 1.15. Üretilen örme kumaşın önden görünüşü 15
Şekil 1.16. Üretilen örme kumaşın arkadan görünüşü 16
Şekil 1.17. Vorteks iplik oluşumu 17
Şekil 3.1. Aktarma makinesi 49
Şekil 3.2. Vorteks iplik üretim makinesi 50
Şekil 3.3. Yuvarlak örme makinesi 52
Şekil 3.4. Ön fikseleme sırasında silindirlerden geçme işlemi 53
Şekil 3.5. Yıkama makinesi 54
Şekil 3.6. Sanfor makinesi ve sanfor ayarlama ekranı 55
Şekil 3.7. İğne hareketleri 57
Şekil 3.8. Dış (üst) ve iç (alt) ipliğin kumaşa katılması 58
Şekil 3.9. Bir santimetredeki sıra ve çubuk sayısının tayin edilmesi 60
Şekil 3.10. Kumaş birim ağırlığının tespiti 61

Şekil 3.11. Dijital kalınlık ölçüm cihazı 61
Şekil 3.12. Dijital hava geçirgenliği test cihazı 62
Şekil 3.13. Pünomatik patlama mukavemeti test cihazı 63
Şekil 3.14. Boyutsal değişim testi 64
Şekil 3.15. Boyutsal değişimin ölçülmesi 65
Şekil 3.16. Martindale test cihazında boncuklanma testi 66
Şekil 3.17. a) Numuneler, b) Empa standart fotoğrafları 66
Şekil 3.18. Titan test cihazında esnekliğin test edilmesi 67
Şekil 3.19. Halka formuna getirilmiş (a) ve cihaza takılmış (b) numune 67
Şekil 3.20. Alambeta ısıl iletkenlik test cihazı 68
Şekil 3.21. Bağıl su buharı geçirgenliği tayini 70
Şekil 3.22. Su buharı geçirgenliği testinin kap metoduna göre yapılışı 71
Şekil 4.1. Numune kumaşların üretiminde kullanılan ipliklerin mukavemetleri 81
Şekil 4.2. Numune kumaşların üretiminde kullanılan ipliklerin mukavemetlerinin yüzdesel bağıl farkları 82
Şekil 4.3. Numune kumaşların üretiminde kullanılan ipliklerin uzama değerleri 83
Şekil 4.4. Numune kumaşların üretiminde kullanılan ipliklerin uzama değerlerinin yüzdesel bağıl farkları 84
Şekil 4.5. Kumaşların kalınlıkları 93
Şekil 4.6. Kumaşların kalınlıklarının yüzdesel bağıl farkları 94
Şekil 4.7. Kumaşların birim ağırlıkları 95
Şekil 4.8. Kumaşların birim ağırlıklarının yüzdesel bağıl farkları 96
Şekil 4.9. Numune kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları 104
Şekil 4.10. Numune kumaşların hava geçirgenliği test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları 105
Şekil 4.11. Numune kumaşların su buharı geçirgenliği test sonuçları 107
Şekil 4.12. Numune kumaşların su buharı geçirgenliği test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları 108
Şekil 4.13. Numune kumaşların ısıl iletkenlik test sonuçları 109

Şekil 4.14. Numune kumaşların ısıl iletkenlik test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları 110
Şekil 4.15. Numune kumaşların ısıl direnç test sonuçları 111
Şekil 4.16. Numune kumaşların ısıl direnç test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları 112
Şekil 4.17. Numune kumaşların ısıl soğurganlık test sonuçları 113
Şekil 4.18. Numune kumaşların ısıl soğurganlık test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları 114
Şekil 4.19. Numune kumaşların patlama mukavemeti test sonuçları 129
Şekil 4.20. Numune kumaşların patlama mukavemeti test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları 130
Şekil 4.21. Numune kumaşların esneklik değişimlerinin test sonuçları 134
Şekil 4.22. Numune kumaşların esneklik değişimlerinin test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları 136
Şekil 4.23. Numune kumaşların boyutsal değişim test sonuçları..... 139
Şekil 4.24. Numune kumaşların boyutsal değişim test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları 141
Şekil 4.25. Örme kumaşa ait toplam maliyet 169
Şekil 4.26. Örme kumaşa ait toplam maliyetin yüzdesel bağıl farkı 170
Şekil 4.27. Maliyet hesaplayıcısının algoritma şeması 171
Şekil 4.28. Maliyet hesaplayıcısı program görüntüsü 172
Şekil 4.29. Maliyet hesaplayıcı ile yapılan bir işlemin sonuç görüntüsü..... 173
Şekil 4.30. Dokuma denim pantolonların tüketicilere çağrışımları 187
Şekil 4.31. Geleneksel dokuma denim pantolonun eksikleri 187
Şekil 4.32. Örme denim pantolonların özellikleri 188
Şekil 4.33. Örme denim pantolonların tercih edilebilirliği 189

SİMGELER VE KISALTMALAR

% CVm	: Kütlesel değişim katsayısı
% Um	: Düzgünsüzlük değeri
A	: Örme kumaş üretimine giren ipliğin ağırlığı
A_M	: Amortisman maliyeti
BD	: Boyutsal değişim
BF_{BA}	: Kumaş birim ağırlığı bağıl farkı
BF_{BD}	: Boy yönünde boyutsal değişim bağıl farkı
BF_{BE}	: Boy yönünde esneklik bağıl farkı
BF_{ED}	: En yönünde boyutsal değişim bağıl farkı
BF_{EE}	: En yönünde esneklik bağıl farkı
BF_{HG}	: Hava geçirgenliği bağıl farkı
BF_{ID}	: Numune kumaşların ısıl direnç bağıl farkı
$BF_{İİ}$	: Numune kumaşların ısıl iletkenlik bağıl farkı
BF_{IS}	: Numune kumaşların ısıl soğurganlık bağıl farkı
$BF_{İM}$	: İplik mukavemeti bağıl farkı
$BF_{İU}$	: İplik uzaması bağıl farkı
BF_{KK}	: Kumaş kalınlığı bağıl farkı
BF_{PM}	: Patlama mukavemeti bağıl farkı
BF_{SBG}	: Su buharı geçirgenliği bağıl farkı
B_M	: Bakım maliyeti
Ca	: 1 ilmek için harcanan ipliğin uzunluğu (cm)
D	: Makine çapı
DM	: Aylık bakım masrafı
E	: Makine inceliği
ED_{BA}	: Birim ağırlığı en düşük olan kumaşın ağırlığı
ED_{BD},	: Boy yönünde boyutsal değişimi en düşük olan kumaşın boyutsal değişimi
ED_{BE}	: Boy yönünde esnekliği en düşük olan kumaşın esnekliği
ED_{ED}	: En yönünde boyutsal değişimi en düşük olan kumaşın boyutsal değişimi

ED_{EE} : En yönünde esnekliği en düşük olan kumaşın esnekliği

ED_{HG} : Hava geçirgenliği en düşük olan kumaşın hava geçirgenliği

ED_{ID} : Isıl direnci en düşük olan kumaşın ısıl direnci

$ED_{İİ}$: Isıl iletkenliği en düşük olan kumaşın ısıl iletkenliği

ED_{IS} : Isıl soğurganlığı en düşük olan kumaşın ısıl soğurganlığı

$ED_{İM}$: Mukavemeti en düşük olan ipliğin mukavemeti

$ED_{İU}$: Uzaması en düşük olan ipliğin uzaması

ED_{KK} : Kalınlığı en düşük olan kumaşın kalınlığı

ED_{PM} : Patlama mukavemeti en düşük olan kumaşın patlama mukavemeti

ED_{SBG} : Su buharı geçirgenliği en düşük olan kumaşın su buharı geçirgenliği

E_M : Enerji maliyeti

$F_İ$: Kullanılan ipliğin birim fiyatı

FM : Örme makinesinin bedeli

G_{SB} : Bağıl su buharı geçirgenliği

H : Uster tüylülük indeksi

H_M : Hammadde maliyeti

HY : Yıllık çalışma saati

I : İndeks

ID : Isıl direnç

İİ : Isıl iletkenlik

IS : Isıl soğurganlık

$İ_M$: İşçilik maliyeti

$İ_T$: Makinede toplam iğne sayısı

KO : Kareler ortalama

KT : Kareler toplamı

La : 50 ilmek için harcanan ipliğin uzunluğu (cm)

MB : Birim elektrik bedeli

M_{Toplam} : Toplam örme maliyeti

n : Makine hızı

N_{BA} : Herhangi bir numunenin birim ağırlığı

N_{BD} : Herhangi bir numunenin boy yönünde boyutsal değişimi

$N_{BE,}$	: Herhangi bir numunenin boy yönünde esnekliği
Ne, Nm, Denye	: İplik numarası
N_{ED}	: Herhangi bir numunenin en yönünde boyutsal değişimi
N_{EE}	: Herhangi bir numunenin en yönünde esnekliği
N_{HG}	: Herhangi bir numunenin hava geçirgenliği
N_{ID}	: Herhangi bir numunenin ısıl direnci
$N_{Iİ}$	: Herhangi bir numunenin ısıl iletkenliği
N_{IS}	: Herhangi bir numunenin ısıl soğurganlığı
$N_{İM}$	: $N_{İM,}$ herhangi bir numunenin iplik mukavemeti
$N_{İU}$	: Herhangi bir numunenin iplik uzaması
N_{KK}	: Herhangi bir numunenin kumaş kalınlığı
N_{PM}	: Herhangi bir numunenin patlama mukavemeti
N_{SBG}	: Herhangi bir kumaşın su buharı geçirgenliği
O	: Operatör
P	: Önem seviyesi
R	: Makine randımanı
SD	: Serbestlik derecesi
S_S	: Makine sistem sayısı
TA	: Amortisman süresi
T_M	: Terbiye maliyeti

1. GİRİŞ

Örme denim, indigo boyanmış iplikten elde edilen denim görünümlü örme kumaşa verilen isimdir. Kumaşın böyle anılmasının nedeni, bu kumaşların denimin kendine has rengi olan indigo rengindeki ipliklerle örülmüş ve deseninin dokuma dimi desenine sahip olmasıdır. Denim görünümlü örme kumaşlar uzun zamandır üretilmektedir; ancak Şekil 1.1'de görülen "jeggingsler" yani kumaşı kot pantolon görünümlü örme kumaştan üretilmiş uzun bayan taytları popülerleşmeye başlayınca örme denim kumaşa olan ilgi de büyümeye başlamıştır. Üretilen kumaşlar tayt biçiminde olunca (vücudu saran esnek giysi), giysi konforu da önem kazandığından bu kumaşlar üretilirken tencel, deniz yosunu, bambu gibi liflerle kombinasyonlarda ortaya çıkmaktadır (www.knitdenim.com).



Şekil 1.1. Örme denim kumaştan üretilen taytlar (www.kikaycollections.com)

Ticari olarak son zamanlarda oldukça popüler olan örme denim kumaşlar artık sadece bayan taytı olarak değil, Şekil 1.2'de örnekleri görülen geleneksel dokuma denim kumaştan üretilen hemen her çeşit giysinin yapımında kullanılmaktadır. Ancak bu tarz kumaşlar hakkında yapılan sistematik ve ayrıntılı çalışmalar yapılmadığından bu tezin sanayicilere ve akademisyenlere ışık tutması tez çalışmasının birincil amacıdır.



Şekil 1.2. Örme denim kumaşlardan üretilmiş giysiler (www.knitdenim.com)

Geleneksel yöntemlerle üretilen dokuma denim kumaşın tüketicilere göre yeri tartışılamaz ancak bu durum dokuma denim kumaşın sahip olduğu dezavantajlarının olmadığı anlamına da gelmez. Aynı ipliklerle üretilmiş geleneksel dokuma denim kumaş ve örme denim kumaş kıyaslandığında esneklik, konfor, yumuşaklık ve fiyat açısından örme denim kumaş daha avantajlıdır (Shin, 2004).

Örme kumaşlar hem üretimlerinin kolay ve ucuz olması hem de vücuda kolay uyum sağlamaları nedeniyle rahat olduklarından popülerliği oldukça yüksek olan kumaşlardır. Örme kumaşlar iç giysilik, dış giysilik ve spor giysilik gibi birçok alanda kullanılır. Örme kumaşlar, kullanım amaçlarına göre farklı hammaddelerden, farklı desen ve ağırlıklarda üretilmektedir. Örme kumaşlar ihracat açısından da önemli bir paya sahiptir. Örme kumaş ihracatı son yıllarda 1,2 milyar dolara yükselerek toplam tekstil ihracatında % 20,8'lik bir paya ulaşmıştır (www.itkib.org.tr).

İnsanoğlunun giyinme ihtiyacı günümüz şartlarında örtünmekten çıkmış sosyal varoluş için bir araç haline gelmiştir. Artık kıyafetlere yüklenen misyon da değişim göstermektedir. Giysilerin kumaşı, tarzı, modeli de bundan aynı şekilde etkilenmektedir. Dokuma denim kumaştan üretilmiş giysiler ise her çağa ayak

uydurmayı başarmış ve popülerliğini hiç kaybetmemiştir. Dokuma denim kumaşların tarihi 17. yüzyıla kadar uzanmaktadır. Önceleri ekonomik ve dayanıklı olduklarından tercih edilse de 21.yüzyılda 7'den 70'e herkes tarafından kabul görmektedir. Bu tercihin herkes açısından nedeni farklı olsa da genel olarak kabul edilme nedenleri bu tarz kumaşların uzun ömrü, geç kirlenmeleri, kullanımlarının, bakımlarının kolay olması ve diğer giysilerle uygunluğu olarak özetlenebilir. Denim/jean yerine Türkiye'de tüketiciler arasında yaygın olarak kullanılan "kot" kelimesi girişimci Muhteşem Kot'un soyadından gelmektedir. Kot ailesi Türkiye'deki ilk denim üreticisi olduğundan 1960 yılında bu ismi tescil ettirmiştir. Ancak akademik olarak, literatürle bütünlüğün bozulmaması için denim kelimesini kullanmak daha uygundur (Erdem ve arkadaşları, 2010).

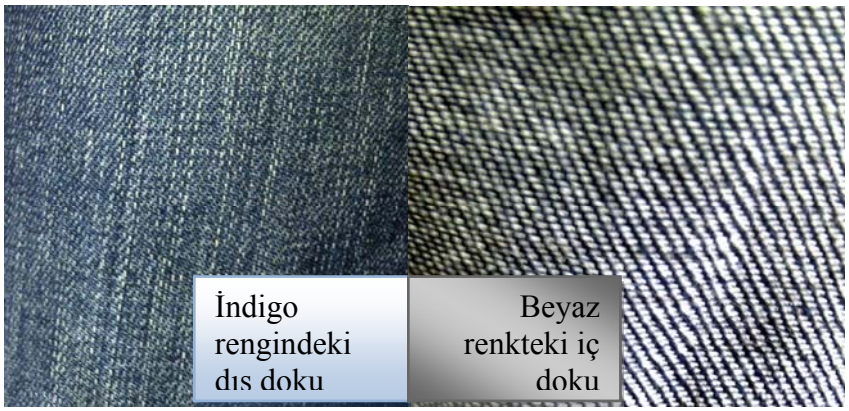
Dokuma denim kumaştan üretilen giysilerin Türkiye'nin konfeksiyon ihracatındaki yeri oldukça büyüktür. 2011 yılında ortalama 1,5 milyar dolarla denim giysi ihracatı toplam konfeksiyon ihracatının % 10'una dokuma konfeksiyon ihracatının da % 30'una ulaşmıştır. Türkiye, denim pazarında sadece denim giysilerle değil aynı zamanda konfeksiyon ürününe dönüşmemiş kumaşlarla da varlığını sürdürmektedir. 2011 yılı itibarıyla denim kumaşların toplam tekstil ihracatındaki yeri 426 milyon dolarla % 5,5'tur (www.itkib.org.tr).

Üretim bir arz talep durumu olduğundan, ticari işletmeler piyasada varlıklarını sürdürebilmek amacıyla tüketici açısından kullanışlı, modaya uygun ürünleri sürekli olarak takip ederek üretim yapmak zorundadırlar. Pazardaki duruma bakıldığında denim kumaşların ihracatta çok büyük bir pazara sahip olduğu ve örme kumaşların da % 21'lik bir payla ihracatta oldukça talep gören bir kumaş türü olduğu görülmektedir. Bu bilginin ışığında örme denim kumaşların da pazardan pay alabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada görünüm olarak dokuma denim kumaşa benzeyen ancak dokuma yoluyla değil örme yoluyla elde edilen 18 farklı kumaş üretilmiştir. Kumaşlar, iki iplik örme makinesinde ön yüzünde halat boyalı pamuk ring iplikleri arka yüzünde ise 9 farklı hammaddeden 2 ayrı numarada boyanmamış halde vorteks iplikler kullanılarak örülmüştür.

1.1. Geleneksel Dokuma Denim Kumaş Üretimi

Eskiden, ekonomik sağlam ve rahat olması nedeniyle popülerleşmiş olan şimdi ise, hemen her yaştan ve hemen her sınıf insanın tercih ettiği bir pantolon kumaşı olan dokuma denim, bir diğer adıyla blucin (jean) ilk kez 19. yüzyılda Levi Strauss tarafından ağır iş elbisesi olarak dikilmiştir. Günlük yaşamda ciddi bir tüketici kitlesi olan denim kumaş, genellikle 1/2 veya 2/1 ya da 3/1 dimi yapısında dokunan ağır bir kumaştır (Akçakoca,1999). Kumaş üretiminde ham iplikler çözgü iplikleri, indigo boyalı iplikler de atkı iplikleri olarak kullanılır. Üretilen kumaşın Şekil 1.3'de görüldüğü üzere iç dokusu beyaz renkte, dış dokusu ise indigo rengindedir.

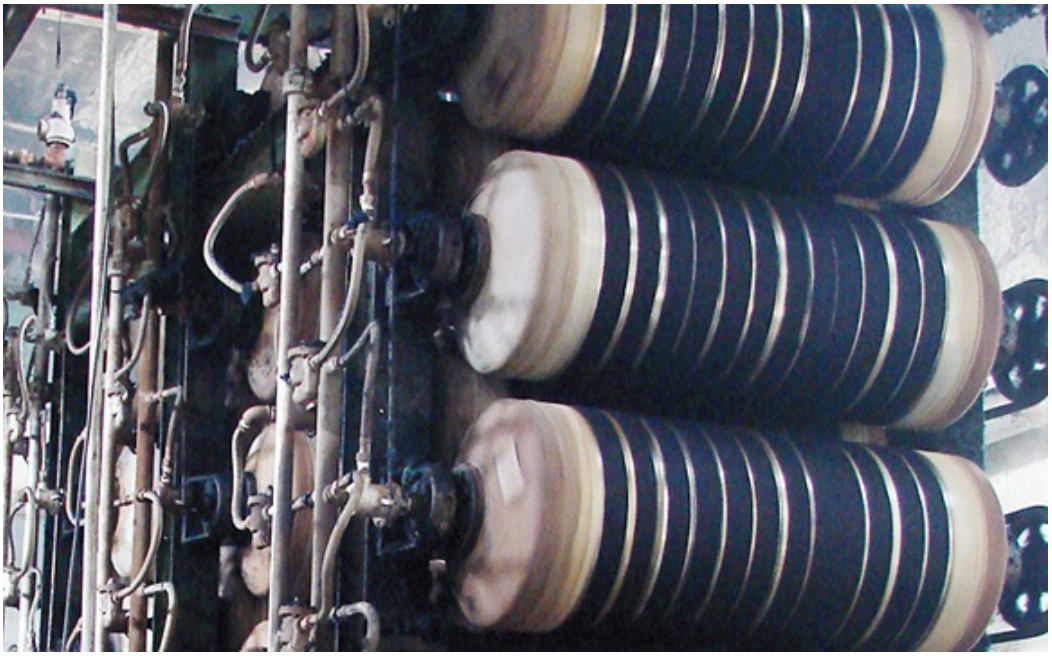


Şekil 1.3. Geleneksel dokuma denim kumaşın dış ve iç dokusu (Gaziantep,2013)

Denim kumaşların boyanmasında kullanılan ve Şekil 1.4'de görülen indigo boyar maddesi, orijinal olarak tropik (özellikle Hindistan ve Çin) iklimlerde yaygın bir şekilde bulunan Tinctoria L. bitkisinin yapraklarından üretilmiştir. İndigo boyar maddesi doğal haliyle, 5000 yıldan daha fazla süreden bu yana boyamacılıkta kullanılmaktadır. Küp boyarmaddesinin bir sınıfı olan doğal indigo rengi günümüzde N-fenilglisin veya N-fenilglisin-o-karbonik asit kullanılarak elde edilir (Akçakoca,1999).



Şekil 1.4. İndigo bitkisi, indigo boyalı pamuk ipliğinin koyudan açığa doğru açılan rengi (http://khartasia-crcc.mnhn.fr/ja/node/622)



Şekil 1.5. Halat boyama prosesi (http://www.denimsandjeans.com-2013

Dokuma denim kumaşın üretilmesinde yaygın olarak kullanılan iplikler, genelde 3 farklı metotla indigo rengine boyanmaktadır. Bunlardan ilki "halat boyama" metodudur. Şekil 1.5'de gösterilen bu yöntem en eski ama hala en çok tercih edilen yöntemdir. İndigo boya normal boyadan farklı özellikte olan bir küp boyadır. İndigo boyada boyar maddenin selüloz liflerine nüfuzunun düşük olması

diğer boyalardan farklı bir özelliktir. Bu sebeple ipliğin boyanma işlemi birden fazla teknede tekrarlanır. Yani indigo boyadan geçen halat boyanır, belli bir yüksekliğe çıkarılarak oksitlenir ve sonra tekrar boyanır. Boyar madde lifin içine nüfuz etmez, adeta etrafında bir katman oluşturur. Boyanın nüfuzu kostikleşme işlemi ile artırılabilir. Boyama yapan makinenin kapasitesi 12, 16, 24, 36, 48 gibi halat sarılmış tops şeklindedir. Boyama işlemi devamlı sürer. Bu süre bir partinin boyanması için ortalama 8 saattir. Bu süre partiye ve üretilecek tipe göre değişir. Boyama işlemi sırasında halatlar boyanmak için makine üzerindeki kılavuza bağlanır. Kılavuz her seferinde halatların yerleştirilmesini önleyip, zamandan tasarruf etmek için makine boyama yaparken devamlı makine üzerinde durur. Boyama işleminden önce halatlar ön işlem teknelerinden geçer. Bu ön işlem aşamasında halat istenilen tipe göre, ıslatma, yıkama, kostikleşme, yumuşatma gibi işlemlerden geçirilir. Bu ön işlem dokuma tipine uygun işleme göre değişir. Halatlar ilk ıslanma teknesine girdiğinde her bir halata ait beslenme açısı hafif şekilde fark eder. Bu durum iplik geriliminin değişmesini engeller. İplik geriliminin değişmesi ile farklı boya yapısı meydana gelir. Ön işlem teknelerinin her birinde isteğe göre farklı bir işlem uygulanabilir. Boyama teknelerinde dakikada 10-18 kg halat boyanır. İplik üzerindeki mum, magnezyum tuzları, bu ön işlemler sayesinde temizlenerek boyama yapılır. Ancak bu maddeler bazen bu işlem teknelerinin yüzeyinde tabakalar oluşturarak banyoyu terk ettiğinde halat üzerinde kir oluşturdukları için bu kir tabakası sıcak bir durulama ile iplikten uzaklaştırılır. Boya maddesi ve diğer işlem maddeleri mutfakta hazırlanıp borularla teknelere beslenirler. Ön işlemden geçen halatlar boyama teknelerine gelir. Bu tekneler 8-10 adet olabilir. Yine isteğe bağlı olarak dokuma tipinin özelliklerine göre, halatlar belli bir tekne sayısından geçerler. Yani halatlar istenen özelliğe göre boyanırlar. Bir boyama teknesinden boyanarak çıkan halatlar belirli bir yüksekliğe silindirler vasıtasıyla çıkarlar. Bu yükseklik oksitlenme içindir. Boyanan halat hava ile temas ettiğinde boya oksitlenir ve tekrar boyama teknesine gelir. Halatın boya ile temasını artırmak için tekneler derin yapılmıştır. Boya teknelerinden geçerek boyanan halatlar tekrar bazı işlemlere tabii tutulmak üzere işlem teknelerine gelirler. Bu teknelerde yıkama, yumuşatma gibi işlemler yapılır. Bu teknelerin sayısı genellikle 5 tanedir. Boyalı halatlar genelde durulama işlemine tekrar tutulurlar. Bu

işlem oda sıcaklığında yapılır. Bu işlemlerden de çıkan halatlar kurutma balabanlarına gelir. Buradaki silindirlerden geçerek kuruması sağlanan halatlar sallama bölümüne gelerek burada kovalara doldurulurlar. Bu kovalar halat açma bölümüne giderek boyalı halatlar açılır ve dokuma leventlerine aktarılır. Sonrasında haşıllanan iplikler kurutulup dokuma işletmesine gönderilir. (http://www.yagyemezler.com, 2012).



Şekil 1.6. Slasher boyama prosesi (http://www.memnun.com.tr-2013)

Şekil 1.6'da görülen ikinci metot ise "slasher metodu" olarak anılmaktadır. Bu yöntemde boyanacak her iplik diğerinin yanına paralel olarak, bir sarım silindirine veya levende sarılır. Daha sonra bu iplikler silindirden aynı hızla ve aynı tansiyonda çözülürken, 6 veya 8 arasında boyar madde ve muhtelif sayıdaki hava pasajları içerisinden geçirilir ve daha sonra başka bir sarım silindirine ya da levende aktarılır. Ancak kopuş esnasında durmak mümkün değildir. İplik mukavemetinin, uygulanacak gerilime dayanması gerekir. Her hızın düşümü işletme için geri dönüşü olmayan telef oluşturur. Dolayısı ile bu tür işletmelerde telef, üretimin önemli bir

parçası, kaçınılmaz ve kabul edilmesi gereken bir unsurdur. Bu süreç iplik boyunca aynı değerlerde devam etmeli ve gerekli sabit oksidasyon için aynı orandaki hava karışımı işletme içinde mutlaka sağlanmalıdır (Akçakoca,1999).

Son metot ise "çile boyama" metodu olarak bilinen, binlerce ton boyar madde taşıyan 6 veya 8 adet arasındaki boya teknesinin, sadece bir adet olduğu, ipliklerin birbirinin arkasına düğümlenmek sureti ile boyama yapıldığı bir sistemdir. Çok miktarda iplik boyamak için uygun bir metot değildir (http://www.hakansevin.com/tr_indigo, 2013).

Piyasada bulunan indigo boyalı denim kumaşlarda aranan belli başlı özellikler düşük yıkama haslığı (Başlangıçta koyu olan rengin yıkandıkça ve kullanıldıkça kendiliğinden açılması), orta derecede ışık haslığı ve düşük derecede kuru sürtme haslığı olarak özetlenebilir. Aşınma ile oluşan eskimiş hava ise denim kumaşların en büyük özelliğidir. Aşınma başladıkça iç dokudaki beyazlık ve beğenilen eskimiş havası ortaya çıkmaktadır (Akçakoca,1999).

1.2. Örme Denim Kumaş Üretimi

Denim kumaşlar temelde TS-2791 Tekstil- Pamuklu Blucin (Denim) Kumaş standardına göre "Genellikle tamamen pamuktan veya pamuk ve sentetik liflerin karışımından meydana gelmiş, farklı numaralardaki ipliklerden ve farklı kumaş birim alan kütlesinde farklı renk, tasarım ve farklı aprede üretilmiş dokunmuş dayanıklı bir dimi kumaş" olarak tarif edilmektedir. Buna göre üretilen bir kumaşın "denim kumaş" olması için dimi deseninde ve dokunmuş olması gerekir. Bu da örme yöntemiyle üretilen kumaşın aslında "örme denim kumaş" değil "denim görünümlü örme kumaş" olduğu anlamına gelir. Ancak tez çalışmasında görünüm esas alındığından kumaş "örme denim" olarak ifade edilmiştir. Standart içinde kumaşın tarifine bakıldığında dayanıklı ifadesi öne çıkmaktadır. Bu ifade bazen denim kumaşın ziyadesiyle sert ve rahatsız bir giysiye dönüşmesine neden olmaktadır. Özellikle kadınlar ve çocuklar açısından esnekliğin ve konforun daha önemli olduğu düşünüldüğünde örme giysilerin dokuma giysilere nazaran daha rahat olduğu gerçeği kaçınılmazdır. Şekil 1.7'de geleneksel dokuma denim pantolonun, Şekil 1.8'de

yuvarlak örme tayt pantolonun ve Şekil 1.9'da da denim görünümlü yuvarlak örme tayt pantolonun resmi görülmektedir.



Şekil 1.7. Geleneksel dokuma denim kumaştan üretilmiş elastansız kız çocuk pantolonu (Gaziantep, 2013)



Şekil 1.8. Yuvarlak örme kumaştan üretilmiş elastansız kız çocuk tayt pantolonu (Gaziantep,2013)



Şekil 1.9. Yuvarlak örme kumaştan üretilmiş denim görünümlü elastanlı kız çocuk tayt pantolonu (Gaziantep,2013)

Şekil 1.7, 1.8 ve 1.9 incelendiğinde denim görünümlü örme tayt pantolonun, geleneksel dokuma yöntemiyle üretilmiş elastansız pantolonla doku görünümü

açısından, yuvarlak örme tayt pantolonla da konfor ve esneklik açısından benzediği görülür. Şekiller detaylı olarak incelendiğinde dokuma denim kumaştan üretilen pantolonların diz izi yaptığı ancak örme kumaştan üretilmiş elastansız ve elastanlı ürünlerde bu izin oluşmadığı görülmektedir. Bu özellik, giysinin rahatlık sağlarken görünümünü de korumasını sağlamaktadır.

Diğer yandan dokuma denim kumaş denildiğinde akla ilk gelen kumaşın indigo rengidir. Rengin boyama sonrasında gördüğü işleme bağlı olarak değişen görüntüsü kumaşın tasarımını doğrudan etkileyen bir parametredir. Tez çalışmasında kullanılan örme kumaşlara denim denmesinin nedeni iplik olarak indigo boyanmış iplik kullanılması ve desen olarak dokuma dimi desenine benzeyen diyagonal iki iplik deseninin uygulanmasıdır. Şekil 1.10 ve Şekil 1.11'de çalışmaya yol gösterici nitelikte olan ve geleneksel dokuma denim kumaşlardan üretilen pantolonlara çok benzeyen bobin indigo boyalı iplikten üretilen örme denim kumaştan dikilmiş pantolon fotoğrafları görülmektedir.



Şekil 1.10. Örme kumaştan üretilmiş denim görünümlü elastanlı jeanler a) atlama yapan iplik önde ve polyester, b) atlama yapan iplik önde ve pamuk, c) atlama yapan iplik arkada ve polyester, d) atlama yapan iplik arkada ve pamuk (Gaziantep, 2013)

Şekil 1.10'da görülen jeanlerden a ve b'deki ürünlerde atlama yapan iplikler yüzeyde, c ve d'deki ürünlerde ise atlama yapan iplikler içerde yer almaktadır. Ön çalışma olarak her iki kumaş tipi de üretilmiştir. Görünüm açısından pek bir farklılık görülmemiştir. Ancak atkı iplikleri yüzeyde olduğu zaman, bu ipliklerin bir yere

takılarak, kumaşta deformasyonlara neden olacağı düşünüldüğünden tez kapsamında atlama iplikleri içerde yer almıştır.



Şekil 1.11. Örme denim kumaştan üretilmiş şort fotoğrafı (Gaziantep, 2013)

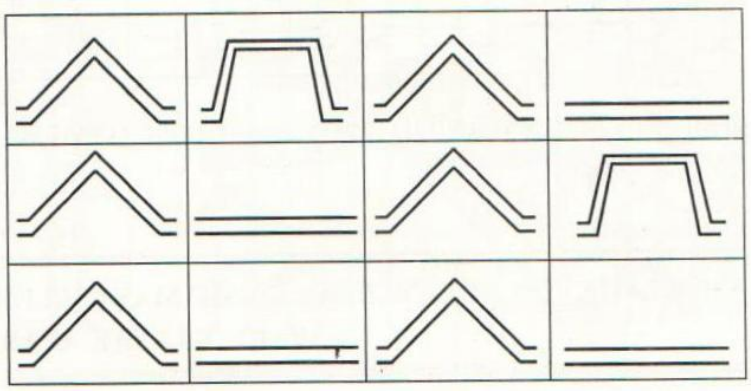
Şekil 1.11'de görülen örme denim şortun üretiminde de atlama yapan iplikler içerdedir. Şort dikildikten sonra enzimle yıkama işlemine sokulmuştur.

Çalışma kapsamında üretilen kumaşlarda halat boyama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem indigo boyama yöntemleri içinde en popüler olanıdır. Çalışma kapsamında üretilen iplikler BOSSA Denim işletmesinden sağlanmıştır. Bu yöntemde işletmeden edinilen bilgilere göre işlem sırası şöyledir: Bobinler cağlıklara dizilir. 300-400 uç birleştirilerek halatlar oluşturulur. Halatlar "lok" ismi verilen dokuma levendine benzeyen ancak daha küçük olan silindirik yapıların üzerine alınır. Bu aşamada dokuma hazırlıkta olduğu gibi çaprazlama da yapılır. 12-24-28 adet halat aynı anda boyanmaktadır. Halatlar ard arda 6-8 tekneden geçirilir. Halatlar indigo teknesinde en fazla 30 saniye bekletilir ve yüksekliği 40 metreyi bulan uzunluğa çıkarılır. Sonra bir sonraki tekneye dalar. Bu şekilde 6-8 defa boyama yapıldıktan sonra halatlar yıkanır ve üzerlerinde bulunan fazla boya atılır. İplikler kurutmaya girer ve sıcak silindirlerden geçirilen halatlar coiler içerisine toplanır. Burada halatlar açılarak leventlere aktarılır. Bu yöntemde Ne 50/1 inceliğe kadar iplik üretilebilir çünkü bu yöntemde 300-400 uç yan yana geldiğinden iplik inceliği düşük mukavemet anlamına gelmez. Standartlar ölçüsünde bu yöntemle boyanan iplikler örme kumaş üretiminde kullanılamamaktadır çünkü renk farkı örmede

bantların oluşmasına neden olmaktadır. Bu durumun önüne geçmek için aynı anda boyanmış iplikleri cağlıklara yan yana dizmek, örme esnasında bobinleri sonuna kadar kullanmak bu yöntemle boyanan iplikleri örme kumaş içinde kullanabilmek için kullanılan yöntemlerdendir ancak yine de seri üretime geçilememiştir. Tez çalışması kapsamında ise BOSSA Denim işletmesinin Tübitak desteği ile tamamladığı proje kapsamında halatlardan bobinlere sağlıklı biçimde aktarılmış örme bükümlü ince iplikler kullanılmıştır. Yöntem kapsamında boyama esnasında sürekli proses kontrolü yapılarak işletmenin hava şartları, oksidasyon sıcaklığı ve nemi sabit tutulmuştur. Ayrıca likit indigo kullanılmış ve indirgenmiş indigonun üretim esnasında yeniden yükseltgemesi engellenmiştir. Kullanılan ipliğin boyama yöntemi tez çalışmasının özgün yönlerinden biridir.

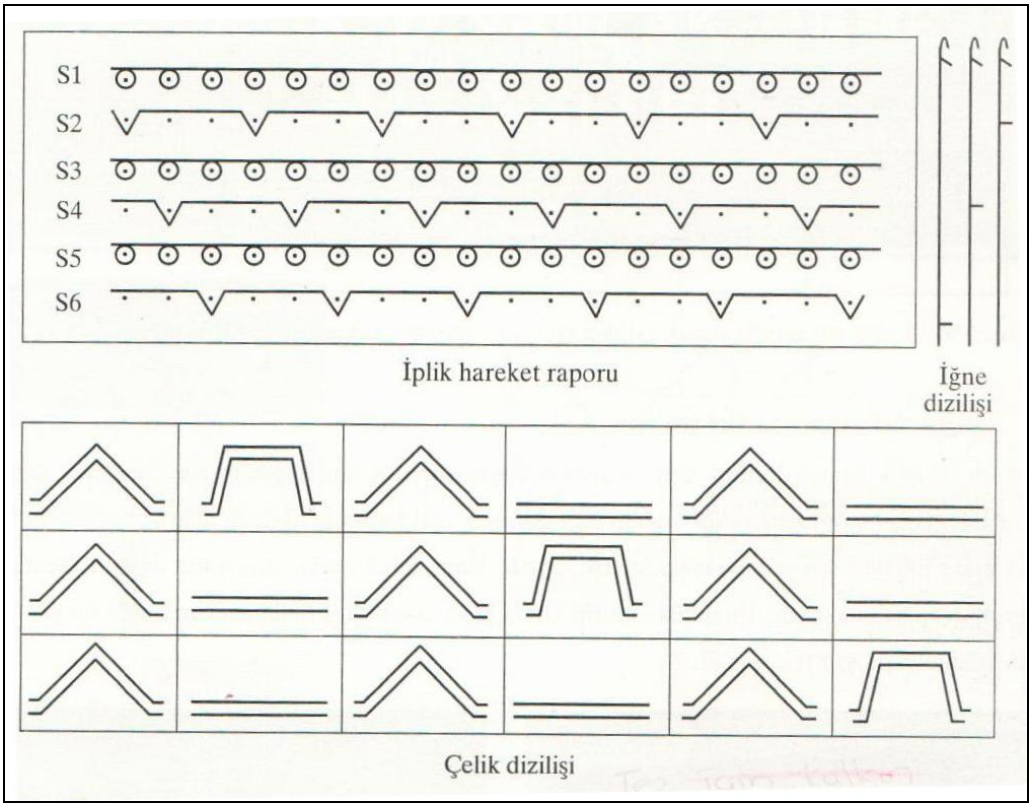
1.3. İki İplikli Örme Makinelerinde Kumaş Oluşumu

Çalışma kapsamında üretilen kumaşlar dimi (diyagonal) desenlidir. Kumaşların ön yüzünde ve arka yüzünde 2 farklı iplik kullanılır. Bu tarz kumaşlar piyasada iki iplikli kumaş, bu kumaşı üreten makineler de iki iplikli örme makinesi olarak adlandırılır. RL iki iplik örme makineleri ile RL süprem yuvarlak örme makineleri, çalışma özelliği ve yapı olarak birbirlerinden farklı makineler değildirler. Dolayısıyla bu makineleri iki iplikli ve süprem örme makinesi olarak ayırmak dış görünüşleri itibarıyla mümkün değildir. Ancak iki iplikli örme makinelerinde iğne ve çelik dizilişleri süprem örme makinelerine göre farklıdır. İki iplikli örme kumaş üretmek için Şekil 1.12'de görüldüğü gibi en az iki yollu çeliklerin kullanılması gerekmektedir (Yakartepe&Yakartepe, 1998).



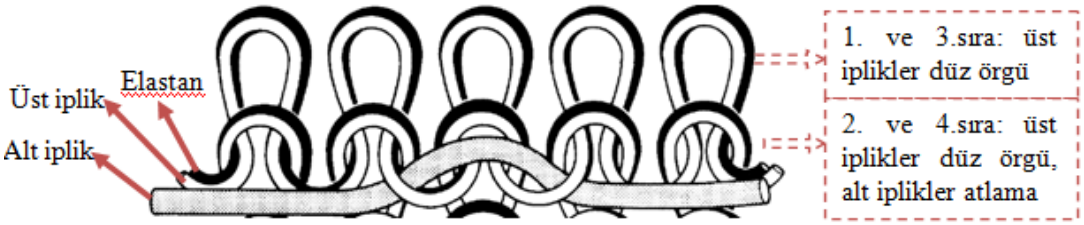
Şekil 1.12. İki yollu çelik dizilmesi (Yakartepe&Yakartepe, 1998)

İki iplikli örme kumaşta ikinci iplik RL örmenin astarlanması için kullanılır. Bu sırada askı ve atlamalar istenilen desene göre yerleştirilir. Astar, kumaşın L yüzünde oluşur. Şekil 1.13'de diyagonal iki iplik örme kumaşın makine üstünde yapılışı verilmektedir (Yakartepe&Yakartepe, 1998). Kumaşta elastan ilavesi varsa bu kumaşlar tabakalı, kaplamalı (plated) olarak anılırlar (Abdesselam ve ark., 2009).

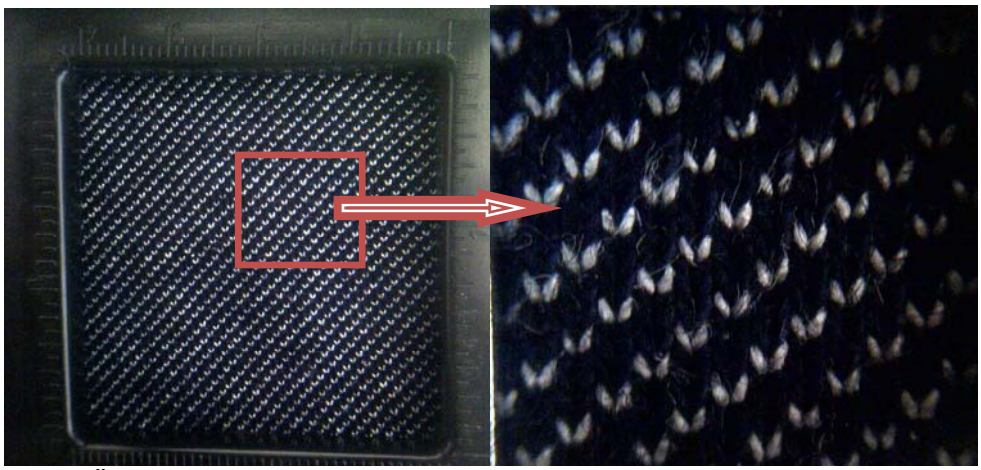


Şekil 1.13. 2/1 Diyagonal iki iplik örme kumaşın makine üstünde yapılışı (Yakartepe&Yakartepe, 1998)

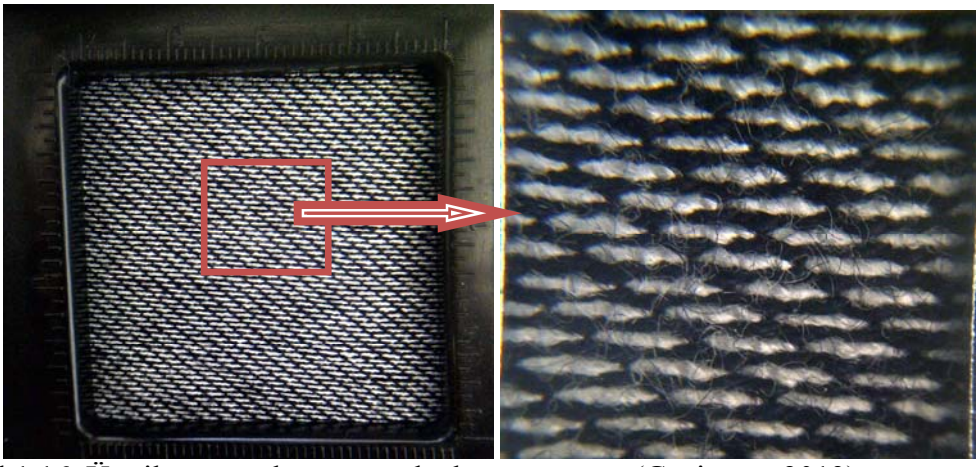
Şekil 1.14'de ayrıntılı olarak verilen desen üretilirken birinci sırada üst iplikler ve kullanılacaksa elastan beslenir ve bir sıra düz örgü yapılır. İkinci sırada ise alt iplikler makineye beslenir. İki yan yana atlama ve bir düz ilmek, iki yan yana atlama ve bir düz ilmek olacak biçimde dizilen çelikler yardımıyla ikinci sıra da tamamlanır. Üçüncü sırada yeniden üst iplikler düz örgü yapar. Dördüncü sıraya gelindiğinde alt iplikler beslenir ve iki yan yana atlama ve bir düz ilmek düzeninde örgü yapılır. Ancak desen diyagonal olduğundan atlamalar birer iğne kaydırılarak yapılır. Desen 2/1 ise iki atlama 3/1 ise üç atlama yapılır. Üretilen kumaşın lüp altındaki önden görünüşü Şekil 1.15'de verilirken; arkadan görünüşü de Şekil 1.16'da verilmektedir.



Şekil 1.14. Çalışmada üretilen diyagonal iki iplik örme kumaşın deseni (Spencer,2002)



Şekil 1.15. Üretilen örme kumaşın önden görünüşü, (Gaziantep 2013)



Şekil 1.16. Üretilen örme kumaşın arkadan görünüşü, (Gaziantep 2013)

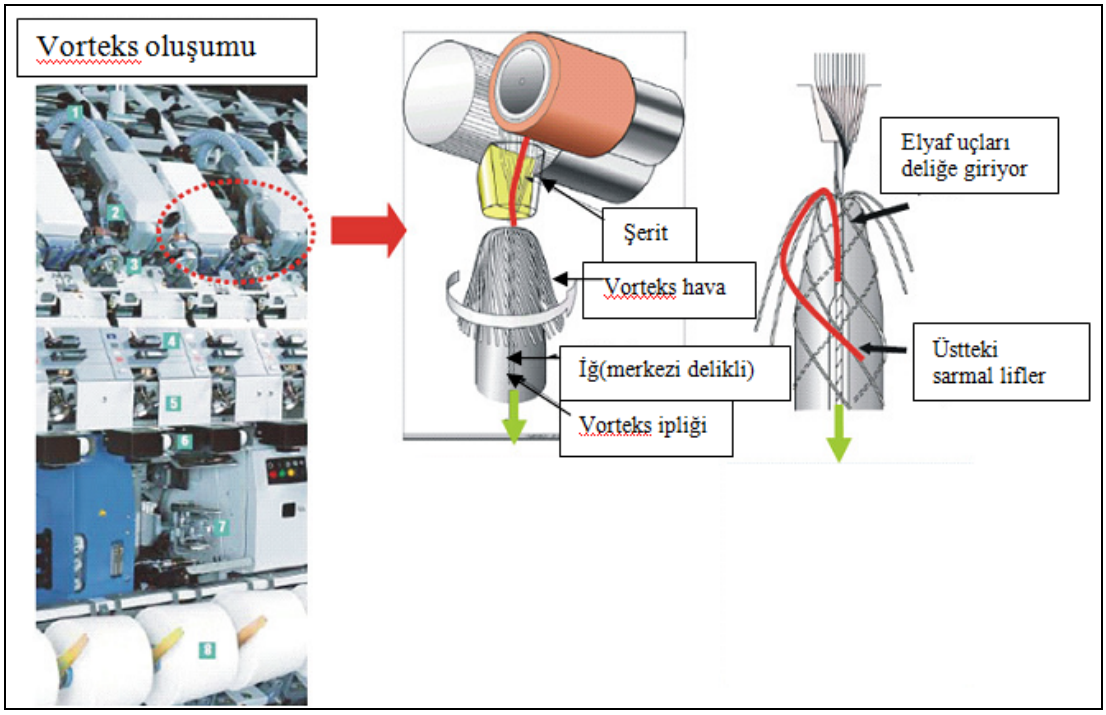
1.4. Vorteks İplik Eğirme Sistemi

Çalışma kapsamında üretilen kumaşların ön yüzünde indigo boyalı pamuk iplikleri kullanılırken, arka yüzünde ise farklı hammaddelerden iki ayrı numarada vorteks prensibine göre üretilmiş iplikler kullanılmıştır. Çalışma kapsamında vorteks ipliklerinin kullanılma nedeni farklı hammaddelerden üretilmiş vorteks ipliğinin öne çıkan özelliklerini kıyaslamaktır. Çalışmada özgün olarak vorteks iplikleri ile iki iplikli örme denim kumaşlar elde edilmiştir.

Vorteks iplik eğirme sisteminin en önemli özelliği, yüksek eğirme hızına rağmen, üretilen ipliğin karakteristik özelliğinin ring ipliklere benzemesidir. Ring ipliklere kıyasla vorteks ile üretilen iplikler daha düşük tüylü ve daha düşük havlıdır, yıkanma ve aşınmaya karşı daha dirençlidir. Yüksek hacimli bir iplik olması nedeniyle daha çok su emme ve çabuk kuruma özelliği vardır. Ayrıca ring iplik sistemine kıyasla; vorteks eğirme sisteminde enerji tüketimi % 30, makine için gereken alan % 50, gereken iş gücü ise % 60 daha düşüktür (Karakan, 2009). Çalışmada maliyet önemli bir unsurdur ve kullanılan hammaddeler pahalı olduğundan vorteks üretim tekniği ile üretilmiş iplik kullanılmasına karar verilmiştir.

Şekil 1.17'de gösterilen vorteks iplik eğirme sisteminde 3 pasaj cerden geçen lif şeridinin arka ucu apron ve manşon silindirlerinin arasında tutulurken ön ucu ise delikli iğin içine girmektedir. Deliğe girmeyen sarmal lifler hava yardımıyla dönen

iğin üzerinden merkeze giren lif ucuna sarılmaktadır. Bu da delikli iğ içinden vorteks ipliğin oluşmasını sağlamaktadır.



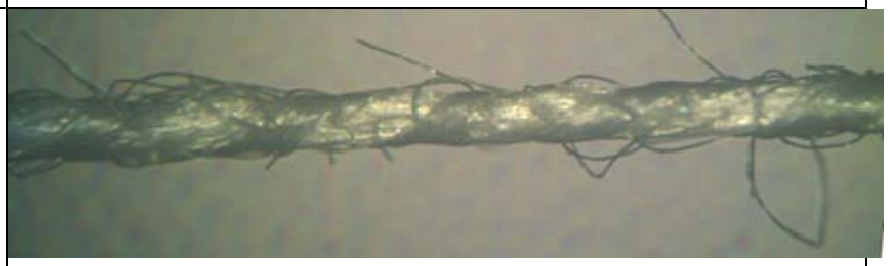
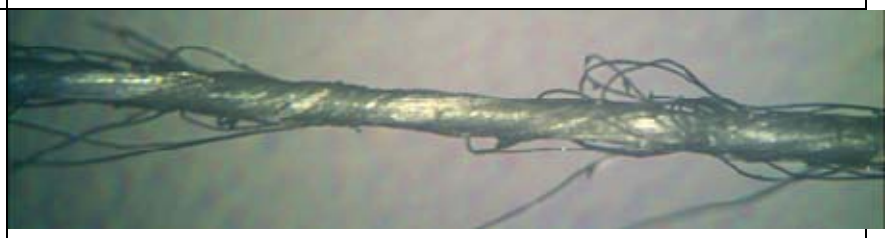
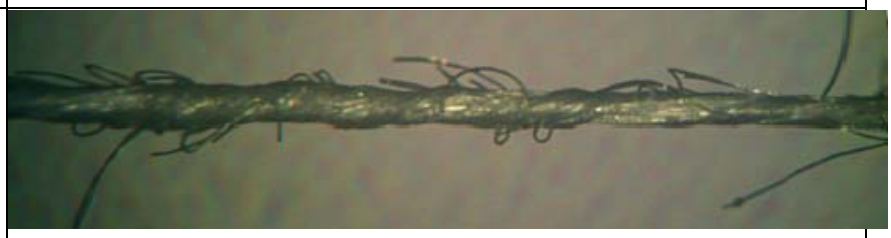
Şekil 1.17. Vorteks iplik oluşumu (http://www.muratec-vortex.com)

1.5. Tez Çalışmasında Üretilen Kumaşlarda Bulunan Lif Çeşitleri

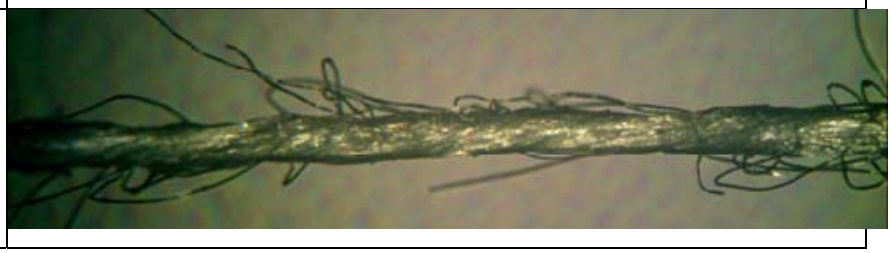
Örme denim kumaşı dokuma denim kumaşa üstün kılabilecek bir diğer özellikte kumaşın arka yüzünde bir diğer ifadeyle tene değen iç kısmında farklı lifler kullanılabiliyor olmasıdır. Çalışma kapsamında üretilen kumaş çeşidinin bayan ve çocuklar için yazlık pantolona ve yazlık tayta yönelik olması nedeniyle farklı liflerden iplikler üretilerek kıyaslamalar yapılmıştır. Buna uygun olarak lif ve üretim metotlarının seçiminde tercih nedenleri boyutsal-fiziksel-mekanik özellikler; görünüm estetik, moda, elastikiyet, ısıl iletkenlik, yıkanma özellikleri, dayanıklılık ve maliyet olarak özetlenebilir. Çalışma kapsamında kullanılan lifler bambu, tencel, viskon, pamuk, modal, polyester, 65/35 polyester/pamuk, 65/35 polyester/viskon, ve 65/35 modal/pamuk olarak seçilmiştir. Bu lifler kullanılarak vorteks iplik elde etme prensibine göre Ne 30/1 olarak üretilen ipliklerin mikroskobik görüntüleri Çizelge

1.1'de ve Ne 20/1 olarak üretilen ipliklerin mikroskobik görüntüleri Çizelge 1.2'de sunulmaktadır.

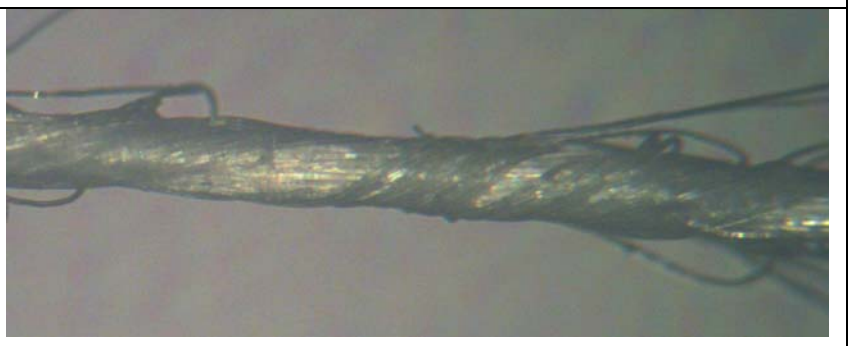
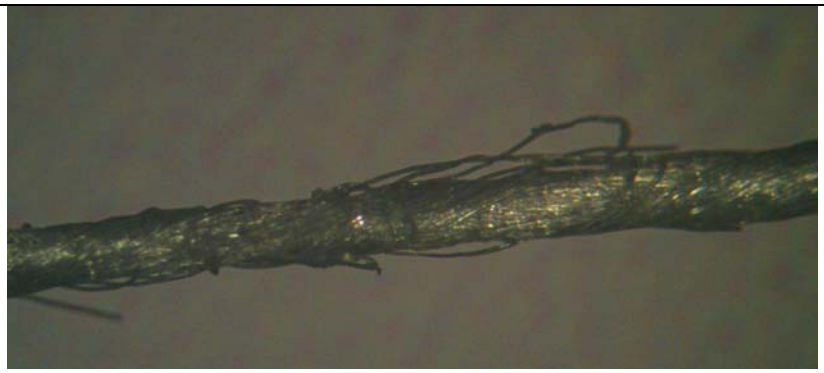
Çizelge 1.1. Üretilen örme kumaşın arka yüzünde kullanılan Ne 30/1 vorteks ipliklerin mikroskobik görüntüleri

İplik Adı	**İpliğin mikroskobik görüntüsü(40 X)**
Ne 30/1 Bambu	
Ne 30/1 Modal	
Ne 30/1 Tencel	
Ne 30/1 Viskon	
Ne 30/1 Pamuk	

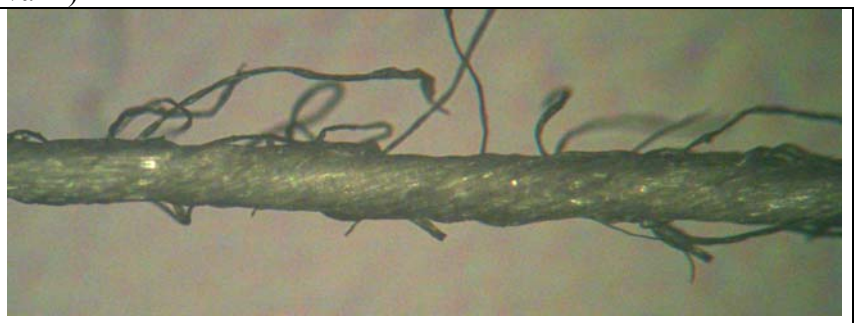
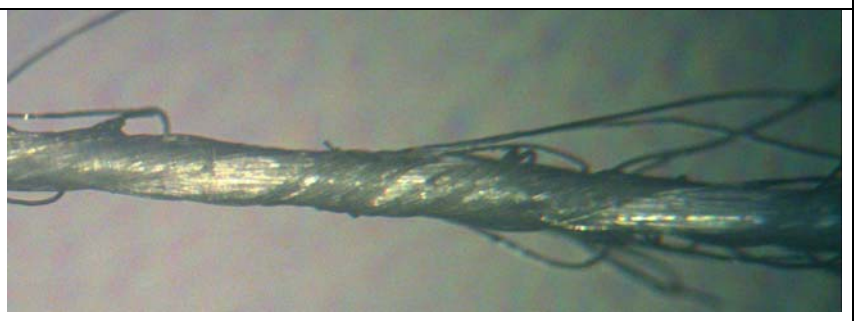
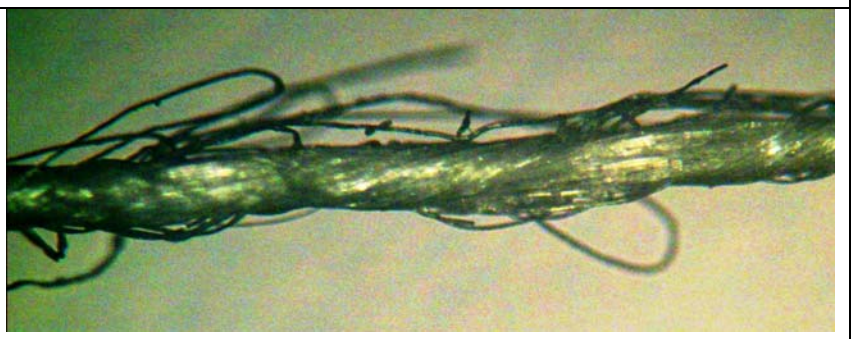
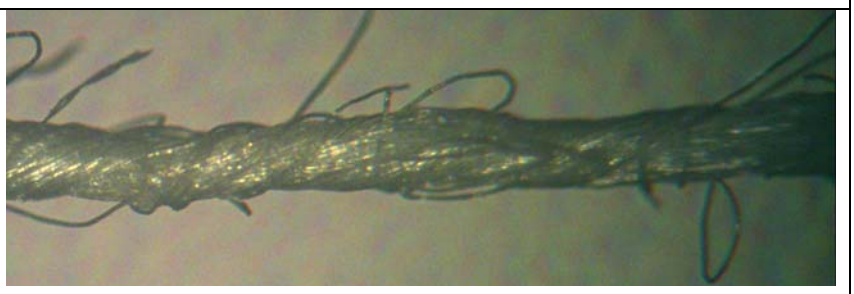
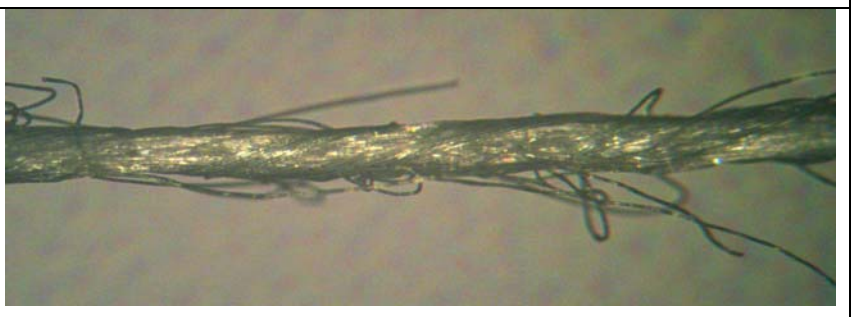
Çizelge 1.1. (Devamı)

Ne 30/1 Polyester	
Ne 30/1 Modal/ Pamuk	
Ne 30/1 Polyester/ Pamuk	
Ne 30/1 Polyester/ Viskon	

Çizelge 1.2. Üretilen örme kumaşın arka yüzünde kullanılan Ne 20/1 vorteks ipliklerin mikroskobik görüntüleri

İplik Adı	**İpliğin mikroskobik görüntüsü(40 X)**
Ne 20/1 Bambu	
Ne 20/1 Modal	
Ne 20/1 Tencel	
Ne 20/1 Viskon	

Çizelge 1.2. (Devamı)

Ne 20/1 Pamuk	
Ne 20/1 Modal	
Ne 20/1 Modal/ Pamuk	
Ne 20/1 Polyester/ Pamuk	
Ne 20/1 Polyester/ Viskon	

Bambu lifi: bambu hamurunun hidroliz-alkalizasyon ve çok fazlı ağartma işlemleri sonucu bambu bitkisinin gövdesinin ve yapraklarının inceltilmesi ve arıtılması ile oluşan bir üründür. Viskona benzer özellikler taşısa da viskondan daha doğal ve farklı özellikleri vardır. Viskon ile karsılaştırıldığında amorf bölge oranının daha yüksek olduğu ve dolayısıyla daha fazla nem çektiği ifade edilmektedir. Kalite olarak da tencel ayarındadır. Kumaşlarda ipek ve kaşmir tuşesi vermesi ve kolay boyanabilirliği, suyu ve boyayı çabuk emme özelliğinden dolayı merserizasyon gerektirmemesi özelliklerinden bir kaçıdır. ISO 1400 Normlarına uygun olarak üretilmekte olup üretim sırasında kimyevi madde kullanılmamaktadır. Bünyesindeki "Bambu kun" isimli anti bakteri maddesi içeriğinden dolayı doğal anti bakteriyel özelliklidir. Bu özelliğini birçok defa yıkandıktan sonra bile korumaktadır. Doğal anti bakteriyel olma özelliği nedeniyle deride alerjik oluşumlara yol açmaz. Yüksek elastikiyete sahiptir. Bambu lifinin enine kesitinde çok miktarda mikro boşluk ve çukurların yer almasından dolayı (paralel olmayan mikro-yapıdan dolayı) yüksek seviyede nem tutma özelliğine ve hava geçirgenliğine sahiptir. Genel olarak özellikleri doğal anti-bakteriyeldir, çok hafiftir, serinlik ve yumuşaklık hissini verir, vücutta oluşan teri anında emer, kaşmir ve ipek tuşesine en yakın liftir, boyayı çok iyi emme özelliğinin yanı sıra parlaklık görünümü nedeniyle merserizasyon gerektirmez. Ultra -viyole ışıkları kırar (Okur, 2006). Çalışma kapsamında Çizelge 1.1 ve 1.2'de mikroskobik görüntüsü verilen % 100 bambu lifinden üretilen vorteks ipliği alt iplik olarak kullanılmıştır. Bu lifin seçilme nedeni lifin doğal yapısından gelen yüksek geçirgenlik ve anti bakteriyellik özellikleridir.

Modal lifi: rayonların ıslak durumda yaş mukavemetlerini ve yüksek elastikiyetlerini arttırmak için bulunmuşlardır. Bu nedenle bu liflerden yapılmış ürünler ıslandığında viskoza göre daha az nem çeker. Bilindiği gibi amorf bölgelerin daha fazla olması durumunda lif daha fazla boya çekmektedir. Hâlbuki modal lifler, daha fazla kristalin bölgesine sahip olmasına rağmen viskona göre daha fazla boya çekmektedirler. Bunun sebebi, üretim işlemi esnasında kristalinler arasında ince kanalların oluşmasıdır. Konfor ve estetiğin, parlaklık ve doğallığın arandığı tekstil ürünlerinde tercih edilmektedir (Günaydın 2009). Çalışma kapsamında Çizelge 1.1 ve 1.2'de mikroskobik görüntüsü verilen % 100 modal lifinden üretilen vorteks ipliği

alt iplik olarak kullanılmıştır. Bu lifin seçilme nedeni lifin doğal yapısından gelen yüksek kristalinite ve emicilik özellikleridir.

Tencel lifi: Avusturyalı Lenzing firması tarafından geliştirilen lyocell lifinin ticari markasıdır. Lifin elde edilişinde kullanılan hammadde ve proses nedeniyle maliyeti çok düşüktür. Ekolojik ve çevre dostudur. Bunların yanı sıra pamuk moleküllerine benzer yapıda olması, pamuktan daha mukavim olması (polyestere yakın), yüksek emici özelliği (viskon ve modala göre), parlak görünümü ve tutumu (tuşesi) diğer en önemli avantajlarıdır. Yaş mukavemetlerindeki düşüş, viskoz ve modala göre daha düşüktür. Bu özellik yaş terbiyede kolaylık; yıkamada az çekmezlik sağlar. Yüksek şişme ve yüksek parça özellikleri, bu liflerden yapılmış kumaşlara özel bir tutum ve görünüm sağlar. İlk üretilenlerinde yüksek fibrilasyon görülmüştür. Yapılan iyileştirme çalışmaları ve geliştirmelerle bu dezavantaj önemli ölçüde giderilmiş; kullanım amacına uygun olarak fibrilleşme özelliği olan veya olmayan alternatifli türleri üretilmiştir. Fibrilasyon, lifin mikrolife çevrilmiş halidir. Kumaş yüzeyindeki mikrolifler, şeftali yüzeyindeki tüy görünümündedir ve ten ile temasında da bu hissi vermektedir. Bu yüzey, birçok yıkamadan sonra görünümünü korur. Diğer taraftan lifin bu fibrilleşme eğilimi, mamul üst yüzeyinde çok değişik modifikasyonlar yapılmasına olanak sağlamaktadır. Yıkamaya dayanıklı kir iticilik ile yıkamaya dayanıklı güç tutuşurluk bitim işlemleri tencel liflere fonksiyonel özellik kazandırmaktadır. Kesikli liflerdir. Kesitleri yuvarlak ve ovale yakındır. Yumuşak ve doğal parlaklıkları vardır. Yün benzeri özellik kazandırılabilir. Fiziksel olarak yüne benzerler. Tüm liflerle karışım yapılabilirler. Doğada çürüme özellikleri vardır. Yapısı oldukça düzgündür. Bu düzgünlük lif üzerinde bakterilerin yerleşmesine engel olur. Bu özellik sayesinde, bu liften üretilmiş kumaşlar antialerjik özellik sergilemektedir (Günaydın 2009). Özgül ağırlığı 1.56 g/cm^3 olan lifin kuru mukavemeti 4.8-5.0 g/denye iken yaş mukavemeti 4.2 ile 4.6 g/denye arasında değişmektedir (Kadolph ve Langford, 2002). Çalışma kapsamında Çizelge 1.1'de mikroskobik görüntüsü verilen % 100 tencel lifinden üretilen vorteks ipliği alt iplik olarak kullanılmıştır. Bu lifin seçilme nedeni lifin doğal yapısından gelen çekmezlik, mukavemet ve antialerjik özellikleridir.

Viskon lifi: çok parlaktır. Mat istenirse çözeltisi içine TiO_2 atılır. Esas rengi saman sarısıdır, ağartıldıktan sonra gümüş beyazı olur. Uzun süre güneş altında durursa mukavemeti düşer ama rengi solmaz. Asitlere dayanıksız; bazlara dayanıklıdır. Peroksitlerle ağartılır. Düz, yumuşak, pürüzsüz, ipek tutumundadır. Böcek ve mikroorganizmalara dayanıklıdır. Tek dezavantajı amorf bölgeleri fazla olduğu (ancak %30-40'ı kristalin bölgedir) için fazla su emer ve mukavemeti düşer. İçine en fazla nem alan kimyasal liftir, kurutulduktan sonra kendi özelliğine döner, iyi boya alır, alerjik değildir, ucuzdur, doğal liflere en yakın liftir, stapel halinde çok kullanılır ve sıcak tutar. 1,3 ile 2,5 dtex lif inceliğinde üretilir (Günaydın 2009). Çalışma kapsamında Çizelge 1.1 ve 1.2'de mikroskobik görüntüsü verilen % 100 viskon lifinden üretilen vorteks ipliği alt iplik olarak kullanılmıştır. Bu lifin seçilme nedenleri lifin doğal yapısından gelen yumuşaklığı ve yüksek hava geçirgenlik özellikleridir.

