

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Filiz ŞEKERDEN

DOKTORA TEZİ

PES/VİS/LYCRA® İÇERİKLİ ATKI ELASTAN DOKUMALARDA ÇEŞİTLİ
DOKUMA FAKTÖRLERİNİN KUMAŞIN FİZİKSEL VE MEKANİK
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA,2009

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PES/VİS/LYCRA® İÇERİKLİ ATKI ELASTAN DOKUMALARDA ÇEŞİTLİ
DOKUMA FAKTÖRLERİNİN KUMAŞIN FİZİKSEL VE MEKANİK
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Filiz ŞEKERDEN

DOKTORA TEZİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**Bu tez 08/05/2009 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.**

İmza:.....

Yrd. Doç. Dr. Nihat ÇELİK
DANIŞMAN

İmza:.....

Prof. Dr. Erdem KOÇ
ÜYE

İmza:.....

Yrd. Doç. Dr. Ali KOKANGÜL
ÜYE

İmza:.....

Doç. Dr. Hüseyin AKILLI
ÜYE

İmza:.....

Doç. Dr. Mehmet TOPALBEKİROĞLU
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Tarafından
Desteklenmiştir.

Proje No: MMF.2005.D2

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

ÖZ

DOKTORA TEZİ

PES/VİS/LYCRA® İÇERİKLİ ATKI ELASTAN DOKUMALARDA ÇEŞİTLİ DOKUMA FAKTÖRLERİNİN KUMAŞIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

FİLİZ ŞEKERDEN

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Nihat ÇELİK
Yıl: 2009, Sayfa: 177
Juri : Yrd. Doç. Dr. Nihat ÇELİK
Prof. Dr. Erdem KOÇ
Yrd. Doç Dr. Ali KOKANGÜL
Doç. Dr. Hüseyin AKILLI
Doç. Dr. Mehmet TOPALBEKİROĞLU

Tez çalışması PES/Vis/Lycra® içerikli atkı elastan dokumalarda doku faktörlerinin kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerine olan etkisinin incelenmesini içermektedir. Doku faktörleri dokunun tipi, atkı numarası ve sıklığı olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda iki farklı atkı, yedi farklı doku tipi ve dört farklı atkı sıklığında kumaşlar dokunmuştur. Buna karşılık tespit edilecek kumaş özellikleri yıkama çekmesi (sanfor), sanfor öncesi ve sonrası sıklık, atkıda kısalma ve kıvrım, gramaj, kalınlık, kumaş eni, kopma mukavemeti ve uzaması, yırtılma mukavemeti, elastikiyet ve kalıcı uzama olarak ortaya konulmuştur. Dokuma performansının ve kumaş yapısının çözgü gerilimlerinden önemli ölçüde etkilendiği düşüncesiyle, belirlenen dokuma şartlarında, beş bölgede çözgü gerilimleri ölçülmüştür. Kumaş yapısal parametreleri ile gerilimin fonksiyonel ilgisi ortaya konarak detayları tez içerisinde tartışılmıştır. Çalışma planları çerçevesinde elde edilen verilerin istatistiksel analizleri yapılarak kumaş özelliklerini etkilemede dokuma faktörlerinin önem seviyesi de ayrıca belirlenmiştir. Teze özel çalışmanın asıl hedefini oluşturan husus, elde edilen verilerden hareketle bir dokunun bir birim alanında dokuma faktörlerine bağlı olarak, tanım ve tespiti kolaylıkla yapılabilir bir parametre olarak “bağlanma noktası sayısı veya diğer bir deyişle birim alandaki ipliklerin kesişim sayısı” ile ölçme ve test etme yoluyla tespit edilen kumaş özellikleri arasındaki anlamlı fonksiyonel ilginin varlığı üzerinde analiz ve inceleme yapılmış ve bu hususta önemli ve başarılı sonuçlara ulaşılmıştır. Yapılan çalışmaların sonuçları detayları ilgili bölümlerde anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Polyester, Viskon, Lycra®, Atkı elastan dokuma, çözgü gerilimi, iplik kesişim sayısı

ABSTRACT

PhD THESIS

INVESTIGATION EFFECTS OF VARIOUS WEAVE PARAMETERS ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF PES/VIS/ LYCRA® WEFT ELASTANE WOVENS

FİLİZ ŞEKERDEN

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

Supervisor : Assist.Prof. Dr. Nihat ÇELİK
Year: 2009, Page: 177
Jury : Assist.Prof. Dr. Nihat ÇELİK
Prof. Dr. Erdem KOÇ
Assist.Prof. Dr. Ali KOKANGÜL
Assoc. Prof. Dr. Hüseyin AKILLI
Assoc. Prof. Dr. Mehmet TOPALBEKİROĞLU

Thesis study contents the investigation of weave parameters on physical and mechanical properties of woven fabrics containing PES/Vis/Lycra® weft elastane yarns. The parameters have been determined as weave type, weft number and density. From this point, the fabrics were woven in seven different pattern constructions with four different weft densities using two different weft in count. The fabric properties to measure have been decided as dimensional stability, sanforization test and fabric shrinkage after washing, weight, density, weft yarn crimping and the width and thickness variations of fabrics. Additionally, fabric breaking and tearing strength, elasticity and extensibility have been subjected to testing in order to evaluate and compare the behaviours of fabrics. Moreover, warp tensions have been measured under running conditions of the loom, considering that the tension variations affect the quality of fabrics and weaving performance or efficiency. Hence, the relationship between the tension and weaving parameters determined has been given on the base of this study. On the other hand, the data obtained was analysed statistically to carry out the importance of weave parameters on fabric properties and warp tensions. Speciality of the thesis was the investigation and analyzing of the functional relationship between the fabric properties, all mentioned above, which could be measured or tested and the numbers of interlacing points of yarns in a unit of fabric area (i.e. the area of 1 cm²) which could easily be counted or determined for weaving/woven structural parameters. Important and successful evaluations have been drawn out of the study. The overall results with their discussions have been given in the related chapters.

Key words: Polyester, Viskon, Lycra®, weft elastane, weave, warp tension, yarn interlacing number

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmalarına yön veren, çalışmanın her aşamasında bilgi, görüş ve eleştirilerinden yararlandığım, bilimsel desteği ve katkılarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Nihat ÇELİK'e sonsuz teşekkür ederim.

Tez izleme komitesi üyesi olmayı kabul ederek değerli zamanlarını bana ayıran ve çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Erdem KOÇ'a ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Ali KOKANGÜL'e saygı ve minnet duygularıyla birlikte ayrı ayrı çok teşekkür ederim.

Tez çalışmasının temelini oluşturan kumaşların üretimi sırasında kullandığım dokuma makinasının bulunduğu Tekstil Mühendisliği Bölümü Dokuma laboratuvarından ve Bölümün bütün imkanlarından yararlanmamı sağlayan Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA ve Bölüm Başkan Yardımcısı Prof. Dr. Osman BABAARSLAN başta olmak üzere Tekstil Mühendisliği Bölümü akademik ve idari personeline teşekkür ederim.

İstatistik dersi aldığım ve çalışmanın istatistik değerlendirmeleri konusunda bana yol gösteren Sayın Prof. Dr. Hamza EROL ve Sayın Prof. Dr. Rızvan EROL'a teşekkür ederim.

Çalışmada kullanılan atkı ipliklerini temin ettiğim MENSA A.Ş.'ye, çalışmanın deneysel kısmındaki testlerin yapımını gerçekleştirmeme imkan sağlayan Üniversite Sanayi Ortak Araştırma Merkezi (ÜSAM) ve Adana KOSGEB Tekstil Kalite Kontrol Test Laboratuvarı çalışanlarına teşekkür ederim.

Çalışmam sırasında manevi desteklerini gördüğüm arkadaşlarım Arş. Gör. Emel ÇİNÇİK, Arş. Gör. Ebru ÇORUH ve Nazan KALEBEK'e teşekkür ederim.

Doktora yapma imkanı veren kurumum Mustafa Kemal Üniversitesi Rektörlüğü'ne, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekanlık Makamına ve Makina Mühendisliği Bölüm Başkanlığına ayrı ayrı teşekkürlerimi arz ederim.

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

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TERİMLER DİZİNİ.....	XIV
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Elastan İçerikli Kumaşlar	4
2.2. Fiziksel ve Mekanik Özellikler Üzerine Çalışmalar.....	5
2.3. Gerilim Ölçümü Üzerine Çalışmalar.....	10
2.3.1. Gerilim Ölçme Sistemleri Üzerine Çalışmalar.....	12
2.4. Görüntü Analizi Çalışmaları.....	13
3. MATERYAL VE METOD.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.2. Metod.....	19
3.2.1. İpliğe Uygulanan Testler.....	20
3.2.1.1. İplik Kopma Mukavemeti ve Uzaması.....	20
3.2.1.2. İplik Düzensizliği.....	21
3.2.1.3. İplik Büküm Sayısı	22
3.2.1.4. İplik Tüylülüğü.....	22
3.2.2. Kumaşlara Uygulanan Testler.....	22
3.2.2.1. Yıkama Çekmesi (Sanfor)	22
3.2.2.2. Sıklık.....	23
3.2.2.3. Atkı ve Çözüde Kısılma ve Kıvrım.....	23
3.2.2.4. Gramaj.....	24
3.2.2.5. Kalınlık Tayini.....	25
3.2.2.6. Kumaş Eni Ölçümü.....	27

3.2.2.7. Kumaşların Kopma Mukavemeti ve Uzaması.....	27
3.2.2.8. Yırtılma Mukavemeti.....	27
3.2.2.9. Elastikiyet.....	28
3.2.2.10. Kalıcı Uzama.....	28
3.2.2.11. Çözü Gerilim Ölçüm Sonuçları.....	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	35
4.1. İpliğe Uygulanan Testler ve Sonuçları	35
4.1.1. İplik Kopma Mukavemeti ve Uzaması	35
4.1.2. İplik Düzensizliği.....	37
4.1.3. İplik Büküm Sayısı	37
4.1.4. İplik Tüylülüğü.....	38
4.2. Kumaşlara Uygulanan Testler ve Sonuçları.....	39
4.2.1. Yıkama Çekmesi (Sanfor)	39
4.2.2.2. Kumaş Yüzeyinin Görüntülenmesi.....	42
4.2.2.3. Sanfor Öncesi ve Sonrası Sıklık Testi.....	52
4.2.2.4. Atkıda Kısılma ve Kıvrım.....	55
4.2.2.5.Gramaj Tayini.....	58
4.2.2.6. Kalınlık Tayini.....	61
4.2.2.7. Kumaş Eni	64
4.2.2.8. Kopma Mukavemeti ve Uzaması.....	65
4.2.2.9.Yırtılma Mukavemeti.....	67
4.2.2.10. Elastikiyet ve Kalıcı Uzama.....	69
4.2.2.11. Çözü Gerilim Ölçüm Sonuçları.....	71
5. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME.....	82
5.1. İstatistik Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler.....	82
5.1.1. Varyans Analizi (ANOVA).....	82
5.1.2. Regrasyon Analizi.....	83
5.1.3. Çoklu Regrasyon Analizi.....	83
5.1.4. Regrasyon Modellerinin Doğruluk Oranı.....	85
5.2. İstatistiksel Analiz ve Değerlendirmeler.....	86
5.2.1. Boyutsal Stabilitate (Yıkama Çekmesi).....	86

5.2.2. Atkı ve Çözü Sıklığı.....	92
5.2.3. Atkıda Kısılma.....	102
5.2.4. Gramaj.....	105
5.2.5. Kalınlık.....	108
5.2.6. Kumaşların Kopma Mukavemeti ve Uzaması.....	111
5.2.7. Elastikiyet.....	122
5.2.8. Çözü Gerilim Ölçüm Sonuçları.....	128
6. DOKU YAPISI VE KUMAŞ ÖZELLİKLERİ.....	134
6.1. Bağlanma Noktası ve Kesişim Sayısı.....	134
6.2. Kumaş Özellikleri ile Kesişim Sayısı İlişkisi.....	141
6.2.1. Atkı Yıkama Çekmesi ve Kesişim Sayısı.....	142
6.2.2. Mekanik Değişimler ve Kesişim Sayısı.....	144
6.2.3. Kopma mukavemeti ve Elastikiyeti ile Kesişim Sayısı İlişkisi.....	149
6.3. Çözü Gerilimi ile Kesişim Sayısı İlişkisi.....	152
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	156
KAYNAKLAR.....	161
ÖZGEÇMİŞ.....	167
EKLER.....	168

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Dokuma makinası.....	16
Çizelge 3.2. Atkı ve çözgü iplik özellikleri.....	16
Çizelge 3.3. Dokunan kumaşların özellikleri.....	17
Çizelge 3.4. Farklı atkı sıklıklarında dokunan kumaşlar.....	18
Çizelge 3.5. Kumaş numuneleri için yapılan testler ve kullanılan standartlar.....	19
Çizelge 4.1. Atkı ipliklerinin kopma mukavemeti ve uzaması.....	35
Çizelge 4.2. İplik düzgünsüzlük test sonuçları.....	37
Çizelge 4.3. İplik bükümü test sonuçları.....	37
Çizelge 4.4. İplik tüylülüğü test sonuçları.....	38
Çizelge 4.5. Ortalama sanfor testi sonuçları.....	40
Çizelge 4.6. Kumaş görünümü (Ne 28/2)	42
Çizelge 4.7. Kumaş görünümü (Ne 44/2).....	47
Çizelge 4.8. Ortalama atkı ve çözgü sıklık sonuçları.....	53
Çizelge 4.9. Ortalama atkı kısalması ve kıvrım yüzdesi.....	56
Çizelge 4.10. Gramaj sonuçları.....	59
Çizelge 4.11. Sıklık ve doku tipi değişimi ile kumaş kalınlık değişimi.....	62
Çizelge 4.12. Sıklık ve doku tipi değişimine göre kumaş enleri.....	64
Çizelge 4.13. Ortalama kopma mukavemeti ve uzaması.....	66
Çizelge 4.14. Ne 28/2 ile dokunan kumaşların yırtılma mukavemeti	68
Çizelge 4.15. Ne 44/2 ile dokunan kumaşların yırtılma mukavemeti.....	68
Çizelge 4.16. Atkı yönündeki kumaş elastikiyeti.....	70
Çizelge 4.17. Bölgelere göre çözgü gerilim ölçüm değerleri (Ne 28/2).....	77
Çizelge 4.18. Bölgelere göre çözgü gerilim ölçüm değerleri (Ne 44/2).....	77
Çizelge 5.1. Atkı yıkama çekmesi için modellerin tablosu.....	87
Çizelge 5.2. Atkı yıkama çekmesi için oluşturulan ANOVA tablosu.....	87
Çizelge 5.3. Atkı yıkama çekmesinin tahmini için regresyon modelleri.....	88
Çizelge 5.4. Atkı yıkama çekmesi formül doğruluk oranları.....	89
Çizelge 5.5. Çözgü yıkama çekmesi için modellerin tablosu.....	90

Çizelge 5.6. Çözü yıkama çekmesi için oluşturulan ANOVA tablosu.....	90
Çizelge 5.7. Çözü yıkama çekmesinin tahmini için regrasyon modelleri...	91
Çizelge 5.8. Çözü yıkama çekmesi formül doğruluk oranları.....	91
Çizelge 5.9. Sanfor öncesi atkı sıklığı için modellerin tablosu.....	92
Çizelge 5.10. Sanfor öncesi atkı sıklığı için ANOVA tablosu.....	93
Çizelge 5.11. Sanfor öncesi atkı sıklığının tahmini için regrasyon modelleri.....	93
Çizelge 5.12. Sanfor öncesi atkı sıklığı formül doğruluk oranları.....	94
Çizelge 5.13. Sanfor sonrası atkı sıklığı için modellerin tablosu.....	95
Çizelge 5.14. Sanfor sonrası atkı sıklığı için ANOVA tablosu.....	95
Çizelge 5.15. Sanfor sonrası atkı sıklığının tahmini için regrasyon modelleri.....	96
Çizelge 5.16. Sanfor sonrası atkı sıklığı formül doğruluk oranları.....	96
Çizelge 5.17. Sanfor öncesi çözgü sıklığı için modellerin tablosu.....	97
Çizelge 5.18. Sanfor öncesi çözgü sıklığı için ANOVA tablosu.....	97
Çizelge 5.19. Sanfor öncesi çözgü sıklığının tahmini için regrasyon modelleri.....	98
Çizelge 5.20. Sanfor öncesi çözgü sıklığı formül doğruluk oranları.....	99
Çizelge 5.21. Sanfor sonrası çözgü sıklığı için modellerin tablosu.....	100
Çizelge 5.22. Sanfor sonrası çözgü sıklığı için ANOVA tablosu.....	100
Çizelge 5.23. Sanfor sonrası çözgü sıklığının tahmini için regrasyon modelleri.....	101
Çizelge 5.24. Sanfor sonrası çözgü sıklığı formül doğruluk oranları.....	101
Çizelge 5.25. Atkı kısılması için modellerin tablosu.....	102
Çizelge 5.26. Atkı kısılması için ANOVA tablosu.....	103
Çizelge 5.27. Atkı kısılmasının tahmini için regrasyon modelleri.....	104
Çizelge 5.28. Atkı kısılması formül doğruluk oranları.....	104
Çizelge 5.29. Gramaj için modellerin tablosu.....	105
Çizelge 5.30. Gramaj için ANOVA tablosu.....	106
Çizelge 5.31. Gramaj tahmini için regrasyon modelleri.....	107
Çizelge 5.32. Gramaj formül doğruluk oranları.....	107

Çizelge 5.33. Kalınlık için modellerin tablosu.....	108
Çizelge 5.34. Kalınlık için yapılan ANOVA tablosu.....	109
Çizelge 5.35. Kalınlığın tahmini için regrasyon modelleri.....	110
Çizelge 5.36. Kumaş kalınlığı formül doğruluk oranları.....	110
Çizelge 5.37. Atkı kopma mukavemeti için modellerin tablosu.....	111
Çizelge 5.38. Atkı kopma mukavemeti için ANOVA tablosu.....	112
Çizelge 5.39. Atkı kopma mukavemetinin tahmini için regrasyon modelleri.....	113
Çizelge 5.40. Atkı kopma mukavemeti formül doğruluk oranları.....	113
Çizelge 5.41. Atkı kopma uzaması için modellerin tablosu.....	114
Çizelge 5.42. Atkı kopma uzaması için ANOVA tablosu.....	114
Çizelge 5.43. Atkı kopma uzamasının tahmini için regrasyon modelleri.....	115
Çizelge 5.44. Atkı kopma uzaması formül doğruluk oranları.....	116
Çizelge 5.45. Çözümlü kopma mukavemeti için modellerin tablosu.....	117
Çizelge 5.46. Çözümlü kopma mukavemeti için ANOVA tablosu.....	117
Çizelge 5.47. Çözümlü kopma mukavemetinin tahmini için regrasyon modelleri.....	118
Çizelge 5.48. Çözümlü kopma mukavemeti formül doğruluk oranları.....	118
Çizelge 5.49. Çözümlü kopma uzaması için modellerin tablosu.....	119
Çizelge 5.50. Çözümlü kopma uzaması için ANOVA tablosu.....	120
Çizelge 5.51. Çözümlü kopma uzamasının tahmini için regrasyon denklemleri	121
Çizelge 5.52. Çözümlü kopma uzaması formül doğruluk oranları.....	121
Çizelge 5.53. Atkı yönünde kumaş elastikiyeti için modellerin tablosu.....	122
Çizelge 5.54. Atkı yönünde kumaş elastikiyeti için ANOVA tablosu.....	123
Çizelge 5.55. Atkı yönünde kumaş elastikiyetinin tahmini için regrasyon modelleri.....	124
Çizelge 5.56. Atkı yönünde kumaş elastikiyeti formül doğruluk oranları....	124
Çizelge 5.57. Çözümlü yönünde kumaş elastikiyeti için modellerin tablosu...	125
Çizelge 5.58. Çözümlü yönünde kumaş elastikiyeti için ANOVA tablosu.....	126
Çizelge 5.59. Çözümlü yönünde kumaş elastikiyeti için regrasyon modelleri..	127