Pamuk lifi: tarih boyunca tüm dünyada en çok kullanılan lif olmuştur. Pamuk lifi, mukavemet açısından yün ve ipek arasında yer alır. Orta derecede mukavemetli bir lif olduğu söylenebilir. Pamuğun kopma dayanımı yaş haldeyken bir miktar artmaktadır. Bunun nedeni, suyun etkisiyle lifin içerisindeki iç gerilimin azalmasıdır. % 5-10 arasında değişen kopma uzamasına sahiptir. Elastikliği % 45 civarındadır ve düşük sayılabilir. Yapısında düzgün şekilde yerleşmiş olan mikrofibriller sayesinde kristalinite oranı % 66'ya ulaşmaktadır. Gerek parlaklığın gerek mukavemet artışının sağlanması amacıyla merserizasyon işlemi uygulanmaktadır. Kimyasal olarak asitlerden etkilenir. Genellikle alkalilere karşı dayanıklıdır. Yüksek sıcaklıktan etkilenir. Işığa karşı oksijensiz ortamda dayanıklıdır. Ancak genel olarak pamuklu kumaşlar yumuşaklık, nem emicilik, hava geçirgenliği gibi özellikleri sayesinde son derece rahattır. Islak halde artan lif mukavemeti sayesinde pamuklu kumaşlar çeşitli yaş terbiye işlemleri ve bakım işlemlerinden geçirilerek istenen özellikler verilebilmektedir. Su iticilik, leke iticilik, güç tutuşurluk, çekmezlik gibi özellikleri pamuk kolayca kabul eder (Dayıoğlu ve Karakaş, 2007). Çalışma kapsamında Çizelge 1.1 ve 1.2'de mikroskobik görüntüsü verilen % 100 pamuk lifinden üretilen vorteks ipliği alt iplik olarak kullanılmıştır. Bu

lifin seçilme nedenleri lifin doğal yapısından gelen yumuşaklık ve nem emicilik özellikleridir.

Polyester lifi: dünyada çok önemli bir liftir. İlk önceleri pek kullanılmasa da zamanla kullanımı yaygınlaşmış ve daha da geliştirilmiştir. Polyester son kullanıma bağlı olarak istenilen çap ve uzunlukta olabilir. Mukavemetleri kullanım amacına göre değişkenlik gösterse de ıslak ve kuru mukavemetleri aynıdır (4-5 g/denye). Yoğunluğu 1.38 g/cm³ olan polyesterin nem emilimi % 0,4'tür. Dolayısıyla nemin mukavemete etkisi çok azdır. Pamuğa benzer şekilde yüksek derecede kılcal ıslanma özelliğine sahiptir. Bu sayede vücuttan teri dışarıya taşıyabilen ürünlerde kullanılabilir. Isı ile fikse edilebilir. Güçlü alkalilere karşı dayanıksızken kuvvetli asitlere karşı oda sıcaklığında dayanıklıdır. Organik çözücülere karşı dirençlidir. Direk gün ışığı polyesteri zayıflatır. Ancak pencere camı arkasından güneş ışığına karşı dayanımı iyi olduğundan perde yapımında kullanılır. Mukavemetli olması, kolay bakım özelliği göstermesi, hızlı kuruması, çekmezlik ve buruşmazlık özellikleri bu lifin tercih edilmesinin nedenleridir (Dayıoğlu ve Karakaş, 2007). Çalışma kapsamında Çizelge 1.1 ve 1.2'de mikroskobik görüntüsü verilen % 100 polyester lifinden üretilen vorteks ipliği alt iplik olarak kullanılmıştır. Bu lifin seçilme nedeni lifin doğal yapısından gelen yüksek geçirgenlik özelliğidir.

Karışımlar ise karışımdaki ipliklerin performanslarının karışım sonucu nasıl etkilediğini saptamak amacıyla kullanılmıştır. Liflerin çoğu özelliği genel olarak bilinmektedir ancak iki iplikli örme kumaşta bu lifler alt iplik olarak kullanıldığında üretilecek kumaşın performans özelliklerini nasıl değiştireceğini görmek için bu çalışma yapılmaktadır. Çalışmada kapsamında kullanılan karışım haldeki alt iplikler de Çizelge 1.1 ve 1.2'de sunulmuştur.

1.6. Giysi Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Unsurlar

Giysi seçimini etkileyen faktörler cinsiyet, yaş, sosyal çevre, sosyal yaşantı, mevsim, zevk, moda ve ekonomik güç olarak özetlenebilir. Giysi cinsiyete göre kadın giyimi, erkek giyimi ve çocuk giyimi olarak sınıflandırılırken; çeşit anlamında giyim, iç giyim ve dış giyim olarak ikiye ayrılır. Kullanım yerlerine göre giysi türleri

ise; rahatlığın ön plana çıktığı spor giyim, evde kullanılan günlük giyim, moda akımından etkilenen fantezi giyim ve çalışanların kullandığı iş elbiseleri olarak düşünülebilir.

Giysi seçiminde dikkat edilmesi gereken faktörler giysinin türüne göre değişir. Örnek olarak, çocuk giysilerinin seçiminde, çocukların hareketliliği dikkate alınarak giysilerinin sağlıklı, sık yıkanabilen, terletmeyen ve mevsime uygun, doğal tekstil maddelerinden üretilmiş olanları tercih edilir. Söz konusu iç giyim olduğunda ise direk olarak insan tenine giyildiği için sık sık yıkanabilen, vücudu saran mevsime uygun olarak ince pamuklu ya da yünlü dokumalar kullanılır (MEGEP,2007).

Genel olarak ise giysilerden beklenen özellikler faydalı kullanım ömürleri boyunca görünümlerini kaybetmemeleridir. Bu durumda ürünün boyutsal dayanımının yüksek olması, yıkamaya karşı dayanıklı olması, kolay boncuklanmaması, mukavim olması, kullanım amacını karşılayacak ölçüde esnek olması ve konforlu olması anlamına gelir. Söz konusu yazlık giysiler olduğunda adı geçen özelliklere ilaveten giysinin; kişiyi terletmemesi, kaşındırmaması, hava alması, soğuk hissi vermesi, ısıl iletkenliğinin yüksek olması, hava geçirgenliğinin yüksek olması ve alerjen olmaması gerekir. Kullanıma uygun giysi tasarımı denilince de üretilen giysinin bütün bu özelliklerin de modayla buluşmuş olması yani; vücudu rahat hissettirirken aynı zamanda estetikle de buluşmuş olması anlamına gelir.

Özellikle rahatlık dendiğinde denim kumaşlardan üretilen giysilerin popülerliği yadsınamaz. Bu rahatlık giysinin hemen her sosyal çevrede kabul görmesi, diğer giysilerle uyumu, geç kirlenmesi ve kirini belli etmemesi, çabuk kırışmaması ve uzun ömürlü olmasıdır. Denim giysilerin öne çıkan bu özelliklerini yazlık bir giysinin sahip olması gereken özelliklerle birleştirdiğimizde ortaya örme denim kumaştan üretilen giysilerin çıkacağı düşünülmektedir.

1.7. Örme Kumaştan Üretilen Yazlık Denim Giysilerin Özellikleri

Piyasada karşımıza çıkan denim görünümlü örme kumaşlar ticari bir popülerlikle üretildiğinden ortada henüz bu kumaşların sahip olması gereken özellikleri anlatan bir standart mevcut değildir. Ancak genel olarak üretilen kumaşın

bayanlara yönelik örme kumaş olması, elastik bir yapısının olması nedeniyle örme denim giysiler ayrı bir standartta değerlendirilmelidir.

Dolayısıyla tez kapsamında üretilen kumaşlar TS 10986 "Spor giyeceklerinde kullanılan kumaşlar-Kadın ve kız çocukları için -Örülmüş" ve TS 11266 " Etek, elbise, bluz ve pantolon kumaşları-kadın ve kız çocukları için-Örülmüş" standartları ve TS-2791 "Tekstil- Pamuklu blucin (Denim) kumaş" standardı sentez edilerek değerlendirilmiştir.

Söz konusu standartlar ışığında birim ağırlığı 271g/m² olan kumaşlar hafif kumaşlar olarak adlandırılır. Bu tarz kumaşların patlama mukavemeti en az 222 N, boyutsal değişimi en ve boy yönünde en fazla % 3 olmalıdır. Standartlara ilave olarak literatürden kumaşlardaki esnekliğin enine yönde dizde % 12-14, dirsekte % 15-22 ve kalçada % 4-6 olması gerektiği ve boyuna yönde dizde % 35-45, dirsekte % 35-40 ve kalçada % 27-35 olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (Özdil, 2003). Şüphesiz boncuklanma en alt seviyede olmalıdır. Yazlık kumaşların hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, ısıl soğurganlığı ve ısıl iletkenliği yüksek olmalıdır.

Tez kapsamında üretilmiş kumaşların öncelikle beklenen özellikleri karşılaması hedeflenmektedir. Ancak çalışmada optimum özellikler hedeflendiğinden 18 farklı kumaş maliyet unsuru da ilave edilerek kıyaslanacak ve amaca en uygun kumaş tasarımı ortaya çıkacaktır.

1.8. Tez Kapsamında Yapılan Ön Çalışmalar

Tez çalışmasında kullanılan kumaşların üretiminden önce söz konusu çalışmada kullanılacak kumaş tipi, hammadde cinsi ve kullanılacak ipliğin numarasına karar vermek amacıyla ön çalışmalar yapılmıştır. Söz konusu çalışma Fesa Studio A.Ş. iplik işletmesinde tamamlanmıştır. İşletmede birbirinden lif içeriği, iplik numarası ve desen olarak farklı dokuz adet kumaş üretilmiştir. Üretilen kumaşlar öncelikli olarak dokuma denim kumaşa benzerlikleri açısından kıyaslanmıştır. Daha sonra kumaşlar yapıları bakımından değerlendirilmiş ve desen tipine karar verilmiştir. Daha sonra kumaşlara ısıl konfor özelliği bakımından yol

göstermesi amacıyla hava geçirgenliği ve fiziksel performans açısından yol göstermesi amacıyla da patlama mukavemeti testi uygulanmıştır. Çizelge 1.3'de kumaş isimleri ve yapısal test sonuçları verilirken Çizelge 1.4'de uygulanan testler ve özellikleri yer almaktadır.

Çizelge 1.3. Ön çalışma kapsamında üretilen numune kumaşlar

Numune no	**Desen türü**	**Üst İplik**	**Alt İplik**	**Pamuk %**	**PES %**	**Elastan %**	**Sıra/ cm**	**Çubuk/ cm**	**Kalınlık (mm)**	**Gramaj gr/m²**
1	Diyagonal iki iplik	30/1 PENYE	30/1 O-E	95	--	5	20	16	0,69	207
2	Tam likra süprem	50/1 PENYE	---	90	--	10	24	16	0,53	128
3	Diyagonal iki iplik	30/1 PENYE	30/1 O-E	93	--	7	20	13	0,93	256
4	Fantezi süprem	50/1 PENYE	---	90	--	10	23	14	0,73	155
5	Düz iki İplik	30/1 PENYE	30/1 O-E	90	--	10	26	15	1,01	330
6	Diyagonal iki iplik	30/1 PENYE	150 DEN PES	65	30	5	26	15	0,66	238
7	Diyagonal iki iplik	30/1 PENYE	150 DEN PES	46	47	7	24	13	0,96	301
8	Şantuklu süprem	30/1 PENYE	---	93	--	7	20	14	0,59	170
9	Diyagonal iki iplik	20/1 PENYE	150 DEN PES	70	25	5	22	13	0,71	252

Çizelge 1.4. Ön çalışma kapsamında üretilen kumaşlara uygulanan testler

Numune no	Hava Geçirgenliği, mm/s	Patlama Mukavemeti, kPa	Kumaş uygunluğu
1	226	185	Atlama iplikleri yüzeyde
2	1072	142	Yapı dokuma denime benzemiyor
3	253	145	Mukavemet düşük
4	836	117	Yapı dokuma denime benzemiyor
5	71	201	Yapı dokuma denime benzemiyor
6	202	297	Uygun
7	289	383	Çok ağır
8	307	118	Yapı dokuma denime benzemiyor
9	274	398	Atlama iplikleri yüzeyde

Örme denim kumaşın deseninin dokuma denim kumaşa benzemesi açısından diyagonal iki iplik örgüsünden yapılmış olması gerekmektedir. Çizelge 1.3 ve Çizelge 1.4'de verilen değerler dikkatlice incelendiğinde kumaş deseni açısından numune 2, 4, 5 ve 8 elenmiştir. Diyagonal iki iplik kumaş üretimi yaparken ipliklerden biri ön yüzde diğeri arka yüzde yer alır. Numune 1 ve 9 üretilirken atlama iplikleri yüzeyde yer almıştır. Bu iplikler yüzeyde olduğunda da görünüm dokuma denim kumaşa benzemektedir ancak uzun süreli kullanıma bu yapı uygun bulunmadığından bu numuneler de elenmiştir. 7 numaralı numune dokuma denim kumaşlar içinde ağır sınıfında yer aldığından yaz mevsimi için uygun bulunmamıştır. 3 numaralı numunenin de mukavemeti oldukça düşüktür. Bu nedenle çalışmada diyagonal iki iplik, hafif gramajlı, hava geçirgenliği ve patlama mukavemeti yüksek olan 6 numaralı numune temel alınmış, numuneler bu kumaşın yapısına benzer niteliklerde üretilmeye çalışılmıştır.

1.9. Çalışmanın Önemi, Amacı ve Kapsamı

Yuvarlak örme kumaşlar üreticiler ve tüketiciler nezdinde oldukça popüler bir kumaş türüdür. Örmenin ilmekli yapısı vücudun şekline kolayca uyum sağlayabildiğinden rahatlığın ön planda tutulduğu giysilerin üretiminde sıkça kullanılır. Üretim esnasında elastanın da eklenmesiyle esnekliği ve boyutsal dayanımı yüksek bir kumaş elde etmek mümkün olmaktadır. Yuvarlak örme

makineleri yatak sayılarına, genişliklerine, inceliklerine vb. göre farklı kumaşlar üretebilmektedir. İki iplikli diğer adıyla astarlı kumaşlar da yuvarlak örme süprem makinesinde çift yollu çeliklerle üretilen bir kumaş türüdür. Üretilen kumaşlar süprem kumaşlara nazaran daha kalın kumaşlardır. Genellikle spor giysilik üretiminde kullanılırlar. Altta ve üstte ayrı iplik çeşitleri kullanılabildiğinden gerek desenlendirme gerekse iplik özelliklerini ve numaralarını değiştirerek birbirinden oldukça farklı kumaşlar üretmek mümkün olmaktadır.

Tekstil sektöründe üretilen ürünlerde kalite, fiyat, amaca uygunluk gibi önemli parametreler dikkate alınsa da üretimi etkileyen unsurlardan birinin de moda olduğu gerçeği yadsınamaz. Moda bazen desen, bazen renk, bazen iplik ve bazen de modeldir. Üretilen ürün her ne kadar kaliteli olsa da modaya uygun değilse piyasada kolaylıkla yer bulamaz. Bugün markası kabul görmüş firmalar dahi modayı takip etmek ve bu ürünleri kaliteden ödün vermeden üretmek zorunda kalmaktadır. Üretici cephesinde rekabet gün geçtikçe arttığından firmalar, ayakta kalabilmek için piyasaya sürekli farklı ürünler sunmaktadır. Son günlerde sıklıkla piyasada görülen giysi çeşitlerinden biri de görünüm olarak dokuma denim kumaşa benzeyen ancak üretiminin dokunarak değil örülerek yapıldığı elastanlı, denim görünümlü örme kumaştan üretilen giysilerdir. Bu giysilerden en popüler olanı özellikle bayan ve çocuklara yönelik uzun taytlardır (Şekil 1.1). Buna ilave olarak ticari bir firmanın üretmiş olduğu giysilerden bazıları Şekil 1.2'de sunulmaktadır. Fotoğraflarda da görüldüğü üzere örme denim kumaş görüntü anlamında dokuma denim kumaşa oldukça fazla benzemektedir. İlave olarak örme denim kumaş üretilirken dokuma denim kumaştan farklı olarak tene doğrudan temas eden ham iplik oldukça yoğundur. Bu nedenle bu ipliğin anti bakteriyel, hava geçirgen, anti alerjik, yumuşak ve pürüzsüz olması giyim esnasında örme denim kumaştan üretilmiş ürünleri avantajlı konuma getirir.

Özetle bu çalışmanın doktora çalışması olarak bilinen bir yöntemi başka bir alana uygulayarak özgün niteliği sağladığı düşünülmüştür. Bu yöntemlerden ilki dokuma denim kumaş üretiminde kullanılan halat boyama yöntemi ile indigo olarak boyanmış ipliğin örme makinesinde kullanılabilir olmasıdır. Alt ipliklerin rejenere ve vorteks olması da çalışmanın diğer özgün yönleridir. Ayrıca çalışma kapsamında

üretilen kumaşların performans özelliklerinin incelenmesiyle ve maliyetlerinin hesaplanmasıyla literatürdeki boşluk doldurulacaktır. Buna ilaveten çalışmada birbirinden farklı 18 kumaş üretildiğinden tüm kumaşların performansları ve maliyetleri kullanılarak yazlık kullanım için en uygun kumaş çeşidi optimizasyon yapılarak bulunmuştur. Son olarak çalışma kapsamında üretilen iki iplikli örme kumaşlardan hareketle bir maliyet hesaplayıcı arayüzü yazılmıştır.

Çalışmada üretilen kumaşların üst iplikleri Ne 30/1, ring, halat indigo boyalı ve % 100 pamuk iken alt iplikleri Ne 30/1 ve Ne 20/1, vorteks, boyanmamış, pamuk, polyester, modal, bambu, tensel, viskon, 65/35 modal/pamuk, 65/35 polyester-pamuk, 65/35 polyester- viskon olarak seçilmiştir. Kumaşların üst iplikleri aynıdır ve alt iplikleri de aynı işletmede aynı şartlarda üretilmiştir. Tüm kumaşlar aynı makinede (Mayer-Cie, 32 pus, E-22, tek yataklı yuvarlak örme makinesi) aynı ilmek iplik uzunluklarında üretilmiştir. Üretilen tüm kumaşlar aynı terbiye işletmesinde aynı şartlarda ön fikse, soğuk yıkama ve sanfor işlemlerine tabi tutulmuştur. Üretilen ipliklerin (kalite testleri), ve kumaşların ısıl özellikler dışında kalan tüm testleri (kalınlık, gramaj, ilmek yoğunluğu, hava geçirgenliği, boncuklanma, boyutsal dayanım, patlama mukavemeti, su buharı geçirgenliği, tekrarlı yıkama ve esneklik) Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliğinin kondüsyonlanmış laboratuarında yapılmıştır. Test sonuçlarının analizinde Excel ve SPSS 17. paket programı, optimizasyonunda Design Expert 8.0 paket programı kullanılırken, maliyet programı DELPHI 7 yazılım programından yararlanılarak yapılmıştır. Sonuçların yorumlanmasında kullanılan programlardan, çizilen grafiklerden ve literatürden destek alınmıştır. Söz konusu çalışmanın detaylı anlatımı için çalışmada yer alan ana bölümler ve içerikleri aşağıda kısaca özetlenmiştir:

Tez çalışmasının "Önceki Çalışmalar" başlıklı 2.bölümünde konuyla ilgili olan tüm literatür incelenmiştir. Literatür, geleneksel yöntemle üretilmiş dokuma denim pantolonun özellikleri, indigo boyalı pamuk ipliğinden örülmüş denim görünümlü kumaşlar ile ilgili çalışmalar, örme kumaşların performansları ile ilgili çalışmalar ve lif içeriği ile ilgili çalışmalar olarak gruplandırılmıştır. Bu bölümde ayrıca tez çalışmasının literatürde dolduracağı boşluk da anlatılmaktadır.

"Materyal ve Metod" başlıklı 3.bölümde tez çalışmasında kullanılan hammaddelerin özellikleri ve kalite değerleri, kumaş üretiminde kullanılan makine özellikleri ve üretim parametreleri, kumaşa uygulanan terbiye işlemleri anlatılmıştır. Ayrıca üretilen kumaşa tez kapsamında uygulanan standart test yöntemleri ve cihazları özetlenmiştir. Bunun yanı sıra tez kapsamında kullanılacak olan analiz yöntemlerinden ve kullanılacak paket yöntemlerden bahsedilmiştir.

Çalışmanın 4. bölümü "Bulgular ve Tartışma" olarak verilen bölümdür. Bu bölümde kumaşların üretiminde kullanılan lif ve ipliklerin kalite testleri kıyaslanmıştır. Mamul kumaş ısıl konfor ve fiziksel performans başlıkları altında değerlendirilmiştir. Bu amaçla yapılan tüm testler ve testlerin uygulanma nedenleri detaylı olarak anlatılmış ve her bir teste ait sonuç grafiksel ve istatistiksel olarak incelenmiştir. Üretilen her bir kumaş için birim maliyet analizi çıkarılmıştır. Kumaşların performans testleri ve maliyetleri bir araya koyularak optimizasyon yapılmıştır. Ayrıca bu bölümde maliyet hesaplayıcı ara yüzü detaylı olarak anlatılmıştır. Bu bölümün sonunda örme dersi almış 60 adet tekstil mühendisliği bölümü öğrencisine anket düzenlenmiştir. Anketin birinci bölümünde öğrencilerin denim giysileri ne sıklıkla ve ne sebeple kullandıkları araştırılırken ikinci bölümünde üretilen örme denim kumaşlar dağıtılarak öğrencilerin bu kumaşlar hakkındaki fikirleri detaylı olarak araştırılmıştır. Anket sonuçları yine istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Söz konusu anketin amacı üretilen kumaşlardan görsel açıdan hangi kumaşın daha çok geleneksel denimi çağrıştırdığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Önceki bölümlerden elde edilmiş tüm sonuçlar 5.bölüm olan "Sonuçlar ve Öneriler" kısmında karşılaştırılarak bulgulardan çıkarılan anlamlı sonuçlar anlatılmıştır. Ayrıca bu bölüm sonunda daha sonra üretilebilecek kumaş çeşitleri, uygulanabilecek testler ve programlar konusunda sonraki çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Çalışma kapsamında geliştirilen hesaplayıcıya ait ara yüz ise "Ekler" kısmında verilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde tez kapsamına uygun olarak literatürde yer alan çalışmalar incelenmiştir. Tezin ana fikri indigo boyalı ve denim görünümlü örgü kumaşlar olduğundan literatür araştırması bu yönde yapılmıştır. Ancak yapılan araştırmalar sonucu konuyla ilgili patentlere erişilmiş ancak akademik ve sistematik çalışmalara rastlanmamıştır. Bu nedenle önceki çalışmalar verilirken öncelikle geleneksel yöntemle üretilmiş dokuma denim pantolonların özelliklerini, avantajlarını ve ergonomik yapılarını konu alan çalışmalar anlatılmıştır. Daha sonra indigo boyalı-örgü denim kumaşların üretilmesine ışık tutmuş patentler ve araştırmalara yer verilmiştir. Son başlık altında ise tez kapsamında üretilen kumaşın desen yapısına, lif içeriğine ve tez çalışması kapsamında yapılan testlere uygun akademik çalışmalar sunulmuştur.

2.1. Geleneksel Yöntemle Üretilmiş Dokuma Denim Pantolonun Özellikleriyle İlgili Çalışmalar

Çoruh, Vural ve Çoruh, (2011), "Denim pantolonun fiziksel konforunu değerlendirmek için bir ölçek geliştirme çalışması" adlı araştırmalarında, denim pantolonun fiziksel konforunu değerlendirmek amacıyla bir ölçek geliştirilmiştir. Ölçek geliştirme sürecinde, gençlerin günlük yaşamlarında denim pantolon ile ilgili karşılaştıkları problemlere ilişkin görüşleri alınmış, giysi konforu konusunda yapılmış çalışmalar gözden geçirilmiş ve aynı zamanda hazır giyim alanında çalışan uzmanlar ile görüşülmüştür. Elde edilen bilgilere dayalı olarak denim pantolonun fiziksel konforunu ölçmeye yönelik 19 maddeden oluşan bir ölçek hazırlanmıştır.

Erdem ve arkadaşları, (2010), "Denim Pazarında Marka Konumlandırmalarının Karşılaştırılması" adlı çalışmaları kapsamında 287 adet katılımcıya anket düzenlemişlerdir. Bu kişiler bayan, erkek, özel sektör çalışanı, kamu çalışanı, öğrenci, evli, bekâr, ilköğretim-lisansüstü mezunu, 18-46 yaş arası, gelir durumu 1000 TL ve altı ile 5000 TL ve üstü arasındaki tamamen birbirinden farklı kişilerden oluşmaktadır. Araştırmanın nitel bulgularına göre denimin tüketici

zihninde yaptığı çağrışımlar, rahatlık, sportiflik, mavi olması, dayanıklılığı, ütü istememesi, kir göstermemesi, şık ve rahat olması, genç göstermesi, özgürlüğü temsil etmesi, her yerde bulunabilmesi ve uzun ömürlülüğü şeklinde özetlenmiştir.

Çoruh, (2009), "Kot pantolonun ergonomisinin incelenmesi" adlı çalışmasında üniversite öğrencilerine bir anket düzenlemiş ve giysinin ergonomisi araştırmıştır. Anket çalışmasına, 1170 üniversite öğrencisi katılmıştır. Bu öğrencilerin 614'ü kız ve 556'sı erkektir; boyları 160 cm ve altı ile 181cm ve üstü aralığındadır; kiloları ise 50 kg ve altı ile 76 kg ve üstü aralığındadır. Anket, sıkıştırma rahatsızlığı, merdiven çıkma rahatsızlığı, gerilme rahatsızlığı ve arkadan bel açılma rahatsızlığı olarak dört problem incelemektedir. Çalışma sonucunda, kadınlarda, 170 cm ve altında boya sahip olanlarda ve kiloları 60 kg ve altında olanlarda, düşük bel pantolon kullanımının, bel açılma rahatsızlığına neden olduğu bulunmaktadır. Ayrıca çalışmanın bir diğer bulgusuna göre 60kg ile 76kg ve üstü kilodakiler sıkıştırma rahatsızlığı yaşamakta ve bu kişiler yüksek bel pantolon giydikleri takdirde merdiven çıkma ve gerilme rahatsızlığı yaşamaktadır.

Çivitçi ve Çakmak, (2009), "Effects of fabric constructions on pattern design in women trousers" adlı çalışmalarında dokuma kumaş desen yapısının bayan kot pantolon modeline ve kalıp yapısına etkisini araştırmıştır. Bu nedenle lif içerikleri ve elastan oranları birbirinden farklı altı adet dokuma denim kumaş üretmiş ve bu kumaşlardan da altı farklı modelde pantolon diktirmişlerdir. Pantolonlara ait yapısal özellikleri (paça boyu, diz, paça ve bel genişliği) yıkama öncesi ve yıkama sonrasında ölçmüşlerdir. Dikilen pantolonları yirmi dört farklı kişiye giydirmiş ve kişilerin pantolonların esnekliklerini ve elastikliklerini değerlendirilmesini sağlamışlardır. Ayrıca söz konusu pantolonlar alanlarında uzman beş kişilik bir hakem heyeti tarafından da değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda içeriğinde sentetik ve elastan oranı en fazla olan grubun modelden bağımsız olarak yıkamaya daha dayanıklı ve vücutla daha uyumlu olduğuna karar verilmiştir.

Özdil, (2008), "Stretch and bagging properties of denim fabrics containing different rates of elastane" adlı çalışmasında aynı sıklıkta ve farklı elastan oranlarında beş dokuma denim kumaş üretmiş, bu kumaşların esneme ve mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Yazar esneklik ölçümleri için tasarlanmış yapay bir kol

kullanmıştır. Çalışma sonucunda, elastan oranının artmasının kumaşlardaki gerilme ve yırtılma mukavemetini arttırdığı ancak kumaşları sertleştirdiği görülmüştür. Elastan oranının artması kumaşın elastik özelliğini arttırırken kumaşın sarkmasını önlemektedir. Tüketici gözünde esas olan rahatlık olduğunda elastan oranını kumaşın çok fazla sertleşmemesi için optimum seviyede tutmak esastır. Çalışmanın sonucunda ayrıca elastanın halen pahalı olması ve elastanlı dokumanın daha zor olması nedenleriyle elastan oranını çok fazla arttırmamak gerektiğine de karar verilmiştir.

2.2. İndigo Boyalı Pamuk İpliğinden Örülmüş Denim Kumaşlar ile İlgili Çalışmalar

Quinnen, (1984), "Knitted fabric produced from indigo dyed yarn", ismiyle almış olduğu patentle örme makinesine uyumlu bükümde indigo iplik boyayabilecek bir proses geliştirmiştir. Bu proseste indigo boyanacak iplikler üst üste sarılarak halat haline getirilir ve indigo boya teknesine daldırılır. Boya oksitlenir. Boyama işlemi sonrasında halat açılır ve iplikler tek tek açılarak sarılır. Açılmış ve sarılmış iplik örme kumaş yapmak için uygun hale gelir.

Rastogi ve Oswal, (2001), "Process for the preperation of indigo dyed yarn for use in the manufacture of knitted fabric" ismiyle aldığı patentte halat halinde indigo boyadıkları örgü ipliklerini tek tek bobinlere aktarmak için yeni bir proses geliştirmişlerdir. Bu prosese göre iplikler geleneksel halat boyama prosesine göre öncelikle indigo rengine boyanır. Halat halinde boyanmış iplikler ayrıştırılır. Daha sonra eşit sayıda iplikler farklı makaralara demetler halinde alınır. Herbir makaradaki her bir uçtan bir çile yapmak için çile yapıcı aparat kullanılır. Son olarak çile haline getirilmiş iplikler tek tek bobinlenir. Bahsedilen yöntemin avantajı halat boyamada aynı anda boyanmış yaklaşık 4000 adet ipliği gruplayarak bobinleme işlemine olanak vermesidir.

Shin, (2004), "Knitted fabric for producing indigo-dyed cotton denim jeans" ismiyle aldığı patentte indigo boyalı iplikten, yuvarlak örme makinesinde elastan ilavesiyle her mevsim giyilebilir örme denim pantolon üretmiştir. Bu patentin

geliştirilme nedeni bu yöntemle üretilen pantolonların geleneksel yöntemle üretilen pamuklu denim pantolonlara göre daha esnek, daha yumuşak, daha havadar ve daha iyi ısı tutma özelliğine sahip olmasıdır. Geleneksel yöntemle üretilen pamuklu denim pantolonların kumaşında ayrı ayrı atkı çözgü iplikleri olduğundan bu kumaşların tene sürtünmesi deride tahrişlere neden olabilmektedir. Araştırmacı aynı iplikten geleneksel denim kumaşı ve örme denim kumaşı üretmiş ve ürünlere doku yapılarına uygun mukavemet testi, ısıyı tutma performans testi, hava geçirgenliği testi, boncuklanma testi, yıkamaya karşı boyut dayanımı testi, sürtme haslığı testi, güneşe karşı haslık testi ve yıkama haslığı testi uygulamıştır. Sonuçları kıyasladığında örme denim kumaşın mukavemet ve enine çekme testleri dışında geleneksel denim pantolonla benzer özellikler gösterdiği, ayrıca örme denim pantolondaki hava geçirgenliği ve ısı tutma özelliğinin normal denime kıyasla oldukça yüksek olduğu bulunmuştur. Örme denim kumaşın üretim özelliği bakımından da daha yumuşak olması ve elastan ilavesinin pantolonu daha esnek yapması nedenleriyle bu ürünün daha avantajlı olduğu araştırmanın temel sonucudur.

Gokarneshan ve arkadaşları, (2010), "Denim-like effect in knitted fabrics" adlı çalışmalarında öncelikle dokuma denim ve örme denim pantolonların özelliklerini kıyaslamıştır. Araştırmacılar dokuma denimin sert, elastikiyetsiz ve buruşmaya yatkın olduğunu buna karşın örme denimin vücudun hareketlerine olanak sağlayacak esneklikte, yumuşak ve buruşmaya daha dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca yazarlar konfor ve ucuzluk bakımından da örme denimin daha avantajlı olduğu görüşündedir. Dolayısıyla bu çalışmada örme denim üzerinde durulmuş ve desen açısından en uygun yöntem araştırılmıştır. Çalışmada iki iplik kumaşlar, atlamalı çift yüzlü kumaşlar ve süprem kumaşlar kullanılmıştır. Üretilen kumaşlara esneklik, may dönmesi, yumuşaklık, yapısal analiz, kuru temizleme, yıkama, ter ve sürtme haslığı testleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda üç tip kumaşın da haslık değerleri aynı derecede ve iyi çıkmıştır. Atlamalı kumaşın esnekliği diğer kumaşlardan düşüktür. May dönmesine en yatkın kumaş süprem kumaştır. Ayrıca atlamalı ve iki iplik örme kumaşların dokuma denim kumaşa kalınlık ve yapı itibarı ile daha çok benzedikleri bulunmuştur. Çalışmanın ikinci aşamasında bu iki tip kumaşa enzimle yıkama yapılmış ve haslık testleri tekrar

edilmiştir. İki tip kumaşta benzer niteliktedir. Ancak görsel açıdan dimi desenli iki iplik örme kumaşlar örme denim üretmek için tavsiye edilmiştir.

2.3. Örme Kumaşların Performansları ile İlgili Çalışmalar

Shahbaz ve arkadaşları (2002), "Shrinkage control of fleece knit fabrics by some yarn and knitting variables" adlı çalışmalarında iki ve üç iplikli örme kumaşlarda alt ipliğin numarasının, bükümünün ve ilmek uzunluğunun etkilerini incelemiştir. Çalışmadaki bulgular, alt iplik inceldikçe enine ve boyuna çekmenin arttığı, alt iplik ilmek uzunluğu azaldıkça boyuna çekmenin azaldığı; ilmek iplik uzunluğu arttıkça enine çekmenin azaldığı ve büküm faktörünün artmasının ende de boyda da çekme meydana getirdiği şeklindedir.

Candan ve Önal, (2002), "Dimensional, pilling and abrasion properties of weft knits made from open-end and ring spun yarns" adlı çalışmalarında ring ve rotor eğirme prensibiyle üretilmiş pamuk ve karışım iplikleriyle süprem, lakos ve iki-iplik örme kumaşlar üretmişlerdir. Üretmiş oldukları örme kumaşların boyutsal değişimleri, boncuklanma ve aşınma dayanımlarını tekrarlı yıkamalar sonrasında incelemişlerdir. Çalışmanın bulgularına göre boyutsal değişimde yapı ve lif tipi önemli rol oynamaktadır. İki iplik örme kumaşlarda bu değişim alt iplik değişimine bağlıdır. Yıkama sayısının artması boncuklanmayı arttırırken, aşınma dayanımı en az olan örme kumaş tipi lakostur.

Önal ve Candan (2003), "Contribution of fabric characteristics and laundering to shrinkage of weft knitted fabrics" adlı çalışmalarında pamuk ve polyester lifinden, rotor ve ring prensibine göre, çift pike, süprem ve iki iplik desenlerinde, üç farklı sıklıkta örme kumaşlar üretmişlerdir. Kumaşlarda ardışık yıkamanın ve kurutucuda kurutmanın meydana getirdiği boyutsal değişimi incelemişlerdir. İplik tipi ve lif karışımı ile örme kumaşların boyuna yöndeki kısalmaları arasında enine yöndeki kısalmalardan daha fazla ilişki bulunmuştur. Ayrıca yıkama esnasında kullanılan ıslatıcılar ve sıcak su ilmeklerdeki stresin atılmasına yardımcı olur. İki iplik örme kumaşlarda çekmeyi etkileyen faktör alt ipliktir. Bu tarz kumaşlarda askı ilmekleri olmasına rağmen enine yönde daha az kısalma olmasının nedeni alt ipliklerin daha

kalın ve çekmeye daha yatkın olmasıdır. Genel olarak iki iplik örme kumaşlarda kumaş örgü tipi ve sıklığı kumaş kısalmasında alt iplik numarasından ve içeriğinden daha etkilidir.

Bayazıt Marmaralı (2003), "Dimensional and physical properties of cotton/spandex single jersey fabrics" adlı çalışmasında örme kumaşlarda elastomer kullanımının kumaşların boyutsal ve fiziksel özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bu nedenle 3 farklı sıklıkta, elastansız, yarı dolu elastanlı ve tam dolu elastanlı olarak 9 farklı süprem kumaş üretmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, hava geçirgenliği değerleri tam dolu ve sıkı kumaşta en düşükken elastansız ve gevşek kumaşta en yüksektir. Elastansız kumaşlarda ilmek uzunluğunun hava geçirgenliğine etkisi çok net görülürken elastanlı kumaşlarda belirgin değildir ancak yine de istatistiksel olarak anlamlıdır. Çünkü örme kumaşta elastan kullanımı kumaşı zaten sıkılaştırdığından gözenekliliği düşürür ki; bu da hava geçirgenliğinin azalmasına neden olur.

Demirhan ve Meriç, (2005) "Örme kumaş ve giysilerde yıkama ve kurutma sonrası boyut değişimlerinin incelenmesi", adlı çalışmalarında farklı içeriklerde süprem, iki iplik ve üç iplik örme kumaşlara yıkama yapılmıştır. İki iplik ve üç iplik örme kumaşlarda polyester oranı arttıkça boyut değişimi azalmaktadır. Pamuk-modal içerikli iki iplik örme kumaşlardaki çekme pamuk ile benzer özellikler göstermektedir. Çalışma sonucunda yazarlar örme kumaşlarda en ve boy çekmeleri arasındaki fark arttıkça çekme değerinin az olduğu yönde uzamalar meydana geldiğine karar vermişlerdir.

Özcan ve Candan, (2005), "Properties of three-thread fleece fabrics" adlı çalışmada ardışık yıkamanın üç iplik örme kumaşların fiziksel özelliklerine ve çekme davranışına etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan tüm örme kumaşların üst iplikleri Ne 30/1, alt iplikleri Ne 10/1 ve bağlantı iplikleri de Ne 30/1 olarak seçilmiştir. Çalışmada hammaddeler açısından üç farklı grup ve her grup ta beş farklı ilmek uzunluğunda örme kumaşlar kullanılmıştır. Kumaşlara ev tipi ardışık beş yıkama yapılmış ve yıkamaya bağlı olarak kumaşların alan yoğunlukları, patlama mukavemetleri, aşınma-boncuklanma dayanımları ve boyutsal değişimleri test edilmiştir. Çalışmada bildirildiğine göre istatistiksel olarak ilmek iplik uzunluğu,

fiziksel özellikleri ve çekme davranışını önemli biçimde etkiler. Ardışık yıkamalar ise aşınmaya bağlı kütle kaybını azaltmış, boncuklanmayı pek etkilememiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre patlama mukavemetini etkileyen en ayırt edici parametre ise lif içeriğidir.

Wilbik-Halgas ve arkadaşları (2006), "Air and water vapour permeability in double-layered knitted fabrics with different raw materials" adlı çalışmalarında farklı hammaddelerden oluşan 24 adet çift katlı örme kumaşa hava ve su buharı geçirgenliği testleri uygulamış ve test sonuçlarını kumaş kalınlıkları ve gözeneklilik oranlarıyla ilişkilendirmişlerdir. Çalışmada gözeneklilik durumu imaj analizi ile hesaplanmıştır. İstatistiksel veriler kumaş kalınlık ve gözenekliliği ile hava geçirgenliği arasında yüksek bir bağıntı olduğunu ancak su buharı geçirgenliği ile olan ilişkinin ihmal edilebilir düzeyde olduğunu göstermiştir. Örme kumaşın yapısındaki yüksek gözenekliliğin su buharının serbest dolaşmasına izin verdiği bu nedenle kalınlığın etkisinin net olarak gözlemlenemediği sonucuna varılmıştır.

Oğlakçıoğlu ve Marmaralı, (2007), "Thermal comfort properties of some knitted structures" adlı çalışmalarında 20 Tex pamuk ve polyester ring ipliğinden süprem, 1X1 ribana ve interlok örme kumaşlara ısıl konfor testleri uygulamışlardır. Aynı özelliklerdeki pamuk ve polyester örme kumaşlar yakın test sonuçları vermiştir. Süprem kumaşlar düşük ısıl iletkenlik ve ısıl direnç ancak yüksek su buharı geçirgenlik değerlerine sahiptir. Süprem kumaşların ısıl soğurganlık değerleri yüksek olduğundan daha soğuk his uyandırmaktadır. Ayrıca ribana kumaşların ısıl iletkenlikleri interlok kumaşlardan daha düşükken su buharı geçirgenlikleri daha yüksektir. Yazarlar bu sonucu birim alandaki lif miktarıyla ilişkilendirmişlerdir.

Marmaralı ve arkadaşları, (2007), "Elastik iplikli düz örme kumaşların ısıl konfor özellikleri" adlı çalışmalarında Ne 30/1 pamuk ring ipliğinden elastansız, yarı elastanlı ve tam elastanlı olarak üç farklı sıklıkta süprem kumaşlar üretmişlerdir. Üretilen kumaşların ısıl konfor özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre örme kumaştaki elastik iplik miktarı arttıkça ısıl direnç ve ısıl soğurganlık değerleri artarken ısıl iletkenlik ve su buharı geçirgenlik değerleri azalmıştır.

Fan ve Tsang, (2008), "Effect of clothing thermal properties on the thermal comfort sensation during active sports" adlı çalışmalarında polyester içeriği

bakımından beş farklı eşofman tasarlamış ve bu eşofmanları sporculara rastgele beş farklı günde giydirmişlerdir. Sporcuların giysileri spora başlamadan önce ve spordan yarım saat sonra değerlendirmelerini istemişlerdir. Diğer yandan eşofmanların kumaşlarının matematiksel olarak ısıl iletkenlik, su buharı direnci ve giysi içindeki nem toplamının yüzdesi "Manken Walter" isimli bir program yardımıyla ölçülmüştür. Sporcuların değerlendirmeleri ile modelin benzer sonuçlar verdiği sonucuna varılmıştır.

Oh, (2008), "The Measurement of water vapour transfer rate through clothing system with air gap between layers" adlı çalışmasında dış giysiliklerde tabakalar arasındaki hava boşluklarından su buharının geçme hızını araştırmıştır. Bu amaçla yazar sekiz farklı kumaş kullanmıştır. Çalışmada döner platformlu kap metodu kullanılmıştır. Numuneler kaplara farklı kombinasyonlarla önce birer birer daha sonra da üçer üçer araya bilezikler koyularak yerleştirilmiştir. Sonuçlar kıyaslandığında bir günde en fazla suyu pamuklu kumaşların geçirdiği bulunmuştur. Ayrıca üçlü kombinasyonlarda su itici ve nefes alabilen kumaşların sonuçlarda belirleyici olduğu tespit edilmiştir.

Mavruz ve Oğulata, (2009a), "Biyoparlatma Uygulanmış Örme Kumaşlara Tekrarlı (Çoklu) Yıkamaların Etkisinin İncelenmesi" adlı çalışmalarında süprem örme kumaşlara tekrarlı yıkama yapmış ve ardından boyut değişimi, patlama mukavemeti ve boncuklanma testleri uygulamışlardır. Yıkama sayısı arttıkça kumaş relaksasyonu tam olarak sağlandığı için boyut değişiminde azalma ancak boncuklanma dayanımında ve patlama mukavemetinde artma görülmüştür. Ayrıca kumaşlara tekrarlı yıkamalar sonrasında görüntü analizi yapılmış ve numunelerin yüzey görünüşleri ve iplik görüntüleri incelenmiştir. Artan yıkama devirleriyle birlikte kumaş yüzeyinde ve kumaşı oluşturan ipliklerin yüzeylerinde bazı deformasyonlar tespit edilmiştir.

Mavruz ve Oğulata (2009b), "Pamuklu örme kumaşlarda hava geçirgenliğinin incelenmesi ve istatistiksel olarak tahminlenmesi" adlı çalışmalarında üç farklı numarada, üç farklı sıklıkta, süprem, ribana ve interlok yapılarında toplamda 27 adet örme kumaş üretilmiştir. Kumaşların kalınlığı, ilmek uzunluğu, ilmek yoğunluğu ve gramajı analiz edilmiştir. Söz konusu kumaşlara hava geçirgenliği testi uygulanmış

ve örgü kumaşların fiziksel özellikleriyle hava geçirgenliği arasındaki istatistikî ilişki tespit edilerek hava geçirgenliğinin tahmin edilmesine çalışılmıştır. Hava geçirgenliği değerleri süprem yapılarda yüksek iken, ribana ve interlok gibi çift yüzlü kumaşlarda daha azdır. Kumaştaki iplik inceldikçe, ilmek iplik uzunluğu arttıkça ve kumaş sıklığı azaldıkça hava geçirgenliğinde artış meydana gelir. Kumaş kalınlığı arttığında ise havanın gözeneklerden geçişi zorlandığından hava geçirgenliği azalır.

Majumdar ve arkadaşları, (2010), "Thermal properties of knitted fabrics made from cotton and regenerated bamboo cellulosic fibres" adlı çalışmalarında üç farklı numarada, pamuk ve bambu liflerinden dört farklı karışım oranında ring iplikleri üretmiş ve bu ipliklerden süprem, 1X1 ribana ve interlok olarak 27 adet örme kumaş üretmişlerdir. Üretilen kumaşların ısıl konfor özellikleri incelendiğinde bambu oranı arttıkça kumaşlar daha ince ve daha hafif olurken, bu kumaşların ısıl iletkenlikleri azalmıştır. Ayrıca bu kumaşların hava ve su buharı geçirgenlikleri de artmıştır. Üç kumaş tipi arasında süprem kumaşlar minimum ısıl iletkenlik, ısıl direnç ve maksimum su buharı geçirgenliği göstermiştir.

Senthilkumar ve Anbunami, (2011), "Dynamics of elastic knitted fabrics for sports wear" adlı çalışmalarında giysilerin elastik geri dönüşümlerini dinamik olarak ölçmek için elastan eklenmiş örme kumaş ve elastan özlü iplikten örülmüş kumaşın esnekliklerini kıyaslamışlardır. Yazarlar, yuvarlak örme makinesinde örülen kumaşları Instron test aletiyle % 20, % 30, % 40 ve % 50 esnetmiş ve bu durumdaki kumaşların ilmek şekillerini incelemiştir. Elastan eklenmiş örme kumaşların en ve boy yönündeki elastik geri dönüşümleri elastan özlü iplikten örülmüş kumaşlardan daha fazladır. İki tip kumaş arasındaki esneklik farklılıkları istatistiksel olarak da anlamlı biçimde farklıdır. Bu nedenle yazarlar spor giysilik için elastan eklenmiş örme kumaşları önermektedir.

Chidambaram ve arkadaşları, (2011), "The effect of loop length and yarn linear density on the thermal properties of bamboo knitted fabric" adlı çalışmalarında % 100 bambu lifinden Ne 20/1, Ne 25/1 ve Ne 30/1 numaralarında ring iplikleri üretmişlerdir. Bu ipliklerden üç farklı ilmek iplik uzunluğunda süprem kumaşlar örmüşlerdir. Kumaşlara ısıl konfor testleri uygulanmıştır. Yapılan test sonuçları iplik kalınlaştıkça ısıl direnç ve ısıl iletkenliğin arttığını su buharı ve hava geçirgenliğinin

azaldığını göstermektedir. Ayrıca ilmek iplik uzunluğunun artması kumaşın su buharı ve hava geçirgenliğinin azalmasına neden olmuştur.

Bivainyte ve Mikucioniene, (2011), "Investigation on the dynamic water absoption of double-layered weft knitted fabrics", adlı çalışmalarında üç farklı desende çift katlı örgü kumaşlar üretmişlerdir. Ürettikleri kumaşların iç ve dış yüzeylerinde pamuk, polyester, coolmax, bambu, polipropilen ve poliakrilik kullanmışlardır. Kumaşlara dinamik emme testi uygulanmıştır. Dış yüzeyinde bambu ipliği kullanılan kumaşlarda sıvı yayılım hızı pamuklulara nazaran daha yüksektir. Ayrıca pamuk-sentetik kombinasyonlu kumaşlar, bambu-sentetik karışımlı kumaşlardan daha çabuk kururlar. En fazla su emen kumaş tipleri ise dış yüzeyde pamuk veya bambu, iç yüzeyde ise coolmax olan kumaşlardır.

Senthilkumar ve Anbunami, (2011), "Elastic knitted fabrics for tight fit sportswear" adlı çalışmalarında spor giysiler için tercih edilen spandex özlü ipliklerle örülmüş kumaş ve spandex eklenmiş örme kumaşın esneklik ve konfor özelliklerini kıyaslamışlardır. Spandex eklenmiş kumaşların esneklik elastikiyet özellikleri daha iyidir. Spandex özlü kumaşların hava geçirgenlikleri daha fazladır, bu kumaşların su almaları ve kılcal ıslanmaları daha hızlıdır. Buna karşın her iki kumaşın da su buharı geçirgenlik değerleri benzer şekildedir. Yazarlar spandex özlü iplikten örülmüş kumaşların hokey, rugby ve tenis için daha uygun; spandex eklenmiş örgü kumaşların ise cirit, gülle atışı ve doğa sporları için daha uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Matusiak, (2010), "Thermal comfort index as a method of assessing the thermal comfort of textile materials" adlı çalışmasında kişilerin konfor algısında ısıl konforun yerini açıklamış ve ısıl konforu belirlemek kullanılacak testleri irdelemiştir. Çalışmanın amacı, yapılan test sonuçlarını birleştirebilecek bir indeks oluşturmaktır. Bu nedenle yazar, ısıl direnç, ısıl soğurganlık, su buharı direnci ve hava geçirgenliği testleri yapmıştır. Araştırmada ısıl konforu arttıran her özellik ve bu özelliğin minimum değeri veya ısıl konforu azaltan her özellik ve bu özelliğin maksimum değeri dikkate alınarak bir formül çıkarılmıştır. Ayrıca indekse etki eden her faktör de önem sırasına göre irdelenmektedir. Sonuçlar söz konusu teorik formülün doğru tahminler yapabileceğini göstermektedir.

Matusiak ve Sikorski, (2011), "Relative thermal comfort index as a measure of the usefulness of fabrics for winter clothing manufacturing" adlı çalışmalarında kış mevsimi için giysilerin uygunluğunu tespit edebilecek bir indeks geliştirmişlerdir. Bu indeks giysilerin iç ve dış mekana göre ısıl konfor özelliklerini tespit etmeye yöneliktir. Çalışmada ısıl konforu arttıran her özellik ve bu özelliğin minimum değeri veya ısıl konforu azaltan her özellik ve bu özelliğin maksimum değeri dikkate alınarak bir formül çıkarılmıştır. Giysilerin kişiyi rahat ettirebilmesi termogram yardımıyla da ölçülmüş ve indeksin doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilmiştir. Sonuçlar iç mekan için de dış mekan için de indeksin kış mevsimine uygun kumaşların seçilebilmesine yardımcı olabileceğini göstermektedir.

Sülar, Okur ve Beden, (2012), "Deformation properties of knitted fabrics suitable for sportswear" adlı çalışmalarında spor giysilik için uygun on iki adet tayt kumaşı kullanmışlardır. Kumaşların ham maddeleri piyasaya göre seçilmiş, hepsi elastanlı olarak aynı makinede örülmüştür. Çalışmada kumaşların esnemeye maruz kaldıktan sonraki davranışlarını % uzama olarak, mm genişleme olarak ve kalıcı sarkma % olarak farklı üç yöntemle ölçmüş ve kıyaslamışlardır. İlk ölçüm dikey olarak kumaşın belirli bir kuvvetle ardışık biçimde tek yönlü iki defa çekildiği ve kumaşta meydana gelen kalıcı uzamanın test edildiği yöntemdir. İkinci yöntem patlama mukavemeti test cihazında kumaşa ardışık biçimde ve çok yönlü olarak beş defa belirli bir basınç uygulayarak kumaşın şişmesi ve daha sonra kumaşta meydana gelen genişlemenin mm cinsinden ölçüldüğü yöntemdir. Bu yöntemin diz hareketini simüle ettiği düşünülmüştür. Son yöntemde ise yapay bir kol ve dirsek oluşturulmuştur. Numune bu kola takılır ve kol yaklaşık olarak 400 defa hareket ettirilir. Daha sonra kumaşta meydana gelen sarkma ölçülür. Yazarlar kumaşlara üç farklı testi de uygulamış ve sonuçları kıyaslamıştır. Sonuçlar bazı kumaşlar için benzer çıkarken bazıları içinse farklı çıkmıştır. Araştırmacılar üç yöntemin de esnekliği ölçmek için faydalı olduğu ancak birbirlerinin yerine değil, birlikte kullanılmalarının daha iyi olacağını bildirmişlerdir.

Bivainyte ve Mikucioniene, (2012), "Influence of shrinkage on air and water vapour permeability of double-layered weft knitted fabrics" adlı çalışmalarında, tene değen iç yüzeyde iletken ve difüzyon yapabilen, dış yüzeyde ise emici iplikler

kullanarak çift katlı kumaşlar üretmişlerdir. Yazarlar, kumaşın iç yüzeyini ve dış yüzeyini oluşturan iplikleri seçerken sıvı ve buhar formundaki teri ve vücutta oluşan nemi, çevreye yayarak vücuttan uzaklaştırabilecek liflerden olmasına çalışmışlardır. Çalışmanın temel amacı yıkamaya bağlı olan çekmenin lif ve desen çeşidine de bağlı olarak hava ve su buharı geçirgenliğini nasıl değiştirdiğini tespit etmektir. Çalışma sonuçlarına göre hava ve su buharı geçirgenliği hammadde ve kumaş yapısından çok etkilenir ancak aralarında herhangi bir korelasyon yoktur. Yıkama, kumaş gözeneklerini küçülttüğünden ve ilmek yoğunluğunu arttırdığından hava geçirgenliği azalmıştır. Ancak genel olarak hava geçirgenliği en fazla bambu-sentetik kombinasyonlu kumaşlarda olmaktadır.

Prakash, Ramakrishnan ve Koushik, (2013), "A study of the thermal properties of bamboo knitted fabrics" adlı çalışmalarında örme kumaşlarda ilmek iplik uzunluğunun ve iplik numarasının kumaşın ısıl konfor özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Yazarlar örme kumaşlarda iplik kalınlaştıkça ve ilmek iplik uzunluğu azaldıkça hava ve su buharı geçirgenliğinin düştüğünü bildirmiştir. Ayrıca ilmek iplik uzunluğu arttıkça ısıl iletkenliğin ve ısıl direncin yükseldiğini ifade etmişlerdir.

2.4. Lif İçeriği ile İlgili Çalışmalar

Özbağcı, (2008), "Pamuk ve bazı rejenere selüloz esaslı süprem örgü kumaşların fiziksel ve boyutsal özellikleri" isimli yüksek lisans çalışmasında tencel, lyocel, modal ve pamuk içerikli ipliklerden üç farklı sıklık ayarında süprem örme kumaşlar üretmiştir. Ürettiği kumaşlara kuru relakse yaş relakse ve tekrarlı yıkama işlemleri uygulamıştır. İşlemlere bağlı olarak kumaşlarda meydana gelen fiziksel ve boyutsal değişimleri incelemiştir. Yazar tüm kumaşlarda yıkama öncesi ve sonrasında ilmek iplik uzunluğu artarken sıra sıklığının azaldığını ve yıkama işlemleri ile kumaşların sıklaşmasına paralel olarak hava geçirgenliği değerlerinde azalma gözlemlendiğini bildirmiştir. Çalışmanın bulgularına göre bu azalma en fazla pamuk, daha sonra lyocell kumaşlarda görülmüştür. En yüksek hava geçirgenliği değerleri tencel içerikli kumaşlarda elde edilmiştir. En fazla boyut değişimi, modal

kumaşlar hariç yaş relaksasyon ve ilk yıkamadan sonra gerçekleşmiştir. Modal kumaşlardaki bu davranışın modalın sahip olduğu yüksek uzama özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Rejenere selüloz lifler arasında pamuğa en benzer boyutsal değişim özellikleri gösteren, lyocell kumaşlardır.

Okur, (2006), "Bambu lifi ve iplik özelliklerinin diğer lif ve ipliklerin performans özellikleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi" isimli yüksek lisans çalışmasında, fitil olarak tedarik edilen bambu lifinden, ring iplik eğirme sisteminde altı farklı numarada %100 bambu iplikleri üretmiştir. Daha sonra ürettiği bu ipliklerin numara, büküm, düzgünsüzlük, kopma mukavemeti, kopma uzaması ve tüylülük ölçümlerini yapmıştır. Elde edilen sonuçlar, Uster istatistiklerine göre %100 ring viskon iplik parametreleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda yazar, bambu lifi iplik özellikleri ile viskon lifi iplik özelliklerinin büyük ölçüde benzerlik gösterdiğini bildirmiştir. Çalışmanın sonucunda ayrıca bambu lifinin doğal anti bakteriyel özelliği, liflerin mikro yapısından dolayı yüksek miktarda hava geçirgenliği sağlaması ve nefes alabilme özelliği ile bambu lifinin daha kullanışlı olduğu açıklanmıştır.

Kayseri ve arkadaşları, (2010), "Rejenere selüloz liflerinin performans özellikleri" isimli çalışmalarında viscon, lyocel ve modal liflerinden örme kumaşlar üretmişler ve numune kumaşların performans ve termofizyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre viskon içerikli kumaşlar boncuklanmaya daha yatkındır. Modal ve lyocel lifler viskona göre daha mukavemetli olduğundan bu liflerden üretilen kumaşların patlama mukavemetleri de daha yüksek bulunmuştur. Isıl konfor açısından kumaşlar yakın sonuçlar sergilemektedir ancak lyocel içerikli kumaşlar daha serin tutmaktadır. Bu nedenle yaz giysisi olarak kullanılabilir.

Oğlakçıoğlu ve Marmaralı, (2010), "Rejenere selüloz liflerinin kompresyon çoraplarının ısıl konfor özelliklerine etkisi" adlı çalışmalarında varis tedavisinde kullanılmak üzere kompresyon çorapları geliştirmişlerdir. Söz konusu çorapların yaz mevsimine uygun olmasını amaçladıkları için, çorapların ısıl konfor özelliklerini incelemişlerdir. Çorapların üretiminde poliamid, pamuk, viskon, modal, mikromodal, promodal, tencel ve tencel 100 liflerinden üretilmiş iplikler kullanmışlardır. Çalışma

sonucunda yaz mevsimi açısından viskon, modal ve tencel iplikleriyle üretilen çorapların daha konforlu olacağı sonucuna erişilmiştir.

2.5. Tez Çalışmasının Literatürdeki Yeri

Yapılan araştırmalar örme denim kumaş veya denim görünümlü örme kumaş ile ilgili detaylı ve sistematik çalışmaların yeterli sayıda ve istenilen düzeyde olmadığını göstermektedir. Ayrıca incelemeler bu tarz kumaşların üretiminde daha önce rejenere liflerin ve vorteks ipliklerin kullanılmadığını göstermektedir. Halat boyama yöntemiyle indigo boyanmış ipliklerin örme kumaşlarda kullanıldığı çalışmalara ise erişilememiştir.

Tez çalışması kapsamında yapılan anket ve ticari pazarın araştırma sonuçları örme denim kumaşın son günlerde oldukça popüler olduğunu ve bu popülerliğinin de devam edeceği yönündedir. Ancak literatürde halen konuyla ilgili detaylı çalışmalar mevcut değildir. Bunun nedeni kullanılan iplik tipinin çok yeni olmasıdır.

Yapılan bu çalışmanın, ticari olarak kabul görmeye başlamış örme denim kumaşların özelliklerini ayrıntılı olarak incelediği, kullanım amacına en uygun ve en ucuz kumaşı seçtiği için litaratürde var olan boşluğu dolduracağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışma kapsamında geliştirilen maliyet hesaplayıcı ara yüzün sanayicilerin işini oldukça kolaylaştıracağı umulmaktadır. Ticari ve akademik olarak anlamlı ve faydalı olduğu düşünülen bu tez daha sonraki çalışmalara yol gösterir niteliktedir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Çalışmanın temelini örme denim kumaşlar oluşturmaktadır. Denim görüntüsü örme kumaş yüzeyinde diyagonal örgü deseni ile elde edilir. Bu desen dokumadaki denim efektine benzediğinden ve kullanılan iplikte dokuma denim kumaşlarda kullanılan iplik olduğundan bu kumaşlar "örme denim kumaşlar" olarak adlandırılmıştır. Bu tarz kumaşlar çift yüzlü kumaş, astarlı kumaş veya iki iplikli örme kumaş olarak adlandırılmaktadır. Kumaşların dış yüzünde Ne 30/1 indigo boyalı pamuk ring ipliği ve 40 denye elastan ipliği kullanılırken iç yüzünde Ne 30/1 ve Ne 20/1 boyanmamış ve farklı hammaddelerden elde edilmiş vorteks iplikler kullanılmıştır.

Örme denim kumaşlar, birim ağırlığı ve inceliği bakımından dokuma denim kumaşların ağırlıklarına göre kıyaslandığında hafif gramajlı kumaşlar sınıfına girmektedir (TS 2791). Hafif gramajlı denim kumaşlar yaz mevsimi için daha uygun olduğundan çalışma kapsamında üretilen örme denim kumaşlar yaz giysisi olarak düşünülmüştür.

Çalışma kapsamında üretilmiş tüm örme kumaşların ön yüzünde Ne 30/1 indigo boyalı % 100 pamuktan elde edilen ring ipliği kullanılmıştır. Çizelge 3.1'de dış yüzünde kullanılan ipliklerin USTER HVI 900 cihazında test edilen lif özellikleri görülmektedir. Sonuçlar bölümünde yer alan değerler sonuçların uluslararası Uster istatistiklerine göre kıyaslanmasıyla yazılmıştır (www.cottonninc.com, Ocak 2013).

Çizelge 3.1. Ne 30/1, % 100 pamuk, ring, üst ipliğin lif özellikleri

Test edilen elyaf özellikleri	Gösterimi	Değerler	Sonuç
Lif İnceliği	mikroner	4,29 µ/inç	Orta
Uzunluk	ML	28,22mm	Orta
Düzgünsüzlük	Unf.	% 83	Yüksek
Mukavemet	Str.	30 gf/tex	Güçlü
Uzama	El.	% 6,1	Orta
Parlaklık	Rd	74,6	Parlak
Sarılık değeri	+b	8,1	Beyaz

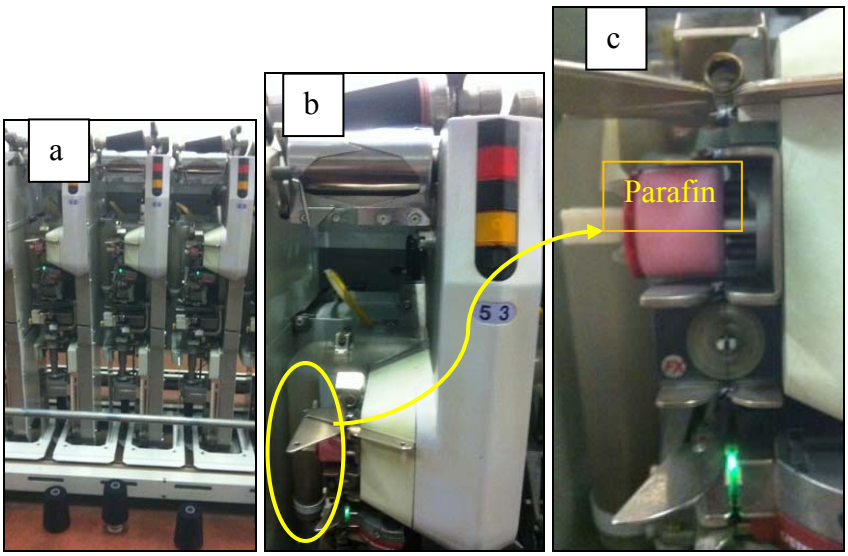
Söz konusu lifler ring iplik eğirme prensibine göre iplik haline getirilmiştir. İpliklere ait kalite testleri Uster Tester 4SX test cihazında yapılmıştır (www.uster.com). Çizelge 3.2'de ise bu ipliklere ait kalite testleri görülmektedir.

Çizelge 3.2. Ne 30/1, % 100 pamuk, ring, üst ipliğinin kalite testleri

Kalite özellikleri	Gösterimi	Değerler
Düzgünsüzlük	Um	% 9,26
Kütlesel değişim katsayısı	CVm	% 11,50
İnce yer	-50 % /km	0,0
Kalın yer	+50 % /km	7,0
Neps sayısı	+200 % /km	36,0
Tüylülük indeksi	H	3,84
Uzama,	El.	% 5,51
Kopma kilometresi	Rkm	22,63
Kopma kuvveti	gf	445,5

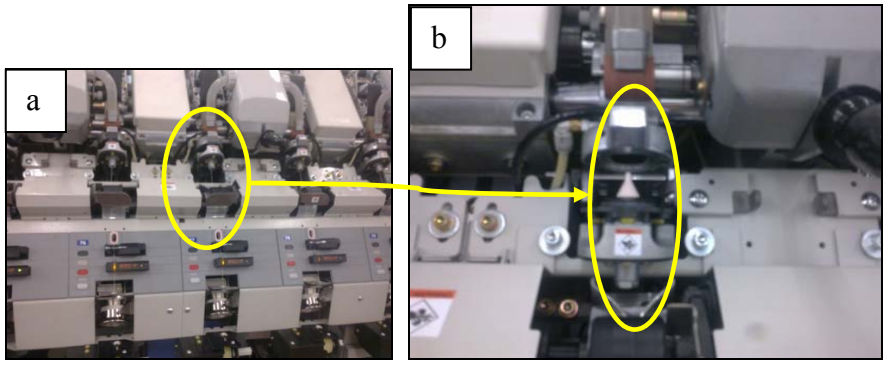
Üretilen Ne 30/1 % 100 pamuk ring iplikleri halat boyama prensibine göre boyanmıştır. Boyama işlemi genel hatlarıyla 15 g/l kükürt boya kullanılarak yapılan bir ön işlem, bunu takip eden bir yıkama, ardından 7 defa indigo teknesine giriş ve oksidasyon, son olarak da yıkama ve kurutma olarak özetlenebilir.

İşletmede üretilen bu tarz ipliklerin genellikle dokuma kumaş üretiminde kullanmaya uygundur, bu yüzden üretilen ipliklerin örgü makinesinde çalışması için bükümleri azaltılmış ve sertlikleri aktarma yapmak suretiyle giderilmiştir. Aktarma işlemi Şekil 3.1.'de görülen Schlafhorst marka bobin makinesinde 500 dev/dak hızla 6/1000 oranında parafin verilerek yapılmıştır.



Şekil 3.1. Aktarma makinesi: a) uzaktan görünüm, b) bobin makinesi, c) parafinleme ünitesi (Selçuk İplik, Gaziantep, 2012)

Üretilen kumaşların iç yüzünde Ne 30/1 ve Ne 20/1 olmak üzere 2 farklı numarada ve 9 farklı hammaddeden ham vorteks iplikler kullanılmıştır. Söz konusu iplikler Gaziantep Selçuk İplik işletmesinde 80 seksiyonlu Şekil 3.2'de görülen Muratta markalı makinede üretilmiştir.



Şekil 3.2. Vorteks iplik üretim makinesi:"a" uzaktan görünüm, "b" yakından tek bir seksiyonun görünümü (Selçuk İplik, Gaziantep, 2012)

İşletmede % 100 olarak pamuk, modal, tencel, bambu, viskon, polyester ve karışım olarak % 65-35 oranlarında polyester-pamuk, modal-pamuk ve polyester-viskon hammaddeleri kullanılmıştır. Çizelge 3.3'de vorteks ipliklerin üretim parametrelerine yer verilmektedir.

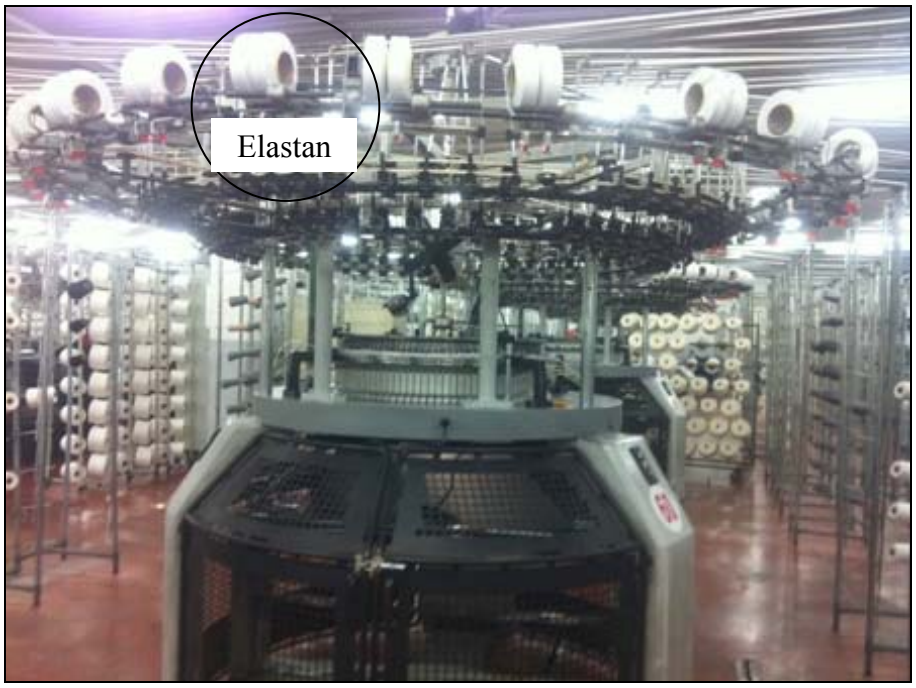
Çizelge 3.3. Vorteks prensibiyle üretilmiş alt ipliklerin üretim parametreleri

	İplik Hammaddesi	Giren Şerit Numarası, (Ne)			Çıkan Şerit Numarası, (Ne)			Dublaj Sayısı			Cer Devri d/dak			Üretim Hızı m/dak
		C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	
Ne 30/1	Tencel	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,18	6	6	8	500	500	500	360
	Bambu	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	6	6	8	500	500	500	370
	Viskon	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	6	6	8	600	600	550	420
	Polyester	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	6	6	6	550	550	550	300
	Modal	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	6	6	8	500	500	500	370
	Pamuk	0,12	0,14	-----	0,14	0,16	----	6	6	----	600	550	-----	380
	Polyester/ Pamuk	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	6	6	8	600	600	550	370
	Modal/ Pamuk	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	6	6	8	600	600	550	370
	Polyester/ Viskon	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	6	6	8	600	600	550	370
Ne 20/1	Tencel	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,18	6	6	8	500	500	500	360
	Bambu	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	6	6	8	500	500	500	360
	Viskon	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	6	6	8	600	600	550	420
	Polyester	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	6	6	6	550	550	550	300
	Modal	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	6	6	8	500	500	500	360
	Pamuk	0,12	0,14	-----	0,14	0,16	----	6	6	----	600	550	-----	360
	Polyester/ Pamuk	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	6	6	8	600	600	550	370
	Modal/ Pamuk	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	6	6	8	600	600	550	360
	Polyester/ Viskon	0,12	0,14	0,16	0,14	0,16	0,17	6	6	8	600	600	550	360

C1: 1 nolu cer, C2: 2 nolu cer ve C3: 3 nolu cer anlamına gelmektedir.

Çizelge 3.3'den anlaşıldığı üzere pamuk dışında tüm lifler 3 pasaj cerden geçmiştir. Kullanılan pamuk penye olduğundan 2 pasaj cer yeterli görülmüştür. Çizelge 4.1'de bu ipliklere ait kalite testleri yer almaktadır.

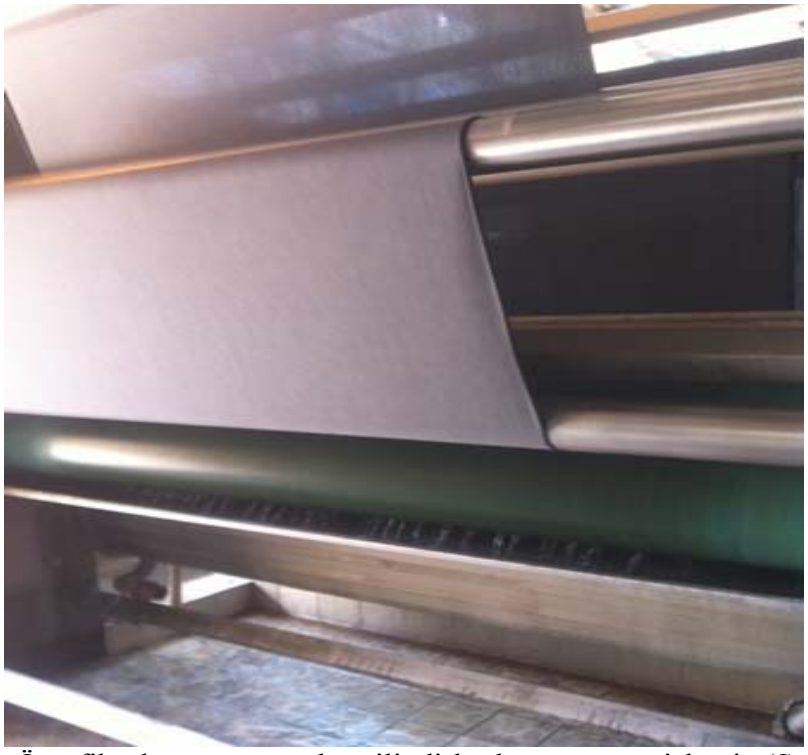
Söz konusu kumaşlar elastanlı olarak örülmüştür. Kullanılan elastan 40 denyedir. Çalışmada kullanılan kumaşlar Şekil 3.3'de gösterilen yuvarlak örme makinesinde tüp formunda üretilmiştir.



Şekil 3.3. Yuvarlak örme makinesi (Selçuk örme, Gaziantep, 2012)

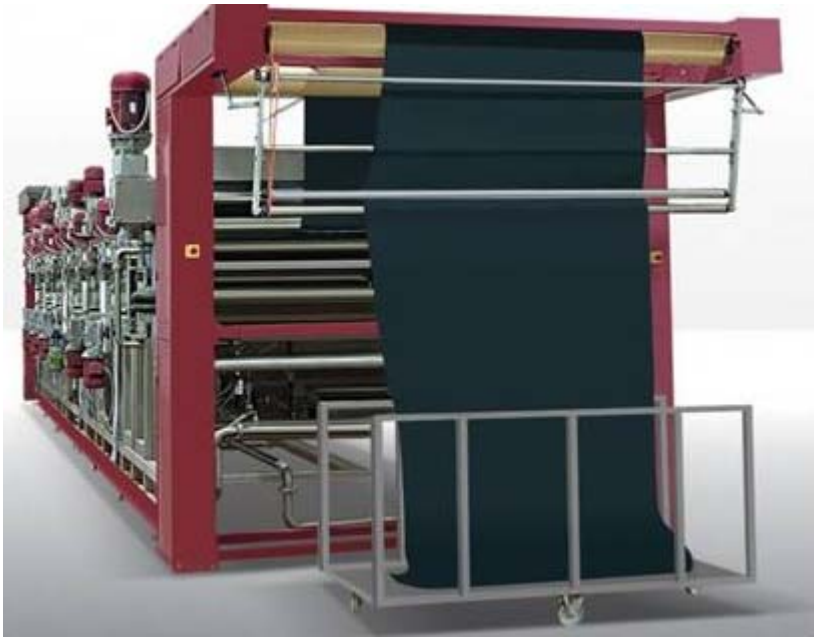
Kullanılan örme makinesinin özellikleri Çizelge 4.29'da ve üretilen kumaşların özellikleri de Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Örme makinesinden çıkan kumaşlar kullanım amacına uygun olarak sırasıyla ön fikse, soğuk yıkama ve sanfor bitim işlemlerinden geçmiştir. Bu bitim işlemleri aynı zaman dilimi içinde aynı işletmede birbirini takip eden işlemler şeklindedir. İşlemlere giren kumaşların uzunluğu ortalama 20 metredir. Numune kumaşlar ilk olarak ön fikse işleminden geçmiştir. Bu işlem öncesinde 30 m uzunluğundaki 8 kamaralı ramın 200 ºC'ye ve 22 m/dak geçiş hızına ayarlanmıştır. Sonrasında kumaşlar 20 ºC ve 7 PH olarak belirlenmiş şebeke suyunda ıslatılır. 30 m boyunca 42 besleme olarak ayarlanmış ramdan geçirilen kumaşların makineden çıkarılmasıyla Şekil 3.4'de fotoğrafı sunulan ön fikse işlemi tamamlanmıştır. Ayrıca fikseleme işlemi sırasında kumaşlara herhangi bir en ayarı yapılmamıştır. Kumaşların doğal yollarla enden çekmelerine izin verilmiştir.



Şekil 3.4. Ön fikseleme sırasında silindirlerden geçme işlemi (Selçuk iplik, Gaziantep, 2012)

Ön fikse işleminin ardından Şekil 3.5'de fotoğrafı sunulan soğuk yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem 40 ºC'de 20 dakika yıkama, boşaltma ve yeni su alma olarak başlamıştır. İşlem 40 ºC'de 15 dakika yıkama, boşaltma ve yeni su alma olarak devam etmiştir. Kumaşlara 50 ºC'de 2 g/l katyonik yumuşatma verdikten sonra 20 dakika yıkama yapılmış ve kumaşlar makineden çıkarılmıştır.



Şekil 3.5. Yıkama makinesi (www.beneks.com)

Numune kumaşlar son olarak sanfor işleminden geçmiştir. Bu işleme ait fotoğraf ise Şekil 3.6'da verilmektedir. Sanfor işlemi sırasında ram öncelikle 200 ºC'ye ve 26 m/dak geçiş hızına ayarlanmış, daha sonra kumaşlar ramdan geçirilmiştir. Son olarak makineden çıkarılan numuneler kesilerek birbirinden ayrılmıştır.



Şekil 3.6. Sanfor makinesi (Selçuk iplik, Gaziantep, 2012)

Çalışmanın sonraki aşamalarında kolaylık sağlaması amacıyla Çizelge 3.4'de numuneler ve bu numunelere ait kodlamalar verilmektedir. Bu kodlardan örneğin DT-30 içindeki "D" denim kelimesine, "T" alt ipliğin tencel olduğuna ve "30" alt iplik numarasının Ne 30/1 olduğuna işaret etmektedir.

Çizelge 3.4. Numune kumaşlar ve kodlamaları

Kumaş	Kod	Üst iplik	Alt iplik
30-20 Kumaşlar	**DB20**	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 20/1 Bambu
	DT20	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 20/1 Tencel
	DM20	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 20/1 Modal
	DV20	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 20/1 Viskon
	DPA20	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 20/1 Pamuk
	DPO20	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 20/1 Polyester
	DPO-PA20	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 20/1 Polyester-Pamuk (%65-35)
	DM-PA20	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 20/1 Modal-Pamuk (%65-35)
	DPO-V20	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 20/1 Polyester-Viskon (%65-35)
30-30 Kumaşlar	**DB30**	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 30/1 Bambu
	DT30	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 30/1 Tencel
	DM30	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 30/1 Modal
	DV30	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 30/1 Viskon
	DPA30	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 30/1 Pamuk
	DPO30	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 30/1 Polyester
	DPO-PA30	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 30/1 Polyester-Pamuk (%65-35)
	DM-PA30	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 30/1 Modal-Pamuk (%65-35)
	DPO-V30	Ne 30/1 İndigo pamuk ipliği	Ne 30/1 Polyester-Viskon (%65-35)

3.2. Metod

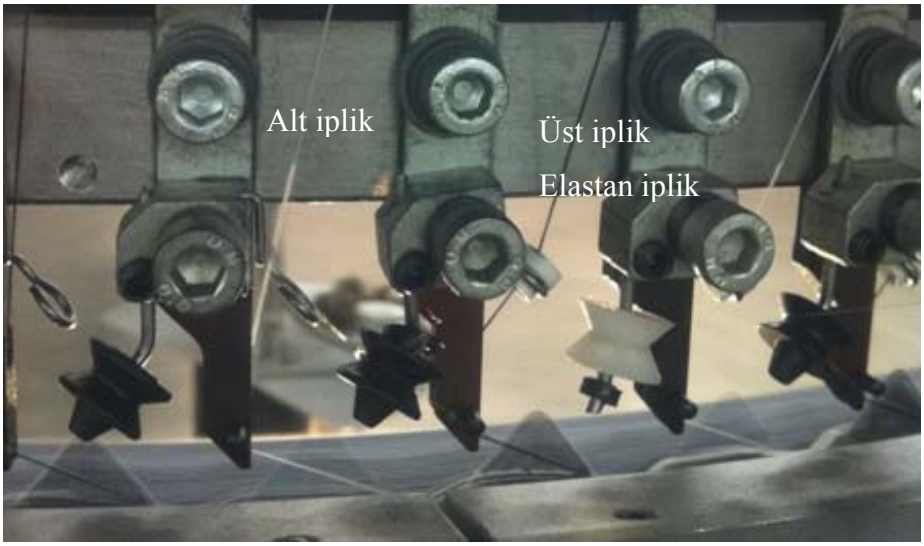
3.2.1. Mamul kumaşın üretilmesi

Kumaşların dış yüzünde görülen diyagonal biçim Şekil 3.7'de gösterildiği üzere iğnelerin yapmış olduğu atlamalarla sağlanmaktadır.



Şekil 3.7. İğne hareketleri (Mayer&Cie Relanit örme makinesi, Selçuk Örme, Gaziantep, 2012)

Kumaşlar dış ve iç yüzünde farklı iplikler kullanılarak üretilmiştir. Şekil 3.8'de lacivert olarak görülen iplikler kumaşın dış yüzünde görülen indigo boyanmış ipliklerken, beyaz olarak görülen iplikler boyanmamış vorteks iplikleridir. Sistemlere sırasıyla indigo ipliği ve vorteks ipliği olarak dizilerek üretim yapılmıştır. Elastan ipliği kumaşa indigo iplikleriyle birlikte verilmiştir. Söz konusu elastanın aynı anda verilebilmesi için çift gözlü mekik kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Dış (üst) ve iç (alt) ipliğin kumaşa katılması (Mayer&Cie Relanit örme makinesi, Selçuk Örme, Gaziantep, 2012)

3.2.2. Mamul Kumaşa Uygulanan Testler

Elde edilen kumaşların teknik özellikleri bitim işlemlerinden sonra değişeceğinden yapısal özellikler ve performans testleri bitim işlemleri sonrasında Çizelge 3.5'de belirtilen standartlara göre tespit edilmiştir. Performans testleri yapılmadan önce kumaşlar ASTM D1776-08 standardına göre 24 saat süre ile şartlandırılmıştır. Kumaşlara uygulanan "ısıl özelliklerin tayini" testi Ege Üniversitesi, Tekstil ve Uygulama Merkezinde yapılırken, bunun dışında kalan tüm testler Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde kondüsyonlanmış laboratuarda yapılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan test fotoğrafları, tez çalışmasının testleri yapılırken çekilmiştir.

Çizelge 3.5. Çalışma kapsamında yapılan testler ve kullanılan standartlar

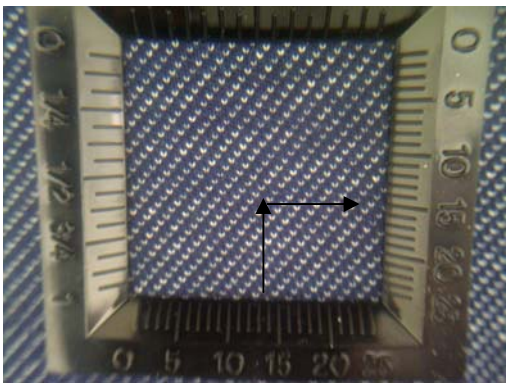
Standart Numarası	Standart Adı
TS EN 14971	Tekstil-Örülmüş kumaşlar-Birim uzunluk ve birim alandaki ilmek sayısının tayini
TS EN 12127	Tekstil-Kumaşlar-Küçük numuneler kullanarak birim alan başına kütlenin tayini
TS 7128 EN ISO 5084	Tekstil-Tekstil ve tekstil mamullerinin kalınlık tayini
TS EN ISO 14970	Tekstil-Örülmüş kumaş-Örme kumaşlarda örgü ilmeği ve iplik doğrusal yoğunluğunun tayini
ASTM D1776-08	Tekstil-Test etmek için ortamın şartlandırılması
TS 391 EN ISO 9237	Tekstil - Kumaşlarda hava geçirgenliğinin tayini
ISO 13938-2:1999	Tekstil- Kumaşlarda patlama mukavemeti-Kısım 2: Patlama mukavemeti ve yüksekliğinin tayini için hava metodu
AATCC 135-2012	Ev tipi yıkama sonrasında kumaşlarda oluşan boyutsal değişiklikler
TS EN ISO 12945 2:2000	Tekstil-Kumaşlarda boncuklanma dayanıklılığı-Martindale metodu
BS EN 14704-1:2005	Kumaşların esneklik tayini testi
HES	Kumaşlarda ısıl özelliklerin tayini
BS 7209:1990	Kumaşlarda su buharı geçirgenliğinin tayini

3.2.2.1. İlmek İplik Uzunluğunun Tayini

İlmek iplik uzunluğunun tayininde TS EN 14970 standardı kullanılmıştır. Makine üzerinde 50 iğne üstü ayarlanan ilmek iplik uzunlukları kumaşın ön ve arka yüzünden ayrı ayrı 50 çubuğun işaretlenmesi ardından işaretlenen bölgeden 10 sıra sökülerek her bir sıranın belirli bir gerilim altında uzunluklarının ölçülmesi ve ortalamalarının alınmasıyla bulunmuştur.

3.2.2.2. İlmek Sıra Sayısı ve Çubuk Sayısı Tayini

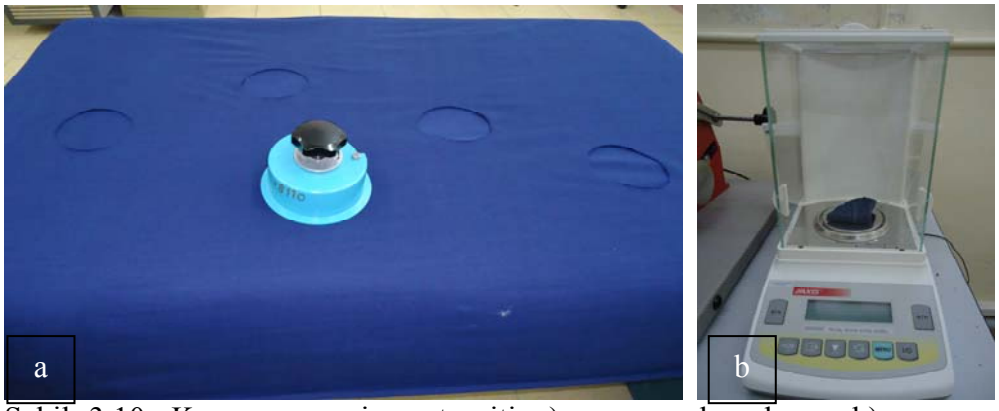
Numunelerin bitim işlemleri tamamlandıktan sonra ilmek sıklık değerlerinin belirlenmesinde "TS EN 14971 Tekstil-Örülmüş Kumaşlar-Birim Uzunluk ve Birim Alandaki İlmek Sayısının Tayini" standardı kullanılmıştır. Bu standarda göre her bir numunenin en ve boy yönünde 1 cm uzunluğa düşen may ve çubuk sayıları 5 farklı bölgeden alınmış ve 5 adet ölçümün ortalaması alınarak hesaplanmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Bir santimetredeki sıra ve çubuk sayısının tayin edilmesi (Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 2012)

3.2.2.3. Kumaş Gramaj Tayini

Numunelerin kumaş gramajları TS EN 12127 standardına göre belirlenmiştir. Her bir kumaş tipinden 100 cm^2'lik 5 adet numune kumaş diyagonal yönde kesilip hassas terazide tartıldıktan sonra 100 ile çarpılmıştır. Bulunan 5 değerin ortalamasının alınmasıyla g/m^2 kumaş gramajı hesaplanmıştır (Şekil3.10).



Şekil 3.10. Kumaş gramajının tespiti a) numune hazırlama, b) numune tartma (Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 2012)

3.2.2.4. Kumaş Kalınlığının Tayini

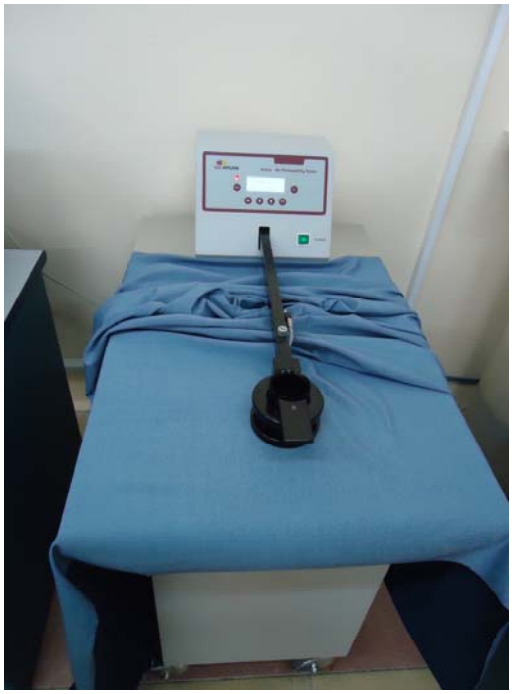
Numunelerin kumaş kalınlıkları TS 7128 EN ISO 5084 standardına göre Schmit marka dijital kalınlık ölçüm cihazı kullanılarak saptanmıştır. Her bir kumaş tipinden diyagonal yönde 5 adet numune alınmış ve kalınlık ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümlerin ortalamalarının hesaplanmasıyla mm cinsinden kumaş kalınlığı belirlenmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Dijital kalınlık ölçüm cihazı (Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 2012)

3.2.2.5. Hava Geçirgenliğinin Tayini

Numunelerin hava geçirgenlikleri TS 391 EN ISO 9237 standardına göre, SDL Atlas dijital hava geçirgenliği test cihazında 20 cm² test başlığı kullanılarak ve teknik kumaşlar için standartta öngörülen 100 Pa basınç farkında ölçülmüş ve sonuçlar mm/s cinsinden verilmiştir. Her bir kumaş tipinden 10 ölçüm yapılmış ve ortalamaları alınmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Dijital hava geçirgenliği test cihazı (Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 2012)

3.2.2.6. Patlama Mukavemeti Tayini

Patlama mukavemeti testi bir tekstil yüzeyine çok yönlü uygulanan basınç sonucunda kumaşın belirli bir noktaya kadar esnemesi ve kopması sonucu tespit edilir. Kumaşa uygulanan basınç için zaman sabit olarak alınırsa bu sabit zaman altında ne kadar basınç uygulandığı ve kumaşın hangi yüksekliğe kadar çıkıp patladığı bu test cihazı kullanılarak tespit edilir. Patlama mukavemeti direk olarak

iplik mukavemetinden, kumaş kalınlığı ve gramajından, örgü yapısından, hammadde cinsinden ve uygulanan bitim işlemlerinden etkilenir (Özdil, 2003).

Numunelerin patlama mukavemeti değerleri ISO 13938-2:1999 standardına göre Şekil 3.13'de gösterilen Truburst test cihazında yapılmıştır. Her bir kumaştan 10 ölçüm yapılmış ve ortalamaları alınmıştır. Kumaşlara ait mukavemet değerleri kpa cinsinden verilmiştir..

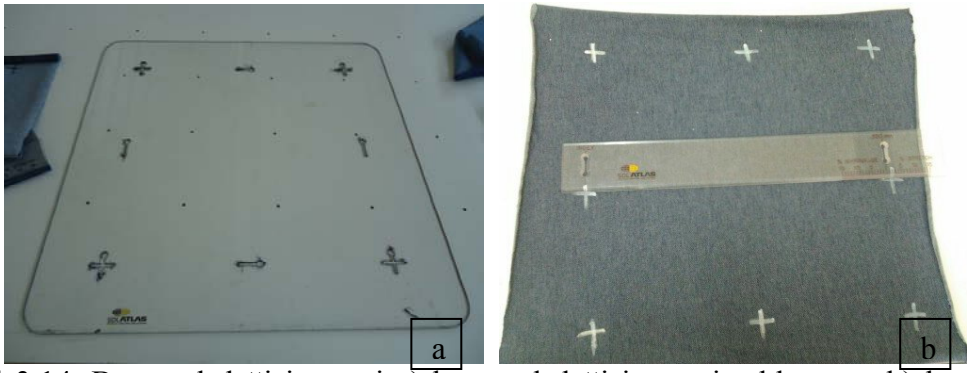
.



Şekil 3.13. Pünomatik patlama mukavemeti test cihazı(Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 2012)

3.2.2.7. Boyutsal Değişim Tayini

Tez çalışması kapsamında üretilen örme kumaşlarda oluşan boyutsal değişim tekrarlı yıkamalardan sonra incelenmiştir. Boyutsal dayanım testi için AATCC 135 test metodu kullanılmıştır. Her bir kumaş tipi için üç adet numune hazırlanmıştır. Söz konusu numuneler Şekil 3.14'de görüldüğü gibi işaretlenmiştir.

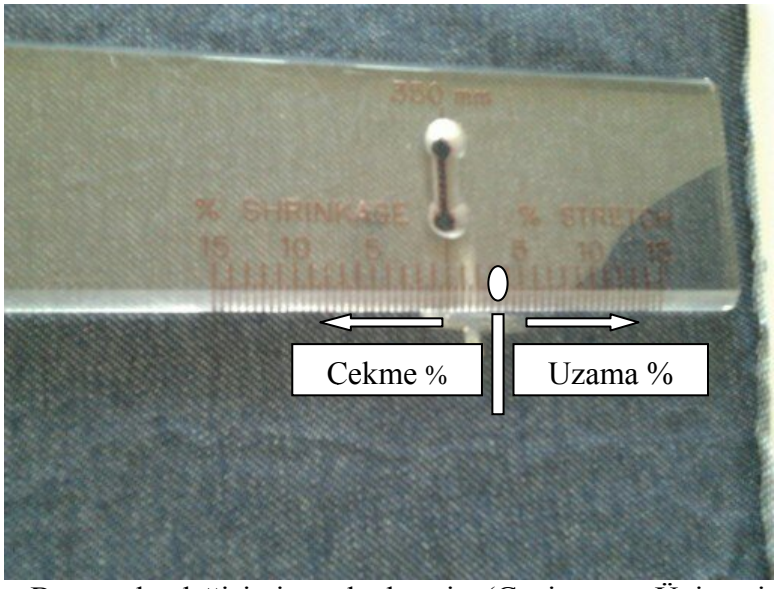


Şekil 3.14. Boyutsal değişim testi a) boyutsal değişim testi şablonu ve b) kumaşın işaretlenmesi (Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 2012)

Dört saat süreyle ASTM D 1776 standardına göre şartlandırılmış numuneler önden yüklemeli ev tipi çamaşır makinesinde AATCC 135 standardında belirtildiği gibi 66 gr fosfatsız standart deterjan ile 40º C'de 70 dakika yıkanmıştır. Kumaşlara ilave durulama yapılırken sıkma devri 400 d/dak olarak belirlenmiştir. Toplam numune ağırlığı 3 kg olduğundan 600 gr yük kumaşı ilave edilmiştir. Kumaşlar, delikli düz bir yüzeyde atmosfer şartlarında 12 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır. Kumaşlarda oluşan boyutsal değişim Formül 3.1'de belirtildiği gibi hesaplanır.

$$BD = \frac{(B - A)}{A} X 100 \ , \ (\%) \qquad (3.1)$$

Burada BD boyutsal değişimi (%), B yıkama sonrası boyu (cm) ve A orijinal boyu (cm) ifade etmektedir. Ancak numune kumaşlarda oluşan boyutsal değişim formül yardımı ile değil standart çekmezlik cetveli ile Şekil 3.15'de gösterildiği gibi ölçülmüştür.



Şekil 3.15. Boyutsal değişimin ölçülmesi (Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 2012)

Her bir kumaş tipinden 3 numune alındığından ve her bir numuneden en ve boy yönünde 3'er ölçüm yapıldığından, toplam 9 ölçüm alınmış ve ortalama değerler hesaplanmıştır. Söz konusu kumaşlara 3 yıkama uygulanmıştır. Her yıkama sonrası alınan ölçümler tablo yapılmış ancak tüm kumaşlar için kıyaslamalar 3.ölçüm sonrası oluşan toplam değişim miktarı üzerinden yapılmıştır. Tüm kumaşların her bir yıkama sonrasındaki boyutsal değişim değerleri de verilmiştir.

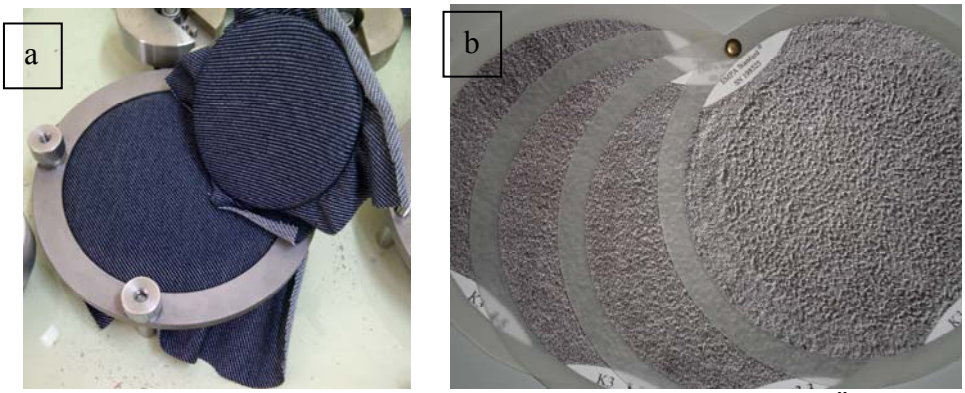
3.2.2.8. Boncuklanma Tayini

Boncuklanma testi birkaç farklı metotla yapılabilir; ancak çalışma kapsamında üretilen kumaşlar Şekil 3.16'da görülen Martindale test cihazında TS EN ISO 12945-2:2000 standardına göre test edilmiştir.



Şekil 3.16. Martindale test cihazında boncuklanma testi (Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 2012)

Deneyde yüz yüze boncuklanma test edilmiştir. Değerlendirmeler 125, 500, 1000, 2000, 5000 ve 7000 devir aralıklarında Şekil 3.17'de gösterilen EMPA standart fotoğrafları ile kıyaslayarak sübjektif olarak değerlendirilmiştir. Ancak çalışmaya etiklik kazandırmak amacıyla 7000 devir sonrası oluşan boncuklanmalar 3 ayrı operatör tarafından da değerlendirilerek sonuçların objektif olarak değerlendirilmesine çalışılmıştır. Test sonuçları nümerik olarak değerlendirilirken, 1-çok kötü, 2-kötü, 3-orta, 4-iyi ve 5-çok iyi anlamına gelmektedir. Çalışmada her bir kumaş tipi için 3 ayrı numune kullanılmış ve sonuçların ortalaması alınmıştır.



Şekil 3.17. a) Numuneler, b) Empa standart fotoğrafları, (Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 2012)

3.2.2.9. Esneklik Tayini

Kumaşların en ve boy yönlerindeki esnekliklerini test etmek için BS EN 14704-1:2005 standardı kullanılmıştır. Test numuneleri bir çenenin sabit diğerinin hareketli olduğu Şekil 3.18'de görülen TİTAN 2 test cihazında test edilmiştir.



Şekil 3.18. Titan test cihazında esnekliğin test edilmesi (Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 2012)

Kumaşlardan 5 may ve 5 çubuk yönünde olmak üzere 10 tane diyagonal olarak alınmış 200 x 75mm boyutlarında numuneler kesilmiş ve bu numuneler Şekil 3.19-a'da gösterildiği gibi halka formuna getirilerek cihaza yerleştirilmiştir.



Şekil 3.19. a) Halka formuna getirilmiş numune, b) cihaza takılmış numune (Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 2012)

Numuneler cihaza Şekil 3.19-b'deki gibi yerleştirildikten sonra 2 döngü, her döngü için 10N kuvvet ve 2N ön gerilim olacak şekilde cihaz ayarlanmıştır. Test sonunda endeki ve boydaki esneklik yüzde değer olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.10. Isıl Özelliklerin Tayini

Çalışma kapsamında üretilen kumaşlar iki iplikli olduğundan ve kumaşın iç yüzeyi, deriyle temas eden iletici yüzey olduğundan kumaşı oluşturan alt iplik hammaddesinin, numarasının ve iplik üretim teknolojisinin, kumaşın ısıl iletkenlik özelliklerini etkileyeceği düşünülmüştür. Söz konusu numunelerin ısıl özellikleri Şekil 3.20'de gösterilen Alambeta test cihazında ölçülmüştür.



Şekil 3.20. Alambeta ısıl iletkenlik test cihazı (Ege Üniversitesi, İzmir, 2012)

Cihazın yapmış olduğu ölçümler ısıl iletkenlik, ısıl difüzyon, ısıl soğurganlık, ısıl direnç, ısı akış oranı ve miktarıdır. Tez çalışmasında numune kumaşların ısıl iletkenlik, ısıl soğurganlık ve ısıl direnç sonuçları kıyaslanmıştır. Burada ısıl iletkenlik Iİ, bir materyalden, birim kalınlıkta, 1 Kº sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsüdür. Malzemenin iki yüzeyi birim sıcaklık farkına maruz kaldığında gerçekleşmektedir. Isıl iletkenlik Formül 3.2'de verilen bağıntıyla hesaplanmıştır. Formülde q; ısı akış miktarı (W/m²), ΔT; sıcaklık farkını (K) ve h(m); kalınlığı ifade etmektedir (Marmaralı ve ark., 2008).

$$\mathbf{I\dot{I}} = \lambda = \frac{q \times h}{\Delta T} \tag{3.2}$$

Isıl soğurganlık **IS** bir kişinin kumaşa ilk temas ettiği anda hissettiği sıcak veya soğuk algısının objektif bir ölçüm parametresidir. Isıl soğurganlık değeri ne kadar yüksekse, kişi kumaşı o kadar soğuk algılar. Isıl soğurganlık ($Ws^{1/2}m^{-2}\ K^{-1}$) Formül 3.3'de verilen bağıntıyla hesaplanmıştır. Formülde λ; ısıl iletkenlik (W/mK), ρ; yoğunluk (kgm^{-3}) ve c (J/kgK); özgül ısıyı ifade etmektedir (Marmaralı ve ark 2006).

$$\mathbf{IS} = (\lambda \times p \times c)^{-1/2} \tag{3.3}$$

Isıl direnç ID, ısı akışına karşı dayanım anlamına gelir. Bu nedenle soğuktan korunma amacıyla, yüksek ısıl direnç değerlerine sahip giysiler tercih edilmelidir (Üte ve diğerleri, 2008). Isıl direnç $(\frac{m^2}{W \times K})$, Formül 3.4'de verilen bağıntıyla hesaplanmıştır. Formülde λ; ısıl iletkenlik (W/mK), ve h (m); kalınlığı ifade etmektedir (Marmaralı ve ark, 2006).m^2

$$\mathbf{ID} = \frac{h}{\lambda} \tag{3.4}$$

Tekstil malzemelerinin ısıl konfor değerlerini değiştiren faktörler, kumaş üretim özellikleri (lif tipi, bitim işlemleri..vb), fiziksel özellikler (kalınlık, gözeneklilik, hacimlilik, örgü yapısı..vb), örtme faktörü, bolluk, sıklık, kumaş katmanı ve yapısal boşluklar gibi özetlenebilir (Marmaralı ve ark, 2006). Bu çalışmada kumaşların iplik tipleri, incelikleri, kalınlıkları ve yapısal boşlukları farklı olduğundan ısıl özelliklerin değişeceği düşünülmüştür.

3.2.2.11. Su Buharı Geçirgenliği Tayini

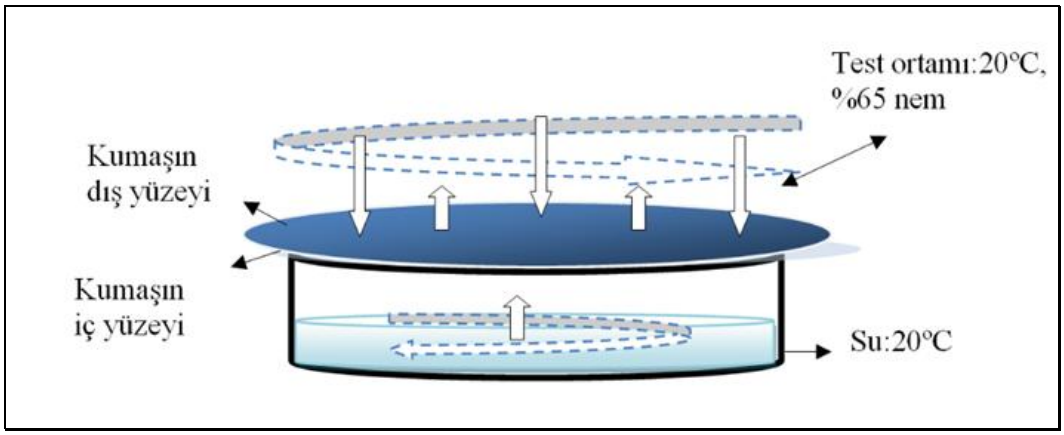
Numunelerin bağıl su buharı geçirgenliği $\mathbf{G_{SB}}$ testleri BS 7209:1990 standardına göre Şekil 3.21'de görülen SDL test cihazında 3 farklı numune ve 1 adet referans kumaş kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3.21. Bağıl su buharı geçirgenliği tayini (Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 2012)

Cihaz üzerindeki kaplara 20 ± 2º C sıcaklıkta 46 cm³ saf su konulmuş ve numuneler üzerlerine hava almayacak şekilde yapıştırılmıştır. Test süresi başlamadan önce kumaşlar 1 saat boyunca test çemberine koyularak dengeye getirilmeye çalışılmıştır. Bu sürenin sonunda kumaşlar tartılmıştır. Sonrasında numuneler 5 saat

süreyle test çemberinde kalmış ve ardından numuneler yeniden tartılmıştır. Şekil 3.22 yapılan testi şematik olarak ifade etmektedir.



Şekil 3.22. Su buharı geçirgenliği testinin kap metoduna göre yapılışı

Bu kütle değişimine ve zamana bağlı olarak bağıl su buharı geçirgenliği Formül 3.6 yardımıyla hesaplanmıştır. Formülde K; gram cinsinden test sonrası kumaşta oluşan kütle kaybını, t; saat cinsinden test süresini ve A; teste maruz kalan kumaş alanını vermiştir.

$$\mathbf{G_{SB}} = \frac{24 \times \mathrm{K}}{A \times t} \tag{3.6}$$

Testler kondüsyonlanmış laboratuar ortamında (20º C sıcaklık ve % 65 bağıl nemde) yapılmıştır. Ancak ortam değişikliğindeki en ufak bir değişim kumaşların bünyelerine daha fazla nem almalarına neden olacağından ve bu da sonucu etkileyeceğinden tez çalışması kapsamında su buharı iletkenlik indeksi (I) değerleri kullanılmıştır. İndeks değerlerinin hesaplanabilmesi için her numune test edilirken standart polyester kumaş ta aynı anda test edilmiş ve bulunan numune bağıl su buharı geçirgenliği değeri $(\mathbf{G_{SB}})_k$, referans kumaşa ait değere $(\mathbf{G_{SB}})_r$ oranlanmıştır. Çıkan sonuç 100 ile çarpılmıştır. Söz konusu hesaplama Formül 3.7. yardımıyla bulunmuştur.

$$\mathbf{I, \%} = \left(\frac{(G_{SB})k}{(G_{SB})r} \times 100\right) \quad (3.7)$$

3.2.3. İstatistiksel Analiz ve Bağıl Fark Değerlendirmesi

Çalışma kapsamında yapılan tüm testlerin sonuçları istatistiksel paket programı olan SPSS 17.0 yardımıyla yapılmıştır. Test sonuçları 0.95 güven aralığında (0.05 anlamlılık seviyesinde) analiz edilmiştir. Tüm sonuçlara homojenlik testi, çift yönlü varyans analizi (çift yönlü ANOVA), Tukey testi ve çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır. Bu testler neticesinde alt iplik değişimine bağlı olarak performans değişikliğinin anlamlı olup olmadığı, hangi kumaşların birbirleriyle grup oluşturduğu, en iyi kumaşın hangisi olduğu ve alt iplik numarasının hammaddeye göre performansı nasıl değiştirdiği ortaya konulmuştur. Ayrıca yapılan test sonuçlarının birbiriyle ilişkisi olup olmadığını, varsa bu ilişkinin anlamlılık düzeyi ve seviyesini tespit etmek amacıyla Pearson korelasyon testi uygulanmıştır.

Çalışma kapsamında uygulanmış testler neticesinde elde edilen sonuçların birbirinden yüzdesel olarak ne kadar farklı olduğu da önemli bir parametredir. Bu nedenle her bir test sonucu için ayrı formüller yardımıyla yüzdesel bağıl farklar hesaplanmış ve sonuçlar grafiğe dönüştürülerek yorumlanmıştır.

3.2.4. Üretim Maliyet Analizi

İşletmelerin üretmiş oldukları ürün veya hizmet grubunun üretilebilmesi sırasında devreye giren tüm verilerin parasal ifadesine maliyet denir. Tekstil işletmelerinde de üretilen tekstil malzemesinin piyasa koşulları dâhilinde gerekli kârı sağlayabilecek ölçüde satılabilmesi diğer bir ifadeyle üreticinin ürettiği maldan kâr edebilmesi öncelikle ürünün işletmeye ne kadara mal olduğunun hesaplanmasına bağlıdır.

Çalışmaya ait kumaşların maliyet analizi yapılırken üretime giren tüm etkenler göz önünde tutularak analiz yapılmıştır. Maliyet analizi yapılırken üretilen birim örme kumaşın kaç liraya mal olduğunu direk olarak etkileyen parametreler

hammadde maliyeti, işçilik maliyeti, enerji maliyeti, amortisman maliyeti, tamir-bakım maliyeti ve terbiye maliyeti olarak özetlenebilir. Dolayısıyla direk etkileyen parametrelerle ürünün maliyeti hesaplanırken direk etkilemeyen masrafları aylık üretimle orantılayarak işletme kâr durumunu hesaplar (Çoruh, 2011).

Çalışmamızda ipliği hammadde almak koşulu ile terbiyeden geçmiş 1 kg iki iplik örme kumaş için üretim maliyet analizi yapılarak hesaplamalar formülize edilmiştir.

3.2.5. Optimizasyon

Örme denim kumaş üretiminde hedef üretilen ürünün amaca göre uygun özelliklere sahip olmasıdır (Montgomery, 2000). Bu özellikler kumaşın hem performansını hem de maliyetini kapsar niteliktedir. Çalışma kapsamında üretilen kumaşlardan maliyeti veya seçilmiş performans özelliklerini baz alarak kısıtlar doğrultusunda en iyi kumaş optimizasyon yöntemi ile seçilmesi sağlanmıştır. 5 farklı kumaş tipi kalite- optimizasyonu yapılarak seçilmiştir. Seçimler yapılırken kullanım amacına uygun optimum özelliklerde kumaşlar bulunmaya çalışılmıştır. Değerler, maksimum kalite minimum maliyet, konfor için maksimum konfor minimum maliyet, maksimum mukavemet minimum maliyet, maksimum boyutsal dayanım minimum maliyet gibi kısıtlandırılarak amaca uygun özelliklerde farklı kumaş tipleri bulunmuştur. Söz konusu optimizasyon DESIGN EXPERT 8.01 paket programı içerisinde nümerik optmizasyon programı ile yapılmıştır.

3.2.6. Maliyet Programı

Çalışma kapsamında üretilen kumaşlara ait maliyetlerin ışığında ortaya çıkan formüller DELPHI 7 paket programı yardımıyla bilgisayar ara yüzüne dönüştürülmüş ve bu ara yüzün üretim yapmaksızın maliyeti hesaplaması sağlanmıştır. Program ara yüzünün çalışması için girilmesi gereken bilgiler; alt iplik numarası ve ilmek iplik uzunluğu, üst iplik numarası ve ilmek iplik uzunluğu, elastan iplik numarası ve ilmek iplik uzunluğu, makine sistem sayısı, makine iğne sayısı, makine randımanı, makine

devri, işletmedeki personel sayısı ve maaşları, işletmedeki makine sayısı, makine başı enerji harcaması, makine fiyatı ve amortisman süresi, işletmenin aylık bakım ve tamir masrafları ve terbiye giderleridir.

3.2.7. Tüketici Anketi

Çalışma kapsamında üretilen kumaşların öğrenciler tarafından değerlendirilmesi sağlanmıştır. Anketin amacı öğrencilerin yorumlarından hareketle geleneksel dokuma denim ürünlerin avantaj ve dezavantajlarını analiz etmeleri ilk hedeftir. Sonrasında tez kapsamında üretilen kumaşlardan dikilmiş denim ürünlerin öğrencilere çağrıştırdığı fikirler araştırılmıştır. Anket sonucunda öğrencilerin bu tarz ürünleri satın alıp alamayacağı sorgulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında geleneksel yöntemle üretilen dokuma denim kumaşlara alternatif olarak üretilmiş, örme denim kumaşların üretimi yapılmış ve kumaşların hitap ettiği ürüne yönelik testler uygulanmıştır. Tezin amacı ticari olarak kabul görmüş örme denim kumaşların performans özelliklerini sistematik biçimde incelemektir. Materyal ve metot bölümünde detaylı olarak verildiği üzere bu çalışmada 18 adet birbirinden farklı örme denim kumaş üretilmiştir. Söz konusu numune kumaşların üretim parametreleri belirlenirken ön çalışma olarak birbirinden farklı 9 adet kumaş üretilmiş ve görsel olarak dokuma denim kumaşa en fazla benzeyen ve son kullanıma en uygun olacağı düşünülen kumaşın desenine, kullanılacak iplik numaralarına ve ilmek iplik uzunluğuna karar verilmiştir. Bu kumaşlara ait resimler ve özellikler tez çalışmasının giriş kısmında verilmiştir. Bu kumaşlar içinden denim kumaşa en fazla benzeyen kumaşın desen tasarımı 2/1 diyagonal astarlı kumaş (iki iplik örme kumaş) olarak üretilmiş kumaştır. Bu tarz kumaşlar dış yüzeyinde ayrı iç yüzeyinde ayrı iplikler kullanılarak üretilirler. Kumaşın görüntüsü önemli bir ayrıntı olduğundan kullanılan üst ipliğin halat olarak indigo rengine boyanmış pamuk ipliği olmasına karar verilmiştir. Üretilen kumaşlar dış giysilik olduğundan alt iplikler tene temas eden iplikler olarak düşünülmüştür. Alt iplikler kumaş yüzeyinde diyagonal biçimde göründüğünden yine denim görünümünü yakalamak amacıyla boyanmamıştır. Çalışmanın özgünlüğünü arttırması amacıyla bu iplikler vorteks prensibiyle üretilmiştir. Ticari olarak bu tarz kumaşlarda üst iplikler Ne 30/1 ve alt iplikler Ne 30/1 veya Ne 20/1 olduğundan çalışmada üretilen kumaşların üst iplikleri Ne 30/1 olarak alt iplikleri ise Ne 30/1 ve Ne 20/1 olarak düşünülmüştür. Üretilen kumaşların esnek olması amaçlandığından elastan eklenmiştir. Kumaşların son kullanıma uygun olarak sahip olması gereken özellikler araştırılmış ve bunun neticesinde uygulanacak performans testlerine karar verilmiştir. Ayrıca üretilen kumaşların maliyet analizleri de çıkarılarak kalite-maliyet optimizasyonu yapılmıştır.

Amaçlanan performans özelliklerine sadece alt iplikleri değiştirerek ulaşmak hedeflendiğinden kumaşların dış yüzeyinde kullanılan üst iplik, makine

parametreleri, üretim şartları ve ilmek iplik uzunlukları sabit tutulmuştur. Alt ipliklerin ise numara değişikliği dışında hammaddeleri de değiştirilmiştir. Hammadde seçimi yaparken kumaşın yaz için konforlu olması ve denim olarak tasarlandığından sağlam olması gerekmektedir. Konfor ve sağlık açısından doğal liflerden pamuk, rejenere selüloz liflerinden tencel, modal, bambu, viskon ve modal-pamuk (65-35) karışımı iplikler kullanılırken mukavemet açısından; polyester, polyester-viskon (65-35) ve polyester-pamuk (65-35) karışımı iplikler kullanılmıştır. Bu amaçla tez kapsamında 18 adet farklı kumaş üretilmiştir. Üretilen 18 adet numune kumaşa ön fikse, soğuk yıkama ve sanfor olarak terbiye işlemleri uygulanmıştır.

Tasarlanan kumaşlar dokuma denim kumaş gibi kullanılacağından bu kumaşların mukavemetli olması önemlidir. Bu nedenle kumaşları üretmek için kullanılan ipliklerin mukavemet ve uzamaları analiz edilmiştir. Ayrıca üretilen örme kumaşın mukavemetinin de yüksek olması gerektiğinden kumaşlara patlama mukavemeti testi yapılmıştır. Bu kumaşlardan üretilecek giysiler yazlık olarak düşünüldüğünden kumaşların ısıl konfor özellikleri oldukça önem taşımaktadır. Kumaşların ısıl konfor özelliklerini test etmek amacıyla kumaşlara hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği ve ısıl geçirgenlik testleri yapılmıştır. Bu testlerden hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği ve ısıl soğurganlık sonuçlarının yüksek olması gerekir. Buna ilave olarak giysilerin yaz mevsiminde sıklıkla yıkanacağı düşünüldüğünden kumaşların tekrarlı yıkamalar sonucunda en ve boylarında meydana gelen değişimlerin kabul edilebilir sınırlar içinde olması önemlidir. Dolayısıyla kumaşlara boyutsal değişim testi uygulanmıştır. Kumaşların vücudu sarması ve giyen kişiyi rahat ettirmesi açısından esneklik dereceleri de test edilmiştir. Kumaşlara son olarak kullanım sırasında görünüm kaliteleri açısından boncuklanma testi uygulanmıştır. Bu performans testlerine etki edeceği düşünüldüğünden kumaşların yapısal özellikleri de incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda elde edilen tüm veriler, test ve ölçüm sonuçları Excel programıyla grafiğe dönüştürülmüştür. Ayrıca çalışma kapsamında yapılan tüm testlerin sonuçları istatistiksel paket programı olan SPSS 17.0 yardımıyla yapılmıştır. Test sonuçları 0,95 güven aralığında (0,05 anlamlılık seviyesinde) analiz edilmiştir. Tüm sonuçlara, iki yönlü

varyans analizi (çift yönlü ANOVA), ve Tukey testi yapılmıştır. Bu testler neticesinde alt iplik değişimine bağlı olarak performans değişikliğinin anlamlı olup olmadığı, hangi kumaşların birbirleriyle grup oluşturduğu, en iyi kumaşın hangisi olduğu ve alt iplik numarasının hammaddeye göre performansı nasıl değiştirdiği ortaya konmaktadır. Yapılan test sonuçlarının birbiriyle ilişkisi olup olmadığını, varsa bu ilişkinin anlamlılık düzeyi ve seviyesini tespit etmek amacıyla Pearson korelasyon testi uygulanmıştır.

Üretilen kumaşların üretim ve maliyet analizleri çıkarılarak sonuçlara performansa bağlı olarak Design Expert 8.01 programıyla tam faktörlü ve nümerik optimizasyon uygulanmıştır. Bu optimizasyon neticesinde yazlık kullanıma uygun kumaş tipleri seçilmiştir. Buna ilaveten Delphi 7 programı kullanılarak bir maliyet hesaplayıcı ara yüzü yazılmış ve iki iplik kumaşlarda maliyeti hesaplayabilen bir program yapılmıştır. Bu bölümün sonunda 51 adet tekstil mühendisliği bölümü öğrencisine anket düzenlenmiştir. Anketin birinci bölümünde öğrencilerin denim giysileri ne sıklıkla ve ne sebeple kullandıkları araştırılırken ikinci bölümünde üretilen örme denim kumaşlar dağıtılarak öğrencilerin bu kumaşlar hakkındaki fikirleri detaylı olarak araştırılmıştır. Anket sonuçları yine istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Söz konusu anketin amacı üretilen kumaşların görsel açıdan geleneksel denimi ne oranda çağrıştırdığını tespit etmektir.

4.1. İplik Özelliklerinin Kumaş Performansı ile İlişkisi

Çalışmada kullanılan üst iplik Ne 30/1 ve % 100 pamuk olarak seçilmiştir. Üretilen kumaşlar iç yüzeyini oluşturan ipliklerde değişiklik yapılarak birbirlerinden farklılaştırılmıştır. Üretilen kumaşta kullanılan alt ipliğin performansı ne kadar değiştirdiği çalışma kapsamında araştırıldığından öncelikle alt ipliklerin özellikleri analiz edilmektedir. Bu kısımda kullanılan iplik vorteks prensibi ile üretilmiştir. Çalışmada bu ipliğin kullanılmasının temel nedeni vorteks ipliği ile üretilmiş örme denim kumaşlar daha önce üretilmediğinden çalışmanın özgün niteliğini arttırmaktır. Bir diğer önemli neden ise vorteks teknolojisi ile üretilen ipliklerden elde edilen kumaşların, yüksek oranda nem çekme ve hızlı kuruma, yıkamaya karsı yüksek

dayanım ve düşük iplik tüylülüğü dolayısıyla düşük boncuklanma ve yüksek aşınma dayanımı, gibi özelliklere sahip olmasıdır. Ayrıca yüksek hızda (450m/dk) iplik üretilebilmesi ve elde edilen ipliğin ring iplik yapısına büyük ölçüde benzerlik göstermesi, vorteks iplik eğirme sisteminin en dikkat çekici özelliğidir (Erdumlu,2010) Çizelge 4.1'de çalışma kapsamında kullanılan alt ve üst ipliklere ait kalite testleri yer almaktadır.

Çizelge 4.1'de yer alan Ne 30/1 alt iplik verilerine göre U, düzgünsüzlük değerleri açısından ve CVm, kütle varyasyon değerleri açısından iplikler birbirine çok benzemektedir. İplikler Uster istatistiklerine göre kıyaslandığında düzgünsüzlükleri açısından tüm iplikler % 5 yani en iyi düzgünsüzlük grubu içinde yer almaktadır. Polyester-viskon ve bambu ipliği dışında ipliklerde ince yer bulunmamaktadır. İplikler hataları yönünden kıyaslandığında ince yer açısından polyester-viskon ipliği en kötü grupta yer alırken diğer iplikler % 5 yani en iyi ince yere sahip iplikler grubu içinde yer almaktadır. Kalın yer bakımından değerlendirildiğinde en iyi grupta tencel, pamuk, polyester ve polyester-viskonun bulunur. Neps ve H, tüylülük açısından pamuk-polyester ipliği dışındaki tüm iplikler % 5 yani en az neps sayısına ve en az tüylülüğe sahip iplikler grubu içinde yer almaktadır (http://www.uster.com/en/service/uster-statistics/).

Çizelge 4.1. Çalışma kapsamında kullanılan üst ve alt ipliklere ait kalite özellikleri

Kalite özellikleri	Üst iplik	Ne 30/1 numaralı vorteks alt iplikler									Ne 20/1 numaralı vorteks alt iplikler								
		Bambu	Tencel	Modal	Pamuk	Polyester	Viskon	(65/35) Polyester/Pamuk	(65/35) Pamuk/Modal	(65/35) Polyester/Viskon	Bambu	Tencel	Modal	Pamuk	Polyester	Viskon	(65/35) Polyester/Pamuk	(65/35) Pamuk/Modal	(65/35) Polyester/Viskon
U, (%)	9,26	11,09	9,07	11,22	10,5	8,68	1037	10	10,23	9,76	8,78	8,40	8,0	8,59	8,31	8,17	8,63	8,68	8,10
CVm, (%)	11,5	13,98	11,43	14,14	13,27	10,92	13,21	12,64	12,9	12,29	11,05	10,58	10,09	10,82	10,46	10,29	10,85	10,92	10,24
Tüylülük H,	3,84	4,08	4,63	4,54	4,16	3,73	4,82	4,1	4,06	4,03	4,03	5,15	4,16	4,48	3,50	4,36	3,98	4,30	3,83
Uzama, (%)	5,51	10,46	5,62	6,82	5,12	10,01	8,47	8,41	6,62	9,58	10,35	5,36	8,02	6,14	9,42	9,64	9,78	7,19	10,35
Mukavemet, Rkm	22,63	14,6	18,53	17,75	13,45	28,82	13,54	20,87	16,02	22,47	14,37	16,28	21,52	14,35	28,45	15,36	23,07	16,61	24,40
Kopma kuvveti, gf	445,5	287,5	364,8	349,4	264,7	567,4	266,6	411	315,4	442,4	424,5	480,8	635,6	423,7	840,3	453,7	681,2	490,7	720,6
İnce yer, - 50 % /km	1,27	21,7	0	26,7	0,8	0,8	3,3	0,8	8,3	2,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
Kalın yer, +50 %/km	0	15,8	6,7	18,3	28,3	2,5	81,7	20	15,8	12,5	0,8	1,7	0,8	1,7	0,0	5,0	0,8	1,7	4,2
Neps, +200 %/km	7	7,5	10,8	8,3	35	1,7	50	32,5	30	22,5	0,8	12,5	3,3	3,3	0,0	6,7	3,3	8,3	10,0

Çizelge 4.1'de yer alan Ne 30/1 alt iplik verilerine göre U, düzgünsüzlük değerleri açısından ve CVm, kütle varyasyon değerleri açısından iplikler birbirine çok benzemektedir. İplikler Uster istatistiklerine göre kıyaslandığında düzgünsüzlükleri açısından tüm iplikler % 5 yani en iyi düzgünsüzlük grubu içinde yer almaktadır. Polyester-viskon ve bambu ipliği dışında ipliklerde ince yer bulunmamaktadır. İplikler hataları yönünden kıyaslandığında ince yer açısından polyester-viskon ipliği en kötü grupta yer alırken diğer iplikler % 5 yani en iyi ince yere sahip iplikler grubu içinde yer almaktadır. Kalın yer bakımından değerlendirildiğinde en iyi grupta tencel, pamuk, polyester ve polyester-viskonun bulunur. Neps ve H, tüylülük açısından pamuk-polyester ipliği dışındaki tüm iplikler % 5 yani en az neps sayısına ve en az tüylülüğe sahip iplikler grubu içinde yer almaktadır (http://www.uster.com/en/service/uster-statistics/).

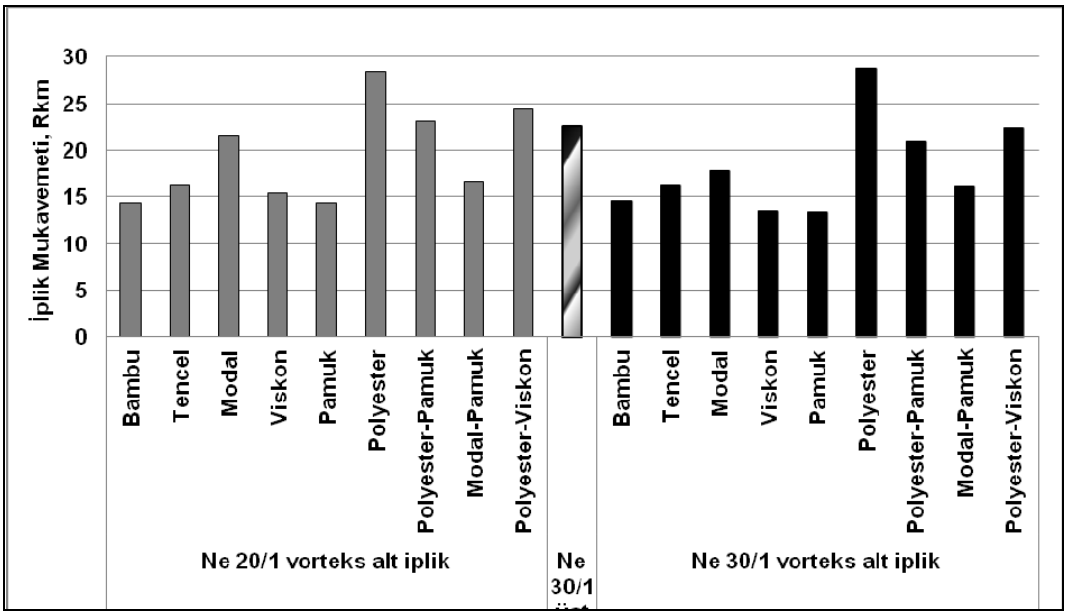
Çizelge 4. 1'de yer alan Ne 20/1 alt iplik verilerine göre U, düzgünsüzlük değerleri açısından ve CVm, kütle varyasyon değerleri açısından iplikler birbirine çok benzemektedir. İplikler Uster istatistiklerine göre kıyaslandığında kütle varyasyonları açısından yalnızca polyester ipliği % 5 yani en iyi düzgünsüzlük grubu içinde yer almaktadır. Ayrıca modal, pamuk-modal ve polyester-pamuk iplikleri kütle varyasyonları açısından en kötü grupta bulunmaktadır. İnce yer yüzdesi bakımından en iyi grupta tencel ve polyester-viskon iplikleri varken en kötü grupta modal ve pamuk-modal iplikleri yer almıştır. Kalın yer açısından değerlendirildiğinde en iyi grupta pamuk, polyester ve pamuk-polyester bulunur. Neps açısından değerlendirilince modal, pamuk, polyester ve pamuk-polyester en iyi gruptayken tüylülük açısından Uster istatistiklerine göre en iyi iplik tencel olarak bulunmuştur (http://www.uster.com/en/service/uster-statistics/).

Çizelge 4.1'de yer alan alt ipliklere ait değerler karşılaştırmalı olarak incelendiğinde genel olarak ipliklerin inceldikçe düzgünsüzlüklerinin, kütle varyasyonlarının, hataların ve tüylülük değerlerinin arttığı söylenebilir. Ancak lifler birbirleriyle kıyaslandığında sadece tencel ipliğinin kalitesinin iplik numarasına bağlı olarak değişmediği de çıkan sonuçlar arasındadır. Sonuçlar toparlanacak olursa çalışma kapsamında üretilen tüm iplikler kalite bakımından en iyi grupta sayılabilir.

Tez kapsamında üretilen kumaşların üst iplikleri, ring iplik eğirme prensibine göre iplik haline getirilmiştir. bu ipliklere ait Çizelge 4.1'de yer alan kalite testleri değerleri Uster istatistiklerine göre kıyaslandığında bu iplik ince ve kalın yer hatası ile tüylülük değeri açısından en iyi grupta yer alır. İplik kütle varyasyonu açısından Uster istatistiklerine göre % 24'lük dilimde yer alırken toplam neps miktarına göre % 51'lik dilimde bulunur. Çizelgeler incelendiğinde sonuçların birbirinden oldukça farklı olduğu görülür (http://www.uster.com/en/service/uster-statistics/).

4.1.1. İplik Mukavemeti

Tez çalışması kapsamında üretilen kumaşlarda mukavemet esastır. Kumaş mukavemetini etkileyen parametreler içinde iplik mukavemeti ve uzaması oldukça önemli bir paya sahip olduğundan iplikler mukavemet ve uzama açısından da kıyaslanmıştır. Şekil 4.1'de kullanılan üst ve alt ipliklerin mukavemetleri, Rkm cinsinden kıyaslanmıştır.



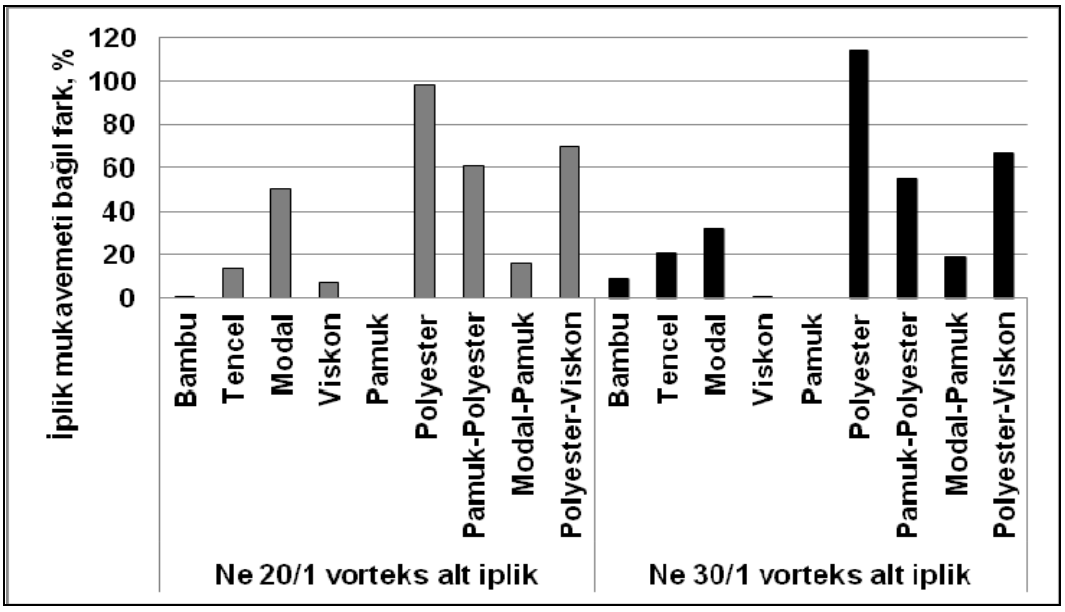
Şekil 4.1. Numune kumaşların üretiminde kullanılan ipliklerin mukavemetleri

Şekil 4.1 incelendiğinde Ne 20/1 iplik grubu ve Ne 30/1 iplik grubunun mukavemet sıralaması kendi içinde hemen hemen aynıdır. En düşük mukavemete her

iki grup için de pamuk ipliği sahipken en yüksek mukavemete polyester sahiptir. Buna ilaveten polyester karışımlı ipliklerin mukavemet değerleri de rejenere ipliklerden daha yüksektir. İpliklerin kopmaları için uygulanan kuvvet değerleri incelendiğinde kalın ipliklerin çok daha mukavim oldukları açıkça bellidir. Bu ipliklerin kesitinde daha fazla lif olması sebebiyle bu beklenen bir durumdur. Ne 30/1 üst ipliğin mukavemeti ile Ne 30/1 alt ipliklerin mukavemetleri kıyaslandığında bu değerin oldukça yüksek olduğu görülür. Bu ipliğin üretim tekniği ring iken alt ipliklerin vorteks olması bu konuda etkendir. Şekil 4.2'de ise numune kumaşların üretiminde kullanılan ipliklerin mukavemetlerinin yüzdesel bağıl farkları görülmektedir. Söz konusu bağıl farklar Formül 4.1 yardımıyla bulunmuştur.

$$BF_{İM}(\%) = \frac{N_{İM} - ED_{İM}}{ED_{İM}} * 100 \qquad (4.1)$$

Formülde yer alan $BF_{İM,}$ iplik mukavemeti bağıl farkını, $N_{İM,}$ herhangi bir numunenin iplik mukavemetini ve $ED_{İM,}$ mukavemeti en düşük olan ipliğin mukavemetini vermektedir.

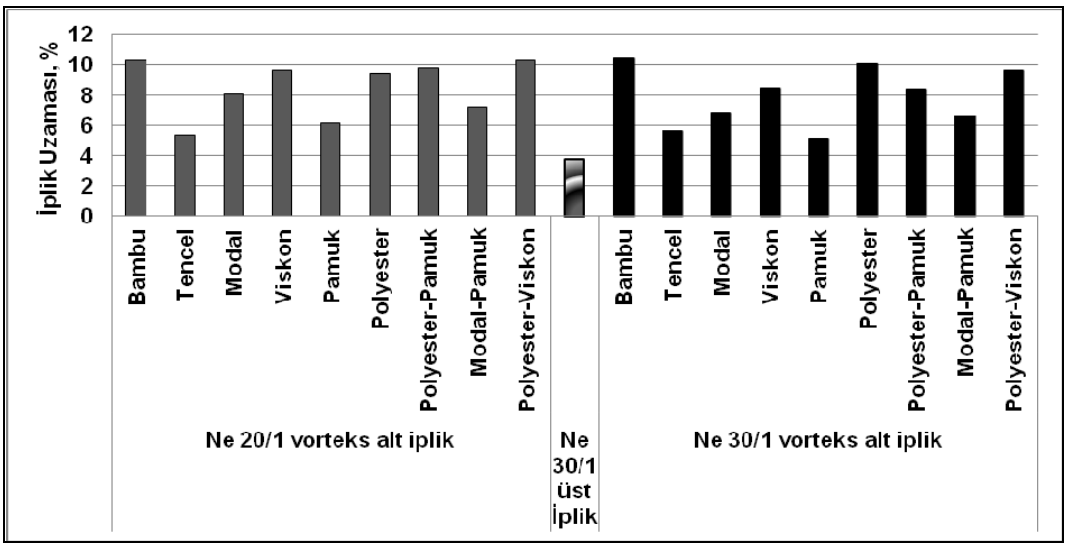


Şekil 4.2. Numune kumaşların üretiminde kullanılan ipliklerin mukavemetlerinin yüzdesel bağıl farkları

Şekil 4.2'de yer alan bağıl farklar incelendiğinde ipliklerin mukavemetlerinde meydana gelen değişikliğin her iki numara için de orantılı olduğu görülmektedir. Bu grafikten hareketle iplik mukavemetini en fazla etkileyen parametrenin hammadde olduğu söylenebilir.

4.1.2. İplik Uzaması

İpliklerin uzaması ile değerler Çizelge 4.1'de verilmektedir. Şekil 4.3'de ipliklerin yüzdelik uzama değerleri grafik olarak gösterilmiştir.

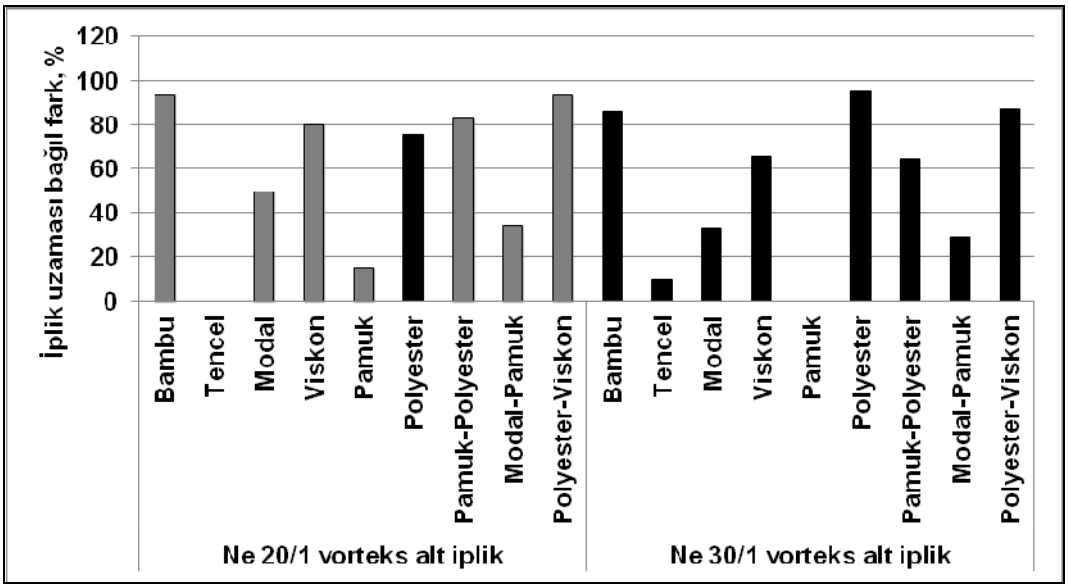


Şekil 4.3. Numune kumaşların üretiminde kullanılan ipliklerin uzama değerleri

Şekil 4.3 incelendiğinde modal, pamuk ve tencel ipliklerinin uzama değerlerinin her iki iplik numarası için de viskon, bambu ve polyester ipliklerinden düşük olduğu görülür. Numune kumaşların üretiminde kullanılan ipliklerin uzamalarının yüzdesel olarak bağıl farkları Şekil 4.4'de görülmektedir. Söz konusu bağıl farklar Formül 4.2 yardımıyla bulunmuştur.

$$BF_{IU}(\%) = \frac{N_{IU} - ED_{IU}}{ED_{IU}} * 100 \qquad (4.2)$$

Formülde yer alan $BF_{İU,}$ iplik uzaması bağıl farkını, $N_{İU,}$ herhangi bir numunenin iplik uzamasını ve $ED_{İU,}$ uzaması en düşük olan ipliğin uzamasını vermektedir.