Çizelge 5.60. Çözü yönünde kumaş elastikiyeti formül doğruluk oranları.	127
Çizelge 5.61. Çözü gerilimi için modellerin tablosu.....	128
Çizelge 5.62. Çözü gerilimi için ANOVA tablosu.....	129
Çizelge 5.63. Bütün doku tipleri için çözü gerilimi denklemleri.....	130
Çizelge 5.64. Çözü gerilimi formül doğruluk oranları.....	131
Çizelge 5.65. Dokuma faktörlerinin etki seviyesi yüzde değerleri için ANOVA özeti.....	132
Çizelge 6.1. Ne 28/2 atkı ipliği ile dokunan kumaşların kesişim sayıları....	138
Çizelge 6.2. Ne 44/2 atkı ipliği ile dokunan kumaşların kesişim sayıları....	139
Çizelge 6.3. Kesişim sayıları ile kumaş özellikleri test sonucu (Ne 28/2)...	141
Çizelge 6.4. Kesişim sayıları ile kumaş özellikleri test sonucu (Ne 44/2)...	142
Çizelge 6.5. Ölçüm bölgelerine göre çözü gerilim değerleri (Ne 28/2).....	152
Çizelge 6.6. Ölçüm bölgelerine göre çözü gerilim değerleri (Ne 44/2)....	153

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Picanol GTX dokuma makinası.....	16
Şekil 3.2. Titan mukavemet test cihazı.....	21
Şekil 3.3. Uster düzgünsüzlük test cihazı.....	21
Şekil 3.4. Tüylülük test cihazı.....	22
Şekil 3.5. Digital Stereo Mikroskop.....	23
Şekil 3.6. Numune alma aparatı.....	25
Şekil 3.7. Kalınlık ölçüm cihazı.....	26
Şekil 3.8. Kalınlık ölçüm noktaları.....	26
Şekil 3.9. Yırtılma mukavemeti test sonucu.....	28
Şekil 3.10. Kuvvet-Uzama Grafiği.....	29
Şekil 3.11. Kumaşın atkı yönündeki kuvvet-uzama eğrisi ve kalıcı uzama sonuçları.....	30
Şekil 3.12. Gerilim ölçüm cihazı ve ölçüm prensibi.....	31
Şekil 3.13. Kalibre işlemi sırasında ağırlıkların takılması.....	32
Şekil 3.14. Çözü levendi ve ölçüm noktaları.....	33
Şekil 3.15. Program penceresi.....	33
Şekil 3.16. Gerilim ölçme cihazı ve takıldığı stand.....	34
Şekil 4.1. Atkı ipliklerinin ortalama kopma mukavemeti ve uzaması.....	36
Şekil 4.2. Atkı ipliklerinin düzgünsüzlük, büküm ve tüylülük sonuçları.....	38
Şekil 4.3. Atkı yönündeki yıkama çekmesi.....	41
Şekil 4.4. Ne 28/2 ve Ne 44/2 için atkı yönündeki yıkama çekmesi bağıl fark yüzde değerleri.....	41
Şekil 4.5. Sanfor öncesi ve sanfor sonrasındaki atkı sıklıkları değişimi.....	54
Şekil 4.6. Sanfor öncesi ve sanfor sonrasındaki çözgü sıklıkları değişimi.....	54
Şekil 4.7. Doku tipleri ve atkı sıklığı ile atkı kısalması yüzde değişimi.....	57
Şekil 4.8. Doku tipleri ve atkı sıklığı ile atkı kıvrımı yüzde değişimi.....	57
Şekil 4.9. İplik numarasına göre kumaş gramajının karşılaştırması.....	60
Şekil 4.10. Doku tipi ve atkı sıklıklarına göre kumaş gramajı.....	60
Şekil 4.11. İplik numarasına göre kumaş kalınlığının karşılaştırılması.....	63

Şekil 4.12. Doku tipi ve atkı sıklıklarına göre kumaş kalınlığı.....	63
Şekil 4.13. Doku tipi ve atkı sıklıklarına göre kumaş eni değişimi.....	65
Şekil 4.14. Atkı yönündeki kopma mukavemeti değişimi.....	67
Şekil 4.15. Kumaşlarda atkı yönündeki elastikiyet değişimi.....	71
Şekil 4.16. B 1/1 için çerçeve hareketleri ve gerilim dağılımı.....	73
Şekil 4.17. P 2/2 için çerçeve hareketleri ve gerilim dağılımı.....	74
Şekil 4.18. Rç 1/3 için çerçeve hareketleri ve gerilim dağılımı.....	75
Şekil 4.19. B 1/1 için dinamik halde gerilim dağılımı (Ne 28/2).....	76
Şekil 4.20. Rç 2/2 için dinamik halde gerilim dağılımı (Ne 44/2).....	76
Şekil 4.21. Ne 28 / 2 atkı ipliği için farklı doku tipi ve atkı sıklıklarında farklı çözgü bölgelerinde ölçülen ortalama çözgü gerilimi.....	79
Şekil 4.22. Ne 44/2 atkı ipliği için farklı doku tipi ve atkı sıklıklarında farklı çözgü bölgelerinde ölçülen ortalama çözgü gerilimi.....	79
Şekil 5.1. Atkı yıkama çekmesi için normal dağılım grafiği.....	89
Şekil 5.2. Çözgü yıkama çekmesi için normal dağılım grafiği.....	92
Şekil 5.3. Sanfor öncesi atkı sıklığı için normal dağılım grafiği.....	94
Şekil 5.4. Sanfor sonrası atkı sıklığı için normal dağılım grafiği.....	97
Şekil 5.5. Sanfor öncesi çözgü sıklığı normal dağılım grafiği.....	99
Şekil 5.6. Sanfor sonrası çözgü sıklığı için normal dağılım grafiği.....	102
Şekil 5.7. Atkı kısalması için normal dağılım grafiği.....	105
Şekil 5.8. Gramaj için normal dağılım grafiği.....	108
Şekil 5.9. Kalınlık için normal dağılım grafiği.....	111
Şekil 5.10. Atkı kopma mukavemeti için normal dağılım grafiği.....	114
Şekil 5.11. Atkı kopma uzaması için normal dağılım grafiği.....	116
Şekil 5.12. Çözgü kopma mukavemeti için normal dağılım grafiği.....	119
Şekil 5.13. Çözgü kopma uzaması için normal dağılım grafiği.....	122
Şekil 5.14. Atkı yönünde kumaş elastikiyeti için normal dağılım grafiği.....	125
Şekil 5.15. Çözgü yönünde kumaş elastikiyeti için normal dağılım grafiği.....	128
Şekil 5.16. Çözgü gerilimi için normal dağılım grafiği.....	131
Şekil 6.1. Ne 28/2 atkı ipliği ile dokunan kumaşlarda K_T ve K_S arasındaki bağlantıyı ifade eden regrasyon eğrisi ve denklemi.....	140

Şekil 6.2. Ne 44/2 atkı ipliği ile dokunan kumaşlarda K_T ve K_S arasındaki bağlantıyı ifade eden regrasyon eğrisi ve denklemi.....	140
Şekil 6.3. Atkı yıkama çekmesi ve kesişim sayısı (Ne 28/2).....	143
Şekil 6.4. Atkı yıkama çekmesi ve kesişim sayısı (Ne 44/2).....	143
Şekil 6.5. Kumaşta atkı kısılması ve kesişim sayısı (Ne 28/2).....	145
Şekil 6.6. Kumaşta atkı kısılması ve kesişim sayısı (Ne 44/2).....	145
Şekil 6.7. Kumaş gramajı ve kesişim sayısı (Ne 28/2).....	146
Şekil 6.8. Kumaş gramajı ve kesişim sayısı (Ne 44/2).....	146
Şekil 6.9. Kumaş kalınlığı ve kesişim sayısı (Ne 28/2).....	147
Şekil 6.10. Kumaş kalınlığı ve kesişim sayısı (Ne 44/2).....	147
Şekil 6.11. Kumaş eni ve kesişim sayısı (Ne 28/2).....	148
Şekil 6.12. Kumaş eni ve kesişim sayısı (Ne 44/2).....	148
Şekil 6.13. Atkı yönlü kopma mukavemeti ve kesişim sayısı (Ne 28/2).....	150
Şekil 6.14. Atkı yönlü kopma mukavemeti ve kesişim sayısı (Ne 44/2).....	150
Şekil 6.15. Atkı yönlü kumaş elastikiyeti ve kesişim sayısı (Ne 28/2).....	151
Şekil 6.16. Atkı yönlü kumaş elastikiyeti ve kesişim sayısı (Ne 44/2).....	151
Şekil 6.17. Çözümlü gerilimi ve kesişim sayısı (Ne 28/2 Bölge 2).....	154
Şekil 6.18. Çözümlü gerilimi ve kesişim sayısı (Ne 28/2 Bölge 3).....	154
Şekil 6.19. Çözümlü gerilimi ve kesişim sayısı (Ne 44/2 Bölge 3).....	155
Şekil 6.20. Çözümlü gerilimi ve kesişim sayısı (Ne 44/2 Bölge 4).....	155