Şekil 4.4. Numune kumaşların üretiminde kullanılan ipliklerin uzama değerlerinin yüzdesel bağıl farkları

Şekil 4.4'de verilen bağıl fark grafiğine göre iplik uzaması ipliği oluşturan hammaddeye bağlı olarak değişmiştir. İplik numarasının etkisi hammaddenin etkisinden daha azdır.

4.1.3. İplik Test Sonuçlarının İstatistiksel Analizi

Tez çalışması kapsamında istatistiksel paket programlardan SPSS 17.0 kullanılmıştır. Çalışmada yapılan testler analiz edilirken her bir test sonucu için çift yönlü ANOVA tablosu ve Tukey tablosu kullanılmıştır. Test sonuçlarına çift yönlü ANOVA testi uygulanmıştır çünkü, iki bağımsız değişkenin (alt iplik hammaddesi ve alt iplik numarası), bir bağımlı değişken (iplik mukavemeti veya iplik uzaması) üzerine etkisini araştırırken, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerine etkilerini ayrı ayrı araştırmak yerine, ikisini tek bir işleme tabi tutmak çoğu zaman daha verimli olmaktadır. Bu tür bir yaklaşım, bağımlı değişken üzerinde, bağımsız değişkenlerin ayrı ayrı etkilerini hesaplamakla birlikte, bağımsız değişkenlerin

birbirleri ile olan etkileşimini de hesaba katar. Çünkü iki bağımsız değişken arasında bir etkileşim olabilir. Tez çalışmasında üretilen kumaşların alt iplikleri farklıdır. Bu farklılık hammadde ve numara olarak iki faktör veya iki bağımsız değişkendir. Bu faktörlerden hammadde dokuz seviyeli, numara ise iki seviyelidir. İplik hammaddesinin iplik mukavemetine, iplik numarasının iplik mukavemetine ve iplik numarasıyla hammaddenin etkileşimlerinin de iplik mukavemetine etkisi olacağından çalışmada çift yönlü ANOVA tercih edilmiştir. Bu test sonucunda elde edilmiş p değeri, α=0,05 anlamlılık seviyesinde değerlendirilmiş ve söz konusu bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkisi olup olmadığına karar verilmiştir. Söz konusu etkiler analiz edilirken istatistiksel olarak her değişkenin etkisi görülmek istendiğinden tam-faktör (full-faktöriyel) modeli seçilmiştir. Çünkü bu seçenek tüm ihtimalleri hesaplayarak analiz yapar. Çift yönlü ANOVA'da, a) hiyerarşik, b) klasik deneysel, c) regresyon olmak üzere üç temel yöntem vardır. Bu yöntemler, sadece faktörlerin temel etki testlerine ilişkin kareler toplamının hesaplanmasında değişiklik gösterirler, ortak etki testine ilişkin kareler toplamı terimi değişmez. Faktörlerin bağımlı değişkene olan etkilerinin incelenmesi bakımından teorik ya da mantıksal olarak öncelik sıralamasının söz konusu olduğu deneysel olmayan çalışmalarda hiyerarşik yaklaşım "Type I", gözlemlerdeki denek sayısının eşit olmadığı çalışmalarda ise klasik deneysel yaklaşım "Type II" kullanılır. Tez çalışmasında gerçek deneysel çalışmalar yapıldığı ve gözlem büyüklükleri eşit olduğu için regresyon yaklaşım "Type III" kullanılarak analizler yapılmıştır. İstenen seçimler yapıldıktan sonra elde edilen ANOVA tablosunda yer alan terimler için gerekli kısaltmalar şöyledir: Regresyon yaklaşımına göre kareler toplamı (Type III, KT), serbestlik derecesi (SD), kareler ortalaması (KO), fark değeri testi (F), anlamlılık değeri (p) ve etki derecesi şeklindedir (Büyüköztürk 2002, Kalaycı 2005). Tabloda alt iplik numarasının alt iplik mukavemetine etkisi, alt iplik hammaddesinin alt iplik mukavemetine ve alt iplik numarasıyla alt iplik hammaddesinin etkileşimlerinin alt iplik mukavemetine etkisi p değerine göre analiz edilmiştir. Bu tablodaki p değeri 0,05'ten büyükse söz konusu bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde etkisi anlamlı değildir, eğer küçükse anlamlıdır diye ifade edilir. Ayrıca her bir anlamlı değişkenin etki derecesi de aynı tablodan görülebilmektedir.

Etki derecesi 0 ile 1 arasında değişmektedir. Bu değer ne kadar büyükse etkinin de o kadar büyük olduğu söylenir. Çizelge 4.2'de iplik mukavemeti ve iplik uzama değerlerinin çift yönlü ANOVA sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.2. Alt iplik test sonuçlarının "Çift yönlü ANOVA" sonuçları

	Çift yönlü varyans analizi						
Bağımlı Değişken	**Varyansın kaynağı**	**KT**	**SD**	**KO**	**F**	**p**	**Etki derecesi**
İplik mukavemeti Rkm	Alt İplik Hammaddesi	1191,077	8	148,885	255,324	,000	,983
	Alt İplik Numarası	11,741	1	11,741	20,135	,000	,359
	Hammadde*Numara	37,127	8	4,641	7,959	,000	,639
	Hata	20,992	36	,583			
	Toplam	20581,287	54				
İplik uzaması %	Alt İplik Hammaddesi	168,310	8	21,039	95,314	,000	,955
	Alt İplik Numarası	4,409	1	4,409	19,974	,000	,357
	Hammadde*Numara	6,171	8	,771	3,494	,004	,437
	Hata	7,946	36	,221			
	Toplam	3805,834	54				

Çizelge 4.2'de görülen değerler içerisinden en önemli kolonlar p değeri ve etki derecesidir. Çizelgede her bir bağımsız değişken ve bunların etkileşimi için bir p değeri ve bir etki derecesi verilmiştir. Çizelgede bağımlı değişkenin iplik mukavemeti olduğu tüm p değerleri 0,05'den küçük olduğu için iplik mukavemeti üzerinde iplik hammaddesinin, iplik numarasının ve bunların etkileşimlerinin anlamlı etkileri olduğu söylenir. Ayrıca etki derecelerine bakıldığında iplik mukavemeti üzerinde iplik hammaddesinin etkisinin oldukça yüksek olduğu, numaranın etkisinin ise numara ve hammadde etkileşiminden az olduğu anlaşılır. Bu değerin en fazla 1 olabileceği düşünüldüğünde hammaddenin etkisinin büyüklüğü daha net görülür.

Çizelge 4.2'deki iplik uzamasına ilişkin tüm p değerleri de 0,05'den küçük olduğu için iplik uzaması üzerinde iplik hammaddesinin, iplik numarasının ve bunların etkileşimlerinin anlamlı etkileri olduğu söylenir. Ayrıca etki derecelerine bakıldığında iplik uzaması üzerinde iplik hammaddesinin etkisinin oldukça yüksek

olduğu, numaranın etkisinin numara ve hammadde etkileşiminden daha az olduğu anlaşılır. Sonuç olarak mukavemet ve uzama sonuçları birlikte incelendiğinde sonuçların birbirini desteklediği görülür. Yani iplik mukavemeti ve uzaması üzerinde iplik hammaddesi en etkili varyansdır. Ayrıca iplikleri birbirlerinden farklılık düzeylerine göre alt gruplara ayırmak amacıyla Tukey testi uygulanmış sonuçlar Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4 'de sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Tukey testine göre ipliklerin mukavemet açısından sınıflandırılması

		Alt gruplar: α=0,05						
Mukavemet,Rkm	**Tekrar**	1	2	3	4	5	6	7
Ne 30/1 Pamuk	3	13,44						
Ne 30/1 Viskon	3	13,54						
Ne 20/1 Pamuk	3	14,35	14,35					
Ne 20/1 Bambu	3	14,37	14,37					
Ne 30/1 Bambu	3	14,60	14,60					
Ne 20/1 Viskon	3	15,36	15,36					
Ne 30/1 Modal-Pamuk	3		16,02	16,02				
Ne 20/1 Tencel	3		16,28	16,28	16,28			
Ne 20/1 Modal-Pamuk	3		16,61	16,61	16,61			
Ne 30/1 Modal	3			17,74	17,74			
Ne 30/1 Tencel	3				18,53			
Ne 30/1 Polyester - Pamuk	3					20,87		
Ne 20/1 Modal	3					21,52		
Ne 30/1 Polyester -Viskon	3					22,47	22,47	
Ne 20/1 Polyester - Pamuk	3					23,07	23,07	
Ne 20/1 Polyester -Viskon	3						24,40	
Ne 20/1 Polyester	3							28,45
Ne 30/1 Polyester	3							28,82
p değeri		,217	,067	,376	,071	,084	,209	**1,000**

Sonuçların yedi alt gruba ayrıldığı Çizelge 4.3'e göre en yüksek mukavemet değerlerine sahip Ne 30/1 Polyester ve Ne 20/1 Polyester iplikleri tek başlarına bir grup oluşturmuştur. En düşük iplik mukavemetine sahip grup ise pamuk, bambu ve viskon ipliklerinin oluşturduğu gruptur. Tez çalışması kapsamında alt iplik olarak polyester ipliğinin seçilme nedeninin "mukavemet" olduğu söylenmiştir. Dolayısıyla bu sonuç beklendiği gibi çıkmıştır. Polyesterin sentetik ve mukavim bir elyaf olması bu ipliklerin en mukavim iplik grubunu oluşturmasına neden olmuştur. Diğer iplikler incelendiğinde ise tencel ve modal ipliklerinin bambu, pamuk ve viskondan daha iyi mukavemet sergiledikleri görülür. Tencel elyafı oldukça düzgün yüzeylidir. Bu düzgünlük elyafa hem mukavemet kazandırmaktadır hem de elyafın üzerinde bakterilerin oluşmasına engel olmaktadır. Modal lifi aslında viskondan modifiye edilmiştir ancak modal lifinin yapısının daha fazla kristalin alan barındırması lifin kuru ve yaş mukavemetinin yüksek olmasına neden olmaktadır. Bu nedenlerle bu elyaflardan oluşan ipliklerin mukavemetleri diğer selülozik elyaf içerikli ipliklerden daha yüksektir.

Çizelge 4.4. Tukey testine göre ipliklerin uzamaları açısından sınıflandırılması

		Alt gruplar: α=0,05								
Uzama, %	**T**	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ne 30/1 Pamuk	3	5,11								
Ne 20/1 Tencel	3	5,36	5,36							
Ne 30/1 Tencel	3	5,61	5,61	5,66						
Ne 20/1 Pamuk	3	6,10	6,10	6,10	6,10					
Ne 30/1 Modal-Pamuk	3		6,60	6,60	6,60	6,62				
Ne 30/1 Modal	3			6,80	6,82	6,82				
Ne 20/1 Modal-Pamuk	3				7,19	7,19	7,19			
Ne 20/1 Modal	3					8,01	8,01	8,01		
Ne 30/1 Polyester-Pamuk	3						8,41	8,41	8,41	
Ne 30/1 Viskon	3						8,47	8,47	8,47	
Ne 20/1 Pes	3							9,42	9,42	9,42
Ne 30/1 Polyester-Viskon	3								9,58	9,58
Ne 20/1 Viskon	3								9,63	9,63
Ne 20/1 Polyester-Pamuk	3								9,78	9,78
Ne 30/1 Pes	3									**10,00**
Ne 20/1 Bambu	3									**10,34**
Ne 20/1 Polyester-Viskon	3									**10,35**
Ne 30/1 Bambu	3									**10,46**
P değeri		,435	,147	,195	,392	,065	,129	,061	,077	**,408**

Çizelge 4.4'e göre iplikler uzama yüzdeleri açısından dokuz alt gruba ayrılmıştır. Ne 30/1 Polyester, Ne 20/1 Bambu, Ne 20/1 Polyester-Viskon (65/35) ve Ne 30/1 Bambu ipliklerinin uzama yüzdeleri yüksek ve birbirlerine denktir. Ne 20/1 Polyester, Ne 30/1 Polyester-Viskon (65/35), Ne 20/1 Viskon ve Ne 20/1 Pamuk-Polyester (65/35) iplikleri ise uzama değerleri açısından Ne 30/1 Polyester, Ne 20/1 Bambu, Ne 20/1 Polyester-Viskon (65/35) ve Ne 30/1 Bambu ipliklerinin yerine kullanılabilir çünkü adı geçen bu sekiz iplik aynı grupta yer almaktadır. İpliklerin uzama yüzdeleri bu ipliklerden üretilen kumaşların esnekliklerini etkileyeceğinden alt ipliği polyester, polyester-viskon ve bambu olan kumaşlar daha esnek olabilir.

İpliklere ait mukavemet değerleri ile uzama değerleri arasında herhangi bir ilişki olup olmadığının analizi için korelasyon analizi yapılmıştır. Çizelge 4.5'de

verilen analiz 0,01 ve 0,05 anlamlılık düzeylerinde yapılmıştır. Çıkan sonuçların pozitif olması değerler arasında doğru orantı, negatif olması değerler arasında ters orantı olduğu anlamına gelir. Oluşan bu değişim 0.01 anlamlılık düzeyinde ise " ** " işareti ile 0.05 anlamlılık düzeyinde ise " * " işareti ile ifade edilir.

Çizelge 4.5. İpliklerin uzamaları ile mukavemetleri arasında oluşan korelasyon

Pearson korelasyonu	**Uzama,%**
Mukavemet, Rkm	0,449**

**0,01 anlamlılık seviyesi

Çizelge 4.5 analiz edildiğinde mukavemet ile uzama arasında 0,01 anlamlılık seviyesinde pozitif yönde 0,449 ölçüsünde bir ilişki görülmektedir. Bu durumda uzamanın % 44,9'luk bir kısmı mukavemete bağlıdır. Bunun anlamı bir ipliğin mukavemetinde artış olursa ortalama % 50 oranında da uzamada artış olur.

Üst ve alt ipliklere ait her türlü kalite testi yapılmış ve ayrıntılı olarak çizelgelerde verilmiştir. Söz konusu ipliklerin öne çıkan özelliklerinden mukavemet ve uzama sonuçları grafiksel olarak da istatistiksel olarak da incelenmiştir. Sonuçlar göstermektedir ki alt iplikler hammaddelerine ve numaralarına bağlı olarak birbirlerinden oldukça farklıdır. Gerek istatistiksel analizler gerekse bağıl fark şemaları hammadde değişikliğinin iplik mukavemeti ve uzaması üzerinde numaradan daha büyük bir etkiye sahip olduğunu kanıtlamaktadır. Matematiksel sonuçlar tekstil bilgisi ile de uyumludur (Erdumlu, 2010). Söz konusu ipliklerin mukavemetleri ve uzamaları arasında da anlamlı pozitif yönde ilişki tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu ipliklerden üretilecek kumaşların performans sonuçlarının birbirlerinden farklı olacağı düşünülmektedir.

4.2. İki İplikli (Astarlı) Örme Kumaş Özelliklerinin İncelenmesi

Tez kapsamında üretilen örme denim kumaşlar örgü tipleri esasıyla iki iplikli örme kumaş kategorisindedirler. Bu kumaşlar tek yataklı yuvarlak örme makinesinde elastanlı olarak üretilmiştir. Kumaşın üretimine ait detaylı bilgi giriş bölümünde anlatılmıştır. Çalışma kapsamında üretilen 18 adet mamul kumaş çalışma

kapsamında anlatılırken “30-20 kumaşlar” ve “30-30 kumaşlar” olarak anılmaktadır. Bu kumaşlardan “30-20 kumaşlar” olarak adlandırılan ve alt ipliği Ne 20/1 olan kumaşların % 55’i üst iplik (pamuk), % 40’ı alt iplik ve % 5’i elastan ipliği iken; “30-30 kumaşlar” olarak adlandırılan ve alt ipliği Ne 30/1 olan kumaşların % 63,6’sı üst iplik (pamuk), % 30,8’i alt iplik ve % 5,6’sı elastan ipliğinden oluşmaktadır. Çalışma kapsamında üretilen kumaşların yapısal özellikleri ve performans analizleri grafiksel ve istatistiksel olarak incelenmiş, sonuçlar alt iplik özelliklerine bağlı olarak irdelenmiştir.

4.2.1. Yapısal Özelliklerin İncelenmesi

Aynı işletme şartlarında aynı, “iki iplikli örme makinesi” adı da verilen yuvarlak örme makinesinde, ilmek iplik uzunluğunu sabit tutmak koşuluyla her bir kumaş tipi için ortalama 20 m boyunda tüp formunda 18 top örme kumaş üretilmiştir. Üretilen kumaşlar uç uca dikilerek sırasıyla ön fikse, soğuk yıkama ve sanfor bitim işlemlerine maruz bırakılmıştır. Söz konusu terbiye işlemleri tez çalışmasının materyal metot kısmında detaylı olarak anlatılmıştır. Üretilen kumaşlar uluslararası standartlarca belirlenmiş kondüsyonlama şartlarında 24 saat bekletildikten sonra yapısal analizler ve performans testleri yine kondüsyonlanmış ortamda gerçekleştirilmiştir. Testler önceki bölümlerde detaylı olarak anlatılmıştır. Üretilen kumaşların ilmek iplik uzunlukları sabit olduğundan bu bölümde ilmek yoğunluğu [(sıra/cm)* (çubuk/cm)], kumaş kalınlığı (mm) ve kumaş birim ağırlığı (g/m²) standartlara göre ölçülmüştür. Numune kumaşlara ait yapısal analiz sonuçları Çizelge 4.6’da verilmektedir.

Çizelge 4.6. Numune kumaşların yapısal analiz sonuçları

Kumaş adı	Numune adı	İlmek yoğunluğu [(sıra/cm)*(çubuk/cm)]	Kumaş kalınlığı (mm)	Kumaş birim ağırlığı (g/m^2)
30-20 Kumaşlar	**DB20**	263	0,69	201
	DT20	252	0,72	200
	DM20	250	0,67	194
	DV20	250	0,69	197
	DPA20	244	0,74	196
	DPO20	252	0,69	210
	DPO-PA20	244	0,70	200
	DM-PA20	252	0,71	199
	DPO-V20	267	0,71	204
30-30 Kumaşlar	**DB30**	242	0,66	169
	DT30	267	0,70	179
	DM30	258	0,64	170
	DV30	250	0,66	165
	DPA30	240	0,69	167
	DPO30	252	0,66	171
	DPO-PA30	244	0,65	171
	DM-PA30	247	0,67	167
	DPO-V30	247	0,67	184

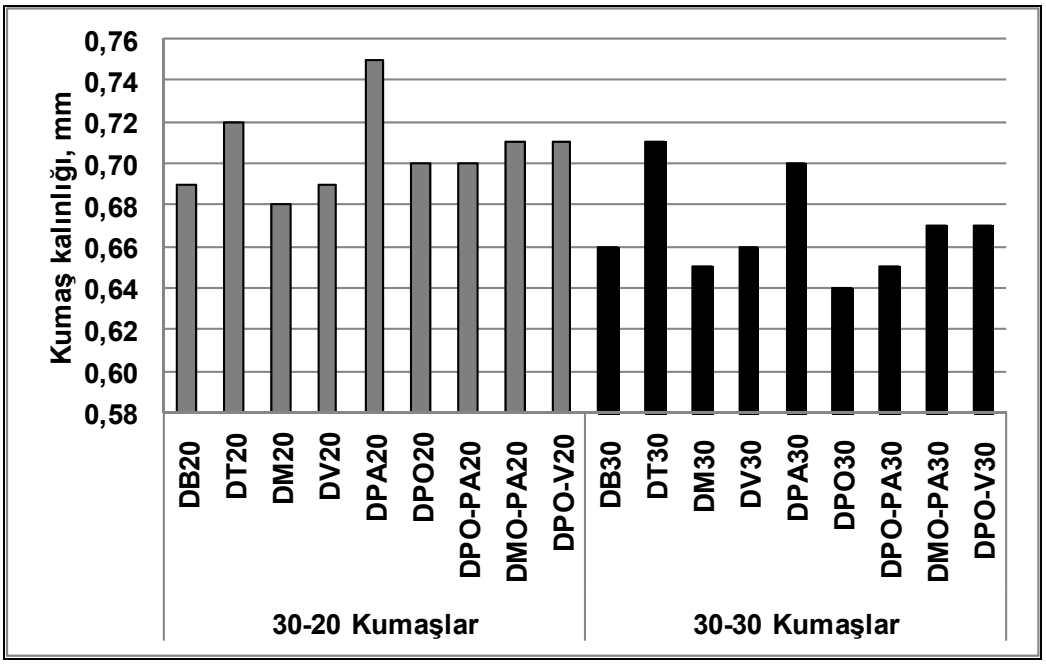
4.2.1.1. İlmek Yoğunluğu Değişimi

İlmek yoğunluğu cm²'de bulunan sıra ve çubuk sayısının çarpılması ile bulunur. Örme kumaşı oluşturan ilmeklerin yoğunluğu kumaşın gözeneklilik yapısını dolayısıyla da geçirgenlik özelliklerini önemli ölçüde etkiler. Ayrıca kumaşın yapısının sık ya da gevşek olması da ilmek yoğunluğu ile ilgilidir. Kumaş yapısı sıklaştıkça gözeneklilik ve geçirgenlik değerleri düşer buna bağlı olarak da

mukavemet artar (Benthoulfa ve arkadaşları, 2007, Vivekanadan ve arkadaşları, 2010). Bu nedenle üretilen kumaşların ilmek yoğunlukları oldukça önemli bir parametredir. Numune kumaşların ilmek yoğunlukları kontrol edildiğinde ilmek yoğunluğunun alt iplik numarasıyla doğrusal bir ilişkisinin olmadığı görülür. Yoğunlukta meydana gelen değişikliğin asıl nedeni kumaşın üretimi sonrasında maruz kaldığı bitim işlemleridir. Değişim istatistiki olarak Çizelge 4.72'de ifade edilmiştir.

4.2.1.2. Kumaş Kalınlığı Değişimi

Kumaşların kalınlıkları üretim sırasında aynı olsa da uygulanan bitim işlemlerine ve kumaşı oluşturan hammaddenin kimyasal yapısına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Kumaş kalınlığının değişmesi kumaşa ait bazı performans özelliklerini (iletkenlik, mukavemet, elastikiyet gibi) de etkileyeceğinden kalınlıklar kıyaslanmaktadır. Numune kumaşlara ait kalınlıklar Şekil 4.5'de verilmiştir.

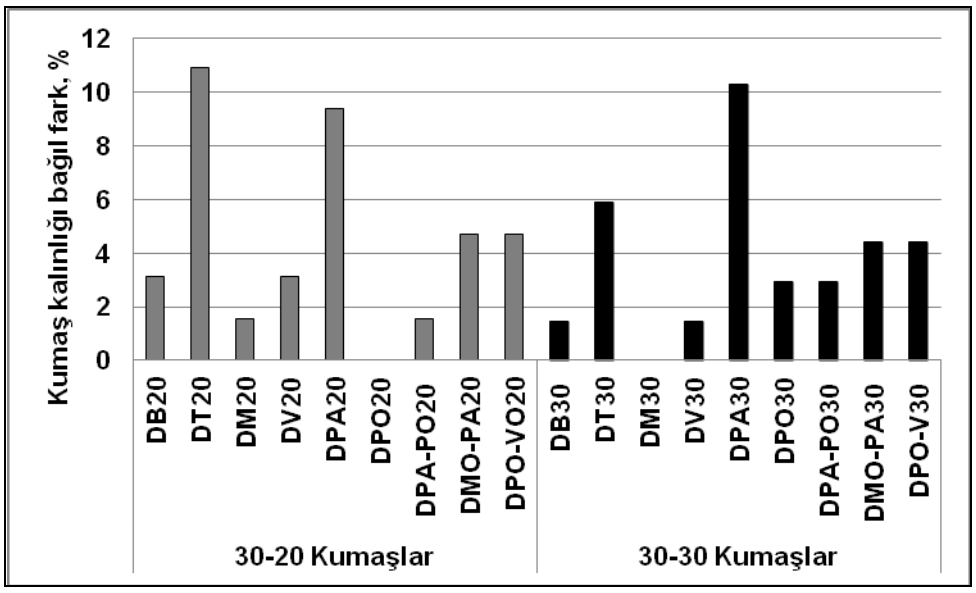


Şekil 4.5. Kumaşların kalınlıkları

Şekil 4.5 incelendiğinde kumaşların sahip oldukları kalınlık değerlerinin 0,64 mm ile 0,75 mm arasında değiştiği görülmektedir. En fazla 0,1 mm artış sergileyen numune kumaşların kalınlıklarının oldukça yakın olduğu görülmektedir. Meydana gelen artışın daha fazla hangi değişkenden etkilendiği Şekil 4.6'da verilen kalınlıkların yüzdesel bağıl farklarına ait grafikle daha net görülmektedir. Söz konusu bağıl farklar Formül 4.3 yardımıyla bulunmuştur.

$$BF_{KK}(\%) = \frac{N_{KK} - ED_{KK}}{ED_{KK}} * 100 \qquad (4.3)$$

Formülde yer alan $BF_{KK,}$ kumaş kalınlığı bağıl farkını, $N_{KK,}$ herhangi bir numunenin kumaş kalınlığını ve $ED_{KK,}$ kalınlığı en düşük olan kumaşın kalınlığını vermektedir.



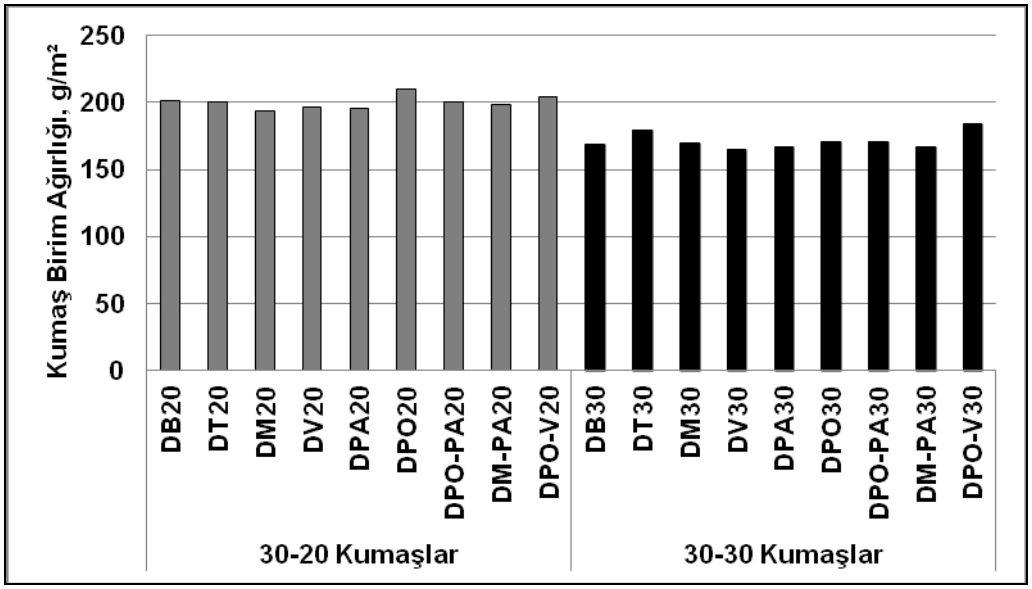
Şekil 4.6. Kumaşların kalınlıklarının yüzdesel bağıl farkları

Şekil 4.6'da verilen grafiğe göre kumaş kalınlığı üzerinde alt iplik hammaddesi ve alt iplik numarası etkilidir ancak alt iplik hammaddesinin etkisi genel manada daha fazla olmuştur. Grafik detaylı incelendiğinde alt ipliği pamuk olan kumaşlarda alt iplik numarasının etkili olmadığı ve bu kumaşların kalınlıklarının oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Numunelerin tamamının üst iplikleri de pamuk

olduğundan pamuk ipliğinden üretilmiş kumaşların daha kalın olduğu söylenebilir. Alt ipliği Ne 30/1 olan kumaşlarda üst iplik ortalama % 64 oranında kullanılırken alt ipliği Ne 20/1 olan kumaşlarda % 55 oranında kullanılmıştır. Bu nedenle alt iplik incelse de üst iplik pamuk kaldığından iki grubun kalınlıkları birbirinden çok farklı değildir.

4.2.1.3. Kumaş Birim Ağırlığının Değişimi

Kumaşların birim ağırlıkları da kumaş kalınlıkları gibi alt ipliğin gerek numarası gerek hammaddesi değiştiğinden farklılıklar göstermektedir. Şekil 4.7 numune kumaşların birim ağırlıklarının kıyaslamasını göstermektedir.

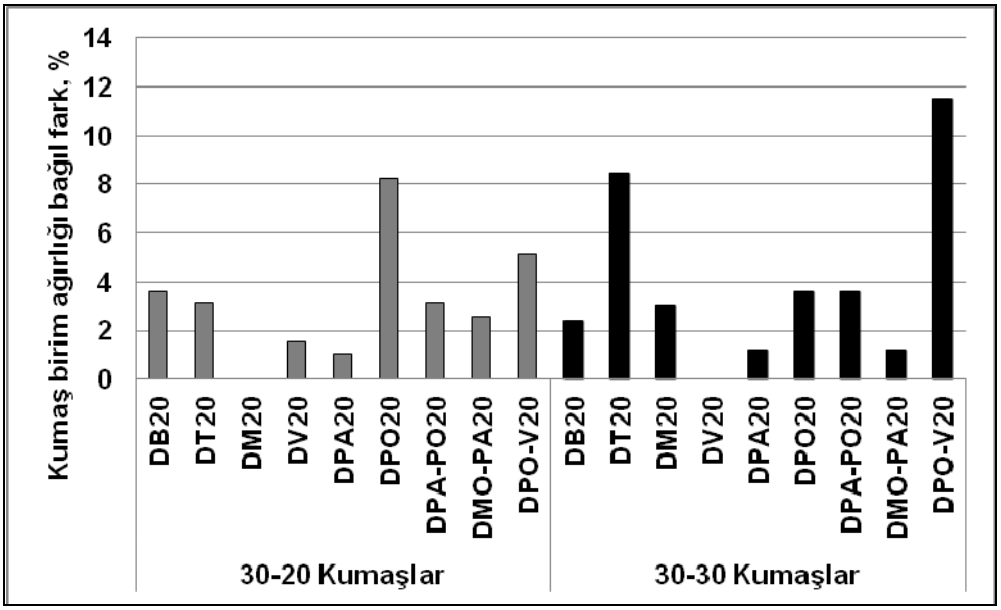


Şekil 4.7. Kumaşların birim ağırlıkları

Şekil 4.7 gözlemlendiğinde alt ipliklerin numarasının gramaj üzerindeki etkisi açıkça görülmektedir. Alt ipliği daha kalın olan kumaşlar daha ince olan kumaşlara nazaran daha ağırdır. Aynı özelliklerdeki kumaşlar içinde ise birim ağırlıkların değişimi Şekil 4.8'de açıkça görülmektedir. Söz konusu bağıl farklar Formül 4.4 yardımıyla bulunmuştur.

$$BF_{BA}(\%) = \frac{N_{BA} - ED_{BA}}{ED_{BA}} * 100 \quad (4.4)$$

Formülde yer alan $BF_{BA,}$ kumaş birim ağırlığı bağıl farkını, $N_{BA,}$ herhangi bir numunenin birim ağırlığını ve $ED_{BA,}$ birim ağırlığı en düşük olan kumaşın ağırlığını vermektedir.



Şekil 4.8. Kumaşların birim ağırlıklarının yüzdesel bağıl farkları

Şekil 4.8'e göre iplik numarası kumaş ağırlığı üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Ayrıca kumaşların ağırlıklarının birbirlerine göre durumları da iplik numarasından oldukça fazla etkilenmiştir. Ancak genel olarak değerlendirildiğinde kumaşların ağırlıkları birbirlerine yakındır.

4.2.2. Yapısal Özelliklerin İstatistiksel Analizi

Kumaşlara uygulanan birim yoğunluk, kalınlık ve birim ağırlık test sonuçları alt iplik hammaddesi ve alt iplik numarası bağımlı değişkenler olarak alınmış ve çift yönlü varyans analizi yapılmıştır. Yapılan analiz Çizelge 4.7'de sunulmuştur.

Çizelge 4.7. Yapısal analiz test sonuçlarının "Çift yönlü ANOVA" sonuçları

	Çift yönlü varyans analizi						
Bağımlı değişken	**Varyansın kaynağı**	**KT**	**SD**	**KO**	**F**	**p**	**Etki derecesi**
İlmek yoğunluğu [(may*çubuk)/cm^2]	Alt İplik Hammaddesi	4041,825	9	449,092	13,530	,000	,628
	Alt İplik Numarası	102,378	1	102,378	3,084	,083	,041
	Hammadde*Numara	2836,497	7	405,214	12,208	,000	,543
	Hata	2389,800	72	33,192			
	Toplam	5804374,7	90				
Birim ağırlık (g/m^2)	Alt İplik Hammaddesi	1684,510	8	210,564	68,702	,000	,884
	Alt İplik Numarası(Ne)	18870,336	1	18870,336	6156,94	,000	,988
	Hammadde*Numara	684,928	8	85,616	27,934	,000	,756
	Hata	220,672	72	3,065			
	Toplam	3127219,0	90				
Kalınlık (mm)	Alt İplik Hammaddesi	,046	8	,006	43,722	,000	,829
	Alt İplik Numarası	,052	1	,052	390,427	,000	,844
	Hammadde*Numara	,011	8	,001	10,374	,000	,535
	Hata	,010	72	,000			
	Toplam	42,035	90				

Çizelge 4.7'deki birim yoğunluğa ait p değerlerine bakıldığında bu değerlerin iplik hammaddesi ve iplik hammaddesi*iplik numarası etkileşimi için 0,05'den küçük çıktığı; iplik numarası içinse büyük çıktığı görülmüştür. Dolayısıyla iplik hammaddesindeki değişimin ve iplik hammaddesi*iplik numarası etkileşimi değişiminin ilmek yoğunluğunu üzerinde anlamlı bir etkisi vardır. İplik hammaddesinin etkisi (0,628), iplik hammaddesi*iplik numarası etkileşiminin etkisinden (0,543) daha yüksektir. Bu sonuçlara göre iplik numarası yoğunluk üzerinde anlamlı bir etkiye sahip değildir. Dolayısıyla kumaşlar yoğunluklarına göre alt sınıflara ayrılırken iplik numarası hesaba katılmamıştır. Çizelge 4.7'de birim

ağırlık için hesaplanan değerler içerisinde tüm p değerleri 0,05'den küçük olduğu için kumaş kalınlığı üzerinde iplik hammaddesinin, iplik numarasının ve bunların etkileşimlerinin anlamlı etkileri vardır. Ayrıca etki derecelerine bakıldığında kumaş kalınlığı üzerinde iplik hammaddesinin etkisinin oldukça yüksek olduğu, numaranın etkisinin ise her ikisinin etkileşiminden daha fazla olduğu anlaşılır. Kumaş kalınlığı için aynı çizelgede verilen tüm p değerleri yine 0,05'den küçük olduğu için kumaş kalınlığı üzerinde iplik hammaddesinin, iplik numarasının ve bunların etkileşimlerinin anlamlı etkileri vardır. Ayrıca etki derecelerine bakıldığında kumaş kalınlığı üzerinde iplik numarasının etkisinin oldukça yüksek olduğu, hammaddenin etkisinin ise her ikisinin etkileşiminden daha az olduğu anlaşılmaktadır.

Kumaşlar üretilirken ilmek iplik uzunluğu sabit tutulmuştur ancak kumaşların alt iplik numaralarının kalınlaşması kumaşların hem daha kalın hem de daha ağır olmalarına yol açmıştır. Kumaşların üretim sonrasındaki gramajları ve yoğunlukları aynıdır ancak söz konusu ölçümler mamul kumaş için yapılmıştır. Numune kumaşlar üretildikten sonra görmüş oldukları terbiye işlemleri sırasında suyla ve ısıyla muamele edildiğinden yapısal özellikler değişmiştir. Numune kumaşlar suyla işlem gördüğü için, alt ipliklerin kimyasal yapılarına bağlı olarak kumaşların yapısı değişmiştir. Alt iplik lifi hidrofil bir yapıya sahip olan kumaşların alt iplikleri şişmiş ve hacimleri artmıştır, bu da bu kumaşların kalınlaşmasına ve gözenekliliklerinin azalmasına neden olmuştur.

Kumaşa uygulanan tüm performans testleri de mamul kumaşa uygulandığından oluşan farklılıkların tespit edilmesi oldukça önemlidir. Sonuç olarak istatistiksel ve grafiksel olarak farklılıkların ortaya koyulmasının ana nedeni yapısal özelliklerdeki değişimin kendi içinde nasıl değiştiği değil, diğer performans özelliklerini nasıl etkilediğidir. Kumaşlarda oluşan değişiklerin birbirine bağlı değişiklik gösterip göstermediği, gösterdiyse bu ilişkinin yönünü ve önemini tespit etmek amacıyla çoklu korelasyon yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Kumaşın yapısal özellikleri arasında oluşan çoklu korelasyon

Pearson korelasyonu	**Kalınlık**	**Gramaj**	**May sıklığı**	**Çubuk sıklığı**	**İlmek yoğunluğu**
Kalınlık,mm	1	**,665****	,027	-,010	-,106
Gramaj,g/m²	**,665****	1	,179	,086	,290
May sıklığı, (sıra/cm)	-,106	,179	1	**-,561***	**,563***
Çubuk sıklığı, (çubuk/cm)	,027	,086	**-,561***	1	,220
İlmek yoğunluğu	-,010	,290	**,563***	,220	1

*0,05 anlamlılık seviyesi, **0,01 anlamlılık seviyesi

Çizelge 4.8'de verilen korelasyon sonuçlarına göre kumaş kalınlığı ile kumaş birim ağırlığı arasında 0,01 anlamlılık düzeyinde, pozitif yönde ve 0.665 seviyesinde bir ilişki vardır. Dolayısıyla kumaş kalınlığında artma olmasının % 66,5 oranında nedeni kumaş birim ağırlığında artış olmasıdır. Ayrıca çubuk sıklığı arttıkça ilmek yoğunluğunda 0,01 veya 0,05 anlamlılık seviyelerinde anlamlı bir artış olmazken may sıklığında 0,05 anlamlılık seviyesinde 0.561 düzeyinde bir azalma oluşmaktadır. İlaveten may sıklığında oluşan artış, ilmek yoğunluğunda, pozitif yönde, 0,05 anlamlılık seviyesinde ve 0.563 düzeyinde anlamlı bir artış oluşmasına neden olmaktadır. Bu durumda ilmek yoğunluğunun % 56'lık bir oranda may sıklığına bağlı olduğu söylenebilir. Bunun anlamı kumaşın birim alanındaki ilmek yoğunluğunda meydana gelen artışın nedeni % 56 oranında birim alandaki may sayısındaki artıştan kaynaklanmaktadır.

4.3. Mamul Kumaşa Uygulanan Performans Testlerinin İncelenmesi

Tez çalışması kapsamında üretilen kumaşlara uygulanan testler; ısıl konfor testleri ve fiziksel testler olarak ayrılmıştır. Uygulanan ısıl konfor testleri hava geçirgenliği testi, su buharı geçirgenliği testi, ısıl iletkenlik testi ve ısıl soğurganlık testi şeklindedir. Fiziksel testler ise patlama mukavemeti testi, esneklik testi,

boncuklanma dayanımı testi ve tekrarlı yıkamaya karşı boyutsal değişim testi şeklindedir.

4.3.1. Isıl Konfor Testleri

Bir giysi vücuda ilk temas ettiği andan giyildiği süre boyunca vücutla sürekli ve dinamik olarak temas halindedir. Dolayısıyla bir tekstil malzemesinin ısıl özelliklerini bilmek giysinin hangi hava koşulları için uygun olacağı hakkında fikir vermektedir. Tekstillerin ısıl özelliklerini etkileyen faktörler; lifin ve kumaş içinde tutulan havanın ısıl iletkenliği, lifin özel ısısı, kumaş kalınlığı ve katman sayısı, kumaşın hacimsel yoğunluğu (kumaş içindeki hava boşluklarının sayısı, büyüklüğü ve dağılımı), kumaş yüzeyi (kullanılan lifin tipi, kumaşın yapısı, kumaştaki bitim işlemleri), kumaş ve yüzey arasındaki temas alanı, deriden kumaşa iletim ısı kaybı, deriden kumaşa doğru ve kumaştan konveksiyon ısı kaybı ve ışıma (radyasyon) ile ısı kaybı (deriye kumaş yüzeylerinin emisyon kabiliyeti) olarak özetlenmektedir (Marmaralı & ark. 2006).

Bilinçli tüketiciler giysinin yalnızca güzel görünmesiyle değil aynı zamanda da iyi hissettirmesi ile ilgilenirler. Giysi giyen kişi ile kullanım sırasında sürekli ve dinamik halde temas halindedir (Vivekanadan & arkadaşları, 2011). Dolayısıyla kullanıcı kullanım esnasında giysinin kendini rahat hissettirmesini ister. Bu rahatlık hissi konfor olarak nitelendirilir. Konfor, insan vücudunun çevresi ile fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumunun memnuniyet verici olması olarak tanımlanmaktadır (Kanat & Özdil, 2013). Konfor giysi seçimi yapılırken öne çıkan, oldukça önemli bir özelliktir. Bu nedenle üretilen kumaşın son kullanım alanının ne olduğu bilinmelidir. Konfor, birçok farklı amaç için farklı tanımlanabilir. Tez çalışması kapsamında termofizyolojik konfor incelenmiştir. Termofizyolojik konfor, insan vücudu ile çevre arasındaki ısıl denge ile ilgilidir. Kullanıcının termofizyolojik rahatlığı giysinin ısı, nem ve hava geçirgenlik özelliklerinin birleşiminden oluşmaktadır. Değişen hava koşullarına bağlı olarak her mevsimin giysisi farklıdır. Kışlık giysiler yüksek ısı direncine sahip olmalıdır. Aynı zamanda kumaş yapısının ısı yalıtımını sağlaması açısından nem ve hava geçirgenliğinin de düşük olması gerekmektedir. Yazlık

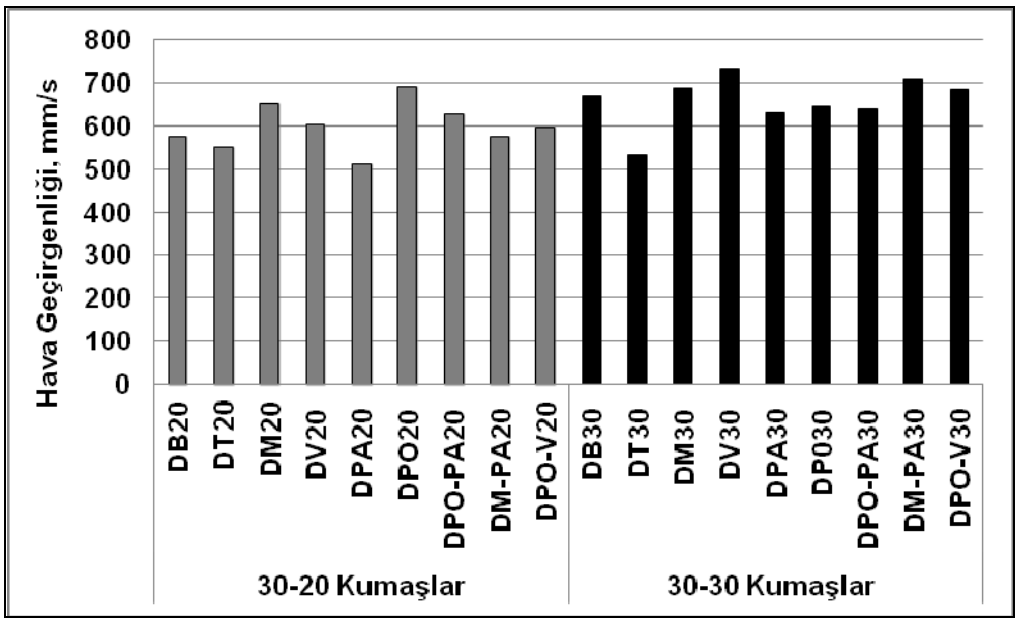
giysilerin ise ısıl dirençleri düşük, nem ve hava geçirgenlikleri yüksek olmalıdır (Raj, 2009; Matusiak ve Sikorski, 2011; Oğlakçıoğlu ve ark, 2009). Sonuç olarak giysilerin ana fonksiyonu, dış atmosferik koşullar veya fiziksel aktivite değiştiğinde bile vücut sıcaklığını ortalama değerde (37 ^{o}C) tutmaktır. Yani, vücut sıcaklığı arttığında ısıl dengeyi sürdürebilmek için vücut uygun orandaki ısıyı dışarı atmalıdır. Dolayısıyla insanın kendini konforlu hissetmesi için kazanılan ve kaybedilen ısı arasındaki ısıl dengenin sürdürülebilmesi gerekmektedir. Bu denge de terleme ile mümkün olmaktadır (Kanat ve Özdil, 2013). Kumaşların ısıl konforunu ifade eden ısıl direnç, ısıl iletkenlik ve ısıl soğurganlık değerleri, kumaşın yapısından, yoğunluğundan, içerdiği nemden, hammaddenin cinsinden, doku tipinden ve yüzey bitim işlemlerinden etkilenirler (Chidambaram ve arkadaşları, 2011). Tekstil yapılarının ısıl iletkenlikleri genellikle 0,033-0,01 W/mK seviyelerine çıkabilmektedir. Durgun havanın ısıl iletkenliği 20^{o} C'de 0,025 W/mK iken suyun iletkenliği bunun 25 katı 0,6 W/mK'dir. Bu tekstil materyallerinde su bulunmasının istenmeyiş nedenidir (Kanat ve Özdil, 2013). Çalışma kapsamında yazlık kullanıma uygun örme denim kumaşlar tasarlandığından kumaşların termofizyolojik konforları araştırılmıştır. Bu bağlamda kumaşlara sırasıyla hava geçirgenliği testi, su buharı geçirgenliği testi, ısıl direnç testi, ısıl iletkenlik testi ve ısıl soğurganlık testi uygulanmıştır. Uygulanan test sonuçlarının ortalamaları toplu olarak Çizelge 4.9'da sunulmuştur.

Çizelge 4.9. Numunelerin ısıl konfor test sonuçları

Kumaş adı	Numune adı	Su Buharı Geçirgenliği İndeks	Hava Geçirgenliği mm/s	Isıl Direnç $K\ m^2\ W^{-1}$	Isıl Soğurganlık $Ws^{1/2}m^{-2}\ K^{-1}$	Isıl İletkenlik $W\ m^{-1}\ K^{-1}$
30-20 Kumaşlar	DB20	103,90	575	0,01209	225,43	0,05444
	DT20	101,36	551	0,01388	187,13	0,05312
	DM20	102,68	654	0,01342	210,63	0,05405
	DV20	102,33	603	0,01253	187,70	0,05251
	DPA20	105,75	511	0,01313	197,43	0,05555
	DPO20	102,25	690	0,01510	152,20	0,04984
	DPO-PA20	103,55	628	0,01414	175,06	0,05125
	DM-PA20	103,03	576	0,01387	206,60	0,05277
	DPO-V20	104,12	596	0,01342	159,60	0,05096
30-30 Kumaşlar	DB30	104,26	668	0,01188	202,50	0,05178
	DT30	102,33	535	0,01282	163,06	0,05131
	DM30	105,67	688	0,01342	192,03	0,05171
	DV30	104,71	733	0,01238	174,73	0,04901
	DPA30	102,38	630	0,01322	177,56	0,05147
	DPO30	101,68	647	0,01496	153,30	0,04891
	DPO-PA30	102,75	641	0,04968	171,40	0,04968
	DM-PA30	103,99	711	0,01251	167,73	0,05089
	DPO-V30	104,12	686	0,01418	171,40	0,04956

4.3.1.1. Hava Geçirgenliğinin Değişimi

Hava geçirgenliği deney alanı, basınç düşmesi ve zaman gibi şartları belirlenmiş bir deney parçasından düşey yönde geçen havanın hızıdır (TS 391 EN ISO 9237 1999 Tekstil -Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini TSE). Hava geçirgenliği etkileyen parametreler, kumaş tipi, örme yapısı, kumaş sıklığı, kumaş kalınlığı, kumaş kat sayısı ve kumaşa uygulanan bitim işlemleri olarak sıralanabilir (Chidambaram ve ark., 2011; Zupin ve ark., 2011) İplik yapısı düşünüldüğünde ise iplik üretim yöntemi, iplik çapı, iplik bükümü, tüylülüğü, iplik yapısındaki liflerin sürekli veya kesikli olması, lif inceliği ve enine kesiti geçirgenlik için önemli parametrelerdir (Turan ve Okur, 2010). Kumaşın gözenekliliği iplikler arasındaki gözeneklilik ve lifler arasındaki gözeneklilik olarak sınıflandırılabilir. İplikler arasındaki gözeneklilik doğrudan iplik sıklıkları ve iplik kalınlığından etkilenmektedir (Halgas ve ark., 2006). İplik sıklığının arttırılmasıyla gözenek boyutları küçülür ve hava geçirgenliği düşer. İpliği oluşturan lifler arasındaki gözenek boyutları ise lif inceliği, iplik numarası, iplik bükümü, krimp ve liflerin yassılmasından etkilenir. Kumaştan hava geçişi esnasında hava büyük gözeneklerden geçme eğilimindedir (Çay ve Tarakçıoğlu, 2008). Tez kapsamında üretilen kumaşların alt iplik numaraları ve lif çeşitleri çeşitlilik arz ettiğinden kumaşlarda hava geçirgenliğinin değişeceği düşünülmüştür. Çalışma kapsamında üretilmiş kumaşlara uygulanan hava geçirgenliği testine ait ortalama sonuçlar Çizelge 4.9'da verilmiştir. Bu sonuçlara ilişkin karşılaştırma grafiği Şekil 4.9'da sunulmuştur.

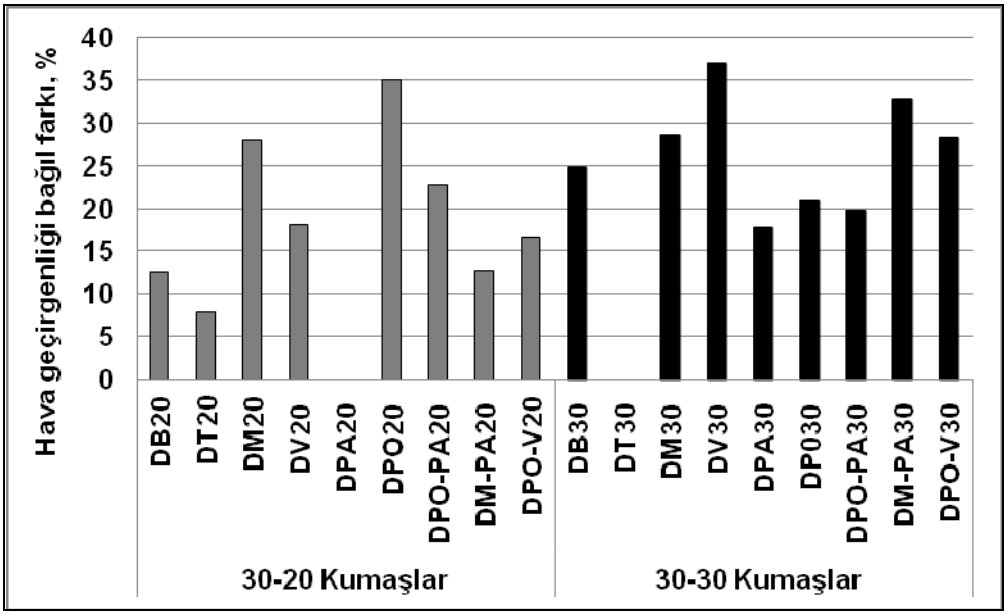


Şekil 4.9. Numune kumaşların hava geçirgenliği test sonuçları

Şekil 4.9 birlikte incelendiğinde kumaşların hava geçirgenliklerinin alt iplik numarasından daha fazla alt iplik hammaddesinden etkilendiği görülmektedir. Bunun nedeni kumaşların görmüş oldukları terbiye işlemine bağlı olarak gözenek büyüklüklerinin değişmesidir. Bir diğer ifade ile kumaş gözenekliliğini değiştiren her etken aynı zamanda hava geçirgenliğini de değiştirir. Söz konusu bağıl farklar Formül 4.5 yardımıyla bulunmuştur.

$$BF_{HG}(\%) = \frac{N_{HG} - ED_{HG}}{ED_{HG}} * 100 \qquad (4.5)$$

Formülde yer alan $BF_{HG,}$ hava geçirgenliği bağıl farkını, $N_{HG,}$ herhangi bir numunenin hava geçirgenliğini ve $ED_{HG,}$ hava geçirgenliği en düşük olan kumaşın hava geçirgenliğini vermektedir.



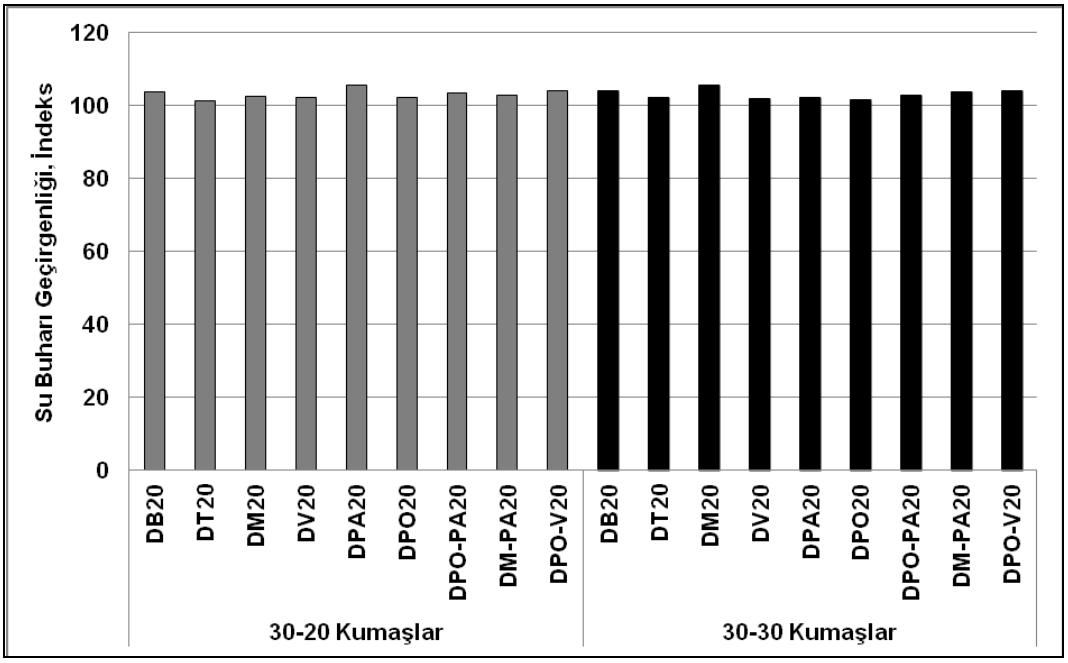
Şekil 4.10. Numune kumaşların hava geçirgenliği test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları

4.3.1.2. Su Buharı Geçirgenliğinin Değişimi

Giysi değişen fiziksel koşullar altında vücudun ısı kontrol fonksiyonuna yardımcı olmalıdır. Böylelikle vücudun ısı ve nem üretimi dengelenir ve tene yakın kısımda mikro klima oluşur. İnsan vücudunda, metabolizması gereği yaptığı her aktivite sonucunda bir miktar ısı oluşur. Bu ısı seviyesi artınca, giysiyle ısı transferi ve vücudun enerji dengesi yetersiz kalır. Bunun sonucunda terleme oluşur ve vücut yeniden soğuyabilir. Nem emilimi bir materyalin içerisinde ve gözeneklerinde sıvıyı tutabilme yeteneğidir. Yüksek sıvı emme yeteneğine sahip giysiler teri de çok iyi emdiklerinden vücutla temas halinde rahatlıkla kullanılabilirler (Bivainyte & Mikucioniene, 2011). Nem iletim özelliği giysiler için önemli bir özelliktir çünkü rahatlık seviyesi anlamına gelir. Bir kumaşın en önemli özelliği vücutta oluşan teri vücuttan uzaklaştırmasıdır. Bir giysinin teri uzaklaştırabilmesi su buharını geçirebilme yeteneği ile ölçülür. Vücutta terleme neticesinde oluşan nemin vücuttan uzaklaştırılması termofizyolojik konfor açısından önemli bir parametredir. Her insan yapmış olduğu farklı aktiviteler neticesinde terler. Giysinin, oluşan bu teri vücudun ısıl dengesini sağlaması açısından vücuttan atmosfere iletmesi gerekmektedir. Bir kumaşın oluşan bu suyu nasıl taşıdığı ve giyen kişiyi ne kadar rahat ettirdiği ısıl

konfor açısından önemli bir özelliktir. Vücutta oluşan ter, kumaşa temas ettiği zaman kumaş bu terin bir kısmını depolar, bir kısmını yüzeye taşır ve bir kısmını da atmosfere dağıtır. Tekstil yapılarında lifler arasındaki kılcal boşluklar vardır. Bu boşluklar daraldıkça tekstil yüzeyinin nemi taşıması kolaylaşır. Ayrıca hidrofilik lifler daha fazla yüzey enerjisine sahiptirler, bu nedenle hidrofobik liflere nazaran nemi daha çabuk ulaştırırlar (Kandhavadivu & Ramachandran, 2011). Sıvı ve tekstil arasındaki fiziksel durum şöyledir; elyaf yüzeyinin ıslanması, elyafın içine doğru sıvının taşınması, sıvının elyafın yüzeyinde tutulması ve sıvının materyalin içine difüzyonu. Dolayısıyla vücutta oluşan sıvının malzemeye temas edebilmesi; malzemenin ıslanabilmesiyle, lifin ve yüzeyin geometrisiyle, dış kuvvetlerle ve sıvının miktarı ile ilişkilidir. Su buharı geçirgenliği testi ise terleme ile vücutta oluşan buharın giysiyle vücuttan ne kadar transfer edilebildiğini ölçmektedir. Bu buharın vücuttan uzaklaştırılması fizyolojik açıdan önemli bir parametredir. Çünkü terleme ile ıslanmış olan tene temas halindeki giysi, vücut terlemeyi bıraktıktan sonra yüzeyindeki nemi azaltmak için; tutmuş olduğu bu nemi atmosfere bırakmalıdır (Bivainyte & Mikucioniene, 2012). Bağıl su buharı geçirgenliği bir tekstil yüzeyinin, terleme ile oluşan buharı vücuttan dış ortama transfer edebilme yeteneği olarak ifade edilir. Eğer kumaşın su buharı geçirgenliği değeri düşük, yani buhar direnci yüksek ise, vücutta depolanan ısı ve dolayısıyla ter uzaklaştırılamayacağından konforsuz bir his meydana gelmektedir (Ertekin & Marmaralı, 2011).

Bu nedenle bu çalışmada iç yüzeydeki alt ipliklerin buhar formundaki teri vücuttan uzaklaştırma yetenekleri kıyaslanmakta ve dış yüzeyde bulunan pamuk lifinin çekmiş olduğu nemi atmosfere ne derece yaydığı da test edilmektedir. Tez kapsamında üretilen kumaşlar yazlık olarak tasarlandığından ve tene değen iplikler farklı hammaddelerden elde edildiğinden bağıl su buharı geçirgenliklerinin farklı olacağı düşünülmektedir. Çalışma kapsamında üretilmiş kumaşlara su buharı geçirgenliği testi uygulanmış ve sonuçlar uluslararası indeks değerlerine çevrilmiştir. Çizelge 4.9'da su buharı geçirgenliği indeks sonuçlarının ortalamaları verilmiştir. Numune kumaşların su buharı geçirgenliği indeks değerleri Şekil 4.11'de grafiksel olarak kıyaslanmaktadır.

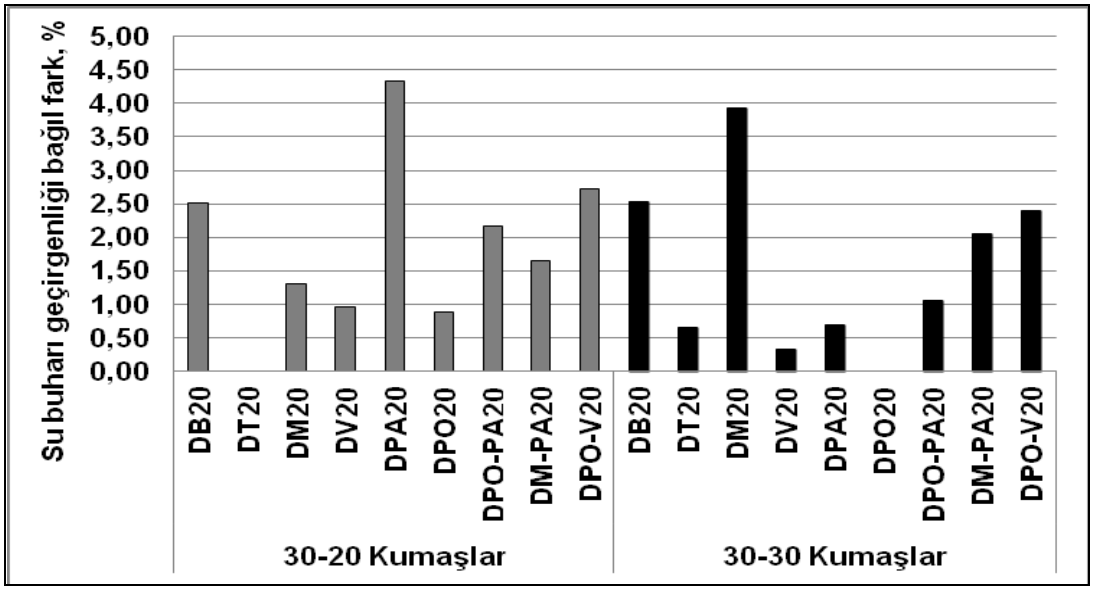


Şekil 4.11. Numune kumaşların su buharı geçirgenliği test sonuçları

Ayrıca yüzdesel olarak su buharı geçirgenliği değerleri Şekil 4.12'de grafik olarak sunulmuştur. Söz konusu bağıl farklar Formül 4.6 yardımıyla bulunmuştur.

$$BF_{SBG}(\%) = \frac{N_{SBG} - ED_{SBG}}{ED_{SBG}} * 100 \qquad (4.6)$$

Formülde yer alan $BF_{SBG,}$ su buharı geçirgenliği bağıl farkını, $N_{SBG,}$ herhangi bir kumaşın su buharı geçirgenliğini ve $ED_{SBG,}$ su buharı geçirgenliği en düşük olan kumaşın su buharı geçirgenliğini vermektedir.



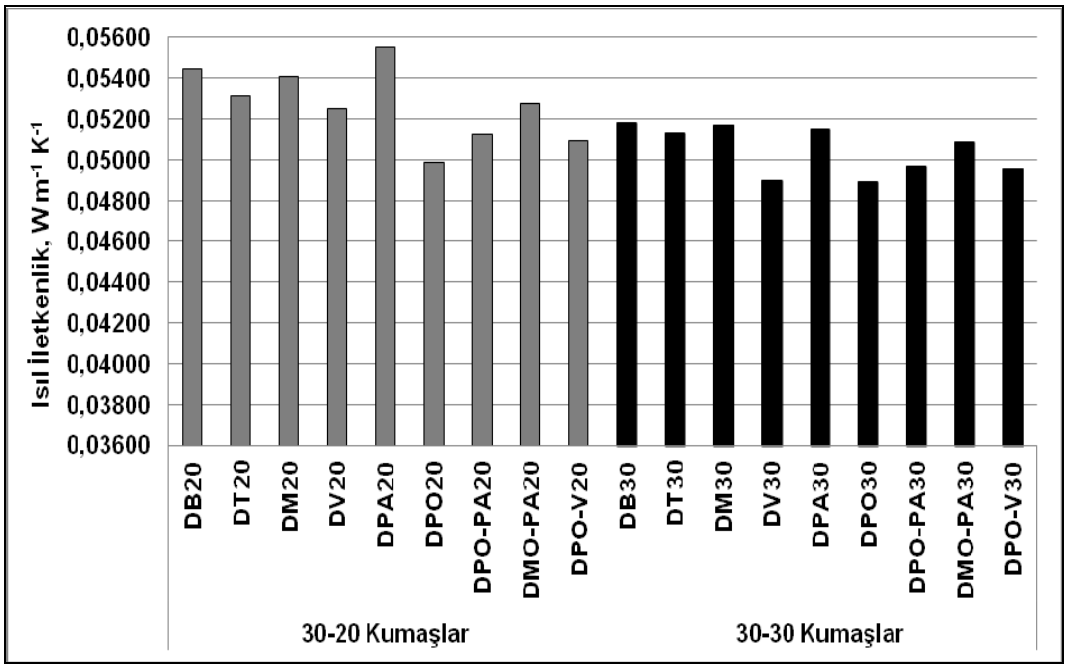
Şekil 4.12. Numune kumaşların su buharı geçirgenliği test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları

Şekil 4.11 ve 4.12 incelendiğinde numune kumaşların su buharı geçirgenliği indeks değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu görülür. Dolayısıyla bu testin sonuçlarına göre üretilen tüm numune kumaşlar yüksek su buharı geçirgenliğine sahiptir.

4.3.1.3. Isıl İletkenliğin Değişimi

Isıl iletkenlik, İİ (W m^{-1} K^{-1} (Formül 3.2)) bir materyalden, birim kalınlıkta, 1 Kº sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsüdür. Malzemenin iki yüzeyi birim sıcaklık farkına maruz kaldığında gerçekleşmektedir. Bir tekstil materyali için ısıl özelliklerin tayin edilebilmesi için ısıl iletkenlik değerleri kullanılır (Marmaralı & Oğlakçıoğlu, 2013). Çalışma kapsamında üretilen tüm kumaşlar aynı laboratuar ortamında aynı zamanda test edildiği için ısı akış miktarının ve sıcaklık farkının aynı olması beklenir. Bu nedenle kumaşların ısıl iletkenliklerinde oluşan değişkenlik kumaşların kalınlıklarının ve alt ipliğini oluşturan liflerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Kumaşların ısıl iletkenlik değeri, liflerin ısıl iletkenlik katsayısına ve bunun yanında, kumaş içerisinde hapsedilen hava miktarı ile de yakından ilgilidir. Havanın ısıl iletkenlik katsayısı oldukça düşüktür ve bu nedenle

içerisinde fazla miktarda hava içeren liflerin ısıl iletkenlik katsayıları da düşük olmaktadır. Örneğin pamuk lifinin iletkenlik katsayısı 71 mW m^{-1} K^{-1} ve polyester lifinin iletkenlik katsayısı 140 mW m^{-1} K^{-1} iken havanın ki sadece 25 mW m^{-1} K^{-1}'dir (Marmaralı & Oğlakçıoğlu,2013). Kumaşların ısıl iletkenlik değerleri, belirlenen formül yardımıyla hesaplanmıştır. Üç ayrı numuneden yapılan testlerin ortalama değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Sonuçlar detaylı olarak ise Şekil 4.13'de grafik olarak gösterilmiştir.