TERİMLER DİZİNİ

Analog	: Devamlı değişken bir akış halinde bulunan veri
Atkı Sıklığı	: 1 cm'deki atkı ipliği sayısı
Boyutsal stabilite (Yıkama çekmesi)	: Yıkamadan sonra kumaş eninde ve boyunda meydana gelen artma ya da azalma
Cımbar	: Dokunan kumaşı taraktaki çözgünün enine mümkün olan en yakın oranda tutabilmek için kullanılan iğneli silindirik parça
Çözgü Sıklığı	: 1 cm'deki çözgü ipliği sayısı
D/A Dönüştürücü	: D/A çeviriciler, girişlerine uygulanan dijital sinyali, değeri ile orantılı olarak akım, gerilim v.b büyüklüklere çeviren devrelerdir
Elastik elyaf	: Yüksek uzama kabiliyetine sahip elyaf çeşitleri
Elastikiyet	: İplik veya kumaşın üzerindeki gerilim kalktığında tekrar kendi orijinal uzunluk, şekil ve ölçüsüne geri dönebilirliği
Elastomer	: Elastik polimer
Hidrofob	: Suda çözünmeyen madde
Kalıcı Uzama	: Kumaş uzatıldıktan eski uzunlukla yeni uzunluk arasındaki yüzde değeri
Kopma Mukavemeti	: Kopma testinde kumaşın yırtılana kadar taşıyabildiği maksimum güç
Kopma Uzaması	: Kumaşın kopana kadar göstermiş olduğu uzamanın yüzde değeri
Termoplastik	: Isıtıldıklarında yumuşayan, soğutulduklarında tekrar sertleşen plastik grubu
Nep	: Elyafın içinde görülen küçük düğümçük
Overlok	: Kumasın kesim yerini temizleyen dikis türü
Strain Gauge(Gerinim pulu)	: Sabit bir cisme dışarıdan bir güç uygulandığında, malzeme üzerinde gerilme meydana gelir. Malzeme üzerinde meydana gelen mekanik hareketi, elektriksel işarete çevirmeye yarayan sensör
Sub 25/9 to Com-Port	: Gerilim ölçme cihazından alınan verilerin bilgisayara aktarılmasını sağlayan arabirim
Yırtılma mukavemeti	: Kumaştaki bir delik veya yırtığa uygulanmış yanal çekme kuvvetine karşı, kumaşın gösterdiği direnç, yani kumaşın yırtılmaya karşı dayanma kabiliyetidir.

1.GİRİŞ

Tekstil işletmelerinin rekabet güçlerini artırabilmeleri için moda eğilimleri ve gelişen hayat standartları doğrultusunda değişen taleplere cevap verebilmeleri gerekmektedir. Bunu sağlamanın yolu ise gerek estetik gerekse mekanik özelliklerinin geliştirildiği yeni ürünlerin oluşturulmasıdır. Tekstil endüstrisinde çok çeşitli hammadde kullanılarak değişik yapı ve özelliklerde iplik üretilmektedir. Değişik yapı ve özelliklerde olan bu ipliklerden ise farklı özelliklerde tekstil yapıları elde edilmektedir. Elastomerik iplikler bu kapsamda üretilen ipliklerdir.

Elastik elyaf, yüksek uzama özelliği olan, % 400-800 kopma uzamasına sahip ve kopma noktasına kadar olan uzamalarda tamamen ve çabuk eski haline dönebilen elyaftır. Genellikle pamuk/elastik elyaf, pamuk/viskon/elastik elyaf, poliester/elastik elyaf ve poliamid/elastik elyaf karışımı iplikler geniş bir kullanım alanına sahiptir (www.rieter.com, 2009). Lycra®, Dorlastan®, Acelan®, Rocia® gibi ticari adları mevcuttur. Günümüzde en çok kullanılan elastan filamentli Lycra®'dır.

Elastan iplikleri için üretim kapasiteleri özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Uzakdoğu'da önemli ölçüde genişlemektedir (Anonymous,1998-3). Geçtiğimiz on yılda sentetik elastan liflerinin kullanımının yıllık artış hızı ortalama % 8–10 olmuştur [www.rieter.com, 2008]. Dupont firması dünya çapında 9 tesiste üretimini sürdürmekte ve Lycra® ticari ismi ile piyasalarda dünya lideri üretici konumunu korumakta iken, Lycra®'yı 2004 yılında Amerika firması olan Invista firmasına satmıştır. Diğer önemli lif üreticileri içinde Globe Manufacturing (ABD), Bayer (Almanya), Taekwang Industrial (Güney Kore) ve en önemlileri Asahi Chemical Industry ve Toyoba olmak üzere bazı Japon firmaları yer almaktadır [Anonymous,1998-1].

Elastan filamentleri, esnekliğin, boyut stabilitesinin, giyim ve kullanım rahatlığının istendiği yerlerde geniş kullanım alanına sahiptir. Başlıca kullanım yerleri iç çamaşırları, çoraplar, mayolar, spor giysiler, korse türü giysiler, örme giysiler, tıbbi malzemelerdir (Yakartepe, 1995).

Yapılan bu çalışmada, PES/Vis/ Lycra® içerikli atkı elastan dokumalarda doku tipi, atkı iplik kalınlığı ve atkı sıklığı faktörlerinin kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Bu kapsamda endüstriyel üretimi ve kullanımı yaygın olan iki farklı kalınlıkta, Ne 28/2 ve Ne 44/2 PES/Vis/ Lycra®, 66/32/2 karışım oranlarına sahip atkı iplikleri temin edilmiştir. Atkı ipliklerine iplik mukavemeti testi, büküm testi, düzgünsüzlük testi ve tüylülük testi yapılmıştır. Ne 28/2 atkı ipliği ile 3 farklı sıklıkta, Ne 44/2 atkı ipliği ile 4 farklı sıklıkta 7 doku tipinde kumaşlar üretilmiştir. Atkı sıklığı 10-28 (atkı/cm) aralığında uygulanmıştır. Doku tipleri B 1/1 (Bezayağı 1/1), P 2/2 (Panama 2/2), Rç 1/3 (Çözü Ribsi 1/3), Rç 2/2 (Çözü Ribsi 2/2), Ra 2/2 (Atkı Ribsi 2/2), D 1/3 (Dimi 1/3) ve D 2/2 (Dimi 2/2) olarak belirlenmiştir.

Üretilen kumaşlara, kopma mukavemeti ve uzaması, yırtılma mukavemeti, elastikiyet, boyutsal değişim (sanfor), kalıcı uzama, kalınlık, gramaj, atkı ve çözgü sıklığı tespiti yapılmıştır. Ayrıca kumaş yapısında ve yüzeyinde meydana gelen boyutsal değişimleri görsel olarak gözlemlemek maksadıyla, üretilen kumaşlar, sanfor öncesinde ve sonrasında Dijital Stereo Mikroskop ile çekilmiştir. Kullanılan atkı iplikleri, üretilen kumaşlar ve kumaşlara uygulanan fiziksel ve mekanik testler Materyal ve Metod bölümünde, testlerin sonuçları Bulgular ve Tartışma bölümünde kapsamlı olarak verilmiştir.

Belirlenen çalışma şartlarında çözgü gerilim değişimlerini ortaya koymak ve aynı şartlarda üretilmiş kumaşlarda tespit edilecek olan fiziksel ve mekanik özellikleri ile çözgü gerilimi bağlantısını ve ilgisini göstermek maksadıyla, bir gerilim ölçüm cihazı ve gerilim ölçme programı yürütülmekte olan doktora projesi (Proje No: MMF2005D2) ve takviye olarak sunulan bir münferit araştırma projesi (Proje No: MMF2005BAP3) kapsamında satın alınmıştır. Gerilim ölçme cihazının takılacağı stand tasarlanarak yaptırılmıştır. Uygulama açısından dokuma makinesi çalışırken 5 farklı noktada çözgü gerilim ölçümü yapılmıştır. Çalışmanın detayları Materyal ve Metod ve Bulgular ve Tartışma bölümünde ele alınmıştır.

Elde edilen deneysel verileri istatistiksel açıdan değerlendirmek maksadıyla Design Expert 6.0 paket program kullanılarak tepki değişkenleri ile karar değişkenleri arasında fonksiyonel ilişkiye uygun modeller bulunmuş, varyans analizi

yapılarak sonuçlar değerlendirilmiş, regrasyon modelleri kurulmuş, üretilen sıklık değerleri dışında ara sıklıklarda kumaşlar üretilmiş, üretilen kumaşlara testler uygulanmış, elde edilen denklemlerin verdiği sonuçlar ile test sonucunda elde edilen değerler İstatistiksel Değerlendirme bölümünde karşılaştırılmıştır.

Ayrıca tezin “Doku Yapısı ve Kumaş Analizi” bölümünde görüleceği üzere bir dokunun “bağlanma noktası” sayısı ile kumaşların kazandığı fiziksel ve mekanik özellikler arasında anlaşılabilir nitelikte fonksiyonel ilişkilerin olup olmadığı yönünde bir yaklaşım sergilenmiştir. Dokunun yapısal parametrelerine bağlı olarak kumaştaki bir birim alandaki sayılar ve/veya hesaplamak suretiyle tespit edilebilir olan “bağlanma noktası sayısı veya diğer bir deyimle kesişim sayısı” ile ölçülerek ve/veya test ederek tespit edilebilen fiziksel ve mekanik özellikler arasındaki anlamlı fonksiyonel ilişkinin varlığı üzerinde analiz ve inceleme yapılmıştır. Bu noktada başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlardan bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

Kumaş formundan önce birim alandaki toplam kesişim sayısı K_T ve kumaş formunun oluşmasından sonra birim alandaki gerçek toplam kesişim sayısı K_S arasında lineer regrasyon yaklaşımı ve denklemi elde edilmiştir. Regrasyon katsayısı % 98 seviyelerinde tespit edilmiş ve denklem eğiminin yaklaşık aynı olduğu önemli bir sonuç olarak bulunmuştur.