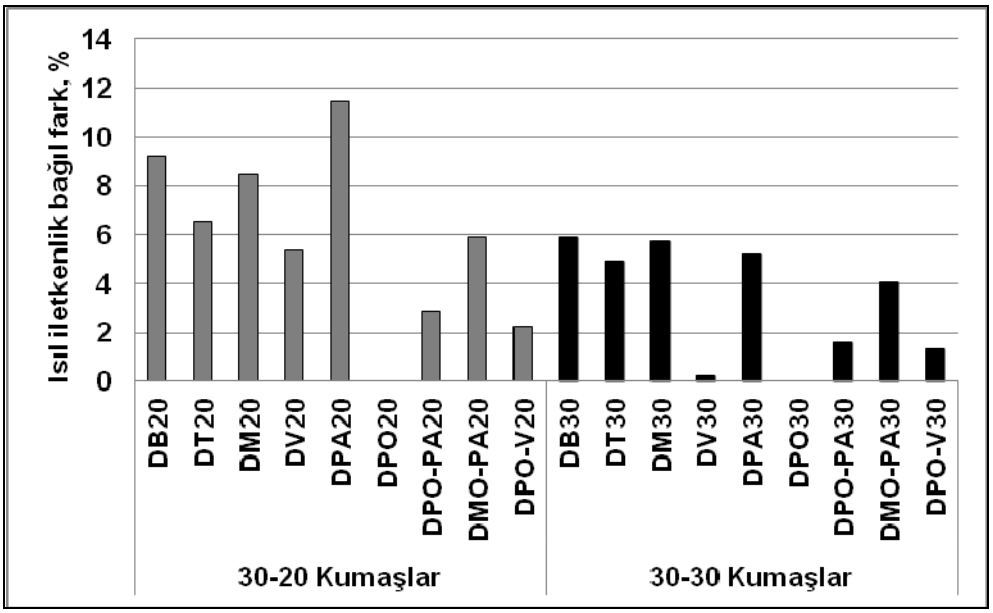
Şekil 4.13. Numune kumaşların ısıl iletkenlik test sonuçları

Şekil 4.13. incelendiğinde alt ipliğin inceliğinin ve hammaddesinin kumaşın ısıl iletkenliği üzerinde önemli bir etkisi olduğu görülür. Alt iplik inceldikçe iletkenlik azalmıştır. Ayrıca alt ipliği polyester veya karışımlarından oluşan kumaşların ısıl iletkenlikleri daha düşük çıkmıştır. Aslında polyester lifinin iletkenlik katsayısı (140 mW m^{-1} K^{-1}), pamuk lifinin iletkenlik katsayısından oldukça yüksektir dolayısıyla da bu kumaşların iletkenliklerinin daha fazla çıkacağı beklenmektedir. Sonucun böyle çıkmasının nedeni hem üst ipliğin pamuk olmasından dolayı polyesterin etkisinin çok net olamayışı, hem de alt ipliği polyester veya karışımlarından olan kumaşların kalınlıklarının daha düşük olmasıdır. Kumaş kalınlığı arttıkça gözeneklerde oluşan hava, iletkenliği değiştirmektedir. Bu durum

literatürle uygunluk göstermektedir (Kanat & Özgür, 2013). Bu durumda yaz mevsimi için pamuk içeriği yüksek olan kumaşlar daha avantajlıdır. Ayrıca numune kumaşların ısıl iletkenliklerine ait bağıl farklar da hesaplanmış ve grafik olarak Şekil 4.14'de gösterilmiştir. Söz konusu bağıl farklar Formül 4.7 yardımıyla bulunmuştur.

$$BF_{Ii}(\%) = \frac{N_{Ii} - ED_{Ii}}{ED_{Ii}} * 100 \qquad (4.7)$$

Formülde yer alan $BF_{Ii,}$ numune kumaşların ısıl iletkenlik bağıl farkını, $N_{Ii,}$ herhangi bir numunenin ısıl iletkenliğini ve $ED_{Ii,}$ ısıl iletkenliği en düşük olan kumaşın ısıl iletkenliğini vermektedir.



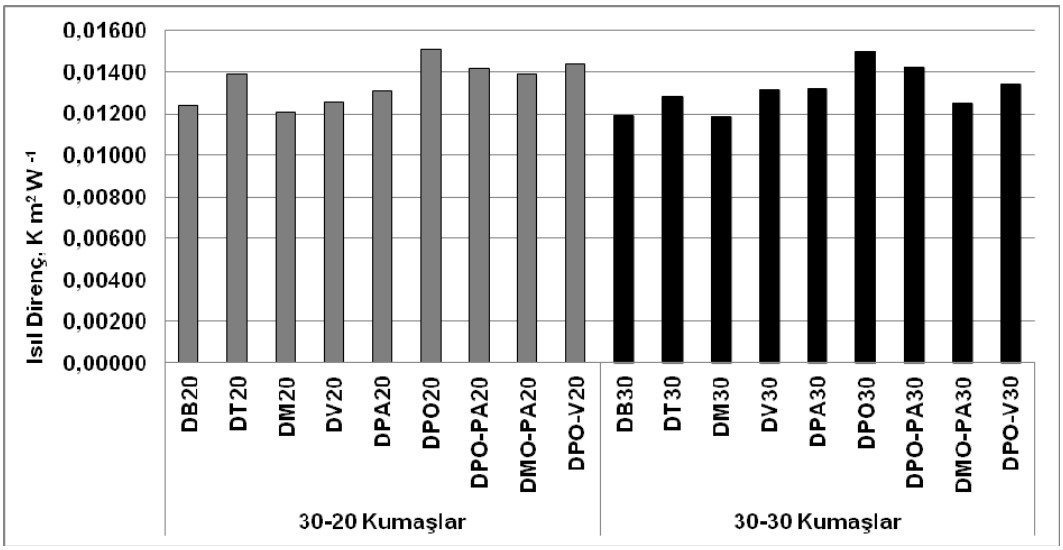
Şekil 4.14. Numune kumaşların ısıl iletkenlik test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları

Numune kumaşların ısıl iletkenlik değerleri arasındaki farklar incelendiğinde 30-20 kumaşlarda en büyük fark alt ipliği polyester olan kumaşla alt ipliği pamuk olan kumaş arasında ve % 11 civarındadır. Alt ipliği rejenere selüloz olan kumaşların iletkenlikleri arasında önemli derecede fark yoktur ve pamuğa daha yakın değerlere sahiptirler. 30-30 kumaşlarda ise alt ipliği viskon olan kumaş alt ipliği polyester olan kumaşa yakın düşük iletkenlik sergilerken alt ipliği pamuk, modal, bambu ve tencel

olan kumaşların iletkenlikleri yakın düzeydedir. Genel olarak değerlendirildiğinde ise iletkenlik üzerinde hammaddenin daha etkili olduğu açıktır.

4.3.1.4. Isıl Direncin Değişimi

Isıl direnç ID, (K m^2 W^{-1} (Formül 3.4)), bir malzemenin iki kesiti arasındaki sıcaklık farkının, kesitler arasındaki ısı akış hızına bölünmesi ile tanımlanan ve ısı aktarımına stabil halde iken direnç gösteren büyüklüktür (Marmaralı & Oğlakçıoğlu,2013). Formülden de anlaşılacağı gibi ısıl direnç kumaş kalınlığının ısıl iletkenliğe bölünmesi ile bulunur. Malzeme kalınlığı ile doğru, ısıl iletkenlik ile ters orantılıdır. Yani bir materyalin ısıl iletkenliği ne kadar düşük ve kalınlığı ne kadar yüksekse ısıl direnci de o ölçüde yüksektir. Kumaş içerisindeki liflerin ısıl iletkenlikleri düşük seviyededir, ayrıca kumaş gözeneklerinde bulunan havanın da ısıl iletkenliğinin düşük olması, kumaşın ısıl direncinin yüksek olmasını sağlamaktadır. Soğuk hava koşullarında yüksek ısıl direnç yüksek ısı izolasyonu anlamına gelir. Çalışma kapsamında ısıl iletkenliği ölçülmüş kumaşların ısıl dirençleri hesaplanmış ve ortalamaları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Kumaşların ısıl dirençleri ise Şekil 4.15'de sunulmuştur.

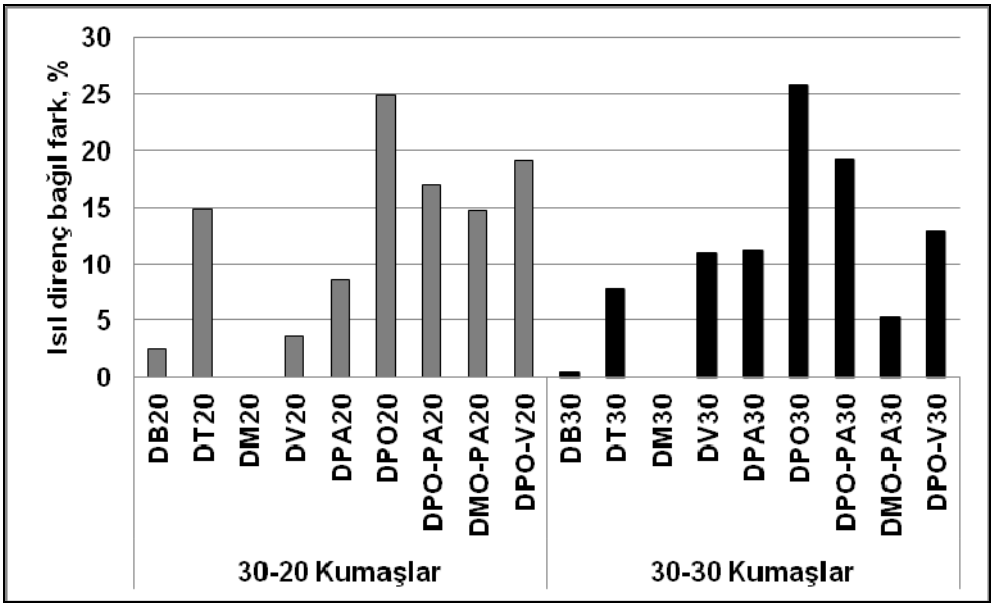


Şekil 4.15. Numune kumaşların ısıl direnç test sonuçları

Şekil 4.15 incelendiğinde ısıl direnç açısından sonuçların oldukça yakın olduğu görülür. Ayrıca grafik incelendiğinde alt iplik numarasının etkisi net değildir. Ancak alt ipliği modal ve bambu olan kumaşların düşük ısıl direnç sergiledikleri açıktır. Diğer yandan genel olarak ısıl direnç sonuçlarının ısıl iletkenlikle ters orantılı çıkması beklenen bir durumdur. Ayrıca kalınlık arttıkça ısıl direnç artmıştır. Sonuç literatürle uyum göstermektedir (Havenith, 2002). Ayrıca numune kumaşların ısıl dirençlerine ait bağıl farklar da hesaplanmış ve grafik olarak Şekil 4.16'da gösterilmiştir. Söz konusu bağıl farklar Formül 4.8 yardımıyla bulunmuştur.

$$BF_{ID}(\%) = \frac{N_{ID} - ED_{ID}}{ED_{ID}} * 100 \qquad (4.8)$$

Formülde yer alan $BF_{ID,}$ numune kumaşların ısıl direnç bağıl farkını, $N_{ID,}$ herhangi bir numunenin ısıl direncini ve $ED_{ID,}$ ısıl direnci en düşük olan kumaşın ısıl direncini vermektedir.



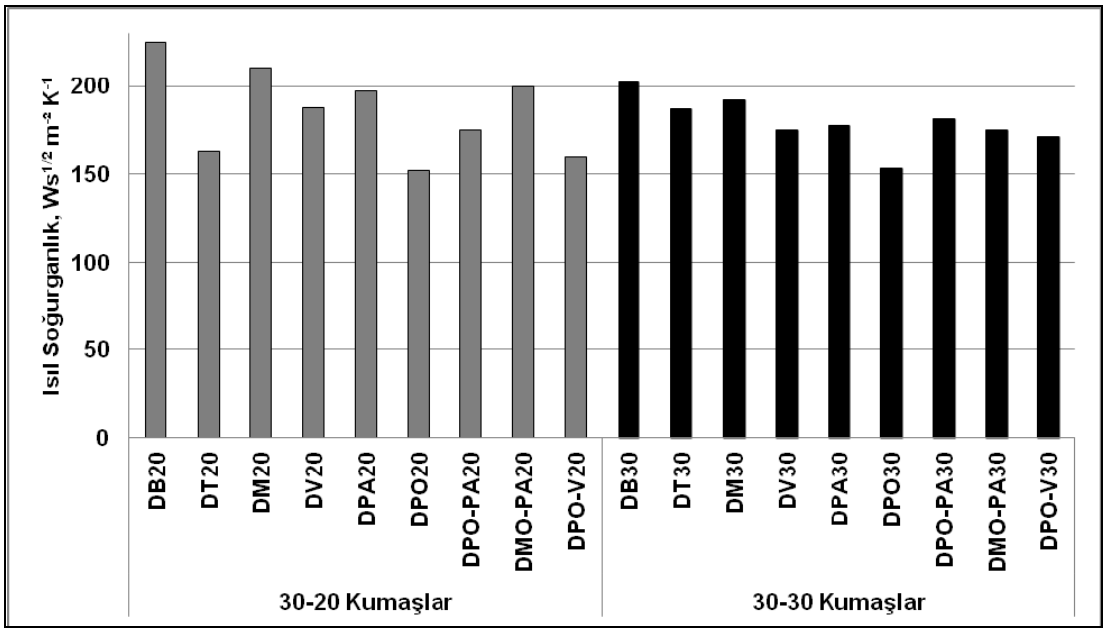
Şekil 4.16. Numune kumaşların ısıl direnç test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları

Şekil 4.16 incelendiğinde kumaşların ısıl direnç değerlerinin alt iplik numarasından ziyade alt iplik hammaddesine bağlı olduğu sonucu çıkarılabilir. Yazlık giysilerde ısıl direncin düşük olması istenir. Kumaşlardan alt ipliği Ne 30/1

olanlar daha fazla tercih edilebilir. Alt ipliğin modal olması ısıl direnç açısından avantaj sağlamaktadır. Alt ipliğin polyester ve karışımı olması ise kumaşların yaz giysisi olarak kullanımlarını güçleştirir niteliktedir.

4.3.1.5. Isıl Soğurganlığın Değişimi

Kumaşların ısıl soğurganlıkları IS ($Ws^{1/2}$ m^{-2} K^{-1} Formül 3.5)) ısıl konfor açısından önemli bir parametredir (Marmaralı & Oğlakçıoğlu, 2013). Farklı sıcaklıktaki iki parça birbirine temas ettiğinde meydana gelen ani ısı akışı soğurganlık olarak ifade edilir. Bu değerin yüksek olması giysinin tene değdiği anda kişi üzerinde serin bir his uyandıracağı anlamına gelmektedir. Isıl iletkenlik ile doğru orantılıdır. Kumaşların ısıl soğurganlıkları üç numune kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçların ortalamaları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Kumaşların ısıl soğurganlık değerleri Şekil 4.17'de sunulmuştur.



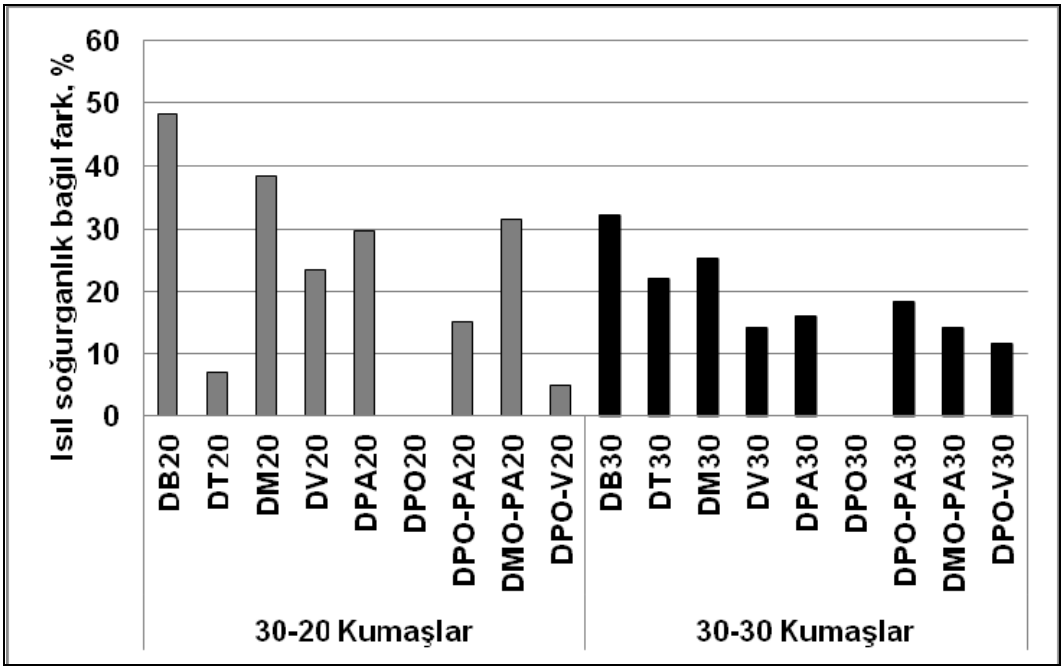
Şekil 4.17. Numune kumaşların ısıl soğurganlık test sonuçları

Şekil 4.17 incelendiği takdirde alt ipliğin değişmesi bazı kumaşlarda soğurganlığı arttırmış bazılarında azaltmıştır. Kumaşların kalınlıkları ile soğurganlıkları beraber değerlendirildiğinde ise kumaş kalınlığı artıkça soğurganlığın

azaldığı söylenebilir. Sonuç önceki çalışmalarla benzer niteliktedir (Havenith, 2002). Ancak hammaddenin etkisi her iki numara için yaklaşık sonuçlar vermektedir. Şekilden polyester içerikli kumaşların daha sıcak tutacağı buna karşın rejenere selüloz içerikli kumaşların daha serin tutacağı sonucu çıkarılabilir. Bambu lifinin kullanılmasıyla üretilen kumaşlar giyildiği zaman oldukça serin his uyandırabilir. Ayrıca numune kumaşların ısıl iletkenliklerine ait bağıl farklar da hesaplanmış ve grafik olarak Şekil 4.18'de gösterilmiştir. Söz konusu bağıl farklar Formül 4.9 yardımıyla bulunmuştur.

$$BF_{IS}(\%) = \frac{N_{IS} - ED_{IS}}{ED_{IS}} * 100 \qquad (4.9)$$

Formülde yer alan $BF_{IS,}$ numune kumaşların ısıl soğurganlık bağıl farkını, $N_{IS,}$ herhangi bir numunenin ısıl soğurganlığını ve $ED_{IS,}$ ısıl soğurganlığı en düşük olan kumaşın ısıl soğurganlığını vermektedir.



Şekil 4.18. Numune kumaşların ısıl soğurganlık test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları

Şekil 4.18'de verilen bağıl farklar incelendiği zaman ise kumaşların ısıl soğurganlıklarının alt iplik numarasından da alt iplik hammaddesinden de etkilendiği anlaşılmaktadır.

4.3.2. Numune Kumaşların Isıl Konfor Özelliklerinin İstatistiksel Analizi

Numune kumaşlara uygulanan ısıl konfor test sonuçlarını analiz edebilmek için grafik ve çizelgelerden yararlanılmıştır. Sonuçların istatistiksel olarak değişimini tespit etmek amacıyla ise numune kumaşlara çift yönlü ANOVA uygulanmıştır. Uygulanan ANOVA testi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmektedir.

Çizelge 4.10. Numune kumaşlara uygulanan ısıl konfor test sonuçlarına ait çift yönlü ANOVA testi

Bağımlı değişken	**Çift yönlü varyans analizi**						
	Varyansın kaynağı	**KT**	**SD**	**KO**	**F**	**p**	**Etki derecesi**
Hava geçirgenliği, **mm/s**	Alt İplik Hammaddesi	322061,811	8	40257,726	53,383	,000	,725
	Alt İplik Numarası	170447,339	1	170447,339	226,019	,000	,582
	Hammadde*Numara	175307,011	8	21913,376	29,058	,000	,589
	Hata	122168,700	162	754,128			
	Toplam	7,200E7	180				
Su buharı geçirgenliği, **İndeks**	Alt İplik Hammaddesi	37,370	8	4,671	,885	,538	,164
	Alt İplik Numarası(Ne)	1,185	1	1,185	,225	,638	,006
	Hammadde*Numara	43,815	8	5,477	1,038	,427	,187
	Hata	190,000	36	5,278			
	Toplam	576046,0	54				
Isıl iletkenlik, **W m^{-1} K^{-1}**	Alt İplik Hammaddesi	,000	8	1,255E-5	15,021	,000	,769
	Alt İplik Numarası	6,772E-5	1	6,772E-5	81,035	,000	,692
	Hammadde*Numara	1,250E-5	8	1,563E-6	1,870	,096	,294
	Hata	3,008E-5	36	8,356E-7			
	Toplam	,144	54				
Isıl direnç, **K m^2 W^{-1}**	Alt İplik Hammaddesi	4,395E-5	8	5,494E-6	24,893	,000	,847
	Alt İplik Numarası(Ne)	1,938E-6	1	1,938E-6	8,781	,006	,196
	Hammadde*Numara	5,063E-6	8	6,329E-7	2,868	,014	,389
	Hata	7,945E-6	36	2,207E-7			
	Toplam	,010	54				
Isıl soğurganlık, **$Ws^{1/2}m^{-2}$ K^{-1}**	Alt İplik Hammaddesi	16232,84	8	2029,106	23,298	,000	,838
	Alt İplik Numarası	2193,956	1	2193,956	25,191	,000	,412
	Hammadde*Numara	2035,694	8	254,462	2,922	,013	,394
	Hata	3135,307	36	87,092			
	Toplam	1811784,23	54				

Çizelge 4.10'da görülen hava geçirgenliği bağımlı değişkenine ait değerlerden tüm p değerleri 0,05'den küçük olduğu için numune kumaşın hava geçirgenliği üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının ve bunların etkileşimlerinin anlamlı etkileri olduğu söylenir. Ayrıca etki derecelerine bakıldığında kumaşın hava geçirgenliği üzerinde alt iplik hammaddesinin etkisinin hammaddesinin etkisinden ve her ikisinin etkileşiminden daha fazla olduğu anlaşılır. Alt iplik hammaddesinin her ikisinin etkileşiminin kumaşın hava geçirgenliğine etkisi eşit sayılacak gibidir. Dolayısıyla belirleyici faktörün hammadde olduğu söylenebilir. Her iki faktörün etkisi de anlamlı olduğundan Tukey testi numara ve hammaddeyi içerecek biçimde düzenlenmiş ve Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Hava geçirgenliği test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları

		α= 0,05								
	T	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DPA20	10	510,8								
DT30	10	534,5	534,5							
DT20	10	551,	551,3							
DB20	10		575,2	575,2						
DM-PA20	10		576,1	576,1						
DPO-V20	10			595,9	595,9					
DV20	10			603,3	603,3	603,3				
DPO-PA20	10				627,5	627,5	627,5			
DPA30	10				630,3	630,3	630,3			
DPO-PA30	10					640,8	640,8			
DPO30	10						647,4	647,4		
DM20	10						654,0	654,0		
DB30	10						667,9	667,9	667,9	
DPO-V30	10							685,6	685,6	
DM30	10							687,9	687,9	
DPO20	10							689,7	689,7	689,7
DM-PA30	10								710,5	710,5
DV30	10									**732,8**
P değeri		,102	,079	,691	,323	,188	,104	,068	,063	**,056**

Çizelge 4.11'e göre 9. gruptaki kumaşların hava geçirgenlikleri yüksektir. Bu grup içerisinde bulunan alt ipliği viskon ve Ne 30/1 olan kumaş ise hava geçirgenliği en yüksek kumaştır. Alt ipliği polyester ve Ne 30/1 olan kumaş ve alt ipliği modal-pamuk ve Ne 30/1 olan kumaş tipleri ise hava geçirgenliği açısından bu kumaş yerine kullanılabilir.

Çizelge 4.10'da su buharı geçirgenliği indeksine ait görülen değerler içerisinden tüm p değerleri 0,05'den büyük olduğu için test edilen numunelerin su buharı geçirgenliği indeks değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının ve bunların etkileşimlerinin anlamlı etkilerinin olmadığı söylenir. Her iki faktörün etkisi de anlamlı olmadığından numuneler Tukey testine göre tek grup oluşturmuştur.

Çizelge 4.12. Su buharı geçirgenliği test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları

	T	**α= 0,05**
DT20	3	101,3333
DPO30	3	101,6667
DPO20	3	102,0000
DPA30	3	102,3333
DV20	3	102,3333
DT30	3	102,3333
DM20	3	102,3333
DPO-PA20	3	102,6667
DM-PA20	3	103,0000
DPO-PA30	3	103,3333
DB20	3	103,6667
DM-PA30	3	103,6667
DB30	3	104,0000
DPO-V20	3	104,0000
DPO-V30	3	104,0000
DV30	3	104,6667
DM30	3	105,3333
DPA20	3	106,0000
P değeri		,553

Çizelge 4.10'da görülen ısıl iletkenlik test sonuçlarına ait değerler içerisinden alt iplik hammaddesinin etkisine ve alt iplik numarasının etkisine ait p değerleri 0,05'den küçük olduğu için test edilen numunelerin ısıl iletkenlik değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının anlamlı etkileri varken bunların etkileşimlerinin anlamlı etkisinin olmadığı söylenir. Etki derecelerine bakıldığında her ne kadar yakın olsa da ısıl iletkenlik üzerinde alt iplik hammaddesi alt iplik numarasından daha etkindir. Çizelge 4.13 numune kumaşları ısıl iletkenliklerine göre gruplamıştır.

Çizelge 4.13. Isıl iletkenlik test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları

		Alt gruplar, α= 0,05						
Numune adı	**T**	1	2	3	4	5	6	7
DPO30	3	**,0489133**						
DV30	3	,0490167	,0490167					
DPO-V30	3	,0495633	,0495633					
DPA-PO30	3	,0496833	,0496833					
DPO20	3	,0498433	,0498433	,0498433				
DM-PA30	3	,0508967	,0508967	,0508967	,0508967			
DPO-V20	3	,0509633	,0509633	,0509633	,0509633			
DPO-PA20	3	,0512533	,0512533	,0512533	,0512533			
DT30	3	,0513167	,0513167	,0513167	,0513167	,0513167		
DPA30	3	,0514767	,0514767	,0514767	,0514767	,0514767		
DM30	3	,0517100	,0517100	,0517100	,0517100	,0517100	,0517100	
DB30	3		,0517867	,0517867	,0517867	,0517867	,0517867	
DV20	3			,0525167	,0525167	,0525167	,0525167	
DM-PA20	3				,0527767	,0527767	,0527767	,0527767
DT20	3				,0531200	,0531200	,0531200	,0531200
DM20	3					,0540533	,0540533	,0540533
DB20	3						,0544400	,0544400
DPA20	3							**,0555533**
P değeri		,050	,055	,075	,262	,061	,062	**,054**

Çizelge 4.13'e göre numune kumaşlar ısıl iletkenlikleri açısından yedi alt gruba ayrılmıştır. En yüksek ısı iletimi alt ipliği pamuk ve Ne 20/1 olan kumaşlarındır. Alt ipliği bambu ve Ne 20/1 olan kumaş, alt ipliği modal ve Ne 20/1

olan kumaş, alt ipliği tencel ve Ne 30/1 olan kumaş ve alt ipliği pamuk-modal ve Ne 20/1 olan kumaş tipleri ise ısıl iletkenlik açısından bu kumaşa denktir. En düşük iletkenliğe sahip olan birinci gruptaki kumaşlara bakıldığında bu grubun çoğunluğunu polyester ve karışımlarından üretilmiş kumaşların oluşturduğu görülür.

Çizelge 4.10'da numune kumaşların ısıl direnç test sonuçlarına ait görülen değerler içerisinden tüm p değerleri 0,05'den küçük olduğu için test edilen numunelerin ısıl direnç değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının ve bunların etkileşimlerinin anlamlı etkisinin olduğu söylenir. Etki derecelerine bakıldığında ısıl iletkenlik üzerinde alt iplik hammaddesinin oldukça yüksek bir etkisi olduğu önemli bulgulardan biridir. Bunun nedeni bu liflerin farklı iletkenlik katsayısına sahip olmalarıdır. Numune kumaşlar ısıl dirençlerine göre Tukey testi ile alt gruplara ayrılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.14'de verilmektedir.

Çizelge 4.14. Isıl direnç test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları

		Alt gruplar, α= 0,05					
Numune adı	T	1	2	3	4	5	6
DM30	3	,01188667					
DB30	3	,01194667					
DM20	3	,01209000	,01209000				
DB20	3	,01239333	,01239333				
DM-PA30	3	,01251667	,01251667	,01251667			
DV20	3	,01253333	,01253333	,01253333			
DT30	3	,01282000	,01282000	,01282000	,01282000		
DPA20	3	,01313000	,01313000	,01313000	,01313000	,01313000	
DV30	3	,01319333	,01319333	,01319333	,01319333	,01319333	
DPA30	3	,01322667	,01322667	,01322667	,01322667	,01322667	
DPO-V30	3		,01342000	,01342000	,01342000	,01342000	,01342000
DM-PA20	3			,01387667	,01387667	,01387667	,01387667
DT20	3			,01388667	,01388667	,01388667	,01388667
DPO-PA20	3				,01414333	,01414333	,01414333
DPO-PA30	3				,01418000	,01418000	,01418000
DPO-V20	3					,01440667	,01440667
DPO30	3						,01496000
DPO20	3						,01510000
Önem.		,091	,097	,076	,081	,131	,175

Çizelge 4.14'e göre ısıl direnci en yüksek olan kumaşlar alt ipliği polyester ve polyester karışımı olan kumaşlardır. Isıl direnci yüksek olan kumaşlar kış için daha uygun kumaşlardır. Çalışmada tasarlanan kumaş yaz giysisi olarak düşünüldüğünden ısıl direncin düşük olması daha iyidir. Bu anlamda alt ipliği modal ve bambu kumaşlar tasarım için daha uygun olabilir. Bu grupta yer alan ve polyester içermeyen diğer tüm kumaş tipleri de ısıl direnç açısından bu kumaşların yerine kullanılabilir.

Çizelge 4.10'da ısıl soğurganlık test sonuçlarına ait görülen değerler içerisinden tüm p değerleri 0,05'den küçük olduğu için test edilen numunelerin ısıl soğurganlık değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının ve bunların etkileşimlerinin anlamlı etkisinin olduğu söylenir. Etki derecelerine bakıldığında ısıl soğurganlık üzerinde alt iplik hammaddesinin oldukça yüksek bir etkisi olduğu önemli bulgulardan biridir. Numune kumaşlar ısıl soğurganlıklarına göre Tukey testi ile alt gruplara ayrılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.15'de görülmektedir.

Çizelge 4.15. Isıl soğurganlık test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları

		Alt gruplar, α= 0,05					
Numune adı	**T**	1	2	3	4	5	6
DPO20	3	**152,2000**					
DPO30	3	**153,3000**					
DPO-V20	3	159,6000	159,6000				
DT30	3	163,0667	163,0667				
DPO-V30	3	171,4000	171,4000	171,4000			
DPO-PA30	3	171,4000	171,4000	171,4000			
DM-PA30	3	174,4000	174,4000	174,4000	174,4000		
DV30	3	174,7333	174,7333	174,7333	174,7333		
DPO-PA20	3	175,0667	175,0667	175,0667	175,0667		
DPA30	3	177,5667	177,5667	177,5667	177,5667		
DT20	3		187,1333	187,1333	187,1333	187,1333	
DV20	3		187,7000	187,7000	187,7000	187,7000	
DM30	3			192,0333	192,0333	192,0333	
DPA20	3			197,4333	197,4333	197,4333	197,4333
DM-PA20	3			199,9333	199,9333	199,9333	199,9333
DB30	3				202,5000	202,5000	202,5000
DM20	3					210,6333	210,6333
DB20	3						**225,4333**
Önem.		,131	,058	,051	,058	,216	,060

Çizelge 4.15'e göre kumaşlar ısıl soğurganlıkları açısından altı ayrı alt gruba ayrılmışlardır. Gruplardan ısıl soğurganlığı en yüksek grup altıncı grup, ısıl soğurganlığı en yüksek kumaş ise alt ipliği bambu ve Ne 20/1 olan kumaştır. Alt ipliği bambu ve Ne 30/1 olan kumaş, alt ipliği modal ve Ne 20/1 olan kumaş, alt ipliği pamuk ve Ne 20/1 olan kumaş ve alt ipliği modal-pamuk ve Ne 20/1 olan kumaşlar ise ısıl soğurganlık açısından bu kumaş yerine kullanılabilir.

Numune kumaşların ısıl konfor özelliklerinin alt iplik hammaddesi ve alt iplik numarası değişimlerinden istatistiksel olarak nasıl etkilendiğinin tespit edilmiştir. Ancak kumaş yapısal özelliklerinin de bu özelliklerle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Örnek olarak hava geçirgenliğini arttıran faktörler; ilmek iplik uzunluğunun artması, kumaş kalınlığının azalması, kumaş gramajının azalması, ilmek yoğunluluğunun artması(gözenekliliği arttırır) ve iplik kalınlığının artması şeklinde özetlenebilir. İki iplik kumaşlarda da, kumaş gözenekliliği arttıkça hava geçirgenliği artar. Bu nedenle kumaş yapısını oluşturan bu faktörlerin numune kumaşların ısıl konfor özellikleriyle ilişkisi istatistiksel olarak Pearson korelasyon analizi ile değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.16'da sunulmuştur.

Çizelge 4.16. Yapısal özellikler ile ısıl konfor arasındaki ilişki

Pearson korelasyonu	**Hava geçirgenliği, mm/s**	**Isıl Direnç, $K\ m^2\ W^{-1}$**	**Isıl soğurganlık $Ws^{1/2}m^{-2}\ K^{-1}$**	**Isıl iletkenlik $W\ m^{-1}\ K^{-1}$**	**Su buharı geçirgenliği, indeks**
Kalınlık,mm	-,811**	,130	,145	,510*	,131
Gramaj, /m²	-,495*	-,289	,124	,210	-,002
İlmek yoğunluğu	-,114	-,375	-,382	-,190	-,206

*0,05 anlamlılık seviyesi, **0,01 anlamlılık seviyesi

Çizelge 4.16 incelendiğinde hava geçirgenliği ile kalınlık arasında 0,01 anlamlılık düzeyinde, negatif yönde ve 0,811 seviyesinde anlamlı bir ilişki vardır. Hava geçirgenliği ile gramaj arasında ise 0,05 anlamlılık düzeyinde, yine negatif yönde ve 0,495 seviyesinde anlamlı bir ilişki vardır. Alt iplik numarası ile hava geçirgenliği arasında ise 0,05 anlamlılık düzeyinde, pozitif yönde ve 0,507

seviyesinde anlamlı bir ilişki vardır. Dolayısıyla hava geçirgenliği test edilen numunelere göre % 81,1 oranında kalınlık, % 49,5 oranında gramaj ve % 50,7 oranında da alt iplik numarasının değişimine bağlıdır. Numune kumaşların yapısal özellikleriyle numune kumaşların ısıl direnç, ısıl soğurganlık ve su buharı geçirgenlikleri arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır. Numune kumaşların kalınlıklarıyla ısıl iletkenlik özellikleri arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde, pozitif yönde ve 0,590 seviyesinde anlamlı bir ilişki vardır. Diğer bir ifadeyle ısıl iletkenliğin değişmesi % 59 oranda kumaş kalınlığının değişmesinden kaynaklanmaktadır.

4.3.3. Isıl Konfor Test Sonuçlarının Genel Değerlendirmesi

Çalışma kapsamında üretilen 18 adet numune kumaşa uygulanan 10 tekrarlı hava geçirgenliği test sonuçları grafiksel ve istatistiksel olarak incelenmiştir. İncelemeler sonucunda alt ipliklerin hammaddelerini ve numaralarını değiştirmenin kumaşların hava geçirgenlikleri üzerinde önemli ve anlamlı bir etkisi olduğu bulunmuştur. Hava geçirgenliğine etki eden en önemli parametre olarak kalınlık seçilmiştir. Söz konusu kumaşlar içerisinde en düşük hava geçirgenliğine sahip olan kumaş (510 mm/s) alt ipliği Ne 20/1 ve pamuk olan kumaş iken en yüksek hava geçirgenliğine sahip olan kumaş (732 mm/s) alt ipliği viskon ve Ne 30/1 olan kumaştır ve bu kumaş aynı zamanda en düşük kalınlığa sahip olan kumaştır. Hava geçirgenliği tasarlanan kumaşlarda yüksek hedeflenmektedir. Ancak geçirgenliği en düşük olan kumaş dahi sahip olduğu değerle yaz giysisi için kullanılabilir.

Su buharı geçirgenliği test sonuçları grafiksel ve istatistiksel olarak değerlendirildiğinde alt iplik hammaddesini ve numarasını değiştirmenin çalışma kapsamında üretilmiş kumaşlar için bir farlılık yaratmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak sonuçlar incelendiğinde tüm kumaşların su buharı geçirgenliklerinin çok yüksek olduğu görülür. Bu test vücutta oluşan nemin, giysi yardımıyla vücuttan uzaklaştırılabilme yeteneğini ölçmek için yapılmaktadır. Vücutta oluşan nemin iletimi, giysinin bu nemi taşıma, saklama ve yayma yeteneğiyle ilişkilidir. Dolayısıyla konforlu bir giysi, ten yüzeyinden nemi ve suyu almalı ve atmosfere hızlı

bir biçimde vermelidir. Bu mekanizma çift katlı kumaşlarda tene değen iplikteki lifin suyu alması ve dışarıdaki ipliğe oluşturan life iletmesi ve bu lifin aldığı suyu atmosfere yayabilmesi ile açıklanır (Kandhavadivu & Ramachandran, 2011). İki iplik örme kumaşlar çift katlı örme kumaşlardan farklı yapılardır. Kumaşın üst kısmında alt iplik, alt kısmında da üst iplik yoğun biçimde olmasa bile, yapıya dahildir. Tez çalışmasında kullanılan üst iplikler tüm kumaşlarda aynıdır.

Şekil 3.22'de test prensibinin açıklandığı resimde gösterilen su, saf su; sıcaklığı da, 20ºC'dir. Testin yapıldığı ortam şartlarında da sıcaklık 20ºC'ye ve bağıl nem de % 65'e ayarlanmıştır. Numune kumaş, alt yüzeyi içeriye, yani 20ºC'ye ısıtılan suyun tarafına gelecek biçimde, üst yüzeyi ise dışarıya yani şartlandırılmış atmosfer tarafına gelecek biçimde kaba yerleştirilir. Test başladıktan bir saat sonra kumaşın kondüsyonlandığı varsayılır ve tartım yapılır. Daha sonra test süresi başlatılır. Test bitiminden sonra yeniden tartım yapılır. Test sonunda tartımda oluşan fark aslında kaba koyulan suyun miktarında oluşan azalmayı gösterir. Testin yapıldığı süre boyunca kaplar döndüğünden hem kaptaki su, hem de ortamdaki hava da bir akım oluşmaktadır. Gerek akımın gerekse sıcaklığın etkisiyle su buharlaşarak yükselmeye başlar ve kumaşın iç yüzeyine nüfuz eder. Bu suyun bir kısmı örme kumaş içindeki ilmeklerin yani ilmekleri oluşturan liflerin içine nüfuz ederken bir kısmı ilmekler arasındaki gözeneklerden bir kısmı da iplikleri oluşturan liflerin arasındaki boşluklardan atmosfere yayılır. Dolayısıyla test sonunda tartım yapıldığında liflerin içindeki su buharı da toplam kütle içindedir. Tez çalışmasındaki kumaşlar düşünüldüğünde bu kumaşların dış yüzeyinde üst ipliklerin iç yüzeyinde de alt ipliklerin hakim olduğu görülür. Ancak bu kumaşların yapısı çift katlı kumaşlar gibi değildir. Çift katlı kumaşlarda buhar önce iç katmandaki yüzeye ardından iki katman arasındaki hava boşluğuna, son olarak da dış katmandaki yüzeye ulaşır. Çalışmadaki kumaşlarda ise aynı anda buhar tüm liflere nüfuz eder. Çalışma kapsamındaki kumaşların buharlaşan su önce alt ipliklere daha sonra üst ipliklere ulaşmaz. Kumaşın geneli düşünüldüğünde; üst iplik oluşan bu kumaşın ortalama % 60'ını oluşturur. Bu iplik nem taşıma iletimi yüksek olduğu kabul edilen pamuk lifinden üretilmiştir ve alt ipliğin nem iletim özelliğine baskın çıkmıştır. Ayrıca ortam sıcaklığının buharlaşan suyun sıcaklığı ile aynı olması da suyun yani nemin

iletimini kolaylaştırmaktadır. Dolayısıyla çalışma kapsamında üretilen tüm kumaşlar su buharı geçirgenliği açısından yazlık kullanıma uygun bulunmuştur.

Numune kumaşların ısıl iletkenlikleri hesaplanmış ve bu değerler grafiksel ve istatistiksel olarak birbirleri ile kıyaslanmıştır. Sonuçlar kalınlık değişimi ile ısıl iletkenliğin değiştiğini göstermektedir. Dolaylı olarak kalınlığı değiştiren her faktörün ısıl iletkenliği değiştirdiği söylenebilir. Ancak bir giysinin yazlık veya kışlık olarak seçimi yapılırken ısıl iletkenlik tek başına değerlendirilemeyeceğinden bu testin sonucuna bakılarak herhangi bir kumaş işaret edilemez.

Kumaşlara ait ısıl direnç sonuçları grafiksel ve istatistiksel olarak incelenmiş ve sonuçların önemli derecede birbirinden farklı olduğu saptanmıştır. Ayrıca test sonuçlarına uygulanan çoklu karşılaştırma testlerine göre alt iplik numarasında değişiklik yapmanın anlamlı bir etki yaratmadığı da tespit edilmiştir. Kumaşların ısıl direnç açısından en fazla hammaddeden etkilendiği ve alt ipliği polyester olan kumaşların ısıl dirençlerinin yüksek ve alt ipliği bambu ve modal olan kumaşların da ısıl dirençlerinin daha düşük olduğu da bulgular arasındadır. Sonuçlar literatür ile de uyumludur (Oğlakçıoğlu, 2009). Bu nedenle yazlık giysi için alt ipliğin bambu ve modal seçilmesi daha uygun olabilir.

Kumaşlara ait ısıl soğurganlık değerleri test edilmiş ve grafiksel ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Test sonuçları birbirlerinden anlamlı şekilde farklıdır. Dolayısıyla kumaş üretimi yapılırken ısıl soğurganlık açısından seçilen hammadde büyük önem taşımaktadır. Yapılan testler selüloz esaslı liflerden olan bambu, pamuk ve modal ipliklerle örülmüş kumaşların giyen kişide daha serin bir his uyandırdığını ve yaz giysisi olarak bu kumaşların tercih edilebileceğini göstermektedir. Isıl soğurganlık açısından alt ipliği selüloz esaslı olan kumaşlar yaz için uygun bulunmuştur. Isıl direnç açısından yazlık giysi için alt ipliğin bambu ve modal seçilmesi daha uygun olabilir. Isıl iletkenlik açısından kumaş mümkün olduğu kadar ince olmalıdır. Sonuç olarak termofizyolojik açıdan alt ipliğin bambu, modal, viskon gibi selüloz esaslı olması kumaşın yazlık kullanıma daha uygun olması anlamına gelmektedir. Test sonuçları önceki çalışmalar ile uygunluk göstermektedir (Oğlakçıoğlu, 2009; Oğlakçıoğlu & Marmaralı, 2010). Bu durumda alt iplik hammaddesinin kumaşın ısıl konfor değerini önemli ölçüde değiştirdiği söylenebilir.

4.3.4. Fiziksel Testler

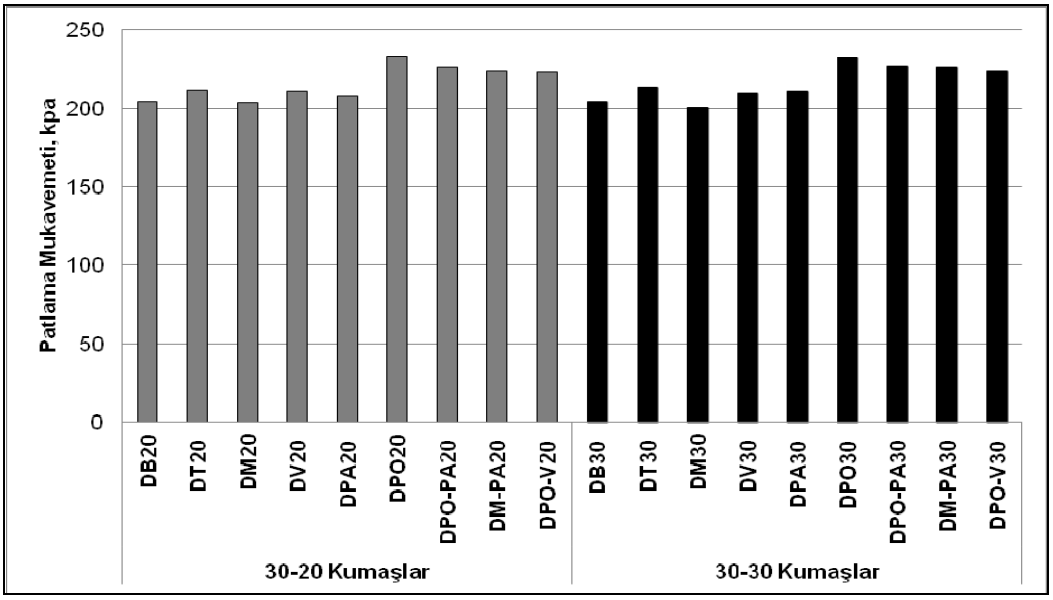
Çalışma kapsamında üretilen numune örme kumaşların kullanım performansını test edebilmek amacıyla kumaşlara patlama mukavemeti, esneklik, boncuklanma ve tekrarlı yıkama sonrası boyutsal değişim testleri uygulanmıştır. Numune kumaşlara uygulanan tekrarlı testlerin ortalamaları alınmış ve Çizelge 4.17'de sunulmuştur.

Çizelge 4.17. Numune kumaşların fiziksel test sonuçları

Kumaş adı	Numune adı	Patlama mukavemeti, kpa	Patlama yüksekliği, mm	Boncuklanma dayanımı, 7000 devir	Esneklik, %		Boyutsal değişim, 3.yıkama %	
					En yönünde	Boy yönünde	En yönünde	Boy yönünde
30-20 Kumaşlar	DB20	206	43	3-4	19	35	-10,6	-2,1
	DT20	213	41	3-4	21	34	-8,0	-1,8
	DM20	205	41	3-4	21	32	-9,4	-2,4
	DV20	208	42	4	20	32	-9,7	-3,4
	DPA20	210	41	3-4	20	27	-7,3	-3,8
	DPO20	234	40	3-4	12	32	-3,6	-1,1
	DPO-PA20	225	39	4	10	28	-5,2	-3,1
	DM-PA20	224	43	3-4	20	30	-7,5	-3,2
	DPO-V20	224	41	3-4	13	23	-5,7	2,1
30-30 Kumaşlar	DB30	164	43	3-4	17	34	-10,1	-2,6
	DT30	204	45	3-4	18	38	-7,6	-2,4
	DM30	176	43	3-4	18	34	-8,9	-3,3
	DV30	159	41	4	17	32	-10,1	-2,6
	DPA30	185	41	3-4	19	32	-8,9	-2,6
	DPO30	220	44	3-4	9	37	-4,2	-1,3
	DPO-PA30	216	40	4	11	30	-5,1	-1.83
	DM-PA30	184	42	3-4	19	25	-9,2	-1,8
	DPO-V30	214	41	3-4	11	34	-5,3	-2,4

4.3.4.1. Patlama Mukavemeti Testi

Tüm tekstil yapıları için mukavemet önemli bir parametredir. Tez çalışmasında üretilen kumaşlar denim kumaştan esinlenerek üretilmiştir. Bu nedenle yüksek mukavemete sahip olmaları istenmektedir. Örme kumaşların mukavemetleri patlama yöntemi ile analiz edildiğinden çalışma kapsamında üretilmiş numunelere patlama mukavemeti testi uygulanmıştır. Patlama mukavemeti testinde Şekil 3.13'de görüldüğü gibi uygulanan dik basınç kuvveti çok yönlü olarak kumaşa kuvvet uygular. Bu basıncın etkisiyle diyafram ve kumaş esneyebileceği maksimum noktaya kadar esner ve daha sonra mukavemetin en düşük olduğu anda ilmekler kopar. Aynı anda birden fazla ilmek ve iplik koptuğundan bu kopma değil patlama olarak ifade edilir. Kumaşların patlama mukavemetinde iplik mukavemeti, ipliklerin esnekliği ve kumaş yapısı numune davranışını belirleyen önemli faktörlerdendir. Öncelikle zayıf ipliklerin kopacağı düşünülür. Oysa bu tamamen doğru değildir. Mukavemetli iplikler daha az esnektir, esneme limitlerine daha çabuk ulaşır ve önce kopar (Özdil, 2003). Numune kumaşlara uygulanan on tekrarlı patlama mukavemeti testinin ortalama sonuçları ve kumaşların patlama anında eriştikleri yüksekliğin ortalama sonuçları Çizelge 4.17'de sunulmuştur. Söz konusu test esnasında zaman sabitlenmiş ve diyafram düzeltmesi yapılmıştır. Şekil 4.19'da numune kumaşların patlama mukavemetleri görülmektedir.

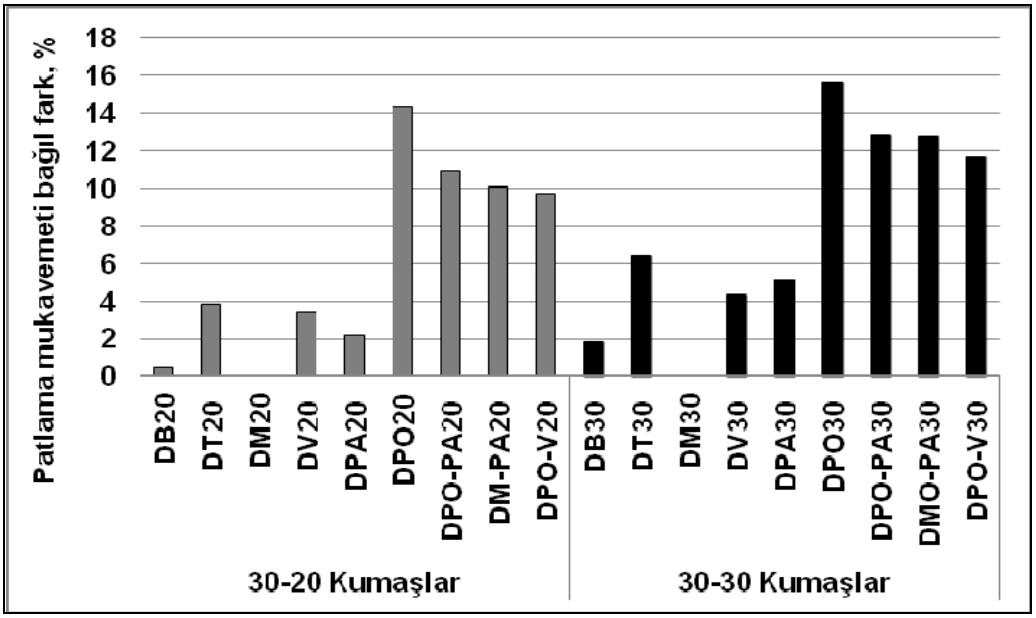


Şekil 4.19. Numune kumaşların patlama mukavemeti test sonuçları

Şekil 4.19 incelendiğinde kumaşların patlama mukavemetlerinin birbirlerinden farklı olduğu görülür. Çünkü numune kumaşlar iki iplikli ve elastanlıdır. Üst ve alt ipliklerin mukavemet değerleri, esneklikleri ve kullanım oranları farklı olduğundan kumaşların mukavemet değerleri farklıdır. Bu farklılık da numune kumaşların mukavemetlerini değiştirmiştir. Şekil 4.20'de numune kumaşların patlama mukavemetlerinin yüzdesel bağıl farkları grafik olarak sunulmuştur. Söz konusu bağıl farklar Formül 4.10 yardımıyla bulunmuştur.

$$BF_{PM}(\%) = \frac{N_{PM} - ED_{PM}}{ED_{PM}} * 100 \qquad (4.10)$$

Formülde yer alan $BF_{PM,}$ patlama mukavemeti bağıl farkını, $N_{PM,}$ herhangi bir numunenin patlama mukavemetini ve $ED_{PM,}$ patlama mukavemeti en düşük olan kumaşın patlama mukavemetini vermektedir.



Şekil 4.20. Numune kumaşların patlama mukavemeti test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları

Şekil 4.20 incelendiğinde alt iplik numarasından bağımsız olarak numunelerin alt iplik hammaddesindeki değişikliğe göre farlılık gösterdiği ve her iki numara için de paralel ilerleyen çizgiler görülmektedir. Bu da alt iplik hammaddesinin patlama mukavemetine test edilen numuneler için alt iplik numarasından daha fazla etki ettiğini göstermektedir. İlave olarak kumaşların patlama mukavemetleri ile Çizelge 4.17'de sunulan patlama yükseklikleri arasında doğrusal bir ilişki saptanamamıştır.

4.3.4.2. Boncuklanma Dayanımı Testi

Boncuklanma, kumaş yüzeyinde aşınmaya ve yıpranmaya bağlı olarak ortaya çıkan lif hareketlenmesi veya iplik kaymasının sonucunda oluşur. Boncuklanmanın oluşması dört aşamada gerçekleşir; bunlar sırasıyla hav oluşum aşaması, havların dolaşması aşaması, dolaşan havların büyümesi aşaması ve olgunlaşmış boncukların yok olması aşamasıdır. Hav ve boncuk oluşması kumaşın estetiğini ve tüketicinin kabulünü etkileyen bir özellik olduğundan kumaşlar boncuklanmaya dayanıklı üretilmeye çalışılır (Hu,2005). Çalışma kapsamında kumaşların boncuklanma dayanımları testi için numunelere yüz yüze boncuklanma testi yapılmıştır. Kumaşların boncuklanma dayanımları 125, 500, 1000, 2000, 5000 ve 7000 devir

sonrasında değerlendirilmiştir. Söz konusu değerlendirmeler yapılırken standart fotoğraflar kullanılmıştır. Fotoğrafların skalaları ve açıklamaları Çizelge 4.18'de verilirken numune kumaşlara uygulanan boncuklanma testi sonuçları Çizelge 4.19'da verilmektedir.

Çizelge 4.18. Empa standart fotoğraflarının değerleri ve açıklamaları

Değer	**Açıklama**
5	Boncuklanma yok
4	Boncuklanma az
3	Boncuklanma orta
2	Boncuklanma fazla
1	Boncuklanma çok fazla

Çizelge 4.19. Boncuklanma dayanımı test sonuçları

Kumaş adı	**Numune adı**	**125**	**500**	**1000**	**2000**	**5000**	**7000**
30-20 Kumaşlar	DB20	5	4-5	4	4	4	3-4
	DT20	5	4-5	4-5	4	4	3-4
	DM20	5	4-5	3-4	3-4	3-4	3-4
	DV20	4-5	4-5	4-5	4	4	3-4
	DPA20	4-5	4-5	4	3-4	3-4	3-4
	DPO20	5	5	4-5	4	3-4	4
	DPO-PA20	5	5	4-5	4-5	4-5	4
	DM-PA20	5	5	4-5	4-5	4	3-4
	DPO-V20	5	4-5	4-5	3-4	3-4	3-4
30-30 Kumaşlar	DB30	5	4	4	3-4	3-4	3-4
	DT30	5	4-5	4	4	3-4	3-4
	DM30	4-5	4-5	4	3-4	3-4	3-4
	DV30	5	4-5	4-5	4-5	3-4	3-4
	DPA30	5	4-5	4	4	4	3-4
	DPO30	5	4	3-4	3-4	3-4	4
	DPO-PA30	5	4-5	4-5	4-5	4	4
	DM-PA30	5	4-5	4	3-4	3-4	3-4
	DPO-V30		4-5	4-5	3-4	3-4	3-4

Boncuklanma sonuçların objektif olarak değerlendirilmesi amacıyla 7000 devir sonrasında üç ayrı operatör rastgele biçimde her bir kumaşa ait üç numunenin sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Bu sonuçlar ise Çizelge 4.20'de sunulmuştur.

Çizelge 4.20. Boncuklanma test sonuçlarının objektif olarak değerlendirilmesi

	Kumaş adı	Numune adı	1. Numune				2.Numune				3.Numune				ORT
			O1	O2	O3	O4	O1	O2	O3	O4	O1	O2	O3	O4	
30-20 Kumaşlar		DB20	3-4	3	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3-4
		DT20	3-4	3	4	4	3-4	3	3-4	4	3-4	3	3-4	4	3-4
		DM20	3-4	3	4	3-4	3-4	3	4	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3-4
		DV20	3-4	3	3-4	4	3-4	3	4-5	4	3	3	3-4	4	3-4
		DPA20	3-4	3	3-4	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3-4
		DPO20	3-4	4	4-5	3-4	4	3-4	4	3-4	3-4	4-5	3-4	3-4	**4**
		DPO-PA20	4	4	4-5	3-4	4	3-4	4-5	3-4	4	3-4	4-5	3-4	**4**
		DM-PA20	3-4	3	3-4	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3-4
		DPO-V20	3	3	4	3-4	3-4	4	4-5	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3-4
30-30 Kumaşlar		DB30	3-4	3	3-4	3-4	3	3	3-4	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3-4
		DT30	3-4	3	3-4	3	3	3	3-4	3	3-4	3	3-4	3	3-4
		DM30	3-4	3	3-4	3	3-4	3	3-4	3	4	3	3-4	3	3-4
		DV30	3-4	3	3-4	3-4	4	3	3-4	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3-4
		DPA30	3-4	3	3-4	3-4	3-4	2-3	3-4	3-4	3	3	3-4	3-4	3-4
		DPO30	4	4	3-4	3	3-4	4-5	3-4	3	3-4	4-5	3-4	3	**4**
		DPO-PA30	4	4	4-5	3-4	3-4	4-5	3-4	3-4	4	4	4-5	3-4	**4**
		DM-PA30	4	3	3-4	3-4	3	3	3-4	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3-4
		DPO-V30		3	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	4	4	3-4	3-4	3-4

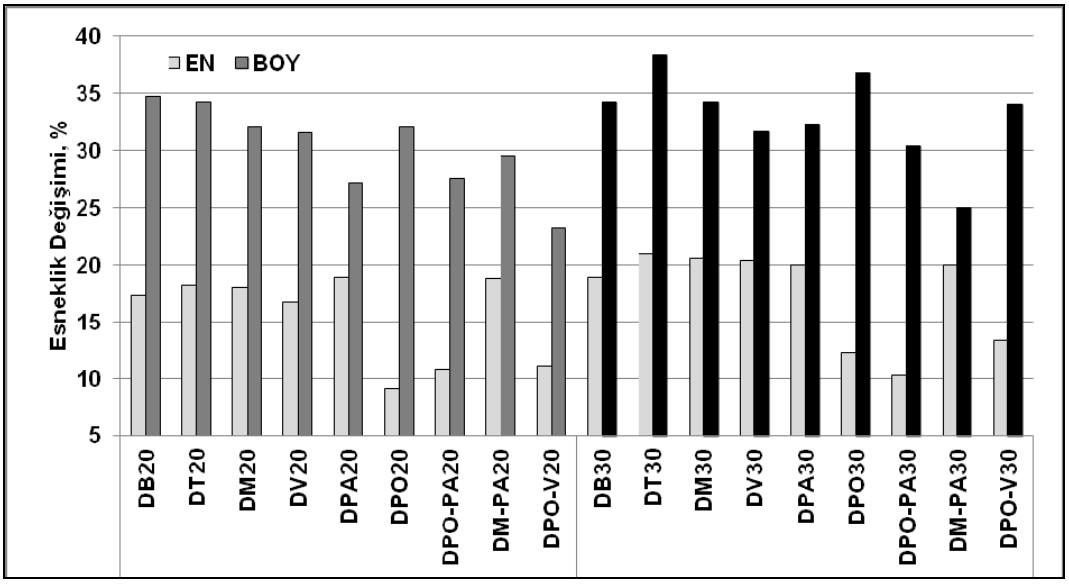
Çizelge 4.19 ve 4.20 incelenmiş bireysel değerlendirmelerin ve konusunda uzman üç ayrı operatör tarafından yapılmış değerlendirmelerin uyumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Genel anlamda ise tüm kumaşların boncuklanma dayanımları fotoğraf skalasına göre kıyaslanmış ve kumaşlara 3-4 derecesi verilmiştir. Yalnızca alt ipliği polyester ve polyester-pamuk olan dört kumaşın boncuklanma değerleri 4 olarak değerlendirilmiştir. Kumaşlar görsel olarak değerlendirilmiştir ve bahsedilen bu dört kumaşın rengi daha koyu görünmektedir. Dolayısıyla oluşan yarım derecelik farkın renk kaynaklı olduğu çıkarılan sonuçlar arasındadır. Bu durumda alt iplik değişikliğinin boncuklanma üzerinde etkisi olmadığına karar verilmiştir.

4.3.4.3. Esneklik Değişimi Testi

Uzama kelimesi esneklik, streçlik ve kalıcılık kelimelerinin tümünü içerir. Geri dönme esnekliği ise, esneme uzaması veya kalıcı uzama olarak tarif edilir. Literatürde esneklik (streç) ve elastikiyet (elasticity) kelimeleri birbirinin yerine kullanıldığına rastlanmıştır. Buradaki anlam karışıklığını yok etmek için bu terimler açıklanacak olursa; bir kumaşın esnekliği bir kuvvet altında kumaşın uzama veya genişleme yeteneğidir. Toplam uzama miktarı uygulanan kuvvete ve kullanılan lif yapısına bağlıdır. Test ederken, esneklik, genelde belirli bir endeki numunenin belirli bir kuvvet altındaki uzamasıdır. Elastikiyet ise bir materyalin bir bölümünün ya da tamamının esneme sonucu geri dönme yeteneğidir. Geri dönme ise materyalin yapısına ve kuvvetin uygulanma süresine bağlıdır. Pratikte elastikiyet, uygulamadan sonra ve kuvvetin kaldırılmasıyla meydana gelen kalıcı uzamayı yani deformasyonu belirtir. Eğer kalıcı uzama yoksa, deformasyon tamamen ortadan kalkar ve materyal esnekliğe geri döner. Yani kalıcı uzama arttıkça esneklik azalır. Ayrıca toplam esnekliği yüksek kumaşlar aynı zamanda yüksek kalıcı esnekliğe sahiptir. Bu kumaşlar sarkmaya daha yatkındır.İyi bir giysinin kalıcı esnekliği düşük olmazsa dirseklerde ve dizlerde sarkmalar oluşur (Latzke, 1983). Elastik veya esnek kumaşlar için önemli bir özellik olan esneklik testi elastik kumaşlar için, yalnızca elastomerden yapılan veya bünyesinde elastomer barındıran kumaşlara uygulanırken

esnek kumaşlarda içerisinde elastomer olsun veya olmasın uygulanabilir. Bu test, kumaşların kullanım esnasında meydana gelen bir esneme sonrasında orijinal boyutlarına ne oranda dönebildiklerini saptamaya yarar. Sportif giysilerde veya vücudu saran giysilerde esneklik önemli bir faktördür. Esnekliği % 5-30 olan kumaşlar rahat esneyen ve esnekliği % 30-50 olan kumaşlar çok esneyen kumaşlar olarak bilinmektedir (Babaarslan ve arkadaşları, 2007). Sonuç olarak esnek bir kumaş vücudun hareket etmesine olanak sağlamalı ve giysinin kullanım ömrü boyunca esneklik özelliğini muhafaza edebilmelidir (Latzke, 1983).

Esnek veya elastomerik, tüm kumaşlar iyi esneklik gerektirir. Kumaşlar elastan içerikli olarak üretildiğinden; hem en yönünde hem de boy yönünde esneklik testi yapılmıştır. Beş ayrı numuneden yapılan esneklik testlerinin ortalama sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Ayrıca söz konusu kumaşların yüzdesel olarak esneklik değişimlerinin kıyaslama grafiği de Şekil 4.21'de verilmektedir.



Şekil 4.21. Numune kumaşların esneklik değişimlerinin test sonuçları

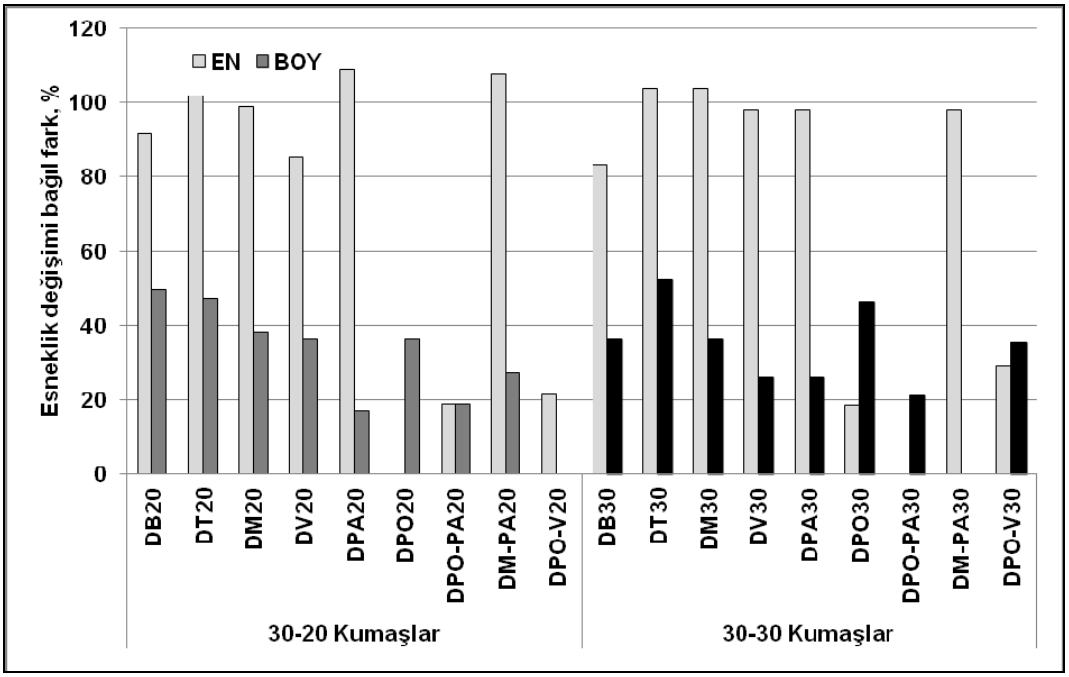
Şekil 4.21 incelendiğinde en yönündeki esnekliklerin boy yönündeki esnekliklere göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. En yönündeki düşük esnekliğin nedeni astarlı kumaşların üretimleri sırasında her iki sırada bir atlamalı ilmekler olmasıdır. Kumaş en yönünde esnetildiği zaman aslında yüzer durumda bulunan alt iplikler esnetilmeye çalışılır. Bu durumda ipliğin uzama oranı düşükse

kumaşın enine esnemesi de düşük olur. Boyuna esneklikse ilmeklerin esnetilmesi dolayısıyla üst ipliklerin esnetilmesi anlamına gelir. Buna ilaveten elastanlı ve astarlı kumaşlarda elastan üst iplikle birlikte verildiğinden boyuna esnekliğin yüksek olması beklenen bir durumdur. Numune kumaşların esnekliklerinin yüzdesel bağıl farkları Şekil 4.22'de verilmiştir. Söz konusu bağıl farklar Formül 4.11 ve 4.12 yardımıyla bulunmuştur.

$$BF_{EE}(\%) = \frac{N_{EE} - ED_{EE}}{ED_{EE}} * 100 \tag{4.11}$$

$$BF_{BE}(\%) = \frac{N_{BE} - ED_{BE}}{ED_{BE}} * 100 \tag{4.12}$$

Formül 4.11'de yer alan $BF_{EE,}$ en yönünde esneklik bağıl farkını, $N_{EE,}$ herhangi bir numunenin en yönünde esnekliğini ve $ED_{EE,}$ en yönünde esnekliği en düşük olan kumaşın esnekliğini vermektedir. Formül 4.12'de yer alan $BF_{BE,}$ boy yönünde esneklik bağıl farkını, $N_{BE,}$ herhangi bir numunenin boy yönünde esnekliğini ve ED_{BE}, boy yönünde esnekliği en düşük olan kumaşın esnekliğini vermektedir.



Şekil 4.22. Numune kumaşların esneklik değişimlerinin test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları

Şekil 4.22'de verilen en değişimlerine ait bağıl fark grafiğine göre numune kumaşlardan alt ipliği bambu, tencel, modal, viskon, modal-pamuk ve pamuk olan kumaşların esneklikleri birbirine oldukça yakın ve yüksektir. Yapısında polyester olan kumaşların en yönünde esneklikleri de birbirine yakın ve düşüktür. Ayrıca tüm kumaşlarda alt iplik numarasının etkisi çok fazla değildir. Kumaşların boy yönündeki esnekliklerinde alt iplik hammaddesinin de alt iplik numarasının da etkisi vardır. Ancak sonuçlar tutarlı değildir. Bunun nedeni kumaşların boy yönündeki esnekliklerinde en yönündeki esnekliklerin tersine yalnızca alt iplik esnekliğinin değil aynı zamanda üst ipliğin ve elastomerin esnekliklerinin de etkisinin olmasıdır.