Çalışmada iplik numarası ve sıklık bakımından atkı-İlgili parametrelerin sistemli olarak değiştirilebilme imkanı olması nedeniyle kumaşların da atkı-İlgili ölçülen ve/veya test edilen özellikleri kesişim sayıları ile irtibatlandırılmıştır. Bu kapsamda, atkı yıkama çekmesi ile kesişim sayısı, kumaşın mekanik değişimleri, atkı kısılması, gramaj, kalınlık, kumaş eni olarak ölçülen değerleri ile kesişim sayısı, atkı yönlü kumaş kopma mukavemeti, elastikiyeti ve çözgü gerilimi ile kesişim sayıları irtibatlandırılmıştır.

Elde edilen sonuçlar ve bundan sonra yapılacak çalışmalar için öneriler Sonuçlar ve Öneriler bölümünde verilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde öncelikli olarak elastan içerikli kumaşlar hakkında genel bilgi verilmiştir. Ayrıca, çalışmaya uygun olarak literatürde yer alan, görüntü analizi, çözgü gerilim ölçümü, dokuma kumaşların fiziksel ve mekanik özellikleri ile ilgili önceden yapılmış bazı çalışmalardan bahsedilmiştir.

2.1. Elastan İçerikli Kumaşlar

Elastan kumaşlar, çekildikten sonra eski haline dönebilen, rahatlığı ve hareket kolaylığını sağlayabilen, giyim sırasında deforme olmayıp, biçimini koruyabilen, yıkama ve kuru temizleme sırasında aşırı buruşmayan, orijinal ölçüsünü ve biçimini koruyabilen kumaşlardır [DuPONT,1997a].

Elastan ilk olarak klasik iç giyim ürünlerinde ve korsede lastiğin yerini almış, bunlara spor giysileri alanındaki yeni uygulamalar eklenmiştir. Elastik kumaşların bayan ve erkek üst giysilerindeki kullanım oranı yükselmeye devam etmiştir.

Elastik kumaşların, klasik üst giysilik ürünler için %18-25, spor giysiler için % 35-60, korse tipi fonksiyonel giysiler için % 80-120 esneme özelliklerine sahip olmaları istenmektedir [Hueber, 1998].

Elastan kumaşın elastikiyeti önemli ölçüde, doğru elastan iplik numarasının seçimi ile elde edilecek kumaş gramajına bağlıdır. Kumaş gramajı, 150-200 g/m² olduğunda 22 dtex, 250-300 g/m² olduğunda 44 dtex, 300-400 g/m² olduğunda 78 dtex ve 400 g/m²'den büyük olduğunda 150 dtex kalınlığında elastan iplik kullanılması gerekmektedir.

Kumaş gerdirildiğinde elastan kumaş, elastan ipliğin etkisi ile uzarken, elastik olmayan iplik ise daha dar bir alana kumaşı çekmeye çalışır. Bu durumda kumaş kabarcak ve hareket edecek yeterli yer bulamadığı için portakal kabuğu efekti oluşacaktır. Bu nedenle kumaşta % 20'lik bir uzama istenildiğinde, atkı sıklığı, esnek olmayan kumaştaki atkı sıklığından % 20 daha düşük olmalıdır [DuPONT, 1997b].

Teorik hesaplamalar yapıldıktan sonra 1-2 metre kumaş dokunmalı, 15 dakika kaynatılıp, serilip kurutulduktan sonra kumaştaki uzama miktarı kontrol edilmelidir. [DuPONT , 2002].

Elastan kumaşların depolama şartları ve bekletilme süreleri kumaş kalitesini etkiler. Kumaşlar katlanarak üst üste konuldukları zaman alttaki parça üzerine binen ve zamanla artan ağırlıktan dolayı kumaşta istenmeyen kat izleri ve kırışıklıklar meydana gelmekte, depodaki sıcaklık ve nem istenenden fazla olursa kumaşta çekme gözlenmekte ve boyut stabilitesi değişmektedir. Bu şekilde kumaş soğuk fikse olmuş olur. Soğuk fiske olmuş olan kumaşı istenilen özelliklere getirmek ise çok zordur. Uzun süre depolanacak kumaşların dış etkenlerden korunması için hava geçirmez örtülerle kaplanması, havası alınmış plastik torbalar içinde saklanması gerekmektedir. Kumaşlar iki aydan fazla depolanmamalıdır [Dupont,1997c].

2.2. Fiziksel ve Mekanik Özellikler Üzerine Çalışmalar

Özmen (1990), dokuma kumaş yapıları ve özellikleri ile ilgili ilk çalışmaların ağırlıklı olarak sıklık teorilerinin oluşturduğunu, kumaş yapısı içinde çözgü ve atkı ipliklerin geometrik konumlarını ortaya koyan ilk araştırmacının ise Peirce olduğunu, atkı sıklığı ve örgü modelinin kumaştaki iplik yerleşimini etkileyen önemli faktörler olduğunun ise Hamilton tarafından belirtildiğini ifade etmiştir. Devamında ise diğer araştırmacıların çalışmasından bahsedilmektedir.

Şengöz (1986), kumaş özelliklerini etkileyen atkı sıklığı değişiminin kumaş düzgünsüzlüğü şeklinde ifade edilebileceğini belirtmiş, kumaş düzgünsüzlüğünü en iyi şekilde tanımlayarak ölçen ve değerlendiren bir metod geliştirmiş ve bunun için çalışan dokuma tezgahından sürekli veri kaydı yapan ölçme sistemleri oluşturarak elde edilen verileri uygun matematiksel yöntem ile bilgisayarda analiz etmek biçiminde bir çalışma yapmıştır.

Tan (1989), iyi kumaş oluşumunun nedenini kumaş ve tezgah özellikleri olmak üzere iki temel parametrede toplamıştır. Kumaş özellikleri olarak atkı ve çözgü sıklıkları, iplik cinsleri ve kaliteleri, tezgah özellikleri olarak tezgah eni ve hızını almıştır. Çalışmanın sonucunda iyi kumaş kavramının m^2 gramaja bağlı olarak

ele alınması gerektiğini, atkı-çözümlü iplik numaralarının, sıklıklarının ve kıvrımların fonksiyonu olması nedeniyle gramajın kaliteyi belirleyen faktör olarak düşünülmesi gerektiğini belirtmiştir.

Avcı (1992), bezayağı ve dimi örgülü, kare yapılı kumaşlar üzerinde bir inceleme yapmış, teorik sıklık hesaplamaları ile uygulamadaki sıklık değerleri ve buna bağlı olarak örtme oranlarını bitmiş kumaş üzerinde karşılaştırarak, farklılık ve benzerlikleri saptamıştır.

Frydrych ve diğ. (2000), kumaşların mukavemet özelliklerinin kumaşın genel özelliklerini tanımladığını, elyaf özelliklerinin, kumaş bitim işlemleri kadar ürünün kalitesini de etkilediğini ifade etmişler, yaptıkları çalışmada, farklı atkı ve çözgü sıklıkları kullanarak bezayağı dokulu kumaş üretmişlerdir. Çözgü ve atkı kopma mukavemetini ve uzamasını, bitim işlemlerinden önce ve sonra kumaşlara uygulamışlardır. Çalışmaları sonucunda, bitim işlemlerinin atkı kopma mukavemetini çok az miktarda etkilediği, buna karşın, hammaddenin mukavemet üzerinde çok fazla etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bitim işlemlerinin, atkı sıklığı ve hammaddenin atkı kopma uzaması üzerine etkilerini belirlemişlerdir.

Zibera ve diğ. (2000), yünlü ve yün karışımı elastan kumaşlar üzerinde çalışmışlar, elastik kumaşlar için kullanılan standartlar ve yapısal parametreleri kullanmışlardır. Deneysel uygulamalar sonucunda elde edilen parametreleri, üretim sürecindeki basamaklara uygulamaya çalışmışlardır.

Dziworska ve diğ. (2000), çözgüsü 20 tex viskon ipliği olan ve atkı iplikleri Tencel, Lyocell, viskon ve pamuk olarak ve atkı sıklıkları 15, 17 ve 20 tel/cm olarak değişen bezayağı kumaşlar dokumuşlar ve kumaşı oluşturan hammaddenin hava geçirgenliğine, buruşma direncine, kumaşın çekme özelliğine, ısı izolasyon parametrelerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar sonuç olarak Tencel ve Lyocell ipliklerin hava geçirgenlik özelliklerinin, pamuk ve viskon ipliklerden dokunan kumaşlardan daha iyi olduğunu belirtmiş, atkı sıklığı arttıkça hava geçirgenliğinin azaldığını, Tencel ve lyocell atkı iplikleri kullanılarak dokunan kumaşların buruşma direncinin pamuk ve viskon atkı iplikleri kullanılarak dokunan kumaşlardan daha iyi, ancak ısı izolasyon değerlerinin yaklaşık olarak hepsinde aynı olduğunu tespit etmişlerdir.

Nikolie ve diğ. (2000), yün kumaşlarda, iplik ve kumaşların mukavemetlerini test etmişler, üzerinde çalışılan kumaşların, diğer yapısal özelliklerini, sıklık ve iplik çapı gibi yüzey özelliklerini belirlemek için kullanmışlardır. İplik mukavemeti, kumaş sıklığı ve kopma mukavemetinin, iplik kopma mukavemeti katsayısını belirlemeyi mümkün kıldığını, iplik mukavemet katsayısı ve dokuma bağlantı sayısının, kumaş mukavemetini hesaplayan formülde kullanıldığını belirtmişlerdir.

Akçan (2001), tüm tekstil mamulleri için boyut değişimi probleminin, üzerinde çalışılan bir konu olup, boyut değişiminin kumaşların en başta gelen kullanım özelliği olduğunu belirtmiş, piyasada üretimi ve kullanımı yaygın olan Lycra®'lı dokuma kumaşlara kopma mukavemeti ve uzaması, yıkama çekmesi, sürtünme direnci testleri uygulamış, atkı ipliğindeki Lycra® oranı ve atkı sıklığındaki artışın, kumaşın kopma mukavemeti ve uzamasını belirgin şekilde artırdığını, atkı sıklığının artması ve iplik numarasının kalınlaşması ile sürtünme direncinin arttığını, atkı sıklığının artması ile yıkama çekmesinin ters orantılı olduğunu, (sıklık arttıkça, çekmenin azaldığını) belirtmiştir.

Dilsiz (2001), dokuma kumaşların yapısal parametreleri olan örgü ve sıklığın kumaş performans özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda, örgü ve sıklığın tüm performanslar üzerinde etkili olduğu ve özellikle bezayağı örgüdeki kumaşların bağlantı sayısının maksimum olması nedeniyle bu etkinin daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Haiging ve Xiang (2001), farklı doku tiplerinde pamuklu kumaşlar üretmişler, doku tipinin buruşma dayanımı ve mukavemet özelliklerine etkisini incelemiştir. Doku tipinin kumaşın buruşma ve mukavemet özellikleri üzerinde önemli bir rol oynadığını ve doku faktörünün buruşma özelliği üzerinde olumlu, mukavemet üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Erdil (2002), yaptığı yüksek lisans çalışmasında farklı oranlarda Lycra® içeren ve giysi olarak kullanılan PES/Vis/Lycra® ve PES/Lycra® karışımı kumaşların belirli periyotlardaki asit ve baz ter çözeltilerine dayanımlarını incelemiştir.

Kaplan ve Göktepe (2002), kumaş sıklığının, dolayısıyla atkı ve çözgü ipliklerinin birbirlerine uyguladıkları baskı kuvvetlerinin ve kumaş örgüsünün ipliğin kumaş içerisindeki deformasyonuna etkisi incelenmiş, kumaşın son kullanım alanına

uygun bir biçimde üretilebilmesi için seçilmesi gereken kumaş parametrelerini belirtmişlerdir.

Laycock (2004), yaptığı çalışmada elastan elyaf kullanarak dimi dokularda çözgü yönünde elastik kumaş üretimini incelemiş, çözgü yönünde kumaş elastikiyetinin %15-%50 arasında olduğunu tespit etmiş, %50'nin üzerindeki elastikiyet değerlerinin, gerginlik altında ve yıkama sonrasında istenmeyen miktarlarda kalıcı uzamalara neden olacağını ifade etmiştir.

Can ve Kırtay (2005), yırtılma mukavemetine etki eden faktörleri incelemiştir. Yırtılma mukavemetinin, lif özellikleri, iplik özellikleri, kumaş özellikleri ve kimyasal işlemler gibi birçok faktöre bağlı olduğu için kontrol edilebilmesinin oldukça zor olduğunu belirtmişlerdir.

Liao (2006), kumaşların elastikiyet ve kalıcı uzama özelliklerini incelemişler, Bezayağı, Dimi 2/1, Dimi 3/1 konstrüksiyonlarında farklı sıklıklar ve hammaddeler kullanılarak. 138 gr/m² ile 395 gr/m² arasında kumaşlar üretmişlerdir. Çalışma sonucunda atkı elastikiyetinin %15,6 ve % 63,6 arasında olduğunu ve %15'in üzerindeki elastikiyet değerinin kullanım alanına göre kabul edilebilir olduğunu ifade etmişlerdir. Atkı yönünde kalıcı uzama değerlerini ise %1,8 ile %4,2 arasında tespit etmişlerdir.

Çetin (2007), dokuma kumaşların mekanik ve kimyasal özelliklerinin kopma ve yırtılma mukavemeti üzerinde etkisini incelemiş, gramaj, iplik numaraları, çözgü ve atkı sıklığı, örgü, kopma ve yırtılma mukavemeti değerlerini analiz etmiş, düşük gramajda yoğun zımpara ve şardon işlemine tabi tutulmuş kumaşların risk taşıdığını ifade etmiş, mekanik apre, gramaj ve kimyasal boyama işleminin kumaşın kopma ve yırtılma mukavemetini değiştiren faktörler olarak sayılabileceğini belirtmiştir.

Çataloğlu (2007), elastan içerikli D 3/1 Z doku tipinde denim kumaşlarda elastikiyet ve kalıcı uzama özelliklerine kumaş yapısının, elastan numarasının ve elastan ön çekiminin etkisini incelemiş, atkı sıklığının, tarak numarası ile elastan numarasının elastikiyet ve kalıcı uzama değerlerine etkisini araştırmıştır. Yapılan denemelerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda elastan ön çekiminin elastikiyet ve kalıcı uzama özelliklerine etkisi anlamlı çıkmamış, farklı tarak numaralarında yapılan denemelerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda

ise tarak numarasının artması ile elastikiyetin ve kalıcı uzamanın düştüğünü tespit etmiştir. Farklı atkı sıklıklarında yapılan denemelerin incelenmesi sonucunda ise atkı sıklığındaki artışın elastikiyeti ve kalıcı uzamayı düşürdüğü sonucuna varmıştır.

Kumpikaite (2007), doku faktörünün kumaşın kopma mukavemeti ve uzaması üzerindeki etkilerini araştırmış, kopma mukavemetinin doku tiplerine göre değişiklik gösterdiğini ifade etmiş, doku faktörü yükseldikçe, kopma uzamasının düşme eğiliminde olduğunu belirtmiştir. Kopma mukavemetinin dik çizgili kumaşlarda daha yüksek olduğunu belirtirken, doku faktörü ile olan ilişkisini tespit edemediklerini ifade etmiştir.

Tokmak (2008), dokuma kumaşların performans ve mekanik özelliklerini analiz etmiştir. Yaptıkları çalışmada, kumaşın örgü tipinin dökümlülük üzerinde bir fark oluşturmadığı, kumaşta elastan kullanımının ise dökümlülük ve uzama üzerinde belirgin bir fark ortaya koyduğu belirtilmiştir.

Topalbekiroğlu ve Kaynak (2008), dokuma kumaşlarda doku tiplerinin kumaşların boyutsal dayanımına etkisini araştırmışlar, atkı ve çözgü yönünde bağlantı sayısı yüksek olan kumaşlarda boyutsal dayanımın daha iyi olduğunu ifade etmişler, elde ettikleri sonuçları istatistiksel olarak değerlendirmişler, doku tipinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p<0.01$) boyutsal dayanımı etkilediğini ifade etmişlerdir.

Kaynak ve Topalbekiroğlu (2008), dokuma kumaşların aşınma ve boncuklanma dayanımlarını kumaşın doku tipinin bir fonksiyonu olarak incelemiş, aynı hammadde ve aynı iplik numarası ile 7 farklı doku tipinde kumaş dokunmuş, kumaşlara aşınma ve boncuklanma testi uygulanarak, deney sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, doku tipinin aşınma ve boncuklanma dayanımı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu, aşınma dayanımı testi sonucunda meydana gelen ağırlık kaybının atlama uzunluğu ile doğru orantılı olarak arttığı, boncuklanma testi sonucunda da atlama uzunluğunun fazla olduğu doku tiplerinde boncuk sayısının arttığını belirtmişlerdir.

2.3. Gerilim Ölçümü Üzerine Çalışmalar

Özdemir (1991), haşılı, bükümlü ve katlı olarak kullanılan çözgüler ile farklı ağızlık geometrilerine sahip dokuma makinalarında, ağızlık açma işlemi nedeni ile çözgü ipliklerindeki uzama ve çözgü ipliğini etkileyen kuvvetleri ele almıştır. Çalışmada, çözgü ipliği gerginlik ölçümleri ve duruş etütleri yapılmış, ölçümler sonucu elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

Narter (1985), belirli bir tezgahta, tezgah ayar ve kumaş yapı parametrelerine göre ulaşılabilecek sıklık limitlerinin saptamasını amaçlamıştır. Deneysel bulgular ve endüstriyel uygulamalarla, bu alandaki literatüre dayandırılacak teorik yaklaşımların birlikte ele alınarak karşılaştırılmalı biçimde değerlendirilmesi planlanmış; çözgü geriliminin, sıklıkları önemli ölçüde etkilediğini, çözgü gerilimlerinin artırılmasının daha yüksek sıklıklara çıkılmasına olanak tanıdığını belirtmiş, doku türü ile çözgü gerilimi arasındaki istatistiksel ilişkinin önemli düzeyde olduğunu tespit etmiştir.

Whitfield (1992), iplik gerilim kontrolünün, başarılı bir dokuma işlemi için çok önemli faktörlerden biri olduğunu, bu gerilimin mümkün olduğu kadar sabit tutulması gerektiğini belirtmiştir.

Önder (1995), dokuma işleminin gerilim altında gerçekleştiği için karmaşık bir dinamiğe sahip olduğunu belirtmiş ve dokuma fonksiyonlarının kumaşın yapısal parametreleri ve özellikleri üzerine etkilerinin araştırılmasına yönelik bir takım geçmiş çalışmaları not etmiştir.