4.3.4.4. Boyutsal Değişim Testi

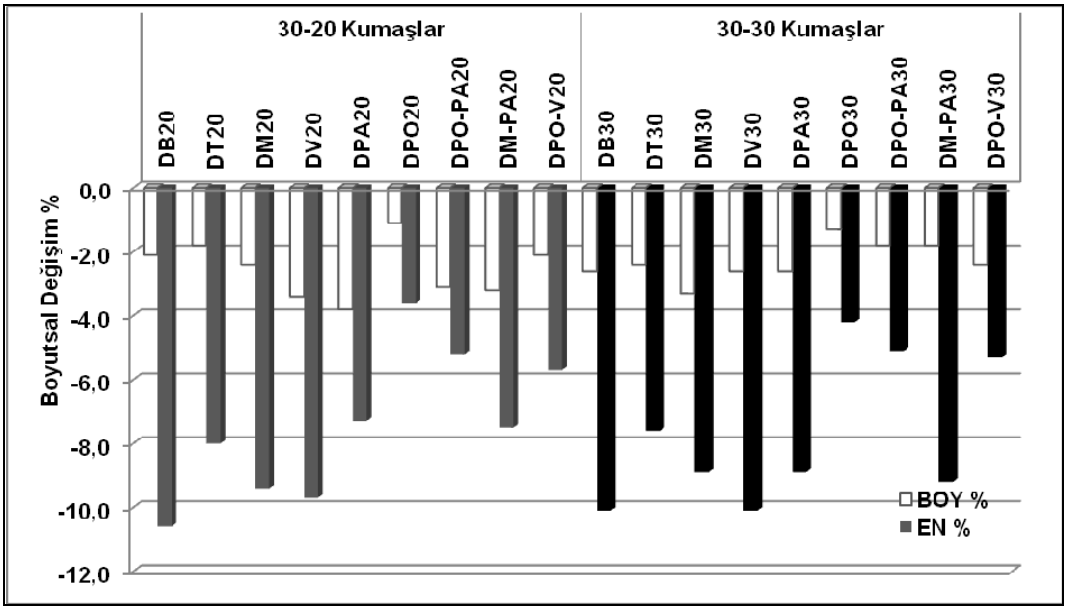
Boyutsal değişim kumaşların yıkamaya bağlı olarak en ve boylarında meydana gelen kısalmalar veya uzamaların sayısal ifadesidir. Boyutsal dayanım ise bir kumaşın boyutlarında oluşabilecek herhangi bir değişikliğe karşı gösterdiği dirençtir. Bir kumaşta veya giyside yıkama, kurutma, ütüleme işlemleri sonrasında

farklı yönlerde çekme veya uzama meydana gelebilir. Kumaşlarda oluşabilecek çekme üç çeşittir. Bunlardan ilki kumaşta üretim sırasında oluşan relaksasyon çekmesi, ikincisi tekrarlı yıkamalar sonucu kumaşta meydana gelen sürekli çekme ve üçüncüsü de termoplastik liflerden elde edilen giysilerde oluşan ısıl çekmedir (Hu, 2005). Kumaşlarda yıkamaya bağlı oluşan bu çekmenin iki ana nedeni vardır. Birincisi, kumaşta üretim sırasında oluşan iç gerilimler; ikincisi ise iplikteki kesit şişmesidir. İç gerilimleri giderilmemiş olarak fabrikadan çıkan kumaş, kullanım sırasındaki ilk yıkamada ıslanıp gevşeyerek iç gerilimlerden kurtulmakta ve şişerek çekebileceği kadar çekmektedir. Şüphesiz yıkama sırasında suyun kayganlaştırıcı ve şişirici etkisinin bu olaydaki payı büyüktür (Çoban, 1993). Örme kumaşların yapılarının dokuma kumaşlara göre daha gevşek olması, birim alandaki bağlantı sayısının az olması, bu kumaşların ıslandıklarında daha fazla boyutsal değişime uğramalarına yol açar. Örme kumaşların çekmesine etki eden faktörler lif karakteri, iplik bükümü, ilmek uzunluğu, kullanılan makine, kumaşın sarılırken üzerine aldığı gerilim, terbiye işlemlerinin farklılığı ve yıkama-kurutma metotlarının farklılığıdır (Demirhan ve Meriç, 2005). Çalışma kapsamında üretilen kumaşlar aynı makinede, aynı gerilimle, aynı ilmek uzunluğunda üretilmiş ve aynı terbiye işlemlerinden geçirilmiştir. Üretilen kumaşların alt iplikleri aynı metotla eğrilmiştir. Dolayısıyla çekmeye etki eden faktörlerden yalnızca lif içeriği kalmaktadır. Kumaşlara üç ardışık yıkama yapılmış ve sürekli çekme sonuçları analiz edilmiştir. 3.Yıkama sonrası en ve boyda meydana gelen değişiklikler Çizelge 4.17'de gösterilirken her yıkama sonucunda en ve boyda meydana gelen değişiklikler Çizelge 4.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. Numune kumaşlarda tekrarlı yıkamalar sonucunda oluşan boyutsal değişim

		Boyutsal değişim, %					
Kumaş adı	**Numune adı**	**1.yıkama**		**2.yıkama**		**3.yıkama %**	
		Boy yönünde	**En yönünde**	**Boy yönünde**	**En yönünde**	**Boy yönünde**	**En yönünde**
30-20 Kumaşlar	DB20	-2,2	-9,7	-2,3	-10,1	-2,1	-10,6
	DT20	-1,4	-7,1	-1,0	-7,9	-1,8	-8,0
	DM20	-1,3	-7,6	-1,7	-8,7	-2,4	-9,4
	DV20	-2,5	-7,7	-2,3	-8,7	-3,4	-9,7
	DPA20	-3,3	-6,1	-3,0	-7,0	-3,8	-7,3
	DPO20	-0,8	-2,8	-1,1	-3,6	-1,1	-3,6
	DPO-PA20	-2,7	-4,1	-3,3	-4,8	-3,1	-5,2
	DM-PA20	-2,8	-6,4	-2,2	-7,4	-3,2	-7,5
	DPO-V20	-1,1	-5,0	-2,2	-5,6	-2,1	-5,7
30-30 Kumaşlar	DB30	-2,3	-9,0	-2,6	-9,5	-2,6	-10,1
	DT30	-2,4	-5,3	-2,1	-7,6	-2,4	-7,6
	DM30	-2,2	-7,3	-3,0	-8,6	-3,3	-8,9
	DV30	-1,2	-9,0	-2,1	-9,7	-2,6	-10,1
	DPA30	-2,2	-8,1	-2,0	-8,6	-2,6	-8,9
	DPO30	-0,9	-3,2	-1,2	-3,8	-1,3	-4,2
	DPO-PA30	-0,9	-4,6	-1,6	-4,8	-1,8	-5,1
	DM-PA30	-0,9	-8,2	-1,3	-8,9	-1,8	-9,2
	DPO-V30	-2,3	-4,8	-2,6	-5,4	-2,4	-5,3

Çizelge 4.21 incelendiğinde yıkama sayısı arttıkça değişimin de arttığı görülmektedir. Ancak artış oranı yıkama sayısının artmasıyla azalmaktadır.Dolayısıyla karşılaştırmaların 3.yıkamanın sonuçlarına göre yapılmasının daha doğru olacağına karar verilmiştir. Tüm numunelerin en ve boylarında meydana gelen değişim kıyaslanmış ve Şekil 4.23'de verilmiştir.



Şekil 4.23. Numune kumaşların boyutsal değişim test sonuçları

Şekil 4.23 incelendiğinde kumaşta en yönünde de boy yönünde de kısalmalar (çekmeler) olduğu görülmektedir. Ancak kumaşın en yönündeki çekmeleri boy yönündeki çekmelerinden oldukça yüksektir. Bunun nedeni iki iplik örme kumaşların yapısıyla ilgilidir. İki iplik örme kumaşlar atkılı örme prensibiyle üretilir. Dolayısıyla bir sırayı oluşturan ilmekler aynı bobinden beslenmektedir. Kumaşın eni ilmeklerin yan yana gelmesiyle, boyu da üst üste gelmesiyle oluşmaktadır. Bu durumda her bir ilmek bacaklarından yandaki ilmeğe, başlarından ise üstteki ilmeğe bağlıdır. Çalışma kapsamında üretilen kumaşların santimetredeki sıra sayıları çubuk sayılarının yaklaşık iki katıdır. Bu da kumaşı oluşturan ilmeklerin boy yönünde daha fazla olmaları anlamına gelir. İlmek sayısının artması ilmeğin hareket edebileceği alanın daralması anlamına gelir. Bu durum boyutsal dayanımı etkiler. Ayrıca fleecy kumaşlarda askı ilmekleri olması boy yönünde kumaşın tutulmasına neden olduğundan kısalma da daha az olur.

Kumaşı oluşturan lifler yıkama esnasında suyu bünyelerine alır ve şişerler. Şişen ipliğin boyu kısalır. İpliğin boyu kısalınca kumaşın eni iplikle ilişkili olduğundan eni de aynı şekilde daralır. Kumaşın boyundaki değişim ise ilmeklerin birbirlerine bağlantı noktalarında oluşan kısalmayla ilgili olduğundan boy yönünde

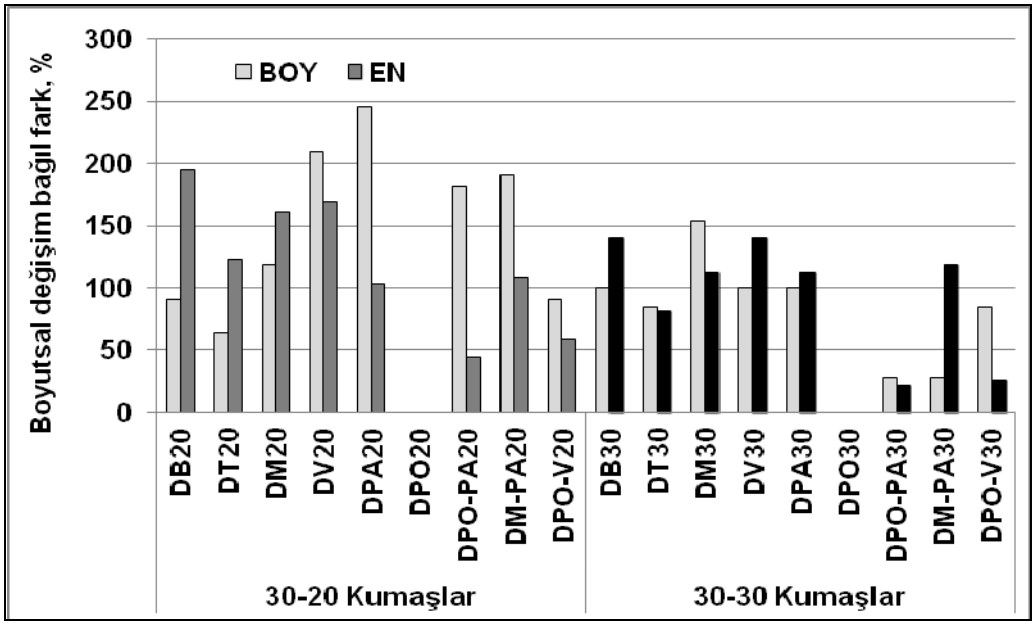
değişim daha düşük olmuştur çünkü kumaş her zaman daha gevşek olduğu alanda değişim gösterir.

Kumaşlarda en yönünde ve boy yönünde meydana gelen değişimlerin yüzdesel bağıl farkları Şekil 4.24'de verilmiştir. Söz konusu bağıl farklar Formül 4.13 ve 4.14 yardımıyla bulunmuştur.

$$BF_{ED}(\%) = \frac{N_{ED} - ED_{ED}}{ED_{ED}} * 100 \quad (4.13)$$

$$BF_{BD}(\%) = \frac{N_{BD} - ED_{BD}}{ED_{BD}} * 100 \quad (4.14)$$

Formül 4.13'de yer alan $BF_{ED,}$ en yönünde boyutsal değişim bağıl farkını, $N_{ED,}$ herhangi bir numunenin en yönünde boyutsal değişimini ve $ED_{ED,}$ en yönünde boyutsal değişimi en düşük olan kumaşın boyutsal değişimini vermektedir. Formül 4.14'de yer alan $BF_{BD,}$ boy yönünde boyutsal değişim bağıl farkını, $N_{BD,}$ herhangi bir numunenin boy yönünde boyutsal değişimini ve ED_{BD}, boy yönünde boyutsal değişimi en düşük olan kumaşın boyutsal değişimini vermektedir.



Şekil 4.24. Numune kumaşların en yönünde değişim test sonuçlarının yüzdesel bağıl farkları

Şekil 4.24 incelendiğinde numune kumaşların en değişimleri üzerinde alt iplik numarasının etkisi belirgin değildir. Numune kumaşların boy değişimleri üzerinde ise hem alt iplik hammaddesinin hem de alt iplik numarasının etkili olduğu anlaşılmaktadır.

4.3.5. Numune Kumaşların Fiziksel Testlerinin İstatistiksel Analizi

Numune kumaşlara fiziksel test olarak patlama mukavemeti, boncuklanma dayanımı, esneklik değişimi ve tekrarlı yıkamaya karşı boyut değişimi testleri uygulanmıştır. Test sonuçlarının istatistiksel olarak analiz edilmesi için sonuçlara çift yönlü varyans analizi yapılmış ve numune kumaşlar Tukey testine göre alt gruplara ayrılmıştır. Ayrıca kumaş yapısal özelliklerinin kumaşa uygulanan fiziksel test sonuçlarıyla ilişkisini tespit etmek amacıyla Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır. Çizelge 4.22'de çift yönlü ANOVA sonuçları verilmektedir.

Çizelge 4.22. Fiziksel test sonuçlarının "Çift yönlü ANOVA"sonuçları

	Varyansın kaynağı	**KT**	**sd**	**KO**	**F**	**p**	**Etki derecesi**
En yönünde esneme, %	Alt İplik Hammaddesi	1212,346	8	151,543	539,220	,000	,984
	Alt İplik Numarası	28,143	1	28,143	100,138	,000	,582
	Hammadde*Numara	205,065	8	25,633	91,207	,000	,910
	Hata	20,235	72	,281			
	Toplam	24470,362	90				
Boy önünde esneme, %	Alt İplik Hammaddesi	782,188	8	97,774	125,079	,000	,933
	Alt İplik Numarası	173,688	1	173,688	222,194	,000	,755
	Hammadde*Numara	360,873	8	45,109	57,707	,000	,865
	Hata	56,282	72	,782			
	Toplam	91188,29	90				
Patlama mukavemeti, kpa	Alt İplik Hammaddesi	40912,916	8	5114,115	42,595	,000	,678
	Alt İplik Numarası	28378,067	1	28378,06	236,36	,000	,593
	Hammadde*Numara	9707,324	8	1213,415	10,106	,000	,333
	Hata	19450,207	162	120,063			
	Toplam	7584963,55	180				
En yönünde değişim, %	Alt İplik Hammaddesi	699,389	8	87,424	144,332	,000	,889
	Alt İplik Numarası	1,784	1	1,784	2,945	,088	,020
	Hammadde*Numara	26,105	8	3,263	5,387	,000	,230
	Hata	87,222	144	,606			
	Toplam	10199,0	162				
Boy yönünde değişim, %	Alt İplik Hammaddesi	48,429	8	6,054	5,346	,000	,229
	Alt İplik Numarası	1,483	1	1,483	1,310	,254	,009
	Hammadde*Numara	31,836	8	3,980	3,514	,001	,163
	Hata	163,056	144	1,132			
	Toplam	1215,250	162				

Çizelge 4.22'de verilen en yönünde esneklik değerleri içerisinden tüm p değerleri 0,05'den küçük olduğu için test edilen numunelerin en yönünde esneklik değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının ve alt iplik hammaddesiyle ve alt iplik numarasının etkileşimlerinin anlamlı etkisinin olduğu söylenir. Etki derecelerine bakıldığında en yönünde esneklik değeri üzerinde alt iplik hammaddesinin daha yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Alt iplik hammaddesiyle ve alt iplik numarasının etkileşimlerinin etki dereceleri de bu değere yakındır. Numune kumaşların enine esnekliklerine göre alt gruplar Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Enine esneme test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları

		Alt gruplar, α=0,05								
Numune adı	T	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DPO20	5	**9,046**								
DPO-PA30	5		10,3280							
DPO-PA20	5		10,7525							
DPO-V20	5		10,9980	10,998						
DM-PA30	5			12,020						
DPO30	5			12,208	12,208					
DPO-V30	5				13,336					
DV20	5					16,780				
DB20	5					17,350	17,350			
DM20	5					17,986	17,986	17,986		
DT20	5						18,250	18,250		
DM-PA20	5							18,788	18,788	
DPA20	5							18,906	18,906	
DB30	5							18,936	18,936	
DPA30	5								19,980	19,980
DV30	5									**20,426**
DM30	5									**20,648**
DT30	5									**21,040**
Önem.		1,000	,860	,051	,098	,053	,410	,316	,060	,160

Çizelge 4.23'e göre numune kumaşlar enine esneklikleri açısından dokuz alt gruba ayrılmış olup en fazla esneklik dokuzuncu gruptaki kumaşlara aittir. Bu grup içerisinde ise alt ipliği viskon, modal, tencel ve Ne 30/1 olan kumaşların enine esneklikleri en fazladır. Enine esneklik açısından alt ipliği pamuk ve Ne 30/1 olan kumaş ta bu kumaşların yerine kullanılabilir.

Çizelge 4.22'de verilen boy yönünde esneklik görülen değerleri içerisinden tüm p değerleri 0,05'den küçük olduğu için test edilen numunelerin boyuna esneklik değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının ve alt iplik hammaddesiyle ve alt iplik numarasının etkileşimlerinin anlamlı etkisinin olduğu söylenir. Etki derecelerine bakıldığında boyuna esneklik değeri üzerinde alt iplik hammaddesinin daha yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Alt iplik numarasının da, alt iplik hammaddesiyle alt iplik numarasının etkileşimlerinin de boyuna esneklik üzerinde oldukça yüksek etkileri vardır. Numune kumaşlar boy yönünde esnekliklerine göre sınıflandırılmış ve sonuçlar Çizelge 4.24'de sunulmuştur.

Çizelge 4.24. Boy yönünde esneme test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları

		Alt gruplar, α=0,05									
Numune adı	**T**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DPO-V20	5	**23,1740**									
DM-PA30	5	25,1275	25,1275								
DPA20	5		27,1000	27,10							
DPO-PA20	5			27,52	27,520						
DM-PA20	5				29,514	29,514					
DPO-PA30	5					30,360	30,360				
DV20	5						31,570				
DV30	5						31,700				
DPo20	5						32,026	32,026			
DM20	5						32,046	32,046			
DPA30	5						32,174	32,174	32,174		
DPO-V30	5							33,954	33,954	33,954	
DT20	5								34,170	34,170	
DM30	5								34,178	34,178	
DB30	5									34,234	
DB20	5									34,690	
DPO30	5										**36,832**
DT30	5										**38,256**
P değeri		,070	,064	1,000	,058	,987	,132	,079	,055	,997	,505

Çizelge 4.24'e göre kumaşlar boyuna esneklikleri açısından on gruba ayrılmıştır. En fazla esneklik ise alt ipliği tencel ve Ne 30/1 olan kumaş ve alt ipliği polyester ve Ne 30/1 olan kumaşlara aittir.

Çizelge 4.22'de verilen patlama mukavemetine ilişkin değerler içerisinden tüm p değerleri 0,05'den küçük olduğu için test edilen numunelerin patlama mukavemeti değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının ve bunların etkileşimlerinin anlamlı etkisinin olduğu söylenir. Etki derecelerine bakıldığında patlama mukavemeti üzerinde alt iplik hammaddesinin ve alt iplik numarasının etkilerinin yakın ve alt iplik hammaddesinin ve alt iplik numarasının etkileşimlerinin patlama mukavemeti üzerindeki etkisinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Numune kumaşlar patlama mukavemetlerine göre alt gruplara ayrılmıştır. Bu değerler Çizelge 4.25'de verilmektedir.

Çizelge 4.25. Patlama mukavemeti test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları

		Alt gruplar, α=0,05				
Numune adı	**T**	1	2	3	4	5
DV30	10	**159,32**				
DB30	10	**164,08**				
DM30	10	176,25	176,25			
DM-PA30	10		183,82			
DPA30	10		184,81			
DT30	10			203,89		
DM20	10			205,31		
DB20	10			206,20		
DV20	10			207,82	207,82	
DPA20	10			209,55	209,55	
DT20	10			213,12	213,12	
DPO-V30	10			213,68	213,68	
DPO-PA30	10			216,37	216,37	
DPO30	10			220,24	220,24	**220,24**
DM-PA20	10				223,60	**223,60**
DPO-V20	10				223,76	**223,76**
DPO-PA20	10				225,19	**225,19**
DPO20	10					**233,92**
p değeri		,066	,954	,092	,050	,329

Çizelge 4.25'e göre kumaşlar beş alt gruba ayrılmıştır, en yüksek mukavemet 5.gruptaki kumaşlara aittir. Bu grup içerisinde ise alt ipliği polyester ve Ne 20/1 olan kumaşın mukavemet değeri diğerlerinden daha yüksektir. Ancak bu grupta yer alan alt ipliği polyester-viskon ve Ne 20/1 olan kumaş, alt ipliği pamuk-modal ve Ne 20/1 olan kumaş, alt ipliği polyester-pamuk ve Ne 30/1 olan kumaş ve alt ipliği polyester ve Ne 30/1 olan kumaş da söz konusu kumaş yerine mukavemet açısından kullanılabilir.

Çizelge 4.22'de verilen en değişimi değerleri içerisinden alt iplik hammaddesine ait p değeri ve alt iplik hammaddesi ve alt iplik numarasının

etkileşimlerine ait p değeri 0,05'den küçük olduğu için test edilen numunelerin en değişimi değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin ve alt iplik hammaddesiyle ve alt iplik numarasının etkileşimlerinin anlamlı etkisinin olduğu söylenir. Etki derecelerine bakıldığında en değişimi üzerinde alt iplik hammaddesinin oldukça yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Çizelge 4.26'da en değişimi üzerinde alt iplik numarasının etkisi anlamlı olmadığı için alt gruplar alt iplik hammaddesine bağlı olarak yapılmıştır.

Çizelge 4.26. En değişimi test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları

Numune adı	**T**	Alt gruplar, α=0,05					
		1	2	3	4	5	6
DB	18	-10,3333					
DV	18	-9,9167	-9,9167				
DM	18		-9,1667	-9,1667			
DM-PA	18			-8,3611	-8,3611		
DPA	18				-8,1389		
DT	18				-7,8333		
DPO-V	18					-5,5000	
DPO-PA	18					-5,1389	
DPO	18						**-4,1111**
Önem.		,800	,100	,057	,522	,899	1,000

Çizelge 4.26'ya göre kumaşlar en değişim miktarlarına göre altı alt gruba ayrılmış olup en düşük en değişimini 6. grupta yer alan kumaşlar sergilemiştir. Bu grup alt ipliği polyester olan gruptur. Alt ipliği bambu ve viskon olan kumaşların en değişimleri ise test edilen numuneler içerisinde en yüksek gruptur.

Çizelge 4.22'de verilen boy değişimi değerleri içerisinden alt iplik hammaddesine ait p değeri ve alt iplik hammaddesi ve alt iplik numarasının etkileşimlerine ait p değeri 0,05'den küçük olduğu için test edilen numunelerin boy değişimi değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin ve alt iplik hammaddesiyle ve alt iplik numarasının etkileşimlerinin anlamlı etkisinin olduğu söylenir. Etki derecelerine bakıldığında en değişimi üzerinde alt iplik hammaddesinin daha yüksek

bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Çizelge 4.27'de boy değişimi üzerinde alt iplik numarasının etkisi anlamlı olmadığı için alt gruplar alt iplik hammaddesine bağlı olarak yapılmıştır.

Çizelge 4.27. Boy değişimi test sonuçlarının Tukey testine göre alt grupları

Numune adı	**T**	Alt gruplar, α=0,05	
		1	2
DPA	18	**-3,1944**	
DV	18	**-3,0000**	
DM	18	**-2,8611**	
DM-PA	18	**-2,4722**	
DPO-PA	18	**-2,4444**	
DB	18	**-2,3611**	
DT	18	-2,2500	-2,2500
DPO-V	18	-2,2500	-2,2500
DPO	18		-1,1944
Önem.		,171	,080

Çizelge 4.27'ye göre kumaşlar boy değişim oranlarına göre iki alt gruba ayrılmış olup en düşük boy değişimini 2. grupta yer alan kumaşlar sergilemiştir. Ancak örme kumaşlarla elde edilen giysiler ile ilgili standartlara bakıldığında (TS 10986, TS 11266, TS 11612, TS 10988) boy değişimi için % ± 3 değeri kabul edilebilir değişimlerdir. Bu nedenle çalışma kapsamında üretilmiş tüm numuneler boy değişimi açısından tasarıma uygundur.

Numune kumaşların sahip olduğu fiziksel özelliklerin yapısal özelliklerle ilişkisini tespit etmek için yapılan Pearson korelasyon analizi Çizelge 4.28'de sunulmuştur.

Çizelge 4.28. Kumaş ve iplik özellikleri ile fiziksel özellikler arasındaki ilişki

Pearson korelasyonu	**Enine esneme, %**	**Boyuna esneme, %**	**Patlama mukavemeti, kpa**	**En değişimi, %**	**Boy değişimi, %**
Kalınlık, mm	,082	-,292	-,038	-,080	,240
Gramaj, g/m²	-,255	-,235	,141	-,255	,013
İlmek yoğunluğu	-,324	,237	,336	-,433	-,475*
Alt iplik mukavemeti, RKM	-,740**	,007	,705**	-,849**	-,571*
Alt İplik uzaması, %	-,524*	-,032	,250	-,228	-,243

*0,05 anlamlılık seviyesi, **0,01 anlamlılık seviyesi

Çizelge 4.28'e göre test edilen numunelerin sonuçları baz alındığında kumaşlarda meydana gelen boyuna esneklik özelliği üzerinde 0,01 anlamlılık seviyesinde veya 0,05 anlamlılık seviyesinde, iplik mukavemeti, iplik uzaması, kalınlık, gramaj, ilmek yoğunluğu ve alt iplik numarası ile önemli bir ilişki bulunmamaktadır. Buna karşın enine esneklik ile iplik mukavemeti arasında 0,01 anlamlılık seviyesinde negatif yönde ve 0,740 değerinde anlamlı bir ilişki vardır. Aynı zamanda enine esneklik ile iplik uzaması arasında 0,05 anlamlılık seviyesinde negatif yönde ve 0,524 değerinde anlamlı bir ilişki vardır. Enine esneklik ile kalınlık, gramaj, ilmek yoğunluğu ve alt iplik numarası arasında 0,01 anlamlılık seviyesinde veya 0,05 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Bu nedenle enine esneklik % 74 oranında iplik mukavemeti ile % 52,4 oranında da iplik uzamasına bağlıdır.

Çizelge 4.28' e göre patlama mukavemeti ile 0,01 anlamlılık düzeyinde pozitif yönde 0,705 seviyesinde iplik mukavemeti ile ilişkilidir. Patlama mukavemeti ile kalınlık, gramaj, ilmek yoğunluğu, patlama yüksekliği ve ilmek uzaması arasında ise anlamlı herhangi bir ilişki saptanmamıştır. Dolayısıyla test yapılan numunelere göre patlama mukavemeti % 70,5 oranında iplik mukavemeti ile açıklanabilir.

Çizelge 4.28 incelendiğinde kumaşta oluşan en değişiminin yalnızca 0,01 anlamlılık düzeyinde, negatif yönde 0,849 değerinde iplik mukavemeti ile ilişkili olduğu; boy değişiminin ise 0,05 anlamlılık düzeyinde negatif yönde 0,475 seviyesinde ilmek yoğunluğu ile, 0,571 seviyesinde de iplik mukavemeti ile ilişkili olduğu sonucuna varılır. Bu durumda en değişimi % 84,9 oranda mukavemet ile açıklanabilir. Boy değişimi ise % 47,5 oranda ilmek yoğunluğu ile, % 57,1 oranda da iplik mukavemeti ile açıklanabilir. İplik mukavemeti ile boyutsal dayanım arasında çıkan orantının nedeni alt iplikleri oluşturan liflerin kristalin bölgeleri ile ilgilidir. Lif yapısında ne kadar kristalin alan varsa o liften yapılan iplik veya kumaş o kadar mukavim olur ve ne ne kakar amorf alan varsa o liften yapılan iplik veya kumaş o kadar bünyesine su alır. Dolayısıyla farklı hammaddelerden oluşan aynı numarada ve aynı özelliklerdeki ipliklerden mukavemetli olanların su çekmelerinin düşük olması beklenir (Karakaş ve arkadaşları, 2003).

4.3.6. Numune Kumaşların Fiziksel Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında tasarlanan son ürün yazlık ve pantolonluk olarak düşünüldüğü için esneklik oldukça önemli bir özelliktir. Esneklik giysinin vücuda oturması ancak rahatsız etmemesini sağlar nitelikte olmalıdır. Ayrıca esnekliğin düşük olması diz veya kalça bölgelerinde iz oluşmasına da neden olabilir. Çalışma kapsamında üretilmiş kumaşların enine esneklikleri boyuna esnekliklerine göre düşük çıkmıştır. Bu durum alt ipliklerin atlama yapmasına ve bu ipliklerin uzama değerlerinin de çok yüksek olmayışına bağlanabilir. Bunun nedeni iki iplik örme kumaşların yapısıyla ilgilidir. İki iplik örme kumaşlar atkılı örme prensibiyle üretilir. Dolayısıyla bir sırayı oluşturan ilmekler aynı bobinden beslenir. Kumaşın eni ilmeklerin yan yana gelmesiyle, boyu da üst üste gelmesiyle oluşur. Bu durumda her bir ilmek bacaklarından yandaki ilmeğe, başlarından ise üstteki ilmeğe bağlıdır. Ayrıca elastan ipliğinin üst iplikle birlikte veriliyor olması ilmek esnekliğinin iplik esnekliğinden daha belirleyici olmasına neden olur. Çalışma kapsamında üretilen kumaşların santimetredeki sıra sayıları çubuk sayılarının yaklaşık iki katıdır. Bu da kumaşı oluşturan ilmeklerin boy yönünde daha fazla olmaları anlamına gelir. Sonuç

olarak kumaş boy yönünde esnerken ilmekleri oluşturan elastan ve üst iplikler esnerken en yönündeki esnemede alt iplikler esnetilir. Bu nedenle alt ipliklerin esneklik farkı kumaşlardaki enine esneklik farkı anlamına gelir. Dolayısıyla tasarlanacak kumaşta da esneklik oldukça önemli olduğundan ve kumaşın boy yönündeki esneklikleri zaten yüksek olduğundan kumaş seçimi enine esneklik özelliği baz alınarak yapılmalıdır. Bu durumda alt ipliği viskon, modal, tencel, pamuk ve Ne 30/1 olan kumaşlar esneklik açısından tercih edilmelidir.

Patlama mukavemeti iplik mukavemetine, kalınlığa, gramaja, hammaddeye, iplik numarasına, desene ve bitim işlemlerine bağlı olarak değişir. Ayrıca kumaşların patlaması için uygulanan basıncın etkisiyle şişiyor ve belirli bir yüksekliğe çıktıktan sonra patlıyor olması da kumaşı oluşturan ipliklerin uzamaları ile ilgilidir. Bu durumda iplik ve kumaş esnekliği de patlama mukavemetine etki eden faktörlerden biridir. Çalışma kapsamında üretilen 18 adet numune kumaşa uygulanan 10 tekrarlı patlama mukavemeti test sonuçları grafiksel ve istatistiksel olarak incelenmiştir. İncelemeler sonucunda alt ipliklerin hammaddelerini ve numaralarını değiştirmenin kumaşların mukavemetleri üzerinde önemli ve anlamlı bir etkisi olduğu bulunmuştur. Kumaş mukavemetine etki eden en önemli parametre olarak iplik mukavemeti seçilmiştir. Söz konusu kumaşlar içerisinde en yüksek patlama mukavemetine sahip olan kumaşlar alt ipliği polyester olan kumaşlardır ve polyester ipliği de çalışmada kullanılan iplikler arasında en mukavim olan ipliktir. Dolayısıyla patlama mukavemetini etkileyen en önemli parametre lif içeriğidir (Özcan ve Candan, 2005; Kayseri, Bozdoğan ve Hes 2010). Genel olarak tüm kumaşların patlama mukavemeti değerleri incelendiğinde tüm kumaşların örme kumaşlarla elde edilen giysiler ile ilgili standartlara göre (TS 10986, TS 11266, TS 11612, TS 10988) kabul edilebilir mukavemet değerlerine sahip olduğu saptanmıştır.

Numunelerin boylarında ve enlerinde 3. yıkama sonrası oluşan değişimler çizelgeler, grafik ve istatistiksel analizler yardımıyla kıyaslanmıştır. Tüm kumaşlarda en ve boy yönünde kısalmalar meydana gelmiştir. Kumaşların boyutsal değişimleri alt iplik hammaddesine göre değişkenlik göstermiştir. Test edilen numunelerin boy değişimleri uluslararası standartlara göre kabul edilebilir aralıktadır (TS 10986, TS 11266, TS 11612, TS 10988). Bu nedenle boy değişimleri açısından tüm kumaşlar

birbirlerinin yerine kullanılabilir. En değişimleri bakımından ise alt ipliği polyester ve karışımlarından oluşan kumaşlar tercih edilmelidir. Sonuçlar literatür ile de uyumludur. Pamuk gibi doğal selülozik liflerde selüloz molekülleri amorf ve kristalin bölgelerden oluşur. Kristalin bölgelerde selüloz molekülleri düzenli ve paralel, amorf bölgelerde paralellikten uzak dağınık bir yapı oluşturur. Kristalin bölgeler mukavemet ve sertlik sağlarken amorf bölgelerde elastisite, esneklik ve şişme özelliği fazladır (Karakaş ve arkadaşları). En fazla çekme hidrofilik kumaşlarda olmuştur. Su emiciliği yüksek olan lifler ıslandığında liflerin içine giren su kristalin yapı taşlarının içine nüfuz edemeyerek bunların arasındaki bölgeleri doldurur. Bunun sonucunda lifin enine kesitinde artma meydana gelir. Bu da iplik çapını arttırır. İpliğin çapı arttıkça boyu kısalır. İplik boyunun kısalması kumaşın eninde çekme olmasına neden olur (Demirhan ve Meriç, 2005). Sonuç olarak alt ipliği selüloz esaslı olan kumaşlarda çekmenin alt ipliği polyester ve karışımlarından oluşan kumaşlardan fazla olması beklenen bir durumdur. Alt iplik numarasının değişmesinin boyutsal değişimi etkilememiş olması da literatür ile uyumludur (Önal ve Candan, 2003).

Fiziksel testler baz alındığında tüm kumaşların boncuklanma ve boy değişimi açısından uygun sonuçlar verdiği görülmüştür. En değişimleri bakımından ise alt ipliği polyester ve karışımlarından oluşan kumaşlar tercih edilmelidir. Söz konusu kumaşlar içerisinde en yüksek patlama mukavemetine sahip olan kumaşlar alt ipliği polyester olan kumaşlardır. Örme denim kumaşta esneklik oldukça önemlidir ve kumaşın boy yönündeki esneklikleri oldukça yüksektir bu nedenle kumaş seçimi enine esneklik özelliği baz alınarak yapılmalıdır.

4.4. Üretim Maliyet Analizi

Ticari üretim faaliyeti gösteren bir firmanın üretmiş olduğu ürünün birim fiyatının işletmeye kaça mal olduğu ve rekabet şartlarında kar edilebilmesi açısından kaç liraya satılması gerektiğinin analiz edilmesi gerekmektedir. Bu analiz ise ancak; işletmenin, genelden özele doğru tüm masraflarını birim ürün başına gider olarak yansıtmasıyla mümkündür. Çalışma kapsamında örülmüş kumaşlar kullanıldığından analiz bunun üzerinden çıkarılmıştır.

4.4.1. Örme Maliyeti

Ticari bir örme işletmesinde birim miktarda (kg) ve birim zamanda (saat) üretilecek örme kumaşın birim maliyetinin belirlenebilmesi için kumaşın üretimi esnasında devreye girecek olan tüm gider unsurlarının belirlenmesi gerekir. Genel olarak örme kumaşın maliyeti hammadde, işçilik, enerji, amortisman ve tamir- bakım için harcanan giderlerin birim kumaş üretimine bağlı olarak maliyete dönüştürülmesi ve toplanması ile tespit edilir. Üretilen kumaşların toplam maliyeti Formül 4.15'de yer alan eşitliğe göre hesaplanmaktadır.

$$M_{Toplam}\ (TL/kg) = H_M + İ_M + E_M + A_M + B_M + T_M \qquad (4.15)$$

Formülde yer alan "H_M" hammadde maliyetini (TL/kg), "$İ_M$" işçilik maliyetini (TL/kg), "E_M" enerji maliyetini (TL/kg), "A_M" amortisman maliyetini, "B_M" bakım maliyetini (TL/kg), ve "T_M" de terbiye maliyetini (TL/kg), vermektedir. Bunlardan hammadde maliyetini hesaplayabilmek için iki iplik kumaşlarda süprem kumaşlardan farklı olarak iplik kullanım oranlarını tespit etmek gerekir. Diğer maliyetleri hesaplamak için çalışmanın yapıldığı işletmeye ait bilgiler kullanılmıştır. Bu bilgiler Çizelge 4.29 ve Çizelge 4.30'da detaylı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.29. Numune kumaşlara ait genel özellikler

Özellikler		**30-30 Kumaş**		**30-20 Kumaş**	
Gramaj, g/m²		150		165	
En, cm		178		178	
Üst iplik kullanım oranı, %		63,6		55	
Alt iplik kullanım oranı, %		30,8		40	
Elastan iplik kullanım oranı, %		5,6		5	
Sıra/cm		20		20	
Çubuk/cm		12		12	
İlmek iplik uzunluğu(cm)	Sembol	**La***	**Ca****	**La***	**Ca****
	Üst iplik	16	0,32	16	0,32
	Alt iplik	8	0,16	8	0,16
	Elastan iplik	7	0,14	7	0,14

*La:50 ilmek için harcanan ipliğin uzunluğu (cm)
**Ca:1 ilmek için harcanan iplik uzunluğu (cm)

Çizelge 4.30. Makine üretim parametreleri

Makine üretim parametreleri	**Sembol**	**I**
Makine çapı	D	32 inç
Makine inceliği	E	22 iğne/inç
Makine sistem sayısı	S_S	108
Makine hızı	n	25 dev/dk
Makine randımanı	R	% 80
Makinede toplam iğne sayısı	$İ_T$	2210 adet

Örme kumaş için hammadde iplik olduğundan toplam maliyete yansıyan ve "hammadde maliyeti" olarak anılan unsur ipliktir ve toplam ürün maliyetini en fazla etkileyen parametre iplik maliyetidir. Bu nedenle çalışma kapsamında üretilen kumaşların öncelikli olarak hammadde oranları tespit edilmiştir. Bu tespitin yapılabilmesi için ağırlığı belirlenmiş birim kumaş sökülerek ipliklerine ayrılmış daha sonra her bir iplik tartılmış ve toplam kumaş ağırlığı ile oranlanmıştır.

İki iplik bir kumaşın birim maliyetini hesaplayabilmek için öncelikle birim zamanda üretilen kumaş miktarını hesaplamak gerekmektedir. Bu hesaplamalar Formül 4.16 ve Formül 4.17 kullanılarak yapılmıştır.

$$P(metre/saat) = \frac{n \times SS \times 60 \times R}{sira/cm \times 100} \quad (4.16)$$

$$P(kg/saat) = \frac{P(m/s) \times En \times G}{100 \times 1000} \times 0{,}95 \quad (4.17)$$

Formül 4.2'de yer alan P (m/saat) bir saatte üretilen kumaş uzunluğunu metre cinsinden vermektedir. Bu formüldeki "n" makinenin hızını (devir/dakika), "SS" makinedeki sistem sayısını, "R" makinenin randımanını ve "sıra/cm" ise bir cm'de alt alta bulunan ilmek sayısını vermektedir. Formül 4.16'da bulunan metre cinsinden üretim miktarı Formül 4.17'de ağırlığa (kg) dönüştürülür. Bu formüle göre P (kg/saat) bir saatte üretilen kumaş ağırlığını, "En" kumaşın makineden çıktığında sahip olduğu en uzunluğunu (cm) ve "G" kumaşın yine makineden çıktığında sahip olduğu birim ağırlığı (kg) vermektedir. Hesaplanan bu değer % 5 oranında telef çıktığı varsayımı nedeniyle 0,95 ile çarpılmaktadır.

4.4.2. Hammadde maliyeti

Hammadde maliyeti genel olarak bir ürünü oluşturan temel unsurların maliyetidir. Söz konusu örme kumaş olduğu zaman hammadde iplik olarak alınır. Bu nedenle ipliğin birim maliyeti örme kumaşın hammadde maliyetini ifade eder. Çalışmada kullanılan kumaşlar elastanlı ve iki iplik olduğundan üst iplik maliyeti Formül 4.18'den, alt iplik maliyeti Formül 4.19'dan ve elastan iplik maliyeti Formül 4.20'den hesaplanarak bu değerlerin toplanmasıyla bulunur. M_H (TL), belirli bir ağırlıktaki örme kumaşın üretilmesi için gerekli olan ipliklerin toplam maliyeti olup, Formül 4.21 ile tanımlanabilir.

$$M_{üst}(TL) = Aüst(kg) \times F_iüst(TL/kg) \quad (4.18)$$

$$M_{alt}(TL) = Aalt(kg) \times Fialt(TL/kg) \quad (4.19)$$

$$M_{elast}(TL) = Aelast(kg) \times F_{\dot{I}} elast(TL/kg) \quad (4.20)$$

$$M_{\dot{I}}(TL) = M_{üst}(TL) + M_{alt}(TL) + M_{elast}(TL) \quad (4.21)$$

Burada A (kg) örme kumaş üretimine giren ipliğin ağırlığını, $F_{\dot{I}}$ (TL/kg) kullanılan ipliğin birim fiyatıdır. İpliklerin kg cinsinden kullanım miktarı ise üretilen kumaş miktarına % 5 oranında telefin eklenmesiyle bulunur. Kullanılan formüller yardımıyla üretilen toplam kumaş ağırlığı hesaplanmış ve kullanılan ipliklerin ağırlıkları Çizelge 4.29'da yer alan oranlara göre tespit edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.31'de yer almaktadır.

Çizelge 4.31. Birim zamanda üretilen kumaş içerisinde yer alan ipliklerin ağırlıkları

	30-20 kumaş	**30-30 kumaş**
Ptoplam(kg/saat)	18,080	16,436
Üst iplik (kg/saat)	10,467	11,003
Alt iplik (kg/saat)	7,612	5,328
Elastan iplik (kg/saat)	0,904	0,968

4.4.2.1. Alt iplik maliyeti

Tez çalışması kapsamında üretilen kumaşların üst ipliklerin kg fiyatı 21 TL, elastan ipliklerin kg fiyatı 14.24 TL'dir. Üretilen kumaşların alt iplikleri 80 seksiyonlu Muratta marka vorteks makinesinde üretilmiştir. Çizelge 4.32'de alt ipliklere ait birim maliyetler verilmektedir. Alt ipliklerin birim maliyet analizi çıkarılırken üretimin yapıldığı işletmeden gerçek veriler alınmıştır. Bir kg ipliğin maliyeti (TL/kg) Formül 4.22'de verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$M_{iplik}(TL/kg) = M_{elyaf}(TL/kg) + T_{elyaf}(TL/kg) + P_{iplik}(TL/kg) \quad (4.22)$$

Formül 4.22'de verilen eşitlikte M_{iplik} bir kg ipliğin maliyetini (TL/kg), M_{elyaf} iplik üretiminde kullanılan bir kg elyafın işletmeye alış fiyatını (TL/kg), T_{elyaf} elyafın

ipliğe dönüşürken verdiği telef miktarını (TL/kg) ve P_{iplik} bir kg ipliği üretmek için harcanan bedellerin toplamını (TL/kg) vermektedir ve T_{elyaf} (Formül 4.23) ve P_{iplik} (Formül 4.24) kullanılarak hesaplanmaktadır. Formül 4.23'de yer alan T_{fire} (%) iplik üretim esnasında verilen telefin % olarak miktarıdır.

$$T_{elyaf}(TL/kg) = M_{elyaf}(TL/kg)xT_{fire} \quad (4.23)$$

$$P_{iplik} = M_{iscilik} + M_{enerji} + M_{amortisman} + M_{tamir} + M_{diger} \quad (4.24)$$

$$M\dot{I}_{Toplam}(TL/kg) = M_{iplik}(TL/kg) + M_{Fason}(TL/kg) \quad (4.25)$$

$$M_{Fason}(TL/kg) = M_{iplik}(TL/kg)xF_{iplik} \quad (4.26)$$

Formül 4.26'da verilen M_{Fason} (TL/kg), iplik maliyetiyle M_{iplik} (TL/kg) fason miktarının F_{iplik} (%) çarpılmasıyla bulunmuştur.Yapılan bu çalışmada iplikler satın alındığından iplik üretim maliyetleri ayrıntılı olarak verilmemiştir. İpliğin hesaplanan birim maliyetine işletmenin bir kg iplik için kar miktarı da eklenerek ipliğin örme işletmesine toplam satış fiyatı (TL/kg) ortaya çıkmış olur.

Çalışma kapsamında üretilen kumaşların Ne 30/1 indigo boyalı pamuk ring üst iplikleri BOSSA 'dan sağlanmış olup, söz konusu ipliklerin kg fiyatı 21 TL olarak alınmıştır. Elastan iplikleri ise satın alınmış olup kg fiyatı 14.24 TL'dir (Mart 2012) Ayrıca kumaşların alt iplikleri Selçuk iplik işletmesinde vorteks olarak üretilmiş olup söz konusu ipliklere ait maliyet analizi Çizelge 4.32'de verilmiştir. İpliklerin bu işletmeye fason üretim yaptırdığı kabul edilmiştir.

Çizelge 4.32. Vorteks alt ipliklere ait birim maliyetler

Numara	Hammadde	Ham madde fiyatı, M_{elyaf} ,(TL/kg)	Telef miktarı T_{fire},(%)	Telef eklenmiş ham madde fiyatı (TL/kg)	Birim iplik üretim maliyeti, P_{iplik} (TL/kg)	Toplam maliyet, *Miplik* (TL/kg)	İşletmenin fason maliyeti, F_{iplik} (%)	Toplam satış fiyatı $Mİ_{Toplam}$ (TL/kg)
Ne 20/1 Vorteks iplikler	**Bambu**	5,36	5	5,63	0,58	6,21	20	7,452
	Tencel	5,95	5	6,24	0,58	6,82	20	8,184
	Modal	5,45	5	5,72	0,58	6,30	20	7,560
	Viskon	4,62	5	4,85	0,50	5,35	20	6,420
	Pamuk	3,60	33	4,79	0,58	5,37	20	6,444
	Polyester	3,70	5	3,88	0,69	4,57	20	5,484
	Polyester-Pamuk	3,66	5	3,84	0,58	4,42	20	5,304
	Modal-Pamuk	4,80	5	5,04	0,58	5,62	20	6,744
	Polyester-Viskon	3,66	5	3,84	0,58	4,42	20	5,304
Ne 30/1 Vorteks iplikler	**Bambu**	5,36	5	5,63	0,86	6,49	20	7,788
	Tencel	5,95	5	6,24	0,83	7,07	20	8,484
	Modal	5,45	5	5,72	0,58	6,30	20	7,560
	Viskon	4,62	5	4,85	0,75	5,60	20	6,720
	Pamuk	3,60	33	4,79	0,83	5,62	20	6,744
	Polyester	3,70	5	3,88	1,05	4,93	20	5,916
	Polyester-Pamuk	3,66	5	3,84	0,86	4,70	20	5,640
	Modal-Pamuk	4,80	5	5,04	0,86	5,90	20	7,080
	Polyester-Viskon	3,66	5	3,84	0,86	4,70	20	5,640

Formül 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7 kullanılarak iplikler için harcanan toplam maliyet çıkarılmıştır. Çıkarılan maliyet bir saatte üretilen kumaş miktarı için kullanılan ipliğin maliyetidir. Bu ücretin, bir saatte üretilen kumaş ağırlığına oranlanmasıyla da bir kg kumaşta için harcanan hammadde maliyeti bulunmuştur (Formül 4.27). Numune kumaşlara ait toplam hammadde maliyeti Çizelge 4.33'de verilmektedir.

$$H_M(TL/kg) = M_I(TL/saat) / P_T(kg/saat) \quad (4.27)$$

Çizelge 4.33. Hammadde maliyeti(TL/kg)

Kumaş	Numune adı	Toplam iplik bedeli, M_I (TL/saat)	Hammadde maliyeti, H_M (TL/kg)
30-20 Kumaşlar	**DB20**	289,40	16,01
	DT20	294,98	16,31
	DM20	290,23	16,05
	DV20	281,55	15,57
	DPA20	281,73	15,58
	DPO20	274,42	15,18
	DPO-PA20	273,05	15,10
	DM-PA20	284,02	15,71
	DPO-V20	273,05	15,10
30-30 Kumaşlar	**DB30**	286,34	17,42
	DT30	290,05	17,65
	DM30	285,13	17,35
	DV30	280,65	17,07
	DPA30	280,78	17,08
	DPO30	276,37	16,81
	DPO-PA30	274,90	16,72
	DM-PA30	282,57	17,19
	DPO-V30	274,90	16,72

4.4.3. İşçilik maliyeti

Birim kumaş (kg) üretiminde işçilik masrafının ne kadar etkili olduğunun hesaplanmasında çalışmanın yapıldığı işletmede çalışan personelin aylık ücreti esas alınmıştır. Çalışmada işletmenin günlük 3 vardiya 21 saat 30 gün ve 90 makine ile sürekli üretim yaptığı varsayılmıştır. Bu işletmede çalışan tüm personelin aylık maaşları Çizelge 4.34'de verilmektedir.

Çizelge 4.34. Örme işletmesinde çalışan personelin aylık maaşları(TL)

Çalışan elemanlar	**Sayı**	**Aylık ücret (TL/ay)**	**M_p (TL/ay)**
İşletme müdürü	1	5000	5000
İşletme müdür yardımcısı	1	3500	3500
İşletme şefi	1	3000	3000
Örme ustası	1	3000	3000
Örme ustası yardımcısı	1	1500	1500
Vardiya amiri	3	1250	3750
Kalite kontrol elemanı	4	850	3400
Örme makinesi elemanı	90	800	72000
Bakım elemanı	3	1000	3000
Örme işletmesinde çalışan tüm personelin aylık toplam maliyeti ($Ü_P$)			**98150**

$$M_T(TL/saat) = \frac{Ü_P(TL/ay)}{N \times Gün \times Saat} \quad (4.28)$$

Formül 4.28'de yer alan M_T (TL/saat) örme işletmesinde çalışanların bir saate düşen toplam maliyetini, $Ü_P$ (TL/ay) örme işletmesinde çalışanların toplam aylık maliyetini, *Gün*, bir ay içerisinde çalışılan gün sayısını, *Saat*, bir gün içerisinde çalışılan saat sayısını ifade etmektedir. Üretimde N (adet) günlük olarak çalışan örme makine sayısını vermektedir.

İki iplikli bir örme makinesinde bir saatte üretilen kumaş miktarı başına düşen işçilik maliyeti işçilik için harcanan ücretin bir saatte üretilen kumaş ağırlığına oranlanması ile bulunmuştur. Formül 4.29'da, hesaplanan işçilik maliyeti ise Çizelge 4.35'de verilmiştir.

$$İ_M(TL/kg) = \frac{M_T(TL/saat)}{P_T(kg/saat)} \quad (4.29)$$

Çizelge 4.35. İşçilik maliyeti (TL/kg)

Kumaş	Numune adı	Saatlik işçilik bedeli, M_T (TL/saat)	İşçilik maliyeti, $İ_M$ (TL/kg)
30-20 Kumaşlar	**DB20**	1,731	0,10
	DT20	1,731	0,10
	DM20	1,731	0,10
	DV20	1,731	0,10
	DPA20	1,731	0,10
	DPO20	1,731	0,10
	DPO-PA20	1,731	0,10
	DM-PA20	1,731	0,10
	DPO-V20	1,731	0,10
30-30 Kumaşlar	**DB30**	1,731	0,11
	DT30	1,731	0,11
	DM30	1,731	0,11
	DV30	1,731	0,11
	DPA30	1,731	0,11
	DPO30	1,731	0,11
	DPO-PA30	1,731	0,11
	DM-PA30	1,731	0,11
	DPO-V30	1,731	0,11

4.4.4. Enerji Maliyeti

Örme işletmelerinde örme makinelerinin çalışması için gerekli elektrik enerjisine ilaveten gerek aydınlatma gerekse ortamı şartlandırmak için de enerjiye ihtiyaç vardır. Dolayısıyla enerji maliyeti toplam enerji sarfiyatının birim elektrik fiyatı ile çarpılması ile bulunur. Çalışmanın yapıldığı tarihte elektriğin birim fiyatının 2,31TL/kw alındığı bir işletmede her bir makinenin saatlik enerji bedeli (M_B) 0,96 TL/saat olarak bulunmuştur. Enerji maliyeti, TL/kg, (E_M) saatlik enerji bedelinin M_B (TL/saat) bir saatte üretilen kumaşın toplam ağırlığına P_T (TL/kg) oranlanmasıyla (Formül 4.30) bulunur. Çalışma kapsamında üretilen kumaşların enerji maliyeti Çizelge 4.36'da verilmektedir.

$$E_M\,(TL/kg) = \frac{M_B\,(TL/saat)}{P_T\,(kg/saat)} \tag{4.30}$$

Çizelge 4.36.Enerji maliyeti (TL/kg)

Kumaş	Numune adı	Saatlik enerji bedeli, M_B (TL/saat)	Enerji maliyeti, E_M (TL/kg)
30-20 Kumaşlar	**DB20**	0,96	0,053
	DT20	0,96	0,053
	DM20	0,96	0,053
	DV20	0,96	0,053
	DPA20	0,96	0,053
	DPO20	0,96	0,053
	DPO-PA20	0,96	0,053
	DM-PA20	0,96	0,053
	DPO-V20	0,96	0,053
30-30 Kumaşlar	**DB30**	0,96	0,058
	DT30	0,96	0,058
	DM30	0,96	0,058
	DV30	0,96	0,058
	DPA30	0,96	0,058
	DPO30	0,96	0,058
	DPO-PA30	0,96	0,058
	DM-PA30	0,96	0,058
	DPO-V30	0,96	0,058

4.4.5. Amortisman Maliyeti

Amortisman bir demirbaşın ele alınan dönemdeki eskime bedelini veya eskiyen demirbaşın yerine yenisini koyma bedelini gösterir. Amortismanın hesaplanabilmesi için; amortismana tabi demirbaşın değeri, demirbaşın ortalama ömrü veya hizmet süresinin bilinmesi gerekir. Çalışma kapsamında kullanılan örme makinesinin ortalama bedeli 92000 TL'dir (Nisan 2012). Ve bu makinenin ortalama ömrü 3 yıldır. Amortisman maliyetinin 1 kg kumaş üretimi için ne kadar olduğunu hesaplamak için öncelikle amortisman süresi T_A(yıl) yıldan saate çevrilir. 12 ay, 30

gün ve 21 saat çalışan bu işletme için bu süre 7560 saattir. İki iplik bir örme makinesinde saatlik üretim için amortisman maliyeti A (TL/saat) Formül 4.31 ve bir kg örme kumaş üretimi için amortisman maliyeti A_M Formül 4.32 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$A(TL/saat) = \frac{F_M(TL)}{T_A(yıl) \times H_Y(saat/yıl)} \tag{4.31}$$

$$A_M(TL/kg) = \frac{A(TL/saat)}{P_T(kg/saat)} \tag{4.32}$$

Burada F_M (TL) örme makinesi fiyatı, T_A (3 yıl) amortisman süresini, H_Y (360 gün x 21 saat) bir makinenin yıllık çalışma süresini, P_T (kg/saat) işletmedeki bir örme makinesinin saatlik üretimini ifade etmektedir. Veriler üzerinden A=4,056 TL/saat olarak tespit edilmiştir. Formüller kullanılarak numune kumaşların amortisman maliyetleri çıkarılmış ve Çizelge 4.37'de sunulmuştur.

Çizelge 4.37. Amortisman maliyeti (TL/kg)

Kumaş	Numune adı	Saatlik amortisman bedeli, A(TL/saat)	Amortisman maliyeti, A_M(TL/kg)
30-20 Kumaşlar	**DB20**	4,06	0.22
	DT20	4,06	0.22
	DM20	4,06	0.22
	DV20	4,06	0.22
	DPA20	4,06	0.22
	DPO20	4,06	0.22
	DPO-PA20	4,06	0.22
	DM-PA20	4,06	0.22
	DPO-V20	4,06	0.22
30-30 Kumaşlar	**DB30**	4,06	0,25
	DT30	4,06	0,25
	DM30	4,06	0,25
	DV30	4,06	0,25
	DPA30	4,06	0,25
	DPO30	4,06	0,25
	DPO-PA30	4,06	0,25
	DM-PA30	4,06	0,25
	DPO-V30	4,06	0,25

4.4.6. Tamir Bakım ve Diğer Maliyetler

Çalışmanın yürütüldüğü işletmeden bir ay içinde 90 makine için aylık bakım, arıza, tamir ve yedek parçalar için ortalama 10000 TL ayrıldığı öğrenilmiştir. İşletmeden alınan verilere dayanarak bir ayda 30 gün ve günde 21 saat çalışan bir işletme için tamir bakım ve diğer maliyetlerin birim kg örme üretimi için maliyeti B_M (TL/kg) Formül 4.33 ve 4.34 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$B_B(TL/saat) = \frac{D_M(TL/ay)}{Gün \times Saat} \tag{4.33}$$

$$B_M(TL/kg) = \frac{B_B(TL/saat)}{P_T(kg/saat)} \quad (4.34)$$

Burada, D_M (TL/ay) aylık tamir bakım ve diğer giderleri, B_B (TL/saat) saat başına harcanan bakım giderini, P_T (kg/saat) örme makinesinin saatlik üretimini, B_M (TL/kg) bir kg kumaşın üretimi için harcanan bakım maliyetini verir. Bu ifade kullanılarak numune kumaşların birim miktarları için bakım maliyetleri Çizelge 4.38'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.38. Bakım maliyeti (TL/kg)

Kumaş	Numune adı	Bakım bedeli, B_B(TL/ay)	Bakım maliyeti, B_M(TL/kg)
30-20 Kumaşlar	**DB20**	10000	0,88
	DT20	10000	0,88
	DM20	10000	0,88
	DV20	10000	0,88
	DPA20	10000	0,88
	DPO20	10000	0,88
	DPO-PA20	10000	0,88
	DM-PA20	10000	0,88
	DPO-V20	10000	0,88
30-30 Kumaşlar	**DB30**	10000	0.96
	DT30	10000	0.96
	DM30	10000	0.96
	DV30	10000	0.96
	DPA30	10000	0.96
	DPO30	10000	0.96
	DPO-PA30	10000	0.96
	DM-PA30	10000	0.96
	DPO-V30	10000	0.96

4.4.7. Terbiye Maliyeti

Örme makinesinden çıkarılan kumaş müşteriye ulaştırılmadan önce gerek kumaş tipine gerekse müşteri talebine göre çeşitli bitim işlemlerinden geçer. Numune kumaşlar sırasıyla ön fikse, yıkama ve sanfor işlemlerine tabi tutulmuşlardır. Terbiye işletmelerinde örme işletmelerinden farklı olarak su ve kimyasallar da kullanıldığından bu bedeller örme maliyetini de direk etkilemektedirler. Üretilen örme kumaşlar terbiye işletmesinde fason olarak işlem görmüştür. Yani işletmenin bu üç işlem için kg başına belirlediği fason bedel 2,06 TL'dir. İşletme bu bedeli kumaş cinsinden, kalınlığından ve kumaş eninden bağımsız olarak belirlediğinden çalışma kumaşları açısından bir değişiklik göstermemektedir. Bu nedenle terbiye maliyeti T_M (TL/kg) 2,06 olarak örme maliyetine eklenmiştir.

4.4.8. Toplam Örme Maliyeti

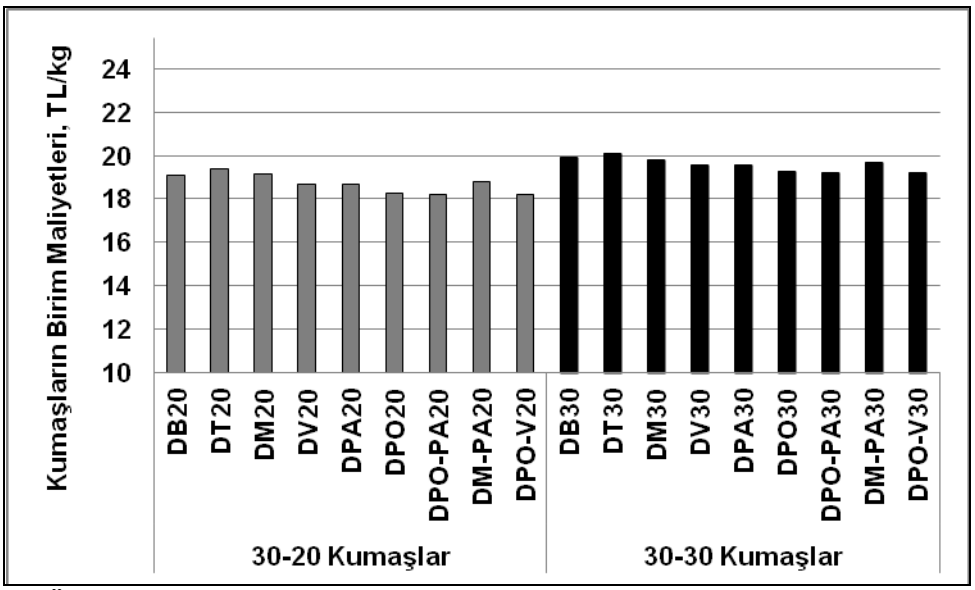
Çalışma kapsamında üretilen 10 farklı numune için 10 farklı örme maliyeti çıkarılmıştır. Örme işletmesinde birim maliyetin hesaplanmasında hammadde, işçilik, enerji, amortisman, diğer maliyetler ve terbiye maliyetinin toplamı birim örme kumaş maliyetini oluşturmaktadır. Toplam birim kumaş maliyeti M_{Toplam} (TL/kg) olarak Formül 4.15 ile ifade edilmiştir. Bu formüle göre hesaplanmış tüm maliyetler toplanmış sonuçlar Çizelge 4.39'de sunulmuştur.

Çizelge 4.39. Toplam maliyet (TL/kg)

Kumaş	Numune adı	Hammadde, H_M (TL/kg)	İşçilik, $İ_M$ (TL/kg)	Enerji, E_M (TL/kg)	Amortisman, A_M (TL/kg)	Bakım, B_M (TL/kg)	Terbiye, T_M (TL/kg)	Toplam, M_T (TL/kg)
30-20 Kumaşlar	DB20	16,01	0,10	0,053	0,22	0,88	2,06	20,13
	DT20	16,31	0,10	0,053	0,22	0,88	2,06	19,90
	DM20	16,05	0,10	0,053	0,22	0,88	2,06	19,55
	DV20	15,57	0,10	0,053	0,22	0,88	2,06	19,83
	DPA20	15,58	0,10	0,053	0,22	0,88	2,06	19,56
	DPO20	15,18	0,10	0,053	0,22	0,88	2,06	19,40
	DPO-PA20	15,10	0,10	0,053	0,22	0,88	2,06	19,10
	DM-PA20	15,71	0,10	0,053	0,22	0,88	2,06	18,66
	DPO-V20	15,10	0,10	0,053	0,22	0,88	2,06	19,14
30-30 Kumaşlar	DB30	17,42	0,11	0,058	0,25	0,96	2,06	19,55
	DT30	17,65	0,11	0,058	0,25	0,96	2,06	19,83
	DM30	17,35	0,11	0,058	0,25	0,96	2,06	19,56
	DV30	17,07	0,11	0,058	0,25	0,96	2,06	19,40
	DPA30	16,01	0,11	0,058	0,25	0,96	2,06	19,10
	DPO30	16,81	0,11	0,058	0,25	0,96	2,06	18,66
	DPO-PA30	16,72	0,11	0,058	0,25	0,96	2,06	19,14
	DM-PA30	17,19	0,11	0,058	0,25	0,96	2,06	18,67
	DPO-V30	16,72	0,11	0,058	0,25	0,96	2,06	19,10

Çizelge 4.39'a göre hammadde değişikliğinin işçilik maliyeti, enerji maliyeti, amortisman maliyeti, bakım maliyeti ve terbiye maliyeti üzerinde etkisi yoktur. Buna karşın iplik numarasında değişiklik yapmak işçilik maliyetini, enerji maliyetini,

amortisman maliyetini be bakım maliyetini değiştiren bir unsurdur. Terbiye maliyeti alt iplik hammadde ve numarasından bağımsızdır. Dolayısıyla kumaş maliyeti üzerinde en etkili unsur hammadde maliyetidir. Şekil 4.25 numune kumaşların toplam maliyetlerini gösterirken Şekil 4.26 maliyetlerin yüzdesel bağıl farklarını vermektedir. Söz konusu bağıl farklar Formül 4.35 yardımıyla bulunmuştur.

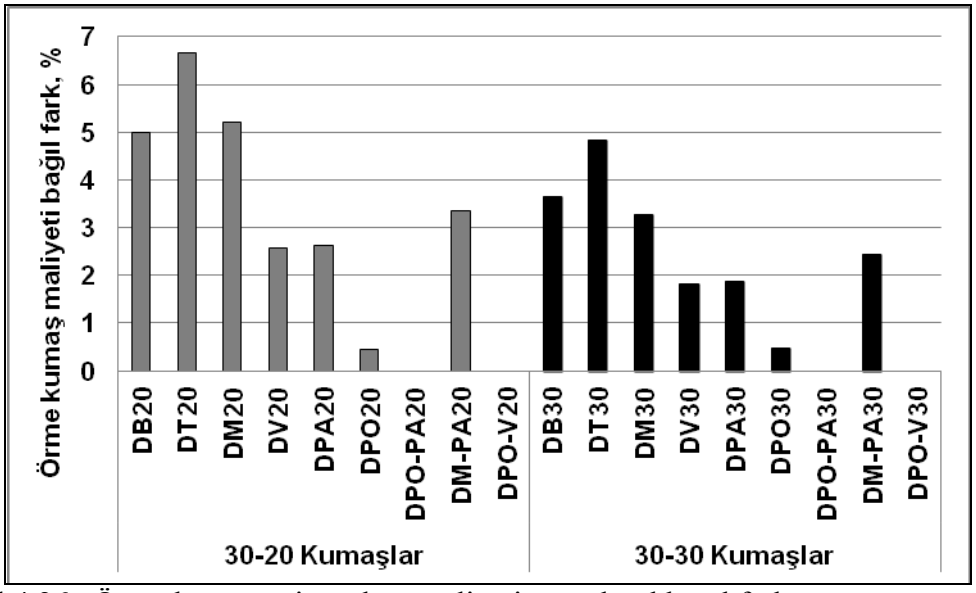


Şekil 4.25. Örme kumaşa ait toplam maliyet

Şekil 4.25 incelendiğinde genel olarak alt ipliğin incelmesi, maliyeti arttırmaktadır. Şekle göre alt ipliğin rejenere selüloz olması kumaş maliyetini oldukça arttıran bir faktördür. Polyester karışımlı ipliklerin maliyeti ise düşüktür. Dolayısıyla kalite-maliyet optimizasyonu yaparken söz konusu performans açısından iplik numarası istatistiksel açıdan önemli çıkmamışsa alt ipliği Ne 20/1 olarak seçmek daha uygundur.

$$BF_{ÖM}(\%) = \frac{N_{ÖM} - ED_{ÖM}}{ED_{ÖM}} * 100 \qquad (4.35)$$

Formül 4.33'de yer alan $BF_{ÖM,}$ örme kumaş birim maliyetinin bağıl farkını, $N_{ÖM,}$ herhangi bir örme kumaşın birim maliyetini ve $ED_{ÖM,}$ birim maliyeti en düşük olan kumaşın birim maliyetini vermektedir.