Alpay ve Meriç (1996), dokuma kumaşların iç yapılarını incelemişler, ipliğin kumaş içinde aldığı formun iplik kumaş yapı parametreleri ve tezgah parametreleri ile yakından ilgili olduğunu ve iplik yapı parametreleri arasında eğilme rijitliği, iplik bükümü haşıl gibi ipliğin gördüğü işlemler ve iplik numaralarını gösterirken kumaş yapı parametrelerine bakıldığında çözgü ve atkı iplik sıklıklarının ipliğin kumaş içinde aldığı formu etkilediğini ve tezgah parametreleri arasında ise, çözgü gerginliğinin en önemli rolü oynadığını belirtmişlerdir.

Adanur ve diğ. (1996), kumaşın mekanik özelliklerini ölçmek için on-line bir sistem geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada kumaşın mukavemet, eğilme,

dökümlülük ve yüzey karakteri dikkate alınmıştır. Araştırmacılar, mukavemetin, üretimi ve kumaşın kalitesini etkileyen önemli bir faktör olduğuna, çok yüksek veya çok düşük iplik gerilimlerinin kumaşta hataya neden olacağını ifade etmişler, bu nedenle on-line gerilim kontrolünün gerekliliğini belirtmişlerdir.

Mirjalilli (1997), iplik gerilim kontrolünün hem dokuma makinasının üretimini, hem de kumaş kalitesini artırmak için önemli olduğunu belirtmiştir. Özellikle çözgü gerilimini ölçmek için bir çalışma yapmış, hem verileri toplamak, hem de analiz etmek için dijital teknikleri kullanmış ve çözgü gerilimlerini ölçmek için bir sistem kurmuştur.

Sezen (1997), makinaların en yüksek verimlilikle çalıştırılabilmesi büyük ölçüde çözgü ve atkı kopuşlarının sıklığı ile ilişkili olduğunu ve dokuma makinalarında iplik duruşlarının maliyetinin makinaların üretim hızı arttıkça arttığını ifade etmiş, atkı ipliğinin kopuşuna neden olan faktörleri iki ana gruba ayırmıştır; Birincisi atkı ipliğinin fiziksel özellikleri ile ilgili olan faktörler, ikincisi ise dokuma makinasının kendisi ile ilgili faktörlerdir. Makinaya bağlı olarak meydana gelen atkı ipliği duruşları atkı ipliği üzerindeki gerilim azaltılarak düşürülebildiğini ve dokuma makinalarında yüksek seviyede bir verimlilik sağlayabilmek için atkı ipliği bobini ve dokuma makinası arasına atkı akümülatörleri konulduğunu belirtmiştir.

Jeddi ve diğ. (1999), mekanik çözgü salma işlemi ile elektronik çözgü salma işlemini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar elektronik çözgü salma işlemi ile çözgü gerilim dağılımının daha dengeli olduğu, böylece dokuma makinası performansının da daha yüksek olacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Kovacevic (2000), farklı tezgahlarda aynı çözgü iplikleri kullanarak üç farklı doku tipinde kumaşlar üretmiş, her doku tipi için çözgü gerilimini ölçmüş, doku tipinin değişimi ile çözgü gerilimindeki değişimi kaydetmiştir ve çözgü gerilimi nedeniyle iplikler üzerinde oluşan deformasyonu incelemiştir.

Kurtça (2001), atkı ipliği inceliği, atkı sıklığı ve örgü tipinin kumaş mukavemeti üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmasında çözgü ipliği tipi ve çözgü sıklığını sabit tutarak farklı numaralardaki atkı iplikleri ile farklı sıklık ve farklı örgü tipinde 72 değişik numune oluşturmuştur. Atkı ipliği yönünde kopma ve yırtılma mukavemetini ölçmüş, atkı sıklığı ile kopma mukavemetinin aynı yönlü ve pozitif bir

ilişkiye sahip olduğunu, yırtılma mukavemetinin ise örgü şekline ve iplik tipine bağlı olarak farklı davranışlar gösterdiğini tespit etmiştir. Yırtılma mukavemeti ile kopma mukavemeti arasındaki ilişkinin ise paralel olduğunu ifade etmiş, kullanılan iplik incelidikçe atkı yönünde hem yırtılma hem de kopma mukavemetinin düştüğünü belirtmiştir.

Xingfeng (2004), hava jetli dokuma makinalarında, maksimum çözgü gerginliğini hesaplayan teorik bir yaklaşım vermiştir. Hesaplanan değer ile pratikte ölçülen değer arasındaki farkların nedenleri analiz edilmiştir.

2.3.1. Gerilim Ölçme Sistemleri Üzerine Çalışmalar

Tez kapsamında gerilim ölçme başlığı ve ölçülen değerleri direkt bilgisayara aktaran bir program vasıtasıyla çözgü gerilim ölçümü yapılmıştır. Çalışma kapsamında hazır program kullanılmış, yeni bir sistem tasarımı yapılmamıştır. Sistem tasarımı konusunda önceden yapılan çalışmalar araştırılmıştır. Bu konuda yapılan bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

NTC (National Textile Center,1998), tarafından çözgü gerilimi, kumaş oluşumu sırasındaki kopuşların izlenmesi ve verilerin kaydedilmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Mikroelektronik sistemlerin kullanımının ekonomik avantajları incelenmiş ve sonuç olarak ticari bir mikroelektronik sistem dizayn edilmiştir.

Huang ve diğ. (2000), dokuma kumaşların doku tiplerini belirleyen bir imaj tekniği konusunda çalışmışlardır. Deneysel malzeme olarak, her birinden 20 örnek olmak üzere, bezayağı, dimi ve saten doku tiplerini kullanmışlardır. Deneysel sonuçlar, üç temel doku tipinin imaj analizi ile gösterilebileceğini göstermiştir. Elle, iplik çekilerek yapılan sıklık ölçümleri ile bilgisayar ile yapılan ölçümlerde birbirine çok yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Severine (2001), dokuma kumaş oluşumu sırasındaki çözgü duruş ve kopuşları gözleme üzerine yaptığı doktora çalışmasında, çözgü gerilimi ve kopuşunu gözleyen sensör, yazılım ve bilgisayar donanımından oluşan bir prototip tasarlanmıştır. Prototipin yapabilecekleri şeyleri gözlemlemek için bir çok deney yapılmış, eşzamanlı olarak sekiz tane çözgü ipliğinin gerilimini ölçme, dokuma

sırasında iplik gerilim değişimlerini tespit etme, çözgü levendi boyunca gerilim değişim miktarını ölçme, çözgü salma hareketini gözleme, çözgü ipini bulma, lamellerin düşmesinin çözgü ipine verdiği zararı tespit etme ile ilgili olarak yapılmıştır.

Kang ve diğ. (2001), dokuma kumaş yapısını otomatik olarak analiz etmek için otomatik kumaş değerlendirme sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistemde, kumaş görüntüleri bir kamera tarafından çekilir. Örtü faktörü, krimp, kumaş kalınlığı, gramaj gibi kumaşın yapısal özellikleri imaj analizi ile ölçülebilmektedir. Sistemin ölçtüğü sonuçlar, deneysel sonuçlar ile uygunluk göstermektedir.

Fan ve diğ. (2002), kumaşın uzaması ve kalınlığını ölçen bir ölçüm tekniği önermişler, bu teknikte hızlı ve çabuk şekilde ölçüm yapan, portatif bir test cihazı kullanmışlardır.

2.4. Görüntü Analizi Çalışmaları

Tez kapsamında, Digital Stereo Mikroskop kullanılarak üretilen kumaşların sanfor öncesi-sonrası görüntüleri çekilmiş, kumaşların sanfordan sonraki değişimi, atkı ve çözgü sıklıklarındaki değişim gözlemlenmeye çalışılmıştır. Bu konuda daha önceden yapılmış bazı çalışmalardan aşağıda bahsedilmiştir.

Morooka ve diğ. (1999), zoom kameralı ve bir imaj çözümleyiciye sahip ayarlanabilir açılı optik çözümleyici kullanarak, çok ince örülmüş örgü kumaşlar üzerindeki yansıma özelliklerini deneysel olarak açıklamaya çalışmışlardır. Çalışmalarında, iplik yapısı bakımından farklı özelliklerdeki üç örgü kumaş kullanarak, bir ışının geliş açısı ve yansımasını, değişik açılar için analiz etmiş, ışının geliş yönüne ve geliş yönünün dağılıma ve şiddetine olan etkisine bağlılığını incelemişlerdir.

Kang ve diğ. (1999), dijital analiz yöntemi ile kumaş doku tipinin belirlenmesi için hem dokuyu, hem de iplik renk dizaynını bulan bir sistem üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada, kumaşın görüntüsünü alan bir kamera ve bu görüntüyü dijital veriye dönüştüren bir cihaz kullanmışlardır. Alınan ve yansıtılan görüntüler, kumaş desenini belirlemek için kullanılmıştır.

Xin ve diğ. (2002), çalışmalarında, imaj analizi ile kumaşın boncuklanma özelliğini belirleme konusu ele alınmıştır. Boncuklanma sayısı, boncuklanan ortalama alan, gramaj parametreler olarak belirlenmiş ve bu parametreler kullanılarak, objektif değerlendirmeler için formüller ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Gözle yapılan değerlendirme ile bilgisayarla yapılanlar arasında paralellik olduğu belirtilmiştir.

Cardomone ve diğ. (2002), eski ve yeni kumaşların değerlendirilmesinde, imaj analizi kullanılması konusunda çalışmışlardır. Kumaşların yapısal ve fiziksel özelliklerini kolay ve etkili bir şekilde tanımlayan dijital imaj analizi yöntemi geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri dijital metodu fabrikada üretilen ve el tezgahında üretilen Amerikan bayraklarına uygulamışlardır. Bayrağın, iplik ve kumaş karakteristiklerini incelenmişlerdir.