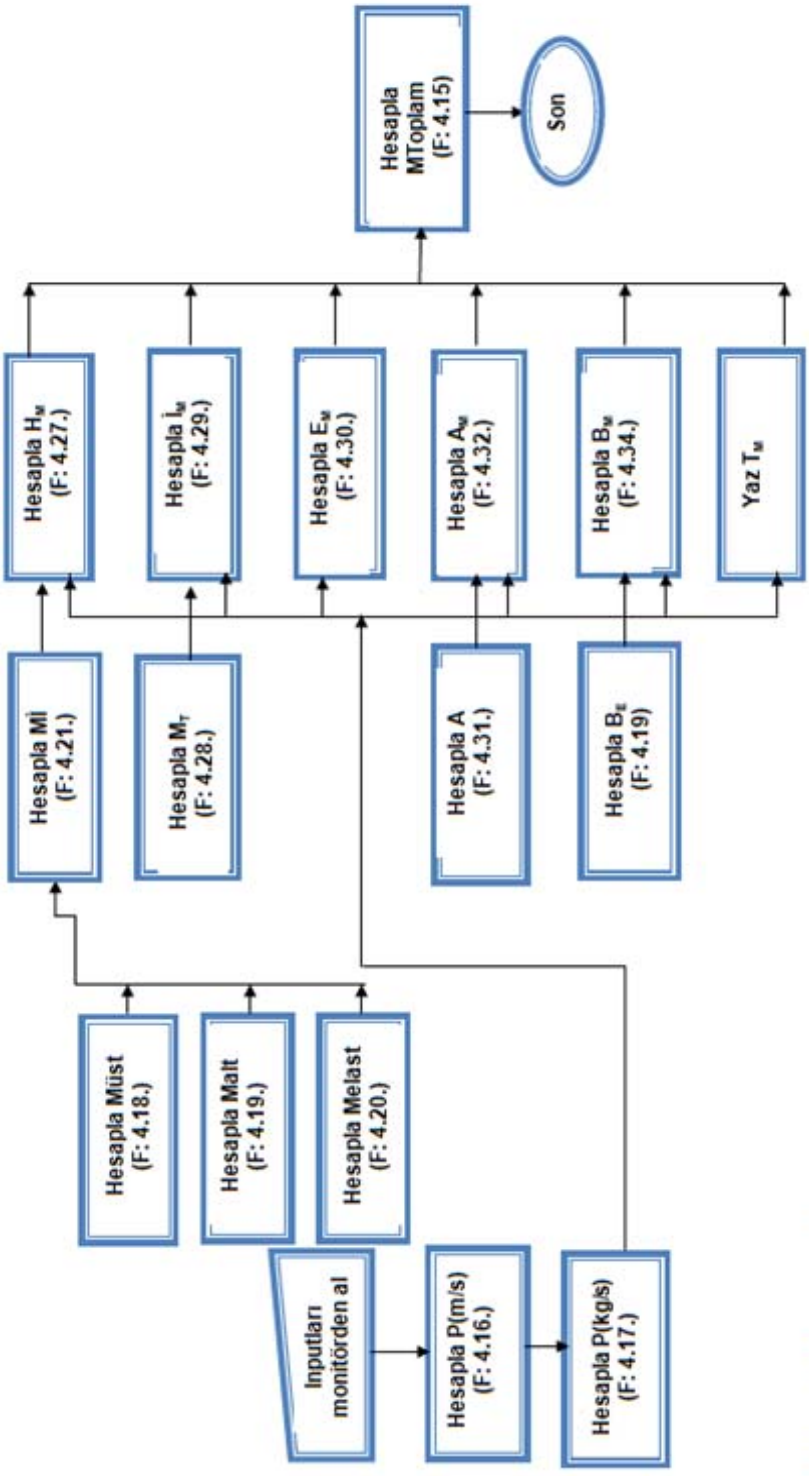


Şekil 4.26. Örme kumaşa ait toplam maliyetin yüzdesel bağıl farkı

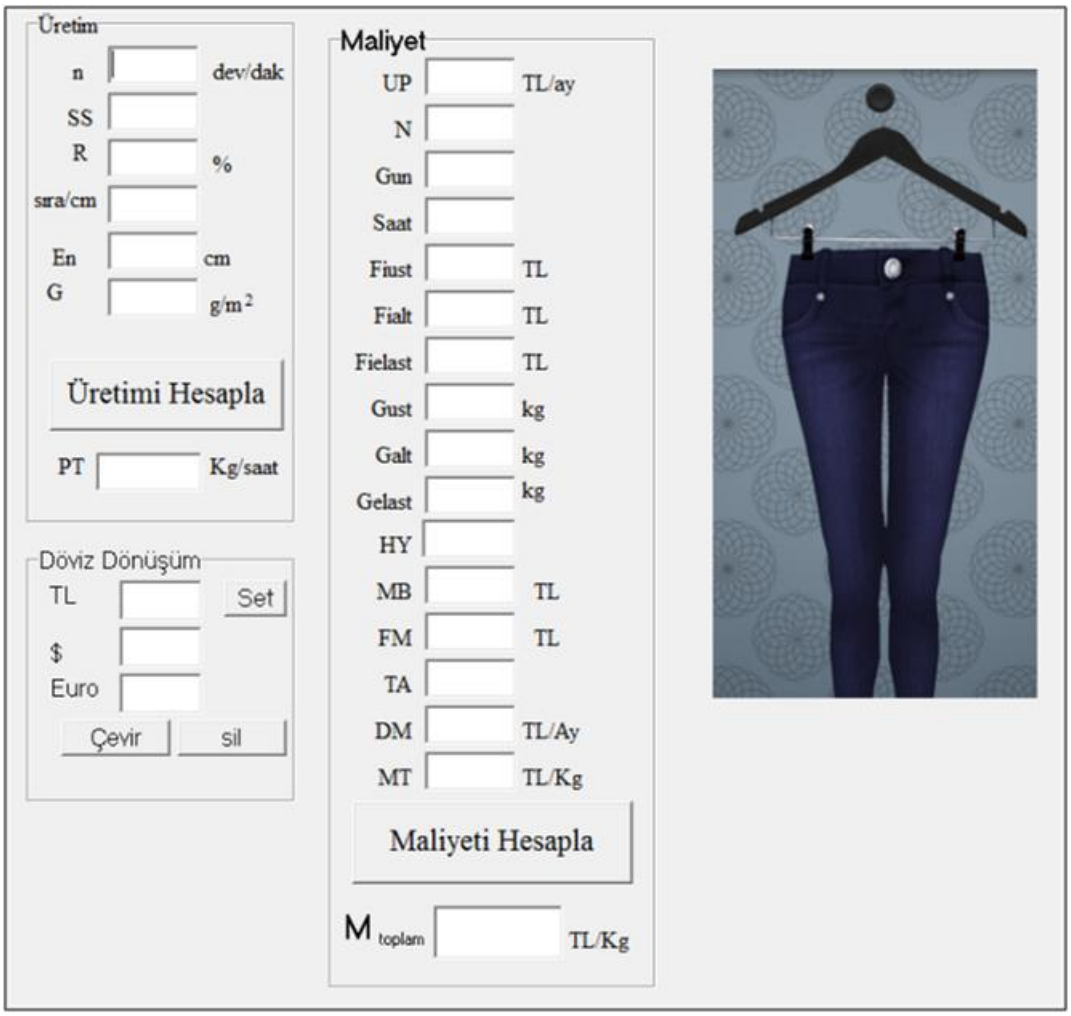
Şekil 4.26'ya göre maliyet üzerinde alt iplik hammaddesi, alt iplik numarasından daha etkilidir. En düşük maliyetli olan kumaşlar alt ipliği polyester ve polyester-pamuk karışımlı kumaşlardır. En yüksek maliyetli kumaş ise alt ipliği tencel olan kumaştır. Bu kumaşlar arasında alt ipliği Ne 30/1 olanlar için % 5 ve alt ipliği Ne 20/1 olanlar için % 6.5 oranda fark vardır. Yapılan testler analiz edildiğinde istatistiksel olarak kumaşların boyutsal değişim, boncuklanma ve su buharı geçirgenliği davranışları kumaşların alt iplik numaralarından etkilenmemiştir. Dolayısıyla bu davranışların öne çıktığı kumaşlar seçilirken alt ipliği kalın seçmek daha uygundur.

4.5. Maliyet Hesaplayıcı

Çalışmada üretilen örme kumaşların maliyet analizlerini daha kolay ve hatasız yapabilmek aynı zamanda herhangi bir maliyet unsurunda meydana gelen bedel değişikliğinin birim maliyete etkisini saniyeler içinde tespit edebilmek için bir bilgisayar yazılımı ara yüzü tasarlanmıştır. Bu ara yüz Delphi 7.0 program diliyle yazılmış olup Windows'a uyumlu tüm bilgisayarlarda çalışabilmektedir. Oluşturulan yazılım sayesinde saatlik kumaş üretimi ve bir kg ağırlığında kumaş için harcanması gereken bedel hesaplanabilmektedir. Şekil 4.27'de yazılımın şematik algoritması ve Şekil 4.28'de giriş sayfası verilmiştir.



Şekil 4.27. Maliyet hesaplayıcısının algoritma şeması



Şekil 4.28. Maliyet hesaplayıcısı program görüntüsü

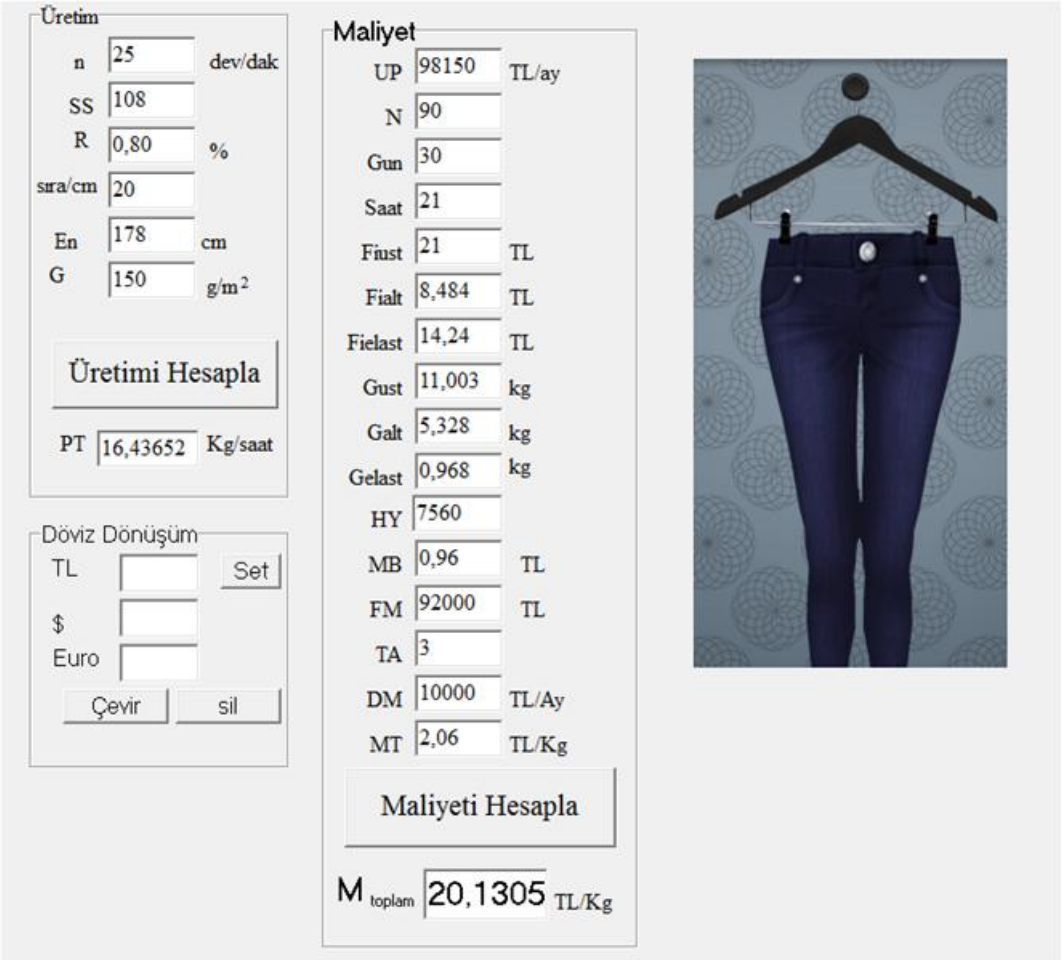
Şekil 4.28'de yer alan "P_T" bir saatte üretilen kumaşın kg cinsinden ağırlığı anlamına gelmektedir. Program yalnızca üretim hesabı için de kullanılabilir.

Üretim hesabı kısmında yer alan terimlerden "n" örme makinesinin bir dakikadaki devir sayısını, "SS" örme makinesinde kullanılan sistem sayısını, "R" makinenin randımanını, "sıra/cm" bir santimetrede bulunan may sayısını, "En" üretilen kumaşın enini ve "G" üretilen kumaşın ağırlığını ifade etmektedir.

Maliyet hesabı kısmında yer alan "UP" bir işletmede çalışan personele aylık ödenen ücreti, "N" işletmedeki örme makinesi sayısını, "Gün" işletmenin bir ay içerisinde çalıştığı gün sayısını, "Saat", işletmenin bir gün içerisinde çalıştığı saat sayısını, "Fiüst" üst ipliğin fiyatını, "Fialt" alt ipliğin fiyatını, "Fielast" elastan ipliğin fiyatını, "Güst" üst ipliğin ağırlığını, "Galt" alt ipliğin ağırlığını, "Gelast"

elastan ipliğin ağırlığını, "HY" bir makinenin yıllık çalıştığı saat sayısını, "MB" bir örme makinesi başına düşen enerji bedelini, "FM" bir adet örme makinesinin fiyatını, "TA" bir örme makinesinin amortisman süresini(yıl), "DM" işletmenin bakım masrafları için aylık harcadığı gider miktarını, "MT" işletmenin bir kg kumaş için ödediği terbiye masrafını ifade etmektedir.

Şekil 4.29'da ise programın yapmış olduğu hesaplamalara örnek teşkil etmesi amacıyla çalışma kapsamında üretilen alt ipliği Tencel ve Ne 30/1 olan kumaşa ait sonuçlar görülmektedir.



Şekil 4.29. Maliyet hesaplayıcı ile yapılan bir işlemin sonuç görüntüsü

Çalışmada yapılan üretim analizi sonucuna göre iki iplik örme kumaşların maliyetini hesaplamak için bir ara yüz yazılmış ve formüller maliyet hesaplayıcısına dönüştürülmüştür. Yazılımın doğru ve saniyeler içinde sonuç veriyor olması

sanayiciler için oldukça önemlidir. Yazılım sayesinde iplik fiyatındaki artışın veya bir çalışanın maaşında meydana gelen yükselmenin maliyeti ne ölçüde değiştirdiği anında görülebilir. Özellikle örme işletmelerinde satış departmanı ve üretim departmanları arasında koordineli bir çalışma yapmak için yazılımın faydalı olacağı düşünülmüştür. Ayrıca söz konusu yazılım Windows'a uyumlu tüm bilgisayarlarda çalışabildiğinden kullanımı yaygınlaşabilir. Programın örme kumaş üzerine çalışan öğrenci ve akademisyenler açısından yararlı olacağı düşünülmektedir. Programın maliyet hesabı yapan ikinci kısmında oldukça fazla veri olması nedeniyle program her türlü bilginin bilinmediği durumlarda çalışmayabilir.

4.6. Optimizasyon

Tez kapsamında üretilen 18 adet örme kumaşa çeşitli testler uygulanmış ve kumaşlara ait birim maliyetler çıkarılmıştır. Söz konusu kumaşlar yazlık olarak düşünüldüğünden bu kumaşların sahip olması gereken özellikler hedef olarak seçilmiş, bu özelliklere en az hangi hammadde ile ulaşılacağına karar verilmiştir. Bu sonuca ulaşmak amacıyla Design Expert 8.0 paket programının nümerik optimizasyon menüsünden faydalanılmıştır.

Öncelikle alt iplik hammaddesi ve alt iplik numarası kategorik değişkenler olarak sisteme tanıtılmıştır. Kumaşa ait test sonuçları ve maliyet ise veri olarak girilmiştir. Çalışma sonucunda maliyet faktörünün katılmadığı toplam kalite optimizasyonu, toplam kalite ve maliyet optimizasyonu, konfor optimizasyonu, konfor-maliyet optimizasyonu, fiziksel performans özellikleri optimizasyonu ve fiziksel performans-maliyet optimizasyonu olarak optimizasyonlar yapılmıştır. Yapılan optimizasyonlardan amaca uygun seçilen ilk beş optimizasyon sonucu verilmiştir.

4.6.1. Kalite Optimizasyonu

Kalitenin standart bir tanımı yoktur. Kalite anlayışı tüketicinin karakteristikleri, sosyal konumu ve ekonomik durumuna bağlı olarak değişebilen,

farklı gereksinim ve beklentileri doğrultusunda şekillenebilen, sübjektif bir kavramdır. Bir diğer ifadeyle müşterilerin gereksinimlerinin tam olarak karşılanmasıdır (Dale ve Bunney, 1999). İşletmelerin en büyük hedefi müşteri memnuniyetini sağlamaktır. Bunun için de müşterinin kullandığı üründen her açıdan memnun olması gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında; bir işletmenin kalitesi, müşterisinin memnuniyetinin ölçüsüdür. Burada dikkat edilmesi gereken husus, müşteri mutluluğunun müşteri tatmininin sadece bir parçası olmasıdır. Alman Standartlar Enstitüsüne göre kalite, bir ürünün öngörülen ve şart koşulan gereklere uyum kabiliyetidir. Amerikan Kalite kontrol derneğine göre (ASQC) Bir mal veya hizmetin belirli bir gereksinimi karşılayabilme yeteneklerini ortaya koyan karakteristiklerin tümüdür. Avrupa Kalite Kontrol Derneğine göre (EOQC) Belirli malın veya hizmetin tüketicinin isteklerine uygunluk derecesidir. JIS (Japon Sanayi Standartları Komitesi) a göre kalite ürün veya hizmeti ekonomik bir yoldan üreten ve tüketici isteklerine cevap veren bir üretim sistemidir. Ülkemizdeki kuruluşlara göre kalite, bir ürün veya hizmetin belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerin toplamıdır (ISO 8402, 1995). Kalite, önceden tespit edilmiş olan spesifikasyonlara ya da standartlara göre üretim yapma olgusudur. Kalite, bir ürünün kulanım uygunluğunu belirleyen özelliklerinin tümüdür. Kalite, herhangi bir ürün sınıfının özelliklerinin insanların isteklerini karşılayabilme derecesidir (http://egitim5.tripod.com/tky.htm, 06.Şubat.2013). Özetle kalite, bir ürünün satın alındıktan itibaren faydalı kullanım ömrü boyunca amacına uygun olarak kullanılabilmesidir.

Uluslararası ve ulusal birçok kuruluş “kalite” kavramını farklı bakış açılarıyla tanımlamışlardır. Ancak ortak kanaat bir ürünün kullanım amacına göre üretilmiş olması ve bu özellikleri ürünün faydalı kullanım ömrü boyunca kaybetmemesidir. Tüketicilerin memnuniyetini kazanamamış, onların ekonomik ve kültür düzeylerine hitap edememiş, beklentilere cevap veremeyen hiçbir ürün piyasada kabul göremez. Tez çalışmasında tasarlanan ürünlerin tasarlanma amacı, tüketicilere alternatif bir ürün sunmak ve sanayicilere yeni bir kazanç kapısı sunmaktır. Bu nedenle ürünün öncelikle kalite analizi yapılmıştır. Bu yapılırken, ürünün alternatifi olan geleneksel denim kumaşlara görsel açıdan benzemesi

sağlanmıştır. Ürünün kullanım amacı belirlenmiş ve bu amacın gereksinimleri ortaya çıkarılmıştır. Söz konusu ürün hedefine mevcut üretimlerden hangisinin benzediğine ise matematiksel bir program yardımıyla karar verilmiştir. Bu matematiksel programla yapılacak olan nümerik optimizasyonu yapmadan önce, hedefler ve kısıtların belirlenmesi gerekir. Bunlar belirlenirken standartlardan ve tezin önceki çalışmalar bölümünde de detaylı olarak verilen literatür bilgisinden destek alınmıştır. Yazlık bir giysinin hava ve su buharı geçirgenliği, ısıl soğurganlığı yüksek olmalıdır. Buna karşın ısıl direnç ve ısıl iletkenlik arada olabilir. Ayrıca söz konusu kumaş geleneksel denim kumaşından esinlenerek üretildiğinden mukavemeti ve boyutsal dayanımı yüksek olmalıdır. Kumaşın alternatif bir ürün haline dönüşebilmesi için ise esnekliğinin yüksek olması gerektiğine karar verilmiştir. Bu nedenle optimizasyon yapılırken yüksek olması gereken değerler "en yüksek" olarak, düşük olması gereken değerler "en düşük" olarak diğerleri de "aralık" şeklinde belirtilmiştir.

4.6.1.1. Toplam Kalite Optimizasyonu

Bu bölümde yapılan tüm konfor ve fiziksel özellikleri birlikte değerlendirilmiştir. Ürünlerin denim görünümlü, yaz mevsiminde giymeye uygun, pantolon, etek veya uzun tayt gibi ürünlerde kullanılabilecek özelliklerin tamamına sahip olmaları istenmektedir. Yapılan bu nümerik optimizasyonla mevcut üretimlerden amaca en uygun kumaşın hangisi olduğunu bulmak ve amaca yaklaşma seviyesini ölçmektir.

Bu amaçla öncelikle programa hedef ve kısıt değerleri girilmiştir. Bu değerler Çizelge 4.40'da, belirtilen hedef ve kısıtlar ölçüsünde seçilen kumaş tipleri de Çizelge 4.41'de görülmektedir.

Çizelge 4.40. Toplam kalite optimizasyonu kriterleri

	Hedef	Alt Limit	Üst Limit	Alt ağırlık	Üst ağırlık	
Alt iplik no, Ne	Aralık	20	30	1	1	3
Alt iplik hammadde	Aralık	Bambu	Polyester-Viskon (65-35)	1	1	3
Hava Geçirgenliği, mm/s	En yüksek	511	733	1	1	3
Su buharı geçirgenliği, I	Aralık	101	105	1	1	3
Isıl iletkenlik, W m^{-1} K^{-1}	Aralık	0,049	0,055	1	1	3
Isıl Soğurganlık, W m^{-2} K^{-1} $s^{-1/2}$	En yüksek	152	225	1	1	3
Isıl Direnç, K m^2 W^{-1}	Aralık	0,012	0,015	1	1	3
Patlama Mukavemeti, kpa	En yüksek	200	232	1	1	5
En Çekmesi,%	En düşük	3,6	10,6	1	1	5
Boy Çekmesi,%	Aralık	0,8	3,8	1	1	3
Enine Esneme,%	En yüksek	9	21	1	1	3
Boyuna Esneme,%	En yüksek	23	38	1	1	3

Çizelge 4.41. Toplam kalite optimizasyonu nümerik sonuçları

Numara	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Alt iplik no, Ne	30	30	20	20	30
Alt iplik hammadde	Polyester-Viskon (65-35)	Polyester-Pamuk (65-35)	Polyester-Pamuk (65-35)	Modal-Pamuk (65-35)	Polyester
Hava Geçirgenliği, mm/s	686	641	627	576	647
Su buharı geçirgenliği, I	104	102	103	103	101
Isıl iletkenlik, W m^{-1} K^{-1}	0,05	0,05	0,051	0,053	0.049
Isıl Soğurganlık, W m^{-2} K^{-1} $s^{-1/2}$	171	181	175	199	153
Isıl Direnç, K m^2 W^{-1}	0,013	0,014	0,014	0,014	0,015
Patlama Mukavemeti, kpa	223	226	225	224	232
En Çekmesi,%	5.3	5.2	5.1	9.2	4.2
Boy Çekmesi,%	2.4	3.7	0.8	1.8	1.3
Enine Esneme,%	13	10	11	19	12
Boyuna Esneme,%	34	30	28	30	37
Yaklaşma düzeyi	**0,579045**	**0,473402**	**0,471865**	**0,454985**	**0,418659**

Çizelge 4.41'e göre yazlık kullanım için giysi üretilebilecek en uygun kumaş alt ipliği Ne 30/1 ve polyester-viskon olan kumaştır. Bu kumaşın belirtilen hedef ve kısıtlara yaklaşma düzeyi % 58 civarındadır. Takip eden diğer dört kumaşın yaklaşma düzeyi % 50'nin altında kalmıştır. Sonucun böyle çıkması beklenen bir durumdur. Polyester-viskon karışımlı kumaş içindeki polyester mukavemet, boyutsal

dayanım ve esneklik sağlarken, viskon da kumaşın ısıl konfor özelliklerini yükseltmiştir.

4.6.1.2. Toplam Kalite ve Maliyet Optimizasyonu

JIS kaliteyi "ürün veya hizmeti ekonomik bir yoldan üreten ve tüketici isteklerine cevap veren bir üretim sistemi" olarak tanımlamıştır. Buradan hareketle bu bölümde yapılan tüm konfor ve fiziksel özellikler değerlendirilirken maliyet de işin içine katılmıştır. Ürünlerin denim görünümlü, yaz mevsiminde giymeye uygun, pantolon, etek veya uzun tayt gibi ürünlerde kullanılabilecek özelliklerin tamamına sahip olmaları ve maliyetin en düşük seviyede olması istenmektedir. Yapılan bu nümerik optimizasyonla mevcut üretimlerden amaca en uygun kumaşın hangisi olduğunu bulmak ve amaca yaklaşma seviyesini ölçmektir. Bu amaçla öncelikle programa hedef ve kısıt değerleri girilmiştir. Bu değerler Çizelge 4.42'de, belirtilen hedef ve kısıtlar ölçüsünde seçilen kumaş tipleri de Çizelge 4.43'de görülmektedir.

Çizelge 4.42. Toplam kalite-maliyet optimizasyonu kriterleri

	Hedef	**Alt Limit**	**Üst Limit**	**Alt ağırlık**	**Üst ağırlık**	**Önem**
Alt iplik no, Ne	Aralık	20	30	1	1	3
Alt iplik hammadde	Aralık	Bambu	Polyester-Viskon (65-35)	1	1	3
Hava Geçirgenliği, mm/s	En yüksek	511	733	1	1	3
Su buharı geçirgenliği, I	Aralık	101	105	1	1	3
Isıl iletkenlik, W m^{-1} K^{-1}	Aralık	0,049	0,055	1	1	3
Isıl Soğurganlık, $Ws^{1/2}$ m^{-2} K^{-1}	En yüksek	152	225	1	1	3
Isıl Direnç, K m^2 W^{-1}	Aralık	0,012	0,015	1	1	3
Patlama Mukavemeti, kpa	En yüksek	200	232	1	1	5
En Çekmesi,%	En düşük	3,6	10,6	1	1	5
Boy Çekmesi,%	Aralık	0,8	3,8	1	1	3
Enine Esneme,%	En yüksek	9	21	1	1	3
Boyuna Esneme,%	En yüksek	23	38	1	1	3
Maliyet, TL/kg	En düşük	18,193	20,128	1	1	5

Çizelge 4.43. Toplam kalite-maliyet optimizasyonu nümerik sonuçları

Numara	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Alt iplik no, Ne	30	20	20	30	30
Alt iplik hammadde	Polyester-Viskon (65-35)	Polyester-Pamuk (65-35)	Modal-Pamuk (65-35)	Polyester-Pamuk (65-35)	Polyester
Hava Geçirgenliği, mm/s	686	627	576	641	647
Su buharı geçirgenliği, I	104	103	103	102	101
Isıl iletkenlik, W m^{-1} K^{-1}	0,05	0,051	0,053	0,05	0.049
Isıl Soğurganlık, $Ws^{1/2}$ m^{-2} K^{-1}	171	175	199	181	153
Isıl Direnç, K m^2 W^{-1}	0,013	0,014	0,014	0,014	0,015
Patlama Mukavemeti, kpa	223	225	224	226	232
En Çekmesi,%	5.3	5.1	9.2	5.2	4.2
Boy Çekmesi,%	2.4	0.8	1.8	3.7	1.3
Enine Esneme,%	13	11	19	10	12
Boyuna Esneme,%	34	28	30	30	37
Maliyet, TL/kg	19.198	18.193	18.803	19.198	19.288
Yaklaşma düzeyi	**0,559408**	**0,542278**	**0,490766**	**0,474731**	**0,421478**

Çizelge 4.43'e göre yazlık kullanım için denim giysi üretilebilecek en uygun ve en ucuz kumaş alt ipliği Ne 30/1 ve polyester-viskon olan kumaştır. Bu kumaşın belirtilen hedef ve kısıtlara yaklaşma düzeyi % 56 civarındadır. Bundan sonraki ikinci kumaş ise alt ipliği Ne 20/1 ve polyester-pamuk olan kumaştır. Her iki kumaşın özellikleri birbirine oldukça yakındır. Ancak yazlık giysilerde hava geçirgenliğinin oldukça önemli olması ve alt ipliği polyester-viskon olan kumaşın hava geçirgenliğinin çok yüksek olması bu kumaşı lider yapmaktadır. Takip eden diğer üç kumaşın yaklaşma düzeyi % 50'nin altında kalmıştır. Çizelge 4.41 ve Çizelge 4.43 birlikte değerlendirildiğinde maliyet işin içine girdiğinde de yazlık kukanım için en uygun kumaşın değişmediği görülmüştür.

4.6.1.3. Isıl Konfor Optimizasyonu

Konfor kelimesinden kasıt ürünün mevsimsel koşullara uygunluğunun tespit edilmesidir. Bu optimizasyonun yapılma amacı önceki optimizasyonlardan farklı olarak ürünün mevsimsel uygunluğunu tespit etmektir. Çizelge 4.44'de söz konusu

optimizasyonun hedef ve kısıtları yer alırken Çizelge 4.45'de bu kısıtlara uygun optimizasyon sonuçları sunulmaktadır.

Çizelge 4.44. Isıl konfor optimizasyonu kriterleri

	Hedef	Alt Limit	Üst Limit	Alt ağırlık	Üst ağırlık	Önem
Alt iplik no, Ne	Aralık	20	30	1	1	3
Alt iplik hammadde	Aralık	Bambu	Polyester-Viskon (65-35)	1	1	3
Hava Geçirgenliği, mm/s	En yüksek	511	733	1	1	3
Su buharı geçirgenliği, I	Aralık	101	105	1	1	3
Isıl iletkenlik, W m^{-1} K^{-1}	Aralık	0,049	0,055	1	1	3
Isıl Soğurganlık, $Ws^{1/2}$ m^{-2} K^{-1} 2	En yüksek	152	225	1	1	3
Isıl Direnç, K m^2 W^{-1}	Aralık	0,012	0,015	1	1	3

Çizelge 4.45. Isıl konfor optimizasyonu nümerik sonuçları

Numara	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Alt iplik no, Ne	20	30	30	30	20
Alt iplik hammadde	Modal	Bambu	Modal	Viskon	Bambu
Hava Geçirgenliği, mm/s	654	668	688	733	575
Su buharı geçirgenliği, I	102	104	105	102	103
Isıl iletkenlik, W m^{-1} K^{-1}	0,054	0,052	0,052	0.049	0,054
Isıl Soğurganlık, $Ws^{1/2}$ m^{-2} K^{-1}	210	202	192	174	225
Isıl Direnç, K m^2 W^{-1}	0,012	0,012	0,012	0,013	0,012
Yaklaşma düzeyi	**0,715392**	**0,69598**	**0,660965**	**0,548972**	**0,536925**

Çizelge 4.45'e göre yazlık kullanım için giysi üretilebilecek en uygun kumaş alt ipliği Ne 20/1 ve modal olan kumaştır. Bu kumaşın belirtilen hedef ve kısıtlara yaklaşma düzeyi % 71 civarındadır. Bundan sonraki diğer dört kumaşın istenen özelliklere yaklaşma seviyesi % 50'nin üstündedir. Bu da diğer kumaşların da alternatif olabileceği sonucunu doğurmaktadır. İlk beş kumaş değerlendirildiğinde bambu ve modal hammaddesinden üretilecek giysilerin yaz mevsimi için oldukça konforlu olacağına karar verilebilir.

4.6.1.4. Isıl Konfor-Maliyet Optimizasyonu

Bu bölümde yine yaz mevsimine uygun en iyi kumaş tipi seçilmeye çalışılmıştır. Ancak burada amaç maliyetin de minimize edildiği kumaşı tespit etmektir. Çizelge 4.46'da söz konusu optimizasyonun hedef ve kısıtları yer alırken Çizelge 4.47'de bu kısıtlara uygun optimizasyon sonuçları sunulmaktadır.

Çizelge 4.46. Isıl konfor-maliyet optimizasyonu kriterleri

	Hedef	Alt Limit	Üst Limit	Alt ağırlık	Üst ağırlık	Önem
Alt iplik no, Ne	Aralık	20	30	1	1	3
Alt iplik hammadde	Aralık	Bambu	Polyester-Viskon (65-35)	1	1	3
Hava Geçirgenliği, mm/s	En yüksek	511	733	1	1	3
Su buharı geçirgenliği, I	Aralık	101	105	1	1	3
Isıl iletkenlik, W m^{-1} K^{-1}	Aralık	0,049	0,055	1	1	3
Isıl Soğurganlık, $Ws^{1/2}$ m^{-2} K^{-1}	En yüksek	152	225	1	1	3
Isıl Direnç, K m^2 W^{-1}	Aralık	0,012	0,015	1	1	3
Maliyet, TL/kg	En düşük	18,193	20,128	1	1	5

Çizelge 4.47. Isıl konfor-maliyet optimizasyonu nümerik sonuçları

Numara	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Alt iplik no, Ne	20	20	20	20	20
Alt iplik hammadde	Modal	Polyester-Pamuk (65-35)	Bambu	Viskon	Modal-Pamuk (65-35)
Hava Geçirgenliği, mm/s	654	627	575	603	576
Su buharı geçirgenliği, I	102	103	103	102	103
Isıl iletkenlik, W m^{-1} K^{-1}	0,054	0,051	0,054	0,053	0,053
Isıl Soğurganlık, $Ws^{1/2}$ m^{-2} K^{-1}	210	175	225	187	199
Isıl Direnç, K m^2 W^{-1}	0,012	0,014	0,012	0,013	0,014
Maliyet, TL/kg	19.143	18.193	19.103	18.663	18.803
Yaklaşma düzeyi	**0,638677**	**0,548071**	**0,534511**	**0,531837**	**0,505386**

Çizelge 4.47'ye göre yazlık kullanım için giysi üretilebilecek en uygun ve en ucuz kumaş alt ipliği Ne 20/1 ve modal olan kumaştır. Bu kumaşın belirtilen hedef ve kısıtlara yaklaşma düzeyi % 74 civarındadır. Bundan sonraki diğer dört kumaşın istenen özelliklere yaklaşma seviyesi % 50'nin üstündedir. Bu da diğer kumaşların da alternatif olabileceği sonucunu doğurmaktadır. Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.47

kıyaslandığında en iyi kumaşın değişmediği ancak ilk beş kumaşın farklılık gösterdiği görülür. Maliyet işin içine girdiğinde iplik numaralarının kalınlaştığı görülür. Bu da alt ipliği inceltmenin maliyeti önemli ölçüde etkilediği sonucunu doğurur.

4.6.1.5. Fiziksel Performans Optimizasyonu

Tez çalışması kapsamında fiziksel performans özellikler bakımından ürünün mukavemeti, esnekliği, boncuklanma seviyesi ve boyutsal dayanımı ölçülmüştür. Bu optimizasyonun yapılma amacı önceki optimizasyonlardan farklı olarak kumaşlar içinde fiziksel performans özellikleri anlamında en iyi kumaşı tespit etmektir. Çizelge 4.48'de söz konusu optimizasyonun hedef ve kısıtları yer alırken Çizelge 4.49'da bu kısıtlara uygun optimizasyon sonuçları sunulmaktadır. Bu kısıtlar içinde boy çekmesinin aralık olarak seçilmesinin nedeni tüm kumaşların boy çekmelerinin uluslararası standartlarca kabul edilebilir aralıkta olmasıdır.

Çizelge 4.48. Fiziksel performans optimizasyonu kriterleri

	Hedef	**Alt Limit**	**Üst Limit**	**Alt ağırlık**	**Üst ağırlık**	**Önem**
Alt iplik no, Ne	Aralık	20	30	1	1	3
Alt iplik hammadde	Aralık	Bambu	Polyester-Viskon (65-35)	1	1	3
Patlama Mukavemeti, kpa	En yüksek	200	232	1	1	3
En Çekmesi,%	En düşük	3,6	10,6	1	1	3
Boy Çekmesi,%	Aralık	0,8	3,8	1	1	3
Enine Esneme,%	En yüksek	9	21	1	1	3
Boyuna Esneme,%	En yüksek	23	38	1	1	3

Çizelge 4.49. Fiziksel performans optimizasyonu nümerik sonuçları

Numara	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Alt iplik no, Ne	30	30	30	20	20
Alt iplik hammadde	Polyester	Tencel	Polyester-Viskon (65-35)	Tencel	Modal-Pamuk (65-35)
Patlama Mukavemeti, kpa	232	213	223	211	224
En Çekmesi,%	4.2	7.6	5.3	8	9.2
Boy Çekmesi,%	1.3	2.4	2.4	1.8	1.8
Enine Esneme,%	12	21	13	18	19
Boyuna Esneme,%	37	38	34	34	30
Yaklaşma düzeyi	**0,707906**	**0,605292**	**0,573573**	**0,542098**	**0,522354**

Çizelge 4.49'a göre fiziksel performans özellikleri bakımından giysi üretilebilecek en uygun kumaş alt ipliği Ne 30/1 ve polyester olan kumaştır. Bu kumaşın belirtilen hedef ve kısıtlara yaklaşma düzeyi % 71 civarındadır. Bundan sonraki diğer dört kumaşın istenen özelliklere yaklaşma seviyesi % 50'nin üstündedir. Bu da diğer kumaşların da alternatif olabileceği sonucunu doğurmaktadır. İlk beş kumaş değerlendirildiğinde alt ipliğin tencel olarak seçilmesinin iyi olabileceği sonucu dikkat çekmektedir.

4.6.1.6. Fiziksel Performans-Maliyet Optimizasyonu

Bu bölümde yine fiziksel performans özellikleri bakımından uygun en iyi kumaş tipi seçilmeye çalışılmıştır. Ancak burada amaç maliyetin de minimize edildiği kumaşı tespit etmektir. Çizelge 4.50'de söz konusu optimizasyonun hedef ve kısıtları yer alırken Çizelge 4.51'de bu kısıtlara uygun optimizasyon sonuçları sunulmaktadır.

Çizelge 4.50. Fiziksel performans-maliyet optimizasyonu kriterleri

	Hedef	Alt Limit	Üst Limit	Alt ağırlık	Üst ağırlık	Önem
Alt iplik no, Ne	Aralık	20	30	1	1	3
Alt iplik hammadde	Aralık	Bambu	Polyester-Viskon (65-35)	1	1	3
Patlama Mukavemeti, kpa	En yüksek	200	232	1	1	3
En Çekmesi,%	En düşük	3,6	10,6	1	1	3
Boy Çekmesi,%	Aralık	0,8	3,8	1	1	3
Enine Esneme,%	En yüksek	9	21	1	1	3
Boyuna Esneme,%	En yüksek	23	38	1	1	3
Maliyet, TL/kg	En düşük	18,193	20,128	1	1	5

Çizelge 4.51. Fiziksel performans-maliyet optimizasyonu nümerik sonuçları

Numara	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Alt iplik no, Ne	30	30	20	20	30
Alt iplik hammadde	Polyester	Polyester-Viskon (65-35)	Polyester-Pamuk (65-35)	Modal-Viskon (65-35)	Polyester-Pamuk (65-35)
Patlama Mukavemeti, kpa	232	223	225	224	226
En Çekmesi,%	4.2	5.3	5.1	9.2	5.2
Boy Çekmesi,%	1.3	2.4	0.8	1.8	3.7
Enine Esneme,%	12	13	11	19	10
Boyuna Esneme,%	37	34	28	30	30
Maliyet, TL/kg	19.288	19.198	18.193	18.803	19.198
Yaklaşma düzeyi	**0,651866**	**0,594183**	**0,589131**	**0,508249**	**0,472585**

Çizelge 4.51'e göre fiziksel performans özellikleri ve maliyet bakımından giysi üretilebilecek en uygun kumaş alt ipliği Ne 30/1 ve polyester olan kumaştır. Bu kumaşın belirtilen hedef ve kısıtlara yaklaşma düzeyi % 65 civarındadır. Bundan sonraki diğer üç kumaşın istenen özelliklere yaklaşma seviyesi % 50'nin üstündedir. Bu da diğer kumaşların da alternatif olabileceği sonucunu doğurmaktadır. İlk dört kumaş değerlendirildiğinde alt ipliğin polyester karışımlı olarak seçilmesinin iyi olabileceği sonucu dikkat çekmektedir. Çizelge 4.49 ve Çizelge 4.51'de yer alan fiziksel özellikler ve fiziksel özellikler-maliyet optimizasyonları kıyaslandığında sonucun değişmediği görülmektedir.

4.7. Tüketici Anketi

Tüketici anketi Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği bölümü öğrencilerine Mayıs 2013 tarihinde yapılmıştır. Anket çalışmasına 51 adet öğrenci katılmıştır. Çalışma kapsamında düzenlenen ankete katılan 51 adet üniversite öğrencisinin 33 tanesi kız, 18 tanesi ise erkek öğrencidir. Öğrencilerin yaşları 19 ile 28 yaş arasındadır. Ankete katılan öğrencilerin ağırlıkları 45 kg ile 93 kg arasında değişirken boyları da 158 cm ile 193 cm arasında değişmektedir.

Sonuçlar 4 dereceli olarak değerlendirilmiştir(çok, orta, az, hiç). Anket sonuçlarının yorumlanmasında SPSS 17.0 paket programı kullanılmıştır. Anket sorularından nicel olanlarının yorumlanması için ankete katılan öğrencilerin cinsiyetleri bağımsız değişken olarak alınmış ve sorulara verilen cevapların cinsiyete göre farklılıklarının anlamlı olup olmadığı tek yönlü varyans analizi "ANOVA" ile test edilmiştir. Ayrıca her bir soruya ait cevaba ait frekans tablosu eklenmiştir. Çalışmanın nitel bulguları için grafiklerden yardım alınmıştır. Öğrencilere düzenlenen anketin istatistiksel çıktıları Çizelge 4.52'de ve Çizelge 4.53'de verilmektedir.

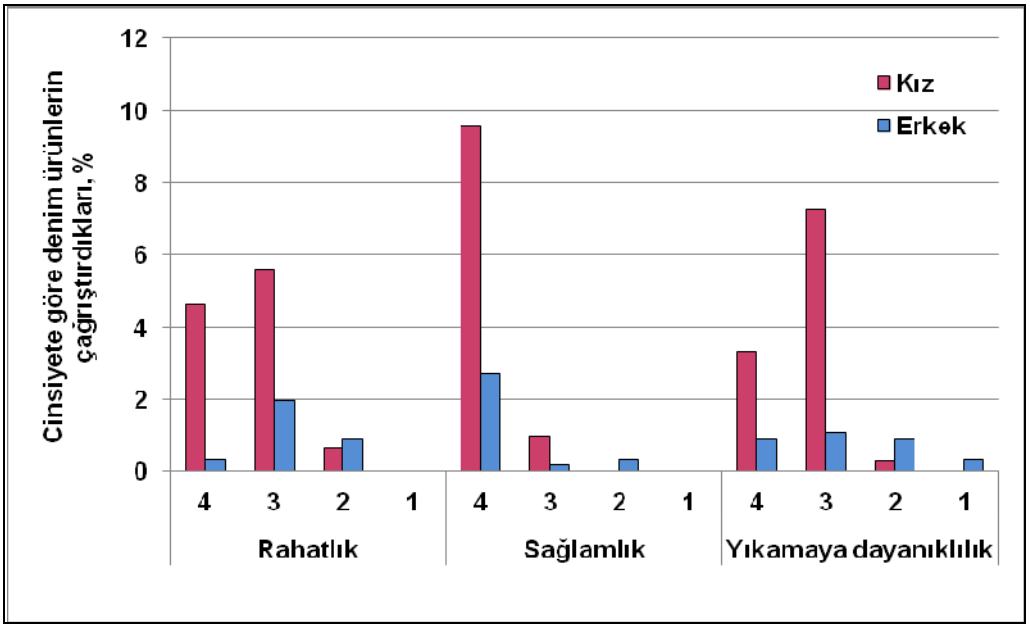
Çizelge 4.52. Anket sonuçlarının istatistiksel çıktıları

Değerlendirme	**Frekans**			
	Çok	**Orta**	**Az**	**Hiç**
Denim ürünleri hangi sıklıkla tercih diyorsunuz?	32	17	2	0
Denim ürünler içerisinde mavi ve tonlarını tercih etme sıklığınız nedir?	38	11	2	0
Pantolon dışındaki denim giysileri tercih etme sıklığınız nedir?	17	27	5	1
Denim pantolonları seçerken modanın sizin için önemi nedir?	24	15	7	4
Marka sizin için ne kadar önemlidir?	15	32	3	1
Denim ürünlerin fiyatı ne kadar önemlidir?	22	22	4	3
Denim pantolonları konforlu buluyor musunuz?	22	24	5	0
Denim pantolonlarda esneklik önemli midir?	33	16	2	0
Denim ürünlerle rahat edebiliyor musunuz?	16	28	7	0
Denim pantolonlarda sağlamlık önemli midir?	44	4	2	1
Denim ürünler tekrarlı yıkamaya dayanıklı mıdır?	15	28	6	2
Elinizdeki ürünler sizce denim pantolonlara ne kadar benziyor?	4	15	23	7

Çizelge 4.53. Ankete verilen cevapların cinsiyete göre tek yönlü ANOVA sonuçları

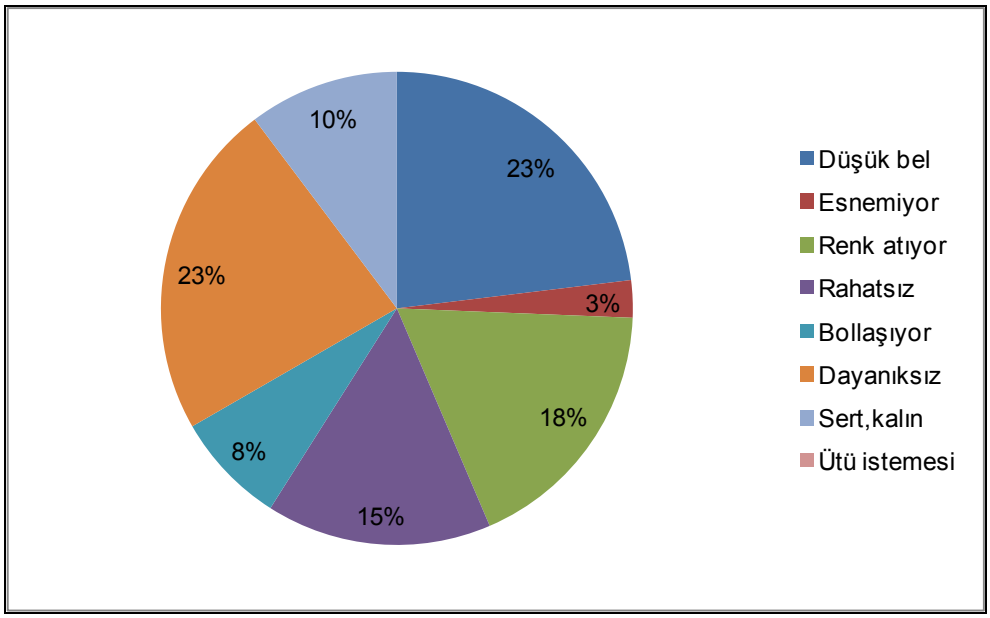
Sorular, % 95 güven aralığında	**KT**	**sd**	**KO**	**F**	**p**
Denim ürünleri hangi sıklıkla tercih diyorsunuz?	,499	1	,499	1,544	,220
Denim ürünler içerisinde mavi ve tonlarını tercih etme sıklığınız nedir?	,250	1	,250	,854	,360
Pantolon dışındaki denim giysileri tercih etme sıklığınız nedir?	1,030	1	1,030	2,153	,149
Denim pantolonları seçerken modanın sizin için önemi nedir?	1,561	1	1,561	1,709	,197
Marka sizin için ne kadar önemlidir?	,024	1	,024	,059	,809
Denim ürünlerin fiyatı ne kadar önemlidir?	,050	1	,050	,070	,792
Denim pantolonları konforlu buluyor musunuz?	,773	1	,773	1,842	,181
Denim pantolonlarda esneklik önemli midir?	,076	1	,076	,232	,632
Denim ürünlerle rahat edebiliyor musunuz?	3,275	1	3,275	8,849	**,005**
Denim pantolonlarda sağlamlık önemli midir?	1,456	1	1,456	4,154	**,047**
Denim ürünler tekrarlı yıkamaya dayanıklı mıdır?	2,853	1	2,853	5,449	**,024**
Elinizdeki ürünler sizce denim pantolonlara ne kadar benziyor?	,068	1	,068	,097	,757

Ankete katılan öğrencilere sorulan sorulardan bazılarına verilen cevaplar Şekil 4.30'da sunulmuştur.



Şekil 4.30. Dokuma denim pantolonların tüketicilere çağrışımları

Tüketicilerin dokuma denim ürünlerin eksiklerine yönelik verdiği cevaplar Şekil 4.31'de özetlenmiştir.

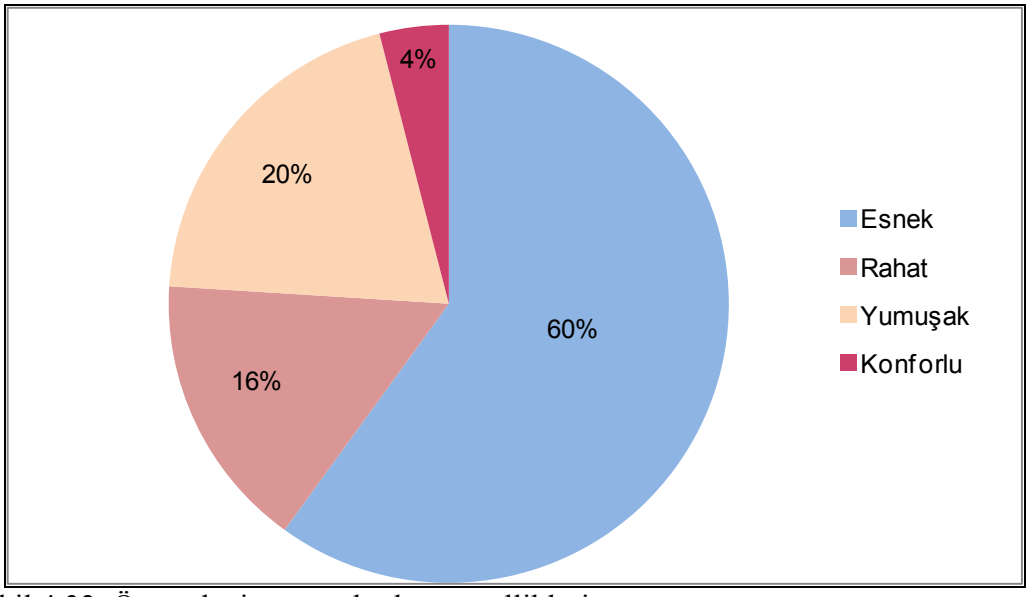


Şekil 4.31. Geleneksel dokuma denim pantolonun eksikleri

Şekil 4.31'de belirtilen dokuma denim pantolonun dezavantajları tüketici sayılarına göre düzenlendiğinde; tüketicilerin % 23'ü ürünleri düşük bel, diğer %

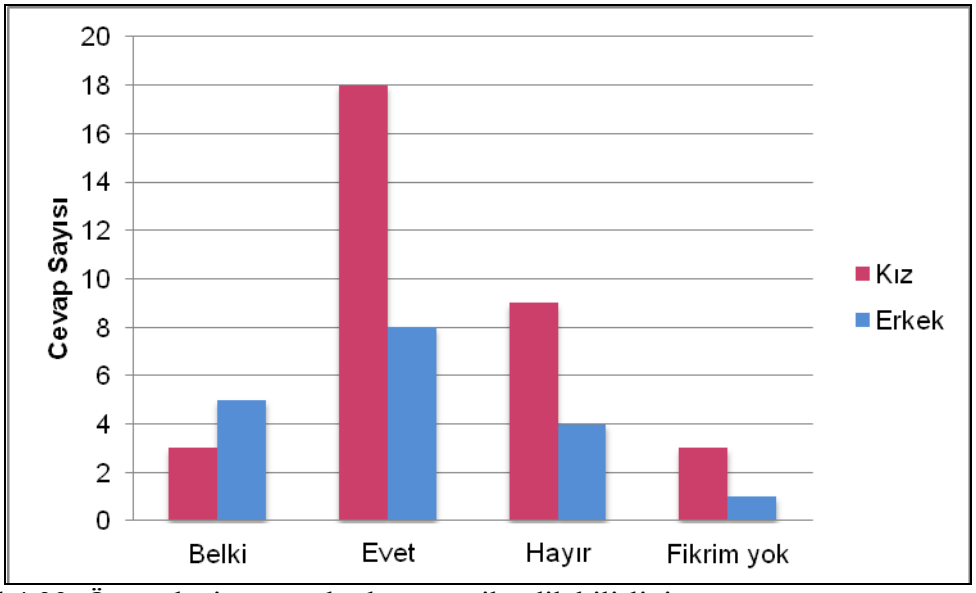
23'ü ise dayanıksız bulmaktadır. Tüketicilerin % 18'lik kısmı ürünün yıkama sırasında renk atmasının en önemli sorun olduğunu belirtmiştir. Ayrıca % 15'lik grup ürünün rahatsızlığından, % 10'luk kısım ürünün sert ve kalın olduğundan, % 8'lik kısım ürünün giydikten sonra bollaştığından ve % 3'lük kısım da ürünün esnemediğinden dolayı konforsuz olduğunu ifade etmektedir.

Tüketicilere çalışma kapsamında üretilmiş denim görünümlü örme kumaşlardan dikilmiş pantolonlar gösterilmiş ve tüketicilerin bu giysiyi analiz etmeleri istenmiştir. Şekil 4.32'de bu analiz sonuçları verilmektedir.



Şekil 4.32. Örme denim pantolonların özellikleri

Şekil 4.32 detaylı olarak incelendiğinde ankete katılan tüketici grubun % 60'ı çalışma kapsamında üretilen ürünü esnek olarak tanımlarken ; % 20'si yumuşak, % 16'sı rahat ve % 4'ü de konforlu olarak ifade etmiştir. Söz konusu gruba ayrıca bu tarz ürünler piyasada satılsa alıp almayacakları sorusu yöneltildiğinde verdikleri cevaplar grafiksel olarak Şekil 4.33'de sunulmuştur.



Şekil 4.33. Örme denim pantolonların tercih edilebilirliği

Şekil 4.33'de verilen cevaplar dikkate alındığında ankete katılan öğrencilerin % 51'inin bu ürünleri satın alacaklarını, % 16'sının da belki alabileceklerini ifade ettikleri görülür. Öğrencilerin % 26'sı almayacaklarını söylemiştir. Bu ürünlerin tercih edilme oranı cinsiyete bağlı olarak değerlendirildiğinde ise genelde kızlar tarafından tercih edildiği açıktır.

4.7.1. Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tüketici arayışlarına kulak vermeden yapılan hiçbir üretim ne denli iddialı olsa da pazarda başarılı olamaz. Buradan hareketle piyasadaki gerek fiziksel konfor açısından gerek dokuma denim pantolonların ergonomik açıdan çok rahat olmayışlarından tüketiciye sunulması gereken farklı bir pantolon kumaşına ihtiyaç vardır. Özellikle hedef kitle bayanlar ve çocuklar olarak seçildiğinde bu rahatlığın daha da ön planda olduğu görülmektedir. Her ne kadar elastanlı iplik kullanılarak dokunan denim kumaşlarla ihtiyacın giderilebileceği düşünülse de örme denim kumaş üretimi, işlem kaynaklı daha ucuza mal olabileceğinden sektörde örmeyü dokumaya galip kılmaktadır. Ayrıca, genel olarak dokuma kumaşlarla örme kumaşların özellikleri de kıyaslandığında örme kumaşların esneklikleri, yumuşaklıkları, buruşmazlık özellikleri bakımından daha avantajlı olduğu

bilinmektedir. Diğer yandan, yıllardır üretilen denim pantolonların tüketiciye ulaştırılırken görsel açıdan sürekli bir farklılık arayışı ile üretildiği de düşünülürse; sanayiciler açısından da denim görünümlü örme kumaşlar, var olan bir boşluğu doldurabilir. Bu araştırmanın sonucunda literatürde denim görünümlü örme kumaşlar ile ilgili bir boşluk olduğu görülmektedir ve bunun nedeninin bu ürün grubunun halen aktif olarak sanayiciler tarafından üretilmemesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Çalışmanın Özeti

Bu çalışmada geçmişten günümüze popülerliğini hiç kaybetmeyen geleneksel dokuma denim kumaşlara, görüntü olarak benzeyen ancak dokuma yöntemiyle değil örme yöntemiyle kumaş elde edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada geleneksel yöntemde en fazla kullanılan indigo renginde iplikler kullanılmıştır. Kullanılan ipliklerin halat boyalı olması çalışmanın özgün yönlerinden biridir. Çünkü önceki çalışmalarda halat boyanmış ipliklerin örme makinesinde kullanılabildiğine rastlanmamıştır. Tezin ön çalışması olarak bu iplikler kullanılarak çeşitli desenlerde (süprem, düz iki iplik, diyagonal iki iplik, pike ve lakost), gramajlarda (hafif ve orta) ve farklı hammaddelerde (polyester, pamuk) kumaşlar üretilmiştir. Üretilen kumaşlardan desen olarak diyagonal iki iplik örme kumaşın desen görüntüsü, dokuma denim kumaşın dimi desen görüntüsüne çok benzediğinden tez çalışmasında diyagonal iki iplik desen yapısı seçilmiştir. Üretilmiş kumaşların yaz için daha uygun olacağına karar verilmiş ve hafif gramajda kumaşlar üretilmiştir. Diyagonal iki iplik kumaşların yapısında elastan hariç iki ayrı iplik vardır. Kumaşın bir yüzünde düz örgü dokusu hâkimken, diğer yüzünde atlama iplikleri hâkimdir. Ön çalışmada üretilen kumaşlarda kullanılan ipliklerin biri indigo diğeri beyaz haldedir. Dolayısıyla kumaşın iç yüzü de dış yüzü de diyagonal olarak indigo-beyaz görüntüsünü yansıtmaktadır. Kumaşlar örnek olarak pantolona dönüştürülmüş ve yıkama prosesinden geçirilerek karar verilmeye çalışılmıştır. Ürünler üzerinde detaylı olarak düşünüldüğünde atlama ipliklerinin üstte olmasının problem yaratabileceği, herhangi bir cisme geçerek deforme olabileceğine karar verilmiştir. Atlama ipliklerinin içte kullanılması bu ipliklerin vücutla temas halinde olacağı anlamına geldiğinden seçimler yapılırken bu ipliklerin selüloz içerikli olmasına özen gösterilmiştir(pamuk, viskon, bambu, modal, tencel ve pamuk-modal). Ön çalışma esnasında polyester ipliklerin daha fazla mukavemet sergilediği görüldüğünden bazı kumaşlarda polyester ve karışımları da çalışmaya eklenmiştir (polyester, polyester-pamuk ve polyester-viskon). Bu ipliklerin eğirme metodu seçilirken, özgün, ucuz ve daha az

tüylü olması nedeniyle vorteks metoduna karar verilmiştir. Son olarak çalışmada maliyetin düşük olması hedeflendiğinden ve iplik numarası maliyet üzerinde etkili olduğundan ticari olarak en yaygın olan iplik numaraları kullanılmıştır (Ne 30/1 ve Ne 20/1).

Görünüm olarak geleneksel denim kumaşa benzeyen iki iplikli örme kumaşların tasarımını, üretimini ve performans analizini araştırarak ve maliyet analizi yaparak, kullanıma en uygun ve maliyeti en düşük kumaş tipini seçmeyi hedefleyen bu doktora çalışmasında elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

5.2. Alt İplik Test Sonuçları

1. İplikler mukavemet olarak kıyaslanmış ve aralarındaki yüzdesel bağıl farklar çıkarılmıştır. İplik mukavemeti üzerinde hammaddenin numaradan daha etkili olduğu çizilen grafiklerden anlaşılmaktadır (Şekil 4.2 ve Şekil 4.4). İstatistiksel olarak iplik mukavemeti üzerinde iplik hammaddesinin, iplik numarasının ve bunların etkileşimlerinin anlamlı etkileri olduğu söylenir. Ayrıca etki derecelerine bakıldığında iplik mukavemeti üzerinde iplik hammaddesinin etkisinin oldukça yüksek olduğu, numaranın etkisinin her ikisinin etkileşiminden daha az olduğu anlaşılır (Bkz. Çizelge 4.2).
2. İplikler uzamaları bakımından kıyaslanmış ve aralarındaki yüzdesel bağıl farklar çıkarılmıştır. İplik uzama yüzdesi üzerinde hem hammadde hem de numara etkilidir ancak hammaddenin numaradan daha etkin olduğu çizilen grafiklerden anlaşılmaktadır. İstatistiksel olarak iplik uzaması üzerinde iplik hammaddesinin, iplik numarasının ve bunların etkileşimlerinin anlamlı etkileri olduğu söylenir. Ayrıca etki derecelerine bakıldığında iplik uzaması üzerinde iplik hammaddesinin etkisinin oldukça yüksek olduğu, numaranın etkisinin her ikisinin etkileşiminden dahi az olduğu anlaşılır. Mukavemet ve uzama sonuçları birlikte incelendiğinde sonuçların birbirini desteklediği görülür (Bkz. Çizelge 4.2).
3. Yapılan korelasyon testi neticesinde mukavemet ile uzama arasında 0,01 anlamlılık seviyesinde pozitif yönde 0,449 ölçüsünde bir ilişki

görülmektedir. Bu durumda uzamanın % 44,9'luk bir kısmı mukavemete bağlıdır (Bkz. Çizelge 4.5).

5.3. Kumaş Yapısal Özelliklerine Ait Test Sonuçları

1. Kumaşlar örme makinesinden çıktıktan sonra sırasıyla ön fikse, soğuk yıkama ve sanfor işlemlerinden geçmiştir. Söz konusu işlemlerin ısı ve su yardımıyla yapılması nedeniyle mamul kumaşların yapısal özellikleri değişmiştir. Kumaşları oluşturan alt ipliklerin lif içerikleri ve numaraları birbirinden farklı olduğundan kumaşların birim ağırlıkları, g/m²; kalınlıkları, mm ve ilmek yoğunlukları da birbirinden farklılaşmıştır. Kumaşların yapılarındaki değişiklik kumaşların içerdikleri gözeneklerin büyüklüklerinin farklı olması anlamına gelmektedir. Lif hidrofil bir yapıya sahipse şişer ve bu da ipliğin hacminin artmasına, kumaşın kalınlaşmasına ve gözenekliliğin azalmasına neden olur.
2. Kumaşlar üretilirken ilmek iplik uzunluğu sabit tutulmuştur ancak kumaşların alt iplik numaralarının kalınlaşması kumaşların hem daha kalın hem de daha ağır olmalarına yol açmıştır. Mamul kumaşların kalınlıklarında, birim ağırlıklarında ve ilmek yoğunluklarında alt iplik hammaddesinin ve alt iplik numarasının anlamlı etkisi, varsa etki derecesini saptamak amacıyla çift yönlü, tam faktörlü ANOVA uygulanmıştır.
3. İstatistiksel ve grafiksel olarak kumaşların ilmek yoğunlukları üzerinde alt iplik numarasının anlamlı bir etkisi bulunmazken, alt iplik hammaddesinin ve her ikisinin etkileşimlerinin anlamlı etkileri olduğu bulunmuştur. Alt iplik hammaddesinin etki derecesi yüksek sayılır (Bkz. Çizelge 4.7). Söz konusu kumaşlardan ilmek yoğunluğu en fazla olanı alt ipliği tencel olan kumaş iken ilmek yoğunluğu en düşük olanı ise alt ipliği pamuk olan kumaştır. İlmek yoğunluğu cm² 'deki sıra ve çubuk sayısının çarpımıyla hesaplandığından kumaşın en ve boyunda meydana gelen çekmeler birim alandaki ilmek sayısının da artmasına neden olmuştur. Yoğunluğun fazla

çıkması söz konusu lifin hidrofilitesi ile ilgili olsa da yoğunluğun fazla çıkması direk olarak boyutsal değişimle ilişkilendirilmemelidir.

4. Kumaşların kalınlıkları birbirine yakındır, aralarındaki yüzdesel bağıl farklar hesaplandığında sonuçlar üzerinde hammaddenin oldukça etkin olduğu görülmektedir. İstatistiksel ve grafiksel olarak kumaşların kalınlıkları üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının ve her ikisinin etkileşimlerinin anlamlı etkileri olduğu bulunmuştur. Hem numaranın hem de hammaddenin etki derecesi oldukça yüksektir (Bkz. Çizelge 4.7). Kalınlığı en fazla olan kumaş alt ipliği Ne 20/1 pamuk iken kalınlığı en az olan kumaş alt ipliği Ne 30/1 ve viskon olan kumaştır. Bunun nedeni alt ipliği oluşturan lifin özkütlesi ile ilgilidir. Özkütlesi düşük olan kumaşın kalınlığı da düşük olmaktadır.
5. Kumaşların birim ağırlıkları arasındaki ilişkiyi anlamlı hale getiren yüzdesel bağıl fark sonuçları kumaş birim ağırlığının alt iplik hammaddesinden ve alt iplik numarasından etkilendiğini göstermektedir. İstatistiksel ve grafiksel olarak kumaşların birim ağırlıkları üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının ve her ikisinin etkileşimlerinin anlamlı etkileri olduğu bulunmuştur. Hem numaranın hem de hammaddenin etki derecesi yüksek olsa da asıl belirleyici faktör alt iplik numarası olarak bulunmuştur (Bkz. Çizelge 4.7). Söz konusu kumaşlardan alt ipliği Ne 20/1 kumaşların alt ipliği Ne 30/1 olan kumaşlardan ağır olmasının nedeni ipliğin kalınlaşmasına bağlı olarak ağırlaşmasıdır.
6. Yapılan korelasyon testi sonuçlarına göre kumaş kalınlığı ile kumaş birim ağırlığı arasında 0,01 anlamlılık düzeyinde, pozitif yönde ve 0.665 seviyesinde bir ilişki vardır. Dolayısıyla kumaş kalınlığında artma olmasının % 66,5 oranında nedeni kumaş birim ağırlığında artış olmasıdır. Ayrıca çubuk sıklığı arttıkça ilmek yoğunluğunda 0,01 veya 0,05 anlamlılık seviyelerinde anlamlı bir artış olmazken sıra/cm sıklığında 0,05 anlamlılık seviyesinde 0,561 düzeyinde bir azalma oluşmaktadır. İlaveten sıra/cm sıklığında oluşan artış, ilmek yoğunluğunda, pozitif yönde, 0,05 anlamlılık seviyesinde ve 0,563 düzeyinde anlamlı bir artış oluşmasına

neden olmaktadır. Bu durumda ilmek yoğunluğunun % 56'lık bir oranda sıra/cm sıklığına bağlı olduğu söylenebilir (Bkz. Çizelge 4.8).

5.4. Isıl Konfor Testi Sonuçları

Konforun tanımını yapmak zor olsa da konforsuzluğun tanımı giysinin giyen kişi ile ve ortam şartları ile fizyolojik açıdan uyum içinde olmamasıdır. Tez kapsamında üretilen kumaşlar yazlık kullanıma uygun olarak tasarlanmıştır. Dolayısıyla sonuçlar mevsimsel olarak da değerlendirilmiştir.

5.4.1. Hava Geçirgenliği Test Sonuçları

1. En düşük hava geçirgenliğine sahip kumaş tipi alt ipliği Ne 30/1 ve viskon olan kumaşken, en yüksek hava geçirgenliğine sahip olan kumaş alt ipliği Ne 20/1 ve pamuk olan kumaştır (Bkz. Çizelge 4.10). Kumaşların yapısında meydana gelen gözenek büyüklüğünün değişimi, kumaşın kalınlık ve birim ağırlığında meydana gelen farklılıklar, kumaşların hava geçirgenliğine olan direncini değiştirmiştir.
2. Hava geçirgenliği sonuçları üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasını ve her ikisinin anlamlı etkisi bulunmuştur (Bkz. Çizelge 4.10). Etki dereceleri açısından değerlendirildiğinde alt iplik hammaddesinin etkisi diğerlerinden daha fazladır.
3. Alt ipliği aynı hammaddeden olan kumaşlarda alt iplik numarası kalınlaştıkça kumaşın hava geçirgenliği azalmıştır. Söz konusu kumaşlardan en yüksek hava geçirgenliğine sahip kumaşın en ince kumaş ve en düşük hava geçirgenliğine sahip kumaşın en kalın kumaş olması önemli bir bulgudur.
4. Kumaş kalınlaştıkça ve birim ağırlığı arttıkça hava geçirgenliği düşmüştür (Alt ipliği viskon olan kumaşta 732 mm/s'den 603 mm/s'ye düşmesi gibi).
5. Kumaşın yapısal özellikler ile hava geçirgenliği arasında yapılan korelasyon analizi (Bkz. Çizelge 4.16) neticesinde, hava geçirgenliği ile

kalınlık arasında 0,01 anlamlılık düzeyinde, negatif yönde ve 0,811 seviyesinde anlamlı bir ilişki vardır. Hava geçirgenliği ile gramaj arasında ise 0,05 anlamlılık düzeyinde, yine negatif yönde ve 0,495 seviyesinde anlamlı bir ilişki vardır. Alt iplik numarası ile hava geçirgenliği arasında ise 0,05 anlamlılık düzeyinde, pozitif yönde ve 0,507 seviyesinde anlamlı bir ilişki vardır. Dolayısıyla hava geçirgenliği test edilen numunelere göre % 81,1 oranında kalınlık, % 49,5 oranında gramaj ve % 50,7 oranında da alt iplik numarasının değişimine bağlıdır.

6. Genel olarak kumaşlardaki hava geçirgenliği test sonuçları değerlendirildiğinde bu kumaşların çok yüksek hava geçirgenliklerine sahip olmadıkları görülür. Bunun nedenlerinden biri yapının örme olsa dahi oldukça yoğun olmasından, diğeri ise kumaşların elastan içerikli olmasıdır. Bu nedenle kumaşlar hava geçirgenliklerine göre değerlendirildiğinde yüksek hava geçirgenliği değeri, oldukça önem kazanmaktadır.
7. Sonuç olarak alt ipliği viskon ve Ne 30/1 olan kumaş ise hava geçirgenliği en yüksek kumaştır. Yazlık kullanıma uygun olarak, alt ipliği polyester ve Ne 30/1 olan kumaş ve alt ipliği modal-pamuk ve Ne 30/1 olan kumaş tipleri ise hava geçirgenliği açısından bu kumaş yerine kullanılabilir.

.

5.4.2. Su Buharı Geçirgenliği Test Sonuçları

1. Kumaşlara uygulanan su buharı geçirgenliği testi sonrasında elde edilen "g/m²/gün" değer, kumaşın bir gün içerisinde taşıyabileceği maksimum nem miktarıdır. Tüm kumaşlar aynı anda test edilemediğinden bu sonuçlar indeks değerlerine çevrilmiştir. İndeks değerleri kıyaslandığında sonuçların birbirlerinden anlamlı ölçüde farklı olmadığı saptanmıştır.
2. Sonuçlar arasında önemli derecede fark olmadığından test yapılan numunelere göre alt ipliğin hammaddesini ve numarasını değiştirmenin su buharı geçirgenliği indeksini değiştirmediği bulunmuştur. İstatistiksel

olarak kumaşlara su buharı geçirgenlikleri açısından aynı grupta yer almaktadır (Bkz. Çizelge 4.10).

3. Üretilen numune kumaşların tamamı yaz mevsiminde kullanmaya uygun bulunmuştur. Dolayısıyla seçim yapılırken maliyeti en düşük olan kumaş kullanılabilir.
4. Yapılan korelasyon testi neticesinde (Bkz Çizelge 4.16) su buharı geçirgenliği ile kumaş yapısal özellikleri arasında 0,01 veya 0,05 anlamlılık düzeylerinde bir ilişki saptanamamıştır.

5.4.3. Isıl İletkenlik Test Sonuçları

1. Üretilen kumaşların ısıl iletkenlik değerleri incelendiğinde alt ipliğin inceliğinin ve hammaddesinin kumaşın ısıl iletkenliği üzerinde önemli bir etkisi olduğu görülür. Alt iplik inceldikçe iletkenlik azalmıştır.
2. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde test edilen numunelerin ısıl iletkenlik değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının anlamlı etkileri varken bunların etkileşimlerinin anlamlı etkisinin olmadığı söylenir. Etki derecelerine bakıldığında her ne kadar yakın olsa da ısıl iletkenlik üzerinde alt iplik hammaddesi alt iplik numarasından daha etkindir (Bkz. Çizelge 4.10).
3. En yüksek ısı iletimi alt ipliği pamuk ve Ne 20/1 olan kumaşlarındır. Alt ipliği bambu ve Ne 20/1 olan kumaş, alt ipliği modal ve Ne 20/1 olan kumaş, alt ipliği tencel ve Ne 30/1 olan kumaş ve alt ipliği pamuk-modal ve Ne 20/1 olan kumaş tipleri ise ısıl iletkenlik açısından bu kumaşa denktir. En düşük iletkenliğe sahip olan birinci gruptaki kumaşlara bakıldığında bu grubun çoğunluğunu polyester ve karışımlarından üretilmiş kumaşların oluşturduğu görülür.
4. Kumaşın yapısal özellikleri ile ısıl iletkenlik değerleri arasında yapılan korelasyona (Bkz Çizelge 4.16) göre ısıl iletkenliğin 0,05 anlamlılık düzeyinde pozitif yönde 0,510 seviyesinde kalınlık ile ilişkili olduğu

görülür. Dolayısıyla ısıl iletkenlikteki değişikliğin % 51'lik kısmı kalınlık ile açıklanabilir.

5. Dolaylı olarak kalınlığı değiştiren her faktörün ısıl iletkenliği değiştirdiği söylenebilir. Ancak bir giysinin yazlık veya kışlık olarak seçimi yapılırken ısıl iletkenlik tek başına değerlendirilemeyeceğinden bu testin sonucuna bakılarak herhangi bir kumaş işaret edilemez.

5.4.4. Isıl Direnç Test Sonuçları

1. Üretilen kumaşların ısıl direnç değerleri incelendiğinde sonuçların oldukça yakın olduğu görülür. Ancak detaylı incelendiğinde en düşük ısıl direncin alt ipliği Ne 30/1 ve bambu olan kumaşlarda görüldüğü; en yüksek ısıl direncin ise alt ipliği Ne 20/1 ve polyester olan kumaşlarda görüldüğü anlaşılır. Sonuçlara bakıldığında ısıl direnç değerlerinin kalınlık ile doğru, ısıl iletkenlik ile ters orantılı olduğu görülmüştür.
2. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde numunelerin ısıl direnç değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının ve bunların etkileşimlerinin anlamlı etkisinin olduğu söylenir. Etki derecelerine bakıldığında ısıl iletkenlik üzerinde alt iplik hammaddesinin oldukça yüksek bir etkisi olduğu önemli bulgulardan biridir. Pek tabii bunun nedeni bu liflerin farklı iletkenlik katsayısına sahip olmalarındandır.
3. Yapılan korelasyon testi neticesinde (Bkz. Çizelge 4.16) ısıl direnç ile kumaş yapısal özellikleri arasında 0,01 veya 0,05 anlamlılık düzeylerinde bir ilişki saptanamamıştır.
4. Isıl direnci en yüksek olan kumaşlar alt ipliği polyester ve polyester karışımı olan kumaşlardır. Isıl direnci yüksek olan kumaşlar kış için daha uygun kumaşlardır. Çalışmada tasarlanan kumaş yaz giysisi olarak düşünüldüğünden ısıl direncin düşük olması daha iyidir. Bu anlamda alt ipliği modal ve bambu kumaşlar tasarım için daha uygun olabilir. Ayrıca çalışmanın bulgularına göre, yapısında polyester içermeyen diğer tüm kumaş tipleri de ısıl direnç açısından bu kumaşların yerine kullanılabilir.

5.4.5. Isıl Soğurganlık Test Sonuçları

1. Kumaşların ısıl soğurganlık değerleri kıyaslandığında en düşük ısıl soğurganlık değerine alt ipliği polyester olan kumaşlar sahipken; en yüksek ısıl soğurganlık değerine alt ipliği bambu olan kumaşlar sahiptir. Test sonuçları ısıl soğurganlığın ısıl iletkenlik ile doğru orantılı olduğunu göstermektedir.
2. İstatistiksel olarak incelendiğinde (Bkz. Çizelge 4.10) test edilen numunelerin ısıl soğurganlık değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının ve bunların etkileşimlerinin anlamlı etkisinin olduğu söylenir. Etki derecelerine bakıldığında ısıl iletkenlik üzerinde alt iplik hammaddesinin oldukça yüksek bir etkisi olduğu önemli bulgulardan biridir. Pek tabii bunun nedeni bu liflerin farklı iletkenlik katsayısına sahip olmalarındandır.
3. Yapılan korelasyon testi neticesinde (Bkz. Çizelge 4.16) ısıl soğurganlık ile kumaş yapısal özellikleri arasında 0,01 veya 0,05 anlamlılık düzeylerinde bir ilişki saptanamamıştır.
4. Isıl soğurganlık değerinin yüksek olması giysinin tene değdiği anda kişi üzerinde serin bir his uyandıracağı anlamına gelmektedir. ısıl soğurganlığı en yüksek kumaş ise alt ipliği bambu ve Ne 20/1 olan kumaştır. Alt ipliği bambu ve Ne 30/1 olan kumaş, alt ipliği modal ve Ne 20/1 olan kumaş, alt ipliği pamuk ve Ne 20/1 olan kumaş ve alt ipliği modal-pamuk ve Ne 20/1 olan kumaşlar ise ısıl soğurganlık açısından bu kumaş yerine kullanılabilir.
5. Sonuç olarak alt ipliği selüloz esaslı liflerden bambu, pamuk ve modal iplikler olan, örülmüş kumaşların giyen kişide daha serin bir his uyandırdığını ve yaz giysisi olarak bu kumaşların tercih edilebileceğini göstermektedir.

5.4.6. Isıl Konfor Test Sonuçlarına Ait Genel Değerlendirme Sonuçları

1. Hava geçirgenliği test sonuçlarına göre, yazlık kullanım için; alt ipliği viskon ve Ne 30/1 olan kumaş, alt ipliği polyester ve Ne 30/1 olan kumaş ve alt ipliği modal-pamuk (65-35) ve Ne 30/1 olan kumaş tipleri uygun bulunmuştur.
2. Su buharı geçirgenliği indeksi test sonuçlarına göre, yazlık kullanım için; üretilen numune kumaşların tamamı yaz mevsiminde kullanmaya uygun bulunmuştur.
3. Isıl iletkenlik test sonuçlarına göre, yazlık kullanım için; herhangi bir kumaş işaret edilemez.
4. Isıl direnç test sonuçlarına göre, yazlık kullanım için; alt ipliği modal ve bambu kumaşlar ve yapısında polyester içermeyen diğer tüm kumaş tipleri uygun bulunmuştur.
5. Isıl soğurganlık test sonuçlarına göre, yazlık kullanım için; alt ipliği selüloz esaslı liflerden bambu, pamuk ve modal ipliklerle örülmüş kumaşlar uygun bulunmuştur.
6. Yapılan ısıl konfor testleri birlikte değerlendirildiğinde yaz mevsimi için en uygun kumaş tipleri alt ipliğin modal, bambu ve viskon lifinden oluşmuş kumaş tipleridir.

5.5. Fiziksel Test Sonuçları

Tekstil malzemelerinin performansı, söz konusu ürünün son kullanım alanına yönelik olarak sahip olması gereken değere ne denli yaklaştığının ifadesidir. Tez çalışmasında üretilen kumaşların performansları değerlendirilirken iki ayrı metot kullanılmıştır. Sonuçlar ya ürünün hitap ettiği son kullanım alanı için düzenlenmiş uluslararası standartlara göre değerlendirilmiş, ya da mevcut ürünlere uygulanan test sonuçlarından en iyi olanı seçilmiştir. Kumaşlara uygulanan fiziksel test sonuçları aşağıda verilmiştir.

5.5.1. Patlama Mukavemeti Test Sonuçları

1. Patlama mukavemeti test sonuçları incelendiğinde alt iplik numarasından bağımsız olarak numunelerin alt iplik hammaddesindeki değişikliğe göre farlılık gösterdiği ve her iki numara için de aynı sıralamayı gösterdiği görülür.
2. Test sonuçlarına göre en düşük patlama mukavemeti sergileyen kumaş alt ipliği viskon ve Ne 30/1 olan kumaş iken, en yüksek patlama mukavemeti sergileyen kumaş alt ipliği polyester ve Ne 20/1 olan kumaştır.
3. İstatistiksel olarak sonuçlar incelendiğinde (Bkz. Çizelge 4.22) test edilen numunelerin patlama mukavemeti değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının ve bunların etkileşimlerinin anlamlı etkisinin olduğu söylenir. Etki derecelerine bakıldığında patlama mukavemeti üzerinde alt iplik hammaddesinin ve alt iplik numarasının etkilerinin yakın ve alt iplik hammaddesinin ve alt iplik numarasının etkileşimlerinin patlama mukavemeti üzerindeki etkisinden daha yüksek olduğu görülmektedir.
4. Patlama mukavemeti test sonuçları ile kumaşın yapısal özellikleri arasında yapılan korelasyon testi neticesinde (Bkz. Çizelge 4.28), patlama mukavemeti ile iplik mukavemeti arasında 0,01 anlamlılık düzeyinde pozitif yönde 0,705 seviyesinde ilişki saptanmıştır. Patlama mukavemeti ile kalınlık, gramaj, ilmek yoğunluğu, patlama yüksekliği ve ilmek uzaması arasında ise anlamlı herhangi bir ilişki saptanmamıştır. Dolayısıyla test yapılan numunelere göre patlama mukavemeti % 70,5 oranında iplik mukavemetine bağlıdır.
5. Numune kumaşların patlama mukavemeti test sonuçları kıyaslandığında, alt ipliği polyester ve Ne 20/1 olan kumaşın mukavemet değerinin oldukça yüksek olduğu görülür. Ancak alt ipliği polyester-viskon ve Ne 20/1 olan kumaş, alt ipliği pamuk-modal ve Ne 20/1 olan kumaş, alt ipliği polyester-pamuk ve Ne 30/1 olan kumaş ve alt ipliği polyester ve Ne 30/1 olan kumaş da söz konusu kumaş yerine mukavemet açısından kullanılabilir.

6. Genel olarak tüm kumaşların patlama mukavemeti değerleri incelendiğinde tüm kumaşların örme kumaşlarla elde edilen giysiler ile ilgili standartlara göre (TS 10986, TS 11266, TS 11612, TS 10988) kabul edilebilir mukavemet değerlerine sahip olduğu saptanmıştır.
7. Sonuç olarak alt ipliklerin hammaddelerini ve numaralarını değiştirmenin kumaşların mukavemetleri üzerinde önemli ve anlamlı bir etkisi olduğu bulunmuştur. Kumaş mukavemetine etki eden en önemli parametre olarak iplik mukavemeti seçilmiştir. Söz konusu kumaşlar içerisinde en yüksek patlama mukavemetine sahip olan kumaşlar alt ipliği polyester olan kumaşlardır ve polyester ipliği de çalışmada kullanılan iplikler arasında en mukavim olan ipliktir.

5.5.2. Boyutsal Değişim Test Sonuçları

1. Tez çalışmasında yer alan bütün kumaşlar ardışık yıkamaya bağlı olarak en yönünde de boy yönünde de kısalmıştır. Ancak, kumaşların en yönündeki çekmeleri boy yönündeki çekmelerinden oldukça yüksektir.
2. Kumaşlara uygulanan tekrarlı yıkama sonuçları değerlendirildiğinde (Bkz. Çizelge 4.21) yıkama sayısı arttıkça en yönünde çekmeler artmış boy yönünde ise anlamlı bir artış olmamıştır.
3. İstatistiksel olarak kumaşların en değişim değerleri incelendiğinde (Bkz. Çizelge 4.22) test edilen numunelerin en değişimi değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin ve alt iplik hammaddesiyle ve alt iplik numarasının etkileşimlerinin anlamlı etkisi varken alt iplik numarasının anlamlı bir etkisi yoktur. Etki derecelerine bakıldığında en değişimi üzerinde alt iplik hammaddesinin oldukça yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.
4. Numunelerin en değişim değerleri incelendiğinde en düşük en değişimi olan kumaşın alt ipliği polyester olan kumaş olduğu anlaşılır. Alt ipliği bambu ve viskon olan kumaşların en değişimleri ise test edilen numuneler içerisinde en yüksektir.

5. İstatistiksel olarak kumaşların boy değişim değerleri incelendiğinde (Bkz. Çizelge 4.21) test edilen numunelerin boy değişimi değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin ve alt iplik hammaddesiyle ve alt iplik numarasının etkileşimlerinin anlamlı etkisi varken alt iplik numarasının anlamlı bir etkisi yoktur. Etki derecelerine bakıldığında en değişimi üzerinde alt iplik hammaddesinin daha yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.
6. Numunelerin boy değişim değerleri incelendiğinde örme kumaşlarla elde edilen giysiler ile ilgili standartlara bakıldığında (TS 10986, TS 11266, TS 11612, TS 10988) boy değişimi için % ± 3 değeri kabul edilebilir değişimlerdir. Bu nedenle çalışma kapsamında üretilmiş tüm numuneler boy değişimi açısından tasarıma uygundur.
7. Numune kumaşların boyutsal değişimleri ve kumaş yapısal özellikleri arasında yapılan korelasyon testi neticesinde (Bkz. Çizelge 4.28), kumaşta oluşan en değişiminin yalnızca 0,01 anlamlılık düzeyinde, negatif yönde 0,849 değerinde iplik mukavemeti ile ilişkili olduğu; boy değişiminin ise 0,05 anlamlılık düzeyinde negatif yönde 0,475 seviyesinde ilmek yoğunluğu ile, 0,571 seviyesinde de iplik mukavemeti ile ilişkili olduğu sonucuna varılır. Bu durumda en değişimi % 84,9 oranda mukavemet ile açıklanabilir. Boy değişimi ise % 47,5 oranda ilmek yoğunluğu ile, % 57,1 oranda da iplik mukavemetine bağlıdır. İplik mukavemeti ile boyutsal dayanım arasında çıkan orantının nedeni alt iplikleri oluşturan liflerin kristalin bölgeleri ile ilgilidir.
8. Boyutsal değişim testi sonuçlarına göre tekrarlı yıkamaya karşı tüm kumaşların boy değişimleri kabul edilebilir aralıktadır. En değişimi açısından en düşük en değişimi olan kumaşın alt ipliği polyester olan kumaştır.

5.5.3. Boncuklanma Test Sonuçları

1. Kumaşlara uygulanan boncuklanma testi sonuçlarının farklı operatörler tarafından değerlendirilmesi neticesinde birbirleriyle uyumlu sonuçlar ortaya çıkmıştır.
2. Genel anlamda ise tüm kumaşların boncuklanma dayanımları fotoğraf skalasına göre 3-4 derecesini (Bkz. Çizelge 4.18), almıştır. Yalnızca alt ipliği polyester ve polyester-pamuk olan dört kumaşın boncuklanma değerleri 4 olarak değerlendirilmiştir. Kumaşlar görsel olarak değerlendirilmiştir ve bahsedilen bu dört kumaşın rengi daha koyu görünmektedir. Dolayısıyla oluşan yarım derecelik farkın renk kaynaklı olduğu çıkarılan sonuçlar arasındadır.
3. Alt iplik değişikliğinin boncuklanma üzerinde etkisi olmadığına karar verilmiştir.
4. Sonuç olarak boncuklanma performansına göre tüm kumaşlar denim giysi üretimi için uygun bulunmuştur.

5.5.4. Esneklik Değişimi Test Sonuçları

1. Numune kumaşların esneklikleri incelendiğinde en yönündeki esnekliklerin boy yönündeki esnekliklere göre oldukça düşük olduğu görülür. En yönündeki düşük esnekliğin nedeni astarlı kumaşların üretimleri sırasında her iki sırada bir atlamalı ilmekler olmasıdır. Kumaş en yönünde esnetildiği zaman aslında yüzer durumda bulunan alt iplikler esnetilmeye çalışılır. Bu durumda ipliğin uzama oranı düşükse kumaşın enine esnemesi de düşük olacaktır.
2. Boyuna esneklikse ilmeklerin esnetilmesi dolayısıyla üst ipliklerin esnetilmesi anlamına gelir. Elastanlı ve astarlı kumaşlarda elastan üst iplikle birlikte verildiğinden boyuna esnekliğin yüksek olması beklenen bir durumdur

3. İstatistiksel olarak yapılan analizler neticesinde (Bkz. Çizelge 4.22), test edilen numunelerin enine esneklik değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının ve alt iplik hammaddesiyle ve alt iplik numarasının etkileşimlerinin anlamlı etkisinin olduğu söylenir. Etki derecelerine bakıldığında enine esneklik değeri üzerinde alt iplik hammaddesinin daha yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Alt iplik hammaddesiyle ve alt iplik numarasının etkileşimlerinin enine esneklikleri de bu değere yakındır.
4. Alt ipliği viskon, modal, tencel ve Ne 30/1 olan kumaşların enine esneklikleri en fazladır. Enine esneklik açısından alt ipliği pamuk ve Ne 30/1 olan kumaş ta bu kumaşların yerine kullanılabilir.
5. İstatistiksel olarak yapılan analizler neticesinde (Bkz. Çizelge 4.22), test edilen numunelerin boyuna esneklik değerleri üzerinde alt iplik hammaddesinin, alt iplik numarasının ve alt iplik hammaddesiyle ve alt iplik numarasının etkileşimlerinin anlamlı etkisinin olduğu söylenir. Etki derecelerine bakıldığında boyuna esneklik değeri üzerinde alt iplik hammaddesinin daha yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Alt iplik numarasının da, alt iplik hammaddesiyle alt iplik numarasının etkileşimlerinin de boyuna esneklik üzerinde oldukça yüksek etkileri vardır.
6. En fazla boyuna esneklik alt ipliği tencel ve Ne 30/1 olan kumaş ve alt ipliği polyester ve Ne 30/1 olan kumaşlara aittir.
7. Kumaşların esneklik özelliklerinin kumaş yapısal özellikleriyle ilişkisini saptamak amacıyla yapılan korelasyon testi uygulanmıştır (Bkz. Çizelge 4.28). Test sonuçlarına göre kumaşlarda meydana gelen boyuna_esneklik özelliği üzerinde 0,01 anlamlılık seviyesinde veya 0,05 anlamlılık seviyesinde, iplik mukavemeti, iplik uzaması, kalınlık, gramaj, ilmek yoğunluğu ve alt iplik numarası ile önemli bir ilişki bulunmamaktadır. Buna karşın enine esneklik ile iplik mukavemeti arasında 0,01 anlamlılık seviyesinde negatif yönde ve 0,740 değerinde anlamlı bir ilişki vardır. Aynı zamanda enine esneklik ile iplik uzaması arasında 0,05 anlamlılık

seviyesinde negatif yönde ve 0,524 değerinde anlamlı bir ilişki vardır. Enine esneklik ile kalınlık, gramaj, ilmek yoğunluğu ve alt iplik numarası arasında 0,01 anlamlılık seviyesinde veya 0,05 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Bu nedenle enine esneklik % 74 oranında iplik mukavemeti ile % 52,4 oranında da iplik uzaması ile açıklanabilir. Bu da enine esnekliğin iplik özelliklerine, boyuna esnekliğin ise ilmek özelliklerine bağlı olduğunu açıklar.

8. Esneklik açısından alt ipliğin Ne 30/1 olması avantaj sağlamaktadır. Buna ilaveten enine esneklik açısından alt ipliğin viskon, modal, tencel ve pamuk olması tavsiye edilirken boyuna esneklik açısından tencel ve polyester alt iplikli kumaşlar tavsiye edilebilir.

5.5.5. Fiziksel Özelliklerin Test Sonuçlarına Ait Genel Değerlendirme Sonuçları

1. Kumaş mukavemetine etki eden en önemli parametre olarak iplik mukavemeti seçilmiştir. Söz konusu kumaşlar içerisinde en yüksek patlama mukavemetine sahip olan kumaşlar alt ipliği polyester olan kumaşlardır.
2. Boyutsal değişim testi sonuçlarına göre tekrarlı yıkamaya karşı tüm kumaşların boy değişimleri kabul edilebilir aralıktadır. En değişimi açısından en düşük en değişimi olan kumaşın alt ipliği polyester olan kumaştır.
3. Boncuklanma performansına göre tüm kumaşlar denim giysi üretimi için uygun bulunmuştur.
4. Esneklik açısından alt ipliğin Ne 30/1 olması avantaj sağlamaktadır. Buna ilaveten enine esneklik açısından alt ipliğin viskon, modal, tencel ve pamuk olması tavsiye edilirken boyuna esneklik açısından tencel ve polyester alt iplikli kumaşlar tavsiye edilebilir.
5. Fiziksel testler neticesinde alt ipliğin polyester olması istenen performanslar açısından en uygun kumaş olarak görülmektedir.

5.6. Maliyet Analizi Sonuçları

Ticari üretim faaliyeti gösteren bir firmanın üretmiş olduğu ürünün birim fiyatının işletmeye kaç liraya mal olduğu ve rekabet şartlarında kar edilebilmesi açısından kaç liraya satılması gerektiğinin analiz edilmesi gerekmektedir. Bu analiz ise ancak; işletmenin, genelden özele doğru tüm masraflarını birim ürün başına gider olarak yansıtmasıyla mümkündür. Çalışma kapsamında örülmüş kumaşlar kullanıldığından analiz bunun üzerinden çıkarılmıştır. Tez çalışması kapsamında üretilen örme kumaşların maliyetleri hesaplanırken "M_{Toplam} (TL/kg) = H_M +$İ_M$ + E_M +A_M + B_M +T_M" (Bkz. Formül 4.15) formülünden yola çıkılmıştır. Bu formül içerisinde yer alan her bir faktörün alt iplik değişikliğinden ve alt iplik hammaddesinden ne ölçüde etkilendiği analiz edilmiştir. Bu analizler yapılırken evvela iki iplik örme makinesinde bir saatte kg olarak kumaş üretim miktarı hesaplanmıştır. Yapılan diğer tüm analizler saatlik üretilen kumaş miktarı üzerinden yapılmıştır.

1. Formülde yer alan $M_{H,}$ yani hammadde maliyeti anlamına gelmektedir. Örme kumaşlar için hammadde iplik olarak alınmıştır. Toplam iplik maliyeti hesaplanırken üst iplik fiyatı ve kullanım miktarı, alt iplik fiyatı ve kullanım miktarı ve elastan ipliği ve kullanım miktarı hesaplanmış, sonra da toplanmıştır. Yapılan analizler neticesinde hammadde maliyeti, iplik hammadde değişiminden de numara değişiminden de etkilenmektedir (Bkz. Çizelge.4.33).
2. Formülde yer alan $M_{i,}$ işçilik maliyeti anlamına gelmektedir. İşçilik maliyeti hesaplanırken örme işi için işletmede çalışan tüm personelin ücretleri toplanmış ve toplam üretime oranlanmıştır. Sonuçlar göstermektedir ki (Bkz. Çizelge.4.35), hammadde değişikliğinin işçilik maliyeti üzerine etkisi yoktur. Buna karşın iplik numarasında değişiklik yapmak işçiliği etkileyen bir unsurdur.
3. Formülde yer alan $M_{E,}$ yani enerji maliyeti anlamına gelmektedir. Enerji maliyeti hesaplanırken örme işi için harcanan tüm enerji giderleri (hava,

su, elektrik) toplanmış ve toplam üretime oranlanmıştır. Sonuçlara göre (Bkz. Çizelge.4.36) hammadde değişikliğinin enerji maliyeti üzerine etkisi yoktur. Buna karşın iplik numarasında değişiklik yapmak enerji maliyetini etkileyen bir unsurdur.

4. Formülde yer alan (M_A), amortisman maliyeti anlamına gelmektedir. Amortisman (aşınma payı) süresi işletmenin faaliyet gösterdiği alan için yapmış olduğu yatırımların finansal olarak kazanıldığı minimum sürenin hesaplanmasıyla bulunur. Bu süre zarfında harcanan bedelin toplam üretime oranlanmasıyla da amortisman maliyeti bulunur. Sonuçlara göre (Bkz. Çizelge.4.37) hammaddeyi değiştirmenin amortisman maliyeti üzerine bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Buna karşılık iplik numarasında farklılık yapmak amortisman maliyetini değiştirir.
5. Formülde yer alan $M_{D,}$ tamir, bakım gibi farklı maliyetler için harcanan masrafların tümünü kapsar. Diğer maliyetler hesaplanırken aylık olarak harcanan düzensiz masraflar toplanmış ve toplam üretim miktarına oranlanmıştır. Sonuçlar göstermektedir ki (Bkz. Çizelge 4.38) hammaddeyi değiştirmenin diğer maliyetleri etkilemediği ancak numara değişikliğinin bunun üzerinde de etkili olduğu tespit edilmiştir.
6. Formülde yer alan M_T terbiye maliyeti anlamına gelmektedir. Üretilen örme kumaşlar terbiye işletmesinde fason olarak işlem görmüştür. Yani işletmenin bu üç işlem için kg başına belirlediği fason bedel 2,06 TL'dir. İşletme bu bedeli kumaş cinsinden, kalınlığından ve kumaş eninden bağımsız olarak belirlediğinden çalışma kumaşları açısından bir değişiklik göstermemektedir.
7. Kumaşların üretimi için harcanan bedeller toplanıp toplam kumaş miktarına oranlanmış ve birim örme kumaşa ait maliyet çıkarılmıştır. Tüm kumaşların maliyetleri kıyaslandığında (Bkz. Çizelge 4.39) en pahalı kumaşın alt ipliği Ne 30/1 ve tencel olan kumaş olduğu, en ucuz kumaşın ise alt ipliği Ne 20/1 ve polyester-viskon (65-35) karışımı kumaş olduğu görülür. Ancak genel olarak bakıldığında alt iplik numarasını inceltmek maliyeti arttıran bir unsurdur. Alt iplik numarası aynı kalırsa en ucuz

kumaş yine alt ipliği polyester-viskon (65-35) karışımı olan kumaş olacaktır.

5.7. Maliyet Hesaplayıcısı Değerlendirmesi

Tez çalışması kapsamında üretilmiş kumaşların maliyet analizinden yola çıkarak bir maliyet hesaplayıcı ara yüzü yazılmıştır. Bu ara yüz Delphi 7 programı ile oluşturulmuştur. Bu maliyet hesaplayıcısı yardımıyla üretim analizi bölümünde yer alan formüllere gerek kalmadan açılan pencereye gerekli bilgiler girilerek tek bir hamle ile sonuca ulaşmak mümkün olmaktadır. Programın saniyeler içinde sonuç vermesi ve programın Windows'a uyumlu olması söz konusu programın yaygın şekilde kullanılabileceği anlamına gelmektedir. Ayrıca söz konusu program yardımıyla işletmedeki herhangi bir değişikliğin maliyete ne oranda yansıyacağı da anında görülebilecektir.

5.8. Optimizasyon Sonuçları

Tez kapsamında üretilen 18 adet kumaşa çeşitli testler uygulanmış ve kumaşlara ait birim maliyetler çıkarılmıştır. Söz konusu kumaşlar yazlık olarak düşünüldüğünden bu kumaşların sahip olması gereken özellikler hedef olarak seçilmiş, bu özelliklere en az hangi hammadde ile ulaşılacağına karar verilmiştir. Bu sonuca ulaşmak amacıyla Design Expert 8.0 paket programının nümerik optimizasyon menüsünden faydalanılmıştır. Kumaşlara uygulanan optimizasyon sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

1. Maliyet dahil edilmeden yapılan toplam kalite optimizasyonunda (Bkz. Çizelge 4.41) yazlık kullanım için giysi üretilebilecek en uygun kumaş alt ipliği Ne 30/1 ve polyester-viskon olan kumaştır. Bu kumaşın belirtilen hedef ve kısıtlara yaklaşma düzeyi % 58 civarındadır. Takip eden diğer dört kumaşın yaklaşma düzeyi % 50'nin altında kalmıştır. Sonucun böyle çıkması beklenen bir durumdur. Polyester-viskon karışımlı kumaş içindeki

polyester mukavemet, boyutsal dayanım ve esneklik sağlarken, viskon da kumaşın ısıl konfor özelliklerini yükseltmiştir.

2. Maliyet dahil edilerek yapılan toplam kalite ve maliyet optimizasyonunda (Bkz. Çizelge 4.43) yazlık kullanım için denim giysi üretilebilecek en uygun ve en ucuz kumaş alt ipliği Ne 30/1 ve polyester-viskon olan kumaştır. Bu kumaşın belirtilen hedef ve kısıtlara yaklaşma düzeyi % 56 civarındadır. Bundan sonraki ikinci kumaş ise alt ipliği Ne 20/1 ve polyester-pamuk olan kumaştır. Her iki kumaşın özellikleri birbirine oldukça yakındır. Ancak yazlık giysilerde hava geçirgenliğinin oldukça önemli olması ve alt ipliği polyester-viskon olan kumaşın hava geçirgenliğinin çok yüksek olması bu kumaşı lider yapmaktadır. Takip eden diğer üç kumaşın yaklaşma düzeyi % 50'nin altında kalmıştır.
3. Toplam kalite optimizasyonunda maliyet dâhil edilse de edilmese de yazlık kukanım için en uygun kumaşın değişmediği görülmüştür.
4. Kumaşlara uygulan ısıl konfor optimizasyonu (Bkz. Çizelge 4.45) sonuçlarına göre yazlık kullanım için giysi üretilebilecek en uygun kumaş alt ipliği Ne 20/1 ve modal olan kumaştır. Bu kumaşın belirtilen hedef ve kısıtlara yaklaşma düzeyi % 71 civarındadır. Bundan sonraki diğer dört kumaşın istenen özelliklere yaklaşma seviyesi % 50'nin üstündedir. Bu da diğer kumaşların da alternatif olabileceği sonucunu doğurmaktadır. İlk beş kumaş değerlendirildiğinde bambu ve modal hammaddesinden üretilecek giysilerin yaz mevsimi için oldukça konforlu olacağına karar verilebilir.
5. Kumaşlara uygulan ısıl konfor-maliyet optimizasyonu (Bkz. Çizelge 4.47) sonuçlarına göre yazlık kullanım için giysi üretilebilecek en uygun ve en ucuz kumaş alt ipliği Ne 20/1 ve modal olan kumaştır. Bu kumaşın belirtilen hedef ve kısıtlara yaklaşma düzeyi % 74 civarındadır. Bundan sonraki diğer dört kumaşın istenen özelliklere yaklaşma seviyesi % 50'nin üstündedir. Bu da diğer kumaşların da alternatif olabileceği sonucunu doğurmaktadır.
6. Isıl konfor ve ısıl konfor-maliyet optimizasyonları birlikte değerlendirildiğinde en iyi kumaşın değişmediği ancak ilk beş kumaşın

farklılık gösterdiği görülür. Maliyet işin içine girdiğinde iplik numaralarının kalınlaştığı görülür. Bu da alt ipliği inceltmenin maliyeti önemli ölçüde etkilediği sonucunu doğurur.

7. Kumaşlara uygulanan fiziksel özellikler optimizasyonu (Bkz. Çizelge 4.49) sonuçlarına göre fiziksel performans özellikleri bakımından giysi üretilebilecek en uygun kumaş alt ipliği Ne 30/1 ve polyester olan kumaştır. Bu kumaşın belirtilen hedef ve kısıtlara yaklaşma düzeyi % 71 civarındadır. Bundan sonraki diğer dört kumaşın istenen özelliklere yaklaşma seviyesi % 50'nin üstündedir. Bu da diğer kumaşların da alternatif olabileceği sonucunu doğurmaktadır. İlk beş kumaş değerlendirildiğinde alt ipliğin tencel olarak seçilmesinin iyi olabileceği sonucu dikkat çekmektedir.
8. Kumaşlara uygulanan fiziksel özellikler-maliyet optimizasyonu (Bkz. Çizelge 4.51) sonuçlarına göre fiziksel performans özellikleri ve maliyet bakımından giysi üretilebilecek en uygun kumaş alt ipliği Ne 30/1 ve polyester olan kumaştır. Bu kumaşın belirtilen hedef ve kısıtlara yaklaşma düzeyi % 65 civarındadır. Bundan sonraki diğer üç kumaşın istenen özelliklere yaklaşma seviyesi % 50'nin üstündedir. Bu da diğer kumaşların da alternatif olabileceği sonucunu doğurmaktadır. İlk dört kumaş değerlendirildiğinde alt ipliğin polyester karışımlı olarak seçilmesinin iyi olabileceği sonucu dikkat çekmektedir.
9. Fiziksel özellikler ve fiziksel özellikler-maliyet optimizasyonları kıyaslandığında sonucun değişmediği görülmektedir. Yapılan kalite-maliyet optimizasyonu neticesinde kumaşların performans özellikleri ve maliyetleri kullanım amacı doğrultusunda kıyaslanmış ve sonuçlar Çizelge 5.1'de özetlenmiştir. Çizelge 5.1'de boy değişimi yüksek olan kumaşlar ve ısıl soğurganlığı düşük olan kumaşlar elenmiş hem maliyet hem de kalite olarak alt ipliği Ne 20/1 ve modal-pamuk (65-35) olan kumaş yaz mevsiminde kullanmak için gerek mukavemeti, gerek dayanıklılığı, gerek ısıl konforu ve gerek maliyeti açısından mevcut kumaşlar içinde en uygunu olarak seçilmiştir.

Çizelge 5.1. Kumaşların maliyet ve kalitelerine göre uygunlukları

Kumaş tipi	Numune adı	Su Buharı Geçirgenliği Indeks	Hava Geçirgenliği mm/s	Isıl Direnç	Isıl Soğurganlık	Isıl İletkenlik	Patlama mukavemeti, kPa	Bonenkdamma	Esneklik, %		Boyutsal değişim, %		Maliyet, TL/kg	Uygunluk
									En	Boy	En	Boy		
30-20 Kumaşlar	DB20	103,90	575	0,01209	225,43	0,05444	206	3-4	19	35	-10,6	-2,1	20,13	Değil
	DT20	101,36	551	0,01388	187,13	0,05312	213	3-4	21	34	-8,0	-1,8	19,90	Değil
	DM20	102,68	654	0,01342	210,63	0,05405	205	3-4	21	32	-9,4	-2,4	19,55	Değil
	DV20	102,33	603	0,01253	187,70	0,05251	208	4	20	32	-9,7	-3,4	19,83	Değil
	DPA20	105,75	511	0,01313	197,43	0,05555	210	3-4	20	27	-7,3	-3,8	19,56	Değil
	DPO20	102,25	690	0,01510	152,20	0,04984	234	3-4	12	32	-3,6	-1,1	19,40	Değil
	DPO-PA20	103,55	628	0,01414	175,06	0,05125	225	4	10	28	-5,2	-3,1	19,10	Uygun
	DM-PA20	103,03	576	0,01387	206,60	0,05277	224	3-4	20	30	-7,5	-3,2	18,66	En uygun
	DPO-V20	104,12	596	0,01342	159,60	0,05096	224	3-4	13	23	-5,7	2,1	19,14	Uygun
30-30 Kumaşlar	DB30	104,26	668	0,01188	202,50	0,05178	164	3-4	17	34	-10,1	-2,6	19,55	Değil
	DT30	102,33	535	0,01282	163,06	0,05131	204	3-4	18	38	-7,6	-2,4	19,83	Değil
	DM30	105,67	688	0,01342	192,03	0,05171	176	3-4	18	34	-8,9	-3,3	19,56	Değil
	DV30	104,71	733	0,01238	174,73	0,04901	159	4	17	32	-10,1	-2,6	19,40	Değil
	DPA30	102,38	630	0,01322	177,56	0,05147	185	3-4	19	32	-8,9	-2,6	19,10	Değil
	DPO30	101,68	647	0,01496	153,30	0,04891	220	3-4	9	37	-4,2	-1,3	18,66	Değil
	DPO-PA30	102,75	641	0,04968	171,40	0,04968	216	4	11	30	-5,1	-1.83	19,14	Uygun
	DM-PA30	103,99	711	0,01251	167,73	0,05089	184	3-4	19	25	-9,2	-1,8	18,67	Değil

5.9. Tüketici Anket Sonuçları

Örme denim kumaştan üretilen giysilerin tanınıp tanınmadığı, tercih edilmeleri ve geleneksel denim kumaşın tercih edilme veya edilmeme konularını tespit etmek için üniversite öğrencilerine bir anket düzenlenmiştir. Düzenlenen anketin istatistiksel çıktıları aşağıda yorumlanmıştır:

1. Ankete katılan öğrencilerden öncelikle geleneksel dokuma denim pantolonun eksiğini ifade etmeleri istenmiştir. Anket çıktılarına göre dokuma denim pantolonun dezavantajları tüketici sayılarına göre düzenlendiğinde; tüketicilerin % 23'ü ürünleri düşük bel, diğer % 23'ü ise dayanıksız bulmaktadır. Tüketicilerin % 18'lik kısmı ürünün yıkama sırasında renk atmasının en önemli sorun olduğunu belirtmiştir. Ayrıca % 15'lik grup ürünün rahatsızlığından, % 10'luk kısım ürünün sert ve kalın olduğundan, % 8'lik kısım ürünün giydikten sonra bollaştığından ve % 3'lük kısım da ürünün esnemediğinden dolayı konforsuz olduğunu ifade etmektedir.
2. Tüketicilere çalışma kapsamında üretilmiş örme denim kumaşlardan dikilmiş pantolonlar gösterilmiş ve tüketicilerin bu giysiyi analiz etmeleri istenmiştir. Ankete katılan tüketici grubun % 60'ı çalışma kapsamında üretilen ürünü esnek olarak tanımlarken ; % 20'si yumuşak, % 16'sı rahat ve % 4'ü de konforlu olarak ifade etmiştir. Yapılan esneklik ve ısıl konfor test sonuçları da tüketicilerin görüşlerini desteklemektedir. Kumaşların esneklikleri ve geçirgenlikleri oldukça yüksek çıkmıştır.
3. Söz konusu gruba ayrıca bu tarz ürünler piyasada satılsa alıp almayacakları sorusu yöneltildiğinde verdikleri cevaplar dikkate alındığında ankete katılan öğrencilerin % 51'inin bu ürünleri satın alacaklarını, % 16'sının da belki alabileceklerini ifade ettikleri görülür. Öğrencilerin % 26'sı almayacaklarını söylemiştir. Bu ürünlerin tercih edilme oranı cinsiyete bağlı olarak değerlendirildiğinde ise genelde kızlar tarafından tercih edildiği açıktır.

4. Tüketici arayışlarına kulak vermeden yapılan hiçbir üretim ne denli iddialı olsa da pazarda başarılı olamaz. Buradan hareketle piyasadaki gerek fiziksel konfor açısından gerek dokuma denim pantolonların ergonomik açıdan çok rahat olmayışından tüketiciye sunulması gereken farklı bir pantolon kumaşına ihtiyaç vardır. Özellikle hedef kitle bayanlar ve çocuklar olarak seçildiğinde bu rahatlığın daha da ön planda olduğu görülmektedir. Bu anket sonucunda örme denim kumaşlardan üretilen giysilerin tüketiciler tarafından tercih edilebileceğine karar verilmiştir.

5.10. Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler

1. Çalışmada alt iplik numarası Ne 20/1 ve Ne 30/ olarak seçilmiştir. Daha sonraki çalışmalarda farklı numaralar kullanılarak kumaşlar üretilip sonuçlar kıyaslanabilir.
2. Çalışma kapsamında üretilen kumaşlardan giysiler üretilerek kullanıcıların giysileri giyerek test etmesi sağlanabilir. Böylelikle çalışmada teorik olarak elde edilen test sonuçları pratiklikle birleştirilerek daha kapsamlı bir çalışma oluşturulabilir.
3. Bundan sonraki çalışmalarda daha fazla numune üretimi gerçekleştirilerek yapılan performans testlerinin yapay sinir ağlarıyla tahminlenmesi sağlanabilir.

KAYNAKLAR

AATCC 135, 2002 Tekstil Deneyleri için Ev Tipi Çamaşır Makinesi ile Yıkama ve Kurutma İşlemleri

ABDESSELAM S.B., ABDELKADER Y.B., MOKHTAR S., ve ELMAIZOUGUI S., 2009. Influence of Elastane Consumption on Plated Plain Knitted fabric Characteristics, Journal of Engineered Fibers and fabrics, 4, s:16-20.

AKÇAKOCA P., 1999. Denim Kumaşlar ve İndigo Boyamacılığı, Tekstil ve Konfeksiyon, n:2, s: 136-143.

BABAARSLAN O., BALCI H., ve GÜLER Ö. 2007. Elastan İlavesinin Polyester-Viskon Karışımlı Dokuma Kumaş Özellikleri Üzerindeki Etkisi. Tekstil ve Konfeksiyon, 2, 110-114.

BAYAZIT A., 1997. Pamuklu Düz Örme Kumaşların Boncuklanma Eğilimleri Üzerine Bir Araştırma, Tekstil ve Konfeksiyon, 4.

BAYAZIT MARMARALI, A., 2003. Dimensional and Physical Properties of Cotton/Spandex Single Jersey Fabrics, Textile Research Journal, 73(1), 11-14.

BECEREN N., NERGIS,B.U., 2008. Comparison of the Effects of Cotton Yarns Produced by New Modified and Conventional Spinning Systems on Yarn and Knitted Fabric Performance, Textile Research Journal, 78(4), 297-303.

BENLTOUF S., FAYALA, F., CHEIKHROUHOU, M., BEN NASRALLAH, S., 2007. Porosity Determination of Jersey Structure, AUTEX Research Journal, Vol.7, No.1.

BIVAINYTE A., VE MIKUCIONIENE D, 2012. Influence of Shrinkage on Air and Water Vapour Permeability of Double-layered Weft Knitted Fabrics, Materials Science, Vol:18, No:3.

BIVAINYTE A., VE MIKUCIONIENE D., 2011. Investigation on the Dynamic Water Absoption of Double-layered Weft Knitted Fabrics, Fibres and Textiles in Eastern Europe, V:19, No:6 (89), 64-70.

BÜYÜKÖZTÜRK Ş.2002. Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı, 5.Baskı. Bölüm 4, 39-79. Pegem A Yayıncılık. Ankara.

CANDAN C., ve ÖNAL L., 2002. Dimensional, Pilling and Abrasion Properties of Weft Knits Made from Open-end and Ring Spun Yarns, Textile Research Journal, 72(2), 164-169.

CARD A., MOORE M., ve ANKENY M., 2006. Garment Washed Jeans: Impact of Launderings on Physical Properties, International Journal of Clothing Science and Technology, Cilt:18, Sayı:1, 43-52.

ÇAY, A., TARAKÇIOĞLU, I., 2008, Relation between Fabric Porosity and Vacuum Extraction Efficiency: Energy Issues, The Journal of The Textile Institute, 99, 6, 499-504.

ÇEKEN F., An İnvestigation into the Pilling Properties of Plain Knitted Fabrics., Knitting Technology, 3/2001.

CHANDRASEKHAR I., BERND M., WOLFGANG S., 1995. Circular Knitting (Second Edition). Meisenbach Bamberg.

CHIDAMBARAM P., GOVIND R. VE VENKATARAMAN K., 2011. The Effect of Loop Length and Yarn Linear Density on the Thermal Properties of Bamboo Knitted Fabric, Autex Research Journal, V:11,N:4,

CHOI M. VE ASHDOWN S.P., 2000. Effect of Changes in Knit Structure and Density on the Mechanical and Hand Properties of Weft-Knitted Fabrics for Outerwear, Textile Research Journal, Vol 70(12), 1033-1045.

ÇİVİTÇİ Ş., ve ÇAKMAK Z.F. 2009. Effects of Fabric Constructions on Pattern Design in Women Trousers, Tekstil ve Konfeksiyon, V:4, 316-322.

ÇOBAN S. 1993. Dokuma-Örme Kumaşlarda Çekme Problemi ve Yıkamada Boyut Değişimi Testleri. Tekstil ve Konfeksiyon, 2, 124-136.

ÇORUH E. 2009. Kot Pantolonun Ergonomisinin İncelenmesi, Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, Sayı: 3, 248-254.

ÇORUH E., 2011. Farklı Düze Tipleri Kullanılarak Eğrilmiş Open-end Rotor İpliklerinden Örme Süprem Kumaş özelliklerinin İncelenmesi, Çukurova üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.

ÇORUH M., VURAL T., ve ÇORUH E., 2011. Denim Pantolonun Fiziksel Konforunu Değerlendirmek İçin Bir Ölçek Geliştirme Çalışması, Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, Cilt 1, Sayı :1, 77-81.

DALE B.G., ve BUNNEY H., 1999. Total Quality Management, Blackwell Publishers, 275 sayfa, ISBN: 9780631216643.

DAYIOĞLU H., KARAKAŞ, H., 2007. Elyaf Bilgisi, No. 1, ISBN: 978 975 01610 1 8, İstanbul: Ajans Plaza.

DEMİRHAN M. ve MERİÇ B., 2005. Örme Kumaş ve Giysilerde Yıkama ve Kurutma Sonrası Boyut Değişimlerinin İncelenmesi, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt:11, Sayı:3, 381-390.

ERDEM Ş., KARSU S., MEMİŞ E., ve YILDIZ O., 2010. Denim Pazarında Marka Konumlandırmalarının Karşılaştırılması, Marmara Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt 28, Sayı:1, 351-384.

ERDUMLU N., 2010. Murata Vortex Spinner (MVS) İplik Eğirme Sisteminde Elde edilen İpliğin Yapısı ve İplik Özelliklerini Etkileyen Faktörler , Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(1) 99-108.

ERDUMLU N., ÖZIPEK, B., & OXENHAM , W., 2012. The Structure and Properties of Carded Cotton Vortex Yarns, Textile Research Journal,82(7), 708-718.

ERDUMLU N., ÖZIPEK, B., 2008. Investigation of Regenerated Bamboo Fibre and Yarn Characteristics, Fibres and Textiles in Eastern Europe, 16(4), 43-47.

ERTEKİN G., MARMARALI A. 2011. Heat, Air and Water Vapor Transfer Properties of Circular Knitted Spacer Fabrics, Tekstil ve Konfeksiyon, 21(4), 369-373.

FATAHI, I., YAZDI, A.A., 2010, Assessment of the Relationship between Air Permeability of Woven Fabrics and its Mechanical Properties, Fibres and Textiles in Eastern Europe, 18, 6, 68-71.

GOKERNESHAN N., KUMAR M.K., DEVAN P., DINESH K., KUMAR A.P., SARANYA G. ve SUBHASH K., 2010. Denim-like Effect in Knitted Fabrics, The Indian Textile Journal, February.

GÜNAYDIN M.N. 2009. Rejenere Selülozik Liflerin Karakteristik Özellikleri ve Tekstilde Kullanım Alanları, TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası, Tekstil ve Mühendis Dergisi Güncel Eki'nde Yayınlanmış inceleme Yazısıdır.

HAVENITH G., 2002. The Interaction of Clothing and Thermoregulation, Exogenous Dermatology, 1(5), 221-230.

HU J., 2008. Fabric Testing. Part 6: Fabric Appearance Testing. 148-187. Textile Institute, England. 978-1-84569-297-1.

ISO 8402, 1995. Quality Management Systems, Fundementals and Vocabulary.

ITKIB GENEL SEKRETERLIĞI, AR&GE ve Mevzuat Şubesi, 2006. Denim Kumaşlar ve Denim Giysiler Üzerine Kısa Bilgiler.

JINTU F ve HUMBLE W.K. T, 2008. Effect of Clothing Thermal Properties on the Thermal Comfort Sensation During Active Sports, Textile Research Journal, February, 78(2), 111.

KADOLPH S.J., LANGFORD A.L., 2009. Textiles, Bölüm 1. 10.Baskı, Prentice Hall, 512 s. ISBN:978-0131187696.

KALAYCI Ş., ve Arkadaşları, 2005. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Korelasyon Analizi, Varyans Analizi, 116-167. ISBN 975-9091-14-3. Ankara.

KANAT E. ve ÖZDİL N., 2013. Giysilerde Isıl Konfor, Isıl Konfor Sempozyumu, 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi – 17/20 Nisan İzmir

KARAKAN G., ABDULLA G., KODALIOĞLU M., 2009. Murata Vortex İplik Eğirme Sistemi ve İplik Özelliklerinin İncelenmesi, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi 3(3) 47-55.

KARAKAŞ H., UÇAR N., KÜÇÜK G., ve ÖZBEK S. 2009. Bambu İpliklerinden Örülmüş Kumaşların Boyutsal Değişim Performansı. Örme İhtisas Makale, 44-46.

KAYSERİ ÖZÇELİK G., BOZDOĞAN F., ve HES L., 2010. Rejenere Selüloz Liflerinin Performans Özellikleri, Tekstil ve Konfeksiyon, 3, 208-212.

KÜÇÜKŞALVARCI N., 2002. Örme Kumaşta Kaliteyi Etkileyen Faktörler, Tekstil ve Konfeksiyon, Cilt 2, 76-81.

LATZKE P.M. 1983. Testing the Elongation and Elasticity of Strech Fabrics. Melliand Textilberichte, 116-122.

MAJUMDAR A., MUKHOPADHYAY S., ve YADAV R., 2010. Thermal Properties of Knitted Fabrics Made from Cotton and Regenerated Bamboo Cellulosic Fibres, International Journal of Thermal Science, 49, 2042-2048.

MARMARALI A, KRETZSCMAR DÖNMEZ S, ÖZDİL N., ve OĞLAKÇIOĞLU N., 2006. Giysilerde Isıl Konforu Etkileyen Parametreler, Tekstil ve Konfeksiyon, Ekim-Aralık, 241-246.

MARMARALI A, ÖZDİL N., ve KRETZSCMAR DÖNMEZ S., 2006. Giysilerde Isıl Konfor, Tekstil Teknik, No:9, 163-167.

MARMARALI A., ÖZDİL N., ve KRETZSCMAR DÖNMEZ S., 2007. Elastik İplikli Düz Örme Kumaşların Isıl Konfor Özellikleri, Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, N:3.

MARMARALI A., ve OĞLAKÇIOĞLU N., 2013. Giysilerde Isıl Konfor, Isıl Konfor Sempozyumu, 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi – 17/20 Nisan İzmir

MATUSIAK ve SIKORSKI, 2011. Relative Thermal Comfort Index as a Measure of the Usefulness of Fabrics for Winter Clothing Manufacturing, Fibres and Textiles in Eastern Europe, 19, 6(89), 94-100.

MATUSIAK, M., 2010. Thermal Comfort Index as a Method of Assessing the Thermal Comfort of Textile Materials, Fibres and Textiles in Eastern Europe, 18, 2(79), 45-50.

MAVRUZ, S., OĞULATA R.T, 2009. Pamuklu Örme Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin İncelenmesi ve İstatistiksel Olarak Tahminlenmesi, Tekstil ve Konfeksiyon, No.1, 29-38.

MAVRUZ, S., OĞULATA R.T., 2009, Biyoparlatma Uygulanmış Örme Kumaşlara Tekrarlı (Çoklu) Yıkamaların Etkisinin İncelenmesi, Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, Cilt 19, Sayı : 3, 224-230, Temmuz-Eylül.

MEGEP, 2007. Giyim Üretim Teknolojisi, Giyimde Ölçülendirme, s:2-6.

MONTGOMERY, D. C., 2000, Design and Analysis of Experiments, Fifth Edition, New York, John Wiley & Sons., ISBN: 0471316490, 684s.

OĞLAKÇIOĞLU N. ve Arkadaşları, 2009. Thermal Comfort Properties of Angora Rabbit/Cotton Fiber Blended Knitted Fabrics, Textile Research Journal, 9(10), 888–894.

OĞLAKÇIOĞLU N., 2009. Tıbbi Çorapların Kompresyon ve Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.

OĞLAKÇIOĞLU N., VE MARMARALI A, 2010. Rejenere Selüloz Liflerinin Kompresyon Çoraplarının Isıl Konfor Özelliklerine Etkisi, Tekstil ve Mühendis, 17(77), 6-12.

OĞLAKÇIOĞLU N., VE MARMARALI A., 2007. Thermal Comfort Properties of some Knitted Structures, Fibres and Textiles in Eastern Europe, V:15, N:5-6, 64-65.

OH A., 2008. The Measurement of Water Vapour Transfer Rate Through Clothing System with Air Gap Between Layers, Heat Mass Transfer, 44, 375-379.

OKUR N., 2006. Bambu Lifi ve İplik Özelliklerinin Diğer Lif ve İpliklerin Performans Özellikleri ile Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

ÖNAL L., ve CANDAN C., 2003. Contribution of Fabric Characteristics and Laundering to Shrinkage of Weft Knitted Fabrics, Textile Research Journal, 73(3), 187-191.

ONISHI T. ET AL., " Denim Like Article of Clothing and Method of Producing the Same", United States Patent, n: 6752840.

ÖZBAĞCI Ö., 2008. Pamuk ve Bazı Rejenere Seluloz Esaslı Süprem Örgü Kumaşların Fiziksel ve Boyutsal Özellikleri, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tez Çalışması, İzmir.

ÖZCAN G., ve CANDAN C., 2005. Properties of Three-Thread Fleece Fabrics, Textile Research Journal, 75(2), 129-133.

ÖZDIL N., 2003. Kumaşlarda Fiziksel Kalite Kontrol Yöntemleri, 1. Baskı Bornova/İzmir.

ÖZDIL N.,, 2008. Stretch and Bagging Properties of Denim Fabrics Containing Different Rates of Elastane, Fibres and Textiles in Eastern Europe, Ocak-Mart, Vol:16, No:1(66), 63-67.

PRAKASH C., RAMAKRISHNAN G., ve KOUSHIK C.V., 2013. A Study of the Thermal Properties of Bamboo Knitted Fabrics, Journal of Therm Anal Calorim, 101-105.

QUAYNOR L., TAKAHASHI M. VE NAKAJIMA M., 2000. Effects of Laundering on the Surface Properties and Dimensional Stability of Plain Knitted Fabrics, Textile Research Journal, 70(1), 28-35.

QUINNEN M., 1984. Knitted Fabric Produced From Indigo Dyed Yarn, United States Patent, n: 4613336.

RAMESHKUMAR C.,ANANDKUMAR P., SENTHILNATHAN P., JEEVITHA R. & ANBUNAMI N., 2008. Comparative Studies on Ring Rotor and Vortex Yarn Knitted Fabrics, Autex Research Journal, 8(4), 101-105.

RASTOGI B.L.ve OSWAL J.L., 2001. Process for the Preperation of Indigo Dyed Yarn for Use in the Manufacture of Knitted Fabric, United States Patent, n: 7185405.

RASTOGI B.L.ve OSWAL J.L., 2001. Process for the Preperation of Indigo Dyed Yarn for Use in the Manufacture of Knitted Fabric, United States Patent, n: 7185405.

SENTHILKUMAR M., VE ANBUNAMI N, 2011. Elastic Knitted Fabrics for Tight Fit Sportswear, The Indian Textile Journal, June.

SENTHILKUMAR M., VE ANBUNAMI N., 2011. Dynamics of Elastic Knitted Fabrics for Sports Wear, Journal of Industrial Textiles, Vol:41, No:1, 13-23.

SHAHBAZ B., JAMIL N. A., ve RAFI S., 2002. Shrinkage Control of Fleece Knit Fabrics by some Yarn and Knitting Variables, Pakistan Journal of Applied Sciences, 2(77); 715-718.

SHARMA, I. C., GHOSH S. VE GUPTA., 1985. Dimensional and Physical Characteristcs of Single Jersey Fabrics. Textile Research Institute., 149-156.

SHIH L., 2005. Method for Knitting Denim, United States Patent, n:7530241.

SHIN J.C., 2004. Knitted Fabric for Producing Indigo-dyed Cotton Denim Jeans, , United States Patent, n:0172982.

SPENCER, DAVID J. 2001. Knitting Technology, Second Edition, England. Woodhead Publishing Limited.

SÜLAR V., OKUR A., ve BEDEN A.R., 2012. Deformation Properties of Knitted Fabrics Suitable for Sportswear, 5.Uluslararası Teknik Tekstiller Kongresi, 7-9 Kasım, İzmir/Türkiye.

TS 10259 TEKSTİL-Gömleklik Kumaşlar-Dokuma Özellikler

TS 10698 TEKSTİL-Elbise ve Bluz kumaşı- Dokuma Özellikler

TS 10986 TEKSTİL-Spor Giyeceklerinde Kullanılan Kumaşlar- Kadın ve Kız Çocukları İçin Örülmüş

TS 10988 TEKSTİL-Spor Giyeceklerinde Kullanılan Kumaşlar- Erkek ve Erkek İçin örülmüş

TS 11266 TEKSTİL-Kadın ve Kız Çocukları İçin Etek, Elbise, Pantolon ve Bluz Kumaşı- Örülmüş

TS 11612 TEKSTİL MAMÜLLERİ-Spor Gömleklik Kumaş- Dokunmuş ve Örülmüş

TS 2791 TEKSTİL-Pamuklu Blucin (denim) Kumaş

TS 391 EN ISO 9237/Nisan 1999, Tekstil-Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini.

TS 7128 EN ISO 5084 Tekstil-Tekstil Materyallerinin Kalınlığının Tayini

TS EN ISO 139 Tekstil - Şartlandırma ve Deney İçin Standart Ortamlar

TS EN ISO EN 12127 Tekstil-Kumaş-Tekstil Materyallerinin Birim Alan Kütlesinin Küçük Numuneler Kullanılarak Tayini

TSE EN 14971, 2006. Tekstil-Örme Kumaşlar-Birim Alandaki İlmek Sayısının Ölçülmesi

TURAN, B.R., OKUR, A., 2010, "Kumaşlarda Hava Geçirgenliği", Tekstil ve Mühendis, 15,72, 16-25.

VIVEKANADAN M.V., RAJ S., SREENIVASAN S., NACHANE R.P., 2011. Parameters Affecting Warm-cool Feeling in Cotton Denim Fabrics, Indian Journal of Fibre &Textile Research, Vol:36, s:117-121.

WILBIK-HALGAS, B., DANYCH, R., WIECEK, B., KOWALSKI, K., 2006, Air and Water Vapour Permeability in Double-Layered Knitted Fabrics with Different Raw Materials, Fibres and Textiles in Eastern Europe, Vol.14, No. 3(57).

YAKARTEPE M.,YAKARTEPE Z., 1998, Yuvarlak Örme Kumaş Tanıtımı ve Analizi, T.K.A.M. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi, Cilt 12, s 652-739, İstanbul

YAKARTEPE M.,YAKARTEPE Z., 1998, Yuvarlak Örme Makineleri, T.K.A.M. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi, Cilt 15, s 875-896, İstanbul

YAKARTEPE M.,YAKARTEPE Z., 1998, Yuvarlak Örme Makinelerinde Üretilen Kumaşların Genel Özellikleri, T.K.A.M. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi, Cilt 14, s 826-872, İstanbul

YAKARTEPE M.,YAKARTEPE Z., 1998, Yuvarlak Örmeciliğe Giriş, T.K.A.M. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi, Cilt 7, s 374-400, İstanbul

YAKARTEPE M.,YAKARTEPE Z., 1998, Yuvarlak Örmede Yüzey Oluşturucu Örgü Elemanları, T.K.A.M. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi, Cilt 9, s 440-476, İstanbul

ZUPIN Z, HLADNIK A. ve DIMITROVSKI K, 2011, Prediction of one-layer woven fabrics air permeability using porosity parameters, Textile Research Journal, 82(2), 117–128

http://tr.wikipedia.org/wiki/Bambu_elyaf%C4%B1 Mayıs 2013-Bambu lifi

http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/open-end-iplik/akrilik-pamuk.php Mayıs 2013-Pamuk lifi

http://www.denimsandjeans.com-2013/denim-fabric-developments/indigo-rope-dyeing-some-important-technical-considerations/ Mayıs 2013-Halat boyama yöntemi

http://www.tekstil-turkiye.comhttp://tekstiltime.blogcu.com/denim-kumasin-genel-ozellikleri/1460896 05.Mayıs.2010

http://www.knitdenim.com/10 Mayıs 2013-Örme denim ürünler

http://www.kikaycollections.com/02 Mayıs 2013-Örme denim jeggingsler

http:// www.itkib.org.tr/02 Mayıs 2012-Denim ürünlerin ihracat pazar payı

http://www.hakansevin.com/tr_indigo_2.html 04.05.2010-İndigo boyamacılık
http://www.hakansevin.com/tr_indigo_4.html 04.05.2010-İndigo boyamacılık
http://cutekstil.blogcu.com/denim-giysiye-yapilan-bitim-işlemleri22.06.2010
http://khartasia-crcc.mnhn.fr/ja/node/622 04.05.2013
http://www.yagyemezler.com/iceriktr.php?sayfa=indigo-halat boyama resmi
http://www.memnun.com.tr-2013-Soğuk yıkama resmi
http://www.muratec-vortex.com
www.cottonninc.com, 06.01. 2013-pamuk ipliği
www.uster.com, 01.10.2013
http://www.uster.com/en/service/uster-statistics, 01.10.2013
http://tr.scribd.com/doc/77538640/tekstil-lifleri- rejenere selülozik lifler, 29.07.2013

ÖZGEÇMİŞ

08/10/1980 yılında Nizip/Gaziantep'te doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Nizip'te tamamladı. 1999 yılında başladığı Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü'nden 2004 yılında mezun oldu ve aynı yıl Tekstil Mühendisliği Bölümü Tekstil Bilimleri Anabilimdalı'nda yüksek lisansa başladı ve 2007 yılında tamamladı. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Tekstil Makineleri Anabilimdalı'nda doktora çalışmasına başladı. Evli ve iki çocuk annesidir.

EKLER

EK 1
Delphi 7 Programına göre maliyet hesaplayıcı ara yüzü

interface

- **uses**
- **Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,**
- **Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls;**
- **type**
- **TForm1 = class(TForm)**
- **GroupBox1: TGroupBox;**
- **Label1: TLabel;**
- **Label2: TLabel;**
- **Label3: TLabel;**
- **Label6: TLabel;**
- **Label7: TLabel;**
- **Label12: TLabel;**
- **Edit1: TEdit;**
- **Edit2: TEdit;**
- **Edit3: TEdit;**
- **Edit6: TEdit;**
- **Edit7: TEdit;**
- **Edit11: TEdit;**
- **Label5: TLabel;**
- **Label10: TLabel;**
- **Label13: TLabel;**
- **Label14: TLabel;**
- **Label8: TLabel;**
- **Button1: TButton;**
- **Edit5: TEdit;**
- **Label11: TLabel;**
- **Label28: TLabel;**
- **GroupBox2: TGroupBox;**
- **Label16: TLabel;**
- **Label17: TLabel;**
- **Label18: TLabel;**
- **Label23: TLabel;**
- **Label24: TLabel;**
- **Label25: TLabel;**
- **Label9: TLabel;**
- **Label19: TLabel;**
- **Label20: TLabel;**
- **Label21: TLabel;**

- **Label22: TLabel;**
- **Label26: TLabel;**
- **Label27: TLabel;**
- **Label29: TLabel;**
- **Label30: TLabel;**
- **Label4: TLabel;**
- **Label32: TLabel;**
- **Label35: TLabel;**
- **Label38: TLabel;**
- **Label39: TLabel;**
- **Label45: TLabel;**
- **Label36: TLabel;**
- **Label37: TLabel;**
- **Label33: TLabel;**
- **Label34: TLabel;**
- **Label40: TLabel;**
- **Label41: TLabel;**
- **Label42: TLabel;**
- **Edit14: TEdit;**
- **Edit15: TEdit;**
- **Edit16: TEdit;**
- **Edit17: TEdit;**
- **Edit18: TEdit;**
- **Edit19: TEdit;**
- **Edit20: TEdit;**
- **Edit21: TEdit;**
- **Edit22: TEdit;**
- **Edit23: TEdit;**
- **Edit24: TEdit;**
- **Edit25: TEdit;**
- **Edit26: TEdit;**
- **Edit28: TEdit;**
- **Edit29: TEdit;**
- **Edit4: TEdit;**
- **Button2: TButton;**
- **Edit30: TEdit;**
- **Label15: TLabel;**
- **Label43: TLabel;**
- **Label44: TLabel;**
- **GroupBox3: TGroupBox;**
- **Edit8: TEdit;**
- **Edit9: TEdit;**
- **Edit10: TEdit;**

- **Label31: TLabel;**
- **Label46: TLabel;**
- **Label47: TLabel;**
- **Image1: TImage;**
- **procedure Button1Click(Sender: TObject);**
- **private**
- **{ Private declarations }**
- **public**
- **{ Public declarations }**
- **end;**

- **var**
- **Form1: TForm1;**

- **implementation**

- **{$R *.dfm}**

- **procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);**
- **var n,ss,G,siracm,En,R: Double;**
- **P, PT ,Must,Gust,Fiust,Galt,Malt,Fialt,Melast: Double;**
- **Gelast,Fielast ,Mi,MH,MP,MT,UP,No,Gun,Saat,Mis,ME,MA, MB,A: Double;**
    - **FM,TA,HY,MD,DM,MTOP: Double;**
- **begin**
- **n:=StrToFloat(Edit1.Text);**
- **ss :=StrToFloat(Edit2.Text);**
- **G:=StrToFloat(Edit3.Text);**
- **siracm:=StrToFloat(Edit6.Text);**
- **en:=StrToFloat(Edit7.Text);**
- **R :=StrToFloat(Edit11.Text);**
- **Gust:=StrToFloat(Edit14.Text);**
- **Galt:=StrToFloat(Edit15.Text);**
- **Gelast:=StrToFloat(Edit16.Text);**
- **Fiust:=StrToFloat(Edit17.Text);**
- **Fialt:=StrToFloat(Edit18.Text);**
- **Fielast:=StrToFloat(Edit19.Text);**
- **UP:=StrToFloat(Edit20.Text);**

- **No:=StrToFloat(Edit21.Text);**
- **Gun:=StrToFloat(Edit22.Text);**
- **Saat:=StrToFloat(Edit23.Text);**
- **MB:=StrToFloat(Edit24.Text);**
- **FM:=StrToFloat(Edit25.Text);**

- **TA:=StrToFloat(Edit26.Text);**
- **DM:=StrToFloat(Edit28.Text);**
- **HY:=StrToFloat(Edit4.Text);**
- **{ n,ss,G,siracm,en,R: Double;**
- **P,PT ,EH,Must,Gust,Fiust,Galt,Malt,Fialt,Melast: Double;**
- **Gelast,Fielast ,Mi,MH,MP,MT,UP,No,Gun,Saat,Mis,ME,MA, MB,A: Double;**
    - **FM,TA,HY,MD,DM,MTOP: Double; }**
- **P:=(n*SS*60*R)/(siracm*100);**
- **PT:=P*En*G/100000*0.95;**

- **Must:=Gust*Fiust ;**
- **Malt:=Galt*Fialt ;**
- **Melast:=Gelast*Fielast;**
- **Mi:=Must + Malt + Melast;**
- **MH:=Mi/ PT;**
- **MP:=UP/No/Gun/Saat;**
- **Mis:= MP/PT;**
- **ME:=MB/ PT ;**
- **A:=FM/TA/HY;**
- **MA:=A/PT;**
- **MD:=DM/PT/Gun/Saat;**
- **MTOP:=MH+Mis+ME+MA+MD+MT;**
- **Edit30.Text:= FloatToStr(MTOP);**

- **end;**
- **end.**