Uçar ve diğ. (2004), dikişli kumaşlardaki, dökümlülüğü imaj analizi yöntemi ile incelemişlerdir. Bu amaçla, 5 dikişli overlok dikişlerin kumaşların dökümlülük özelliğine etkisini incelemişler, istatistiksel olarak sonuçları analiz etmişler, regresyon analizleri ile, dikişli örgü kumaşlardaki dökümlülük katsayıları ile bilgisayardan elde edilen hesaplanmış değerlerin birbirine yakın olduğunu tespit etmişlerdir.

3.MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Çalışmada Picanol GTX kancalı dokuma makinasında Ne 44/2 PES/Vis/Lycra®, 66/32/2 karışım oranlarına sahip atkı ipliği ve Ne 28/2 PES/Vis 67/33 çözgü ipliği kullanılmıştır. 4 farklı sıklıkta 7 doku tipinde kumaşlar üretilmiştir. Bu tipler için, Bezayağı ve türevleri ve temel dimi yapıları seçilmiştir. Dokusu bakımından hem dengeli hem de dengeli olmayan yapılar ele alınmıştır. Bu dokular B 1/1, P 2/2, Rç 1/3, Rç 2/2, Ra 2/2, D 1/3 ve D 2/2 olarak belirlenmiştir. Ne 44/2 PES/Vis/ Lycra® içerikli atkı ipliği ile 10-28 atkı/cm aralığında sıklık uygulaması yapılmıştır.

Picanol GTX Dokuma makinası (Şekil 3.1) üzerinde 6 çerçeve bulunmaktadır. Bu çerçevelerden 4 tanesi zemin, 2 tanesi kenar örgüsünü dokumak için kullanılmaktadır. Bu nedenle doku tipleri seçilirken zemini bakımından 4 çerçeve ile dokunabilecek olan doku tipleri tercih edilmiştir.

Replikasyon sayısı ikidir. Kumaşlar aynı makinada, aynı atkı ve çözgü iplikleri kullanılarak, aynı atkı sıklıklarında, aynı doku tiplerinde farklı zamanlarda tekrar üretilmiştir. Replikasyon yapılmasındaki amaç aynı koşullarda üretilen kumaşların fiziksel ve mekanik özellikleri arasında belirgin bir fark olup olmadığını gözlemleyebilmektir. İkinci replikasyon sonucunda üretilen kumaşlara da daha önce üretilen kumaşlara uygulanan testler uygulanmış, belirgin bir farklılık gözlenmemiştir. Grafikler çizilirken Replikasyon 1 ve 2 ile üretilen kumaşların fiziksel ve mekanik test sonuçlarının ortalaması alınmıştır. Sonuçlar, Bulgular ve Tartışma bölümünde ayrıntılarıyla birlikte değerlendirilmiştir. Elde edilen dataların önemli bir kısmı Ekler bölümünde verilmiştir.

İstatistiksel analiz yapılarak doku tipi, atkı sıklığı ve iplik numarasının kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerini hangi düzeyde etkilediği ve yapılan etkinin anlamlılık seviyesi araştırılarak ortaya konmak istenmiştir. Bu amaçla, doku tipi, atkı sıklığı ve atkı iplik numarasına bağlı olarak kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerini tahmin eden regrasyon denklemleri kurulmuştur. Denklemlerin doğruluk seviyesini

görebilmek için, regrasyon denklemlerine dayalı hesapla elde edilen değerler ile üretilen kumaşların fiziksel ve mekanik özelliklerini karşılaştırabilmek için, uygulanmış olan atkı sıklık değerleri dışında farklı atkı sıklıklarında kumaşlar üretilmiştir. Farklı atkı sıklıklarında üretilen kumaşlara aynı fiziksel ve mekanik testler uygulanmıştır. Denklemlerin verdiği değerler ile kumaş testleri sonucunda elde edilen değerler karşılaştırılmıştır. Denklemlerin gerçekliğini kontrol etmek üzere üretilen kumaşlar Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Dokuma makinasının teknik özellikleri Çizelge 3.1’de, çalışmada kullanılan atkı ve çözgü ipliklerinin özellikleri Çizelge 3.2’de, üretilen kumaşların özellikleri ise Çizelge 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Picanol GTX dokuma makinası

Çizelge 3.1. Dokuma makinası

Modeli	Picanol GTX, Rapierli
Üretim Yılı	1995
Çalışma Devri	405 atkı/dk
Çalışma Eni	1.8 m
Çerçeve Sayısı	4 zemin+2 kenar
Atkı Renk Seçimi	4 atkı akümülatörü
Atkı Sıklığı	1.75-134 atkı/cm
Ağızlık Tertibatı	Pozitif Armürlü

Çizelge 3.2. Atkı ve çözgü iplik özellikleri

İplik	Numara	Hammadde	Karışım Oranı	İplik Üretim Tekniği
Atkı	Ne 28/2 Ne 44/2	PES/Vis/Lycra®	66/32/2	Ring
Çözgü	Ne 28/2	PES/Vis	67/33	Ring

Çalışmanın başlangıcında, her iki atkı ipliği ile de aynı atkı sıklıklarında kumaş dokunması planlanmış, fakat kalın iplikler kullanıldığında aynı tezgah

ayarında belirli bir kumaş uzunluğuna giren atkı sayısı azaldığı için Ne 28/2 atkı ipliği ile 28 tel/cm atkı sıklığında kumaş dokunamamıştır.

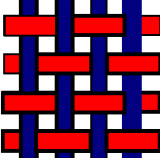
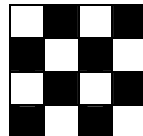
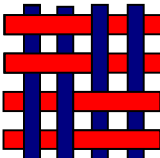
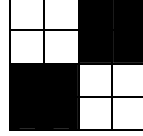
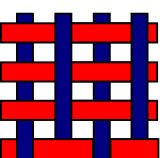
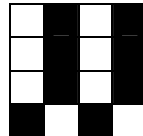
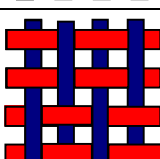
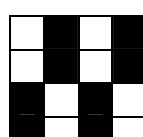
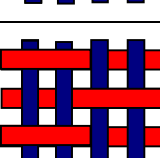
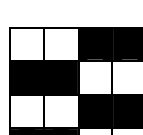
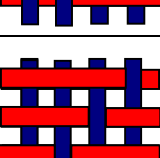
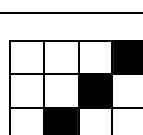
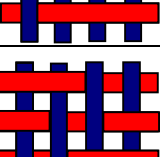
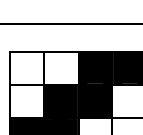
Çizelge 3.3. Dokunan kumaşların özellikleri

Desen Kodu	Bağlanma Şekli	Desen Raporu	Atkı İpliği	Atkı Sıklığı (atkı/cm)
B 1/1			Ne 28/2	10 – 16
			Ne 44/2	10 – 16 – 22
P 2/2			Ne 28/2	10 – 16 – 22
			Ne 44/2	10 – 16 – 22 – 28
Rç 1/3			Ne 28/2	10 – 16 – 22
			Ne 44/2	10 – 16 – 22 – 28
Rç 2/2			Ne 28/2	10 – 16 – 22
			Ne 44/2	10 – 16 – 22 – 28
Ra 2/2			Ne 28/2	10 – 16 – 22
			Ne 44/2	10 – 16 – 22 – 28
D 1/3			Ne 28/2	10 – 16 – 22
			Ne 44/2	10 – 16 – 22 – 28
D 2/2			Ne 28/2	10 – 16 – 22
			Ne 44/2	10 – 16 – 22 – 28

Çizelge Notları:

- (1): Tarak çözgü sıklığı bütün dokumalar için 22 tel/cm'dir.
- (2): Esasen 47 olmak üzere replikasyonla birlikte toplam 94 adet numune üretilmiş ve incelenmiştir.
- (3): Numune boyu 3m olmak üzere toplam 282 metre kumaş test/inceleme amaçlı üretilmiştir.

Çizelge 3.4. Farklı atkı sıklıklarında dokunan kumaşlar

Desen Kodu	Bağlanma Şekli	Desen Raporu	Atkı İpliği	Atkı Sıklığı (atkı/cm)
B 1/1			Ne 28/2	13
			Ne 44/2	12
P 2/2			Ne 28/2	13
			Ne 44/2	13
Rç 1/3			Ne 28/2	13
			Ne 44/2	13
Rç 2/2			Ne 28/2	13
			Ne 44/2	-
Ra 2/2			Ne 28/2	13
			Ne 44/2	-
D 1/3			Ne 28/2	13
			Ne 44/2	-
D 2/2			Ne 28/2	13
			Ne 44/2	-

Çizelge Notları:

- (1): Toplam 10 adet kontrol amaçlı numune (30 metre) genelde 13 atkı/cm sıklığında üretilmiştir.
(2): Üretilen tüm numuneler için önceden belirtilen testler yinelenmiştir.
(3): Test sonuçları istatistiksel denklemlerle sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

3.2. Metod

Atkı ipliklerine ve kumaşlara uygulanan testler üç farklı laboratuvarda gerçekleştirilmiştir.

Atkı ipliklerine uygulanan kopma mukavemeti ve uzaması testi ile kumaşlara uygulanan elastikiyet, yırtılma mukavemeti, kopma mukavemeti, kopma uzaması ve gramaj ölçümü *Çukurova Üniversitesi*, TÜBİTAK, Adana ÜSAM bünyesinde bulunan Tekstil Kalite Kontrol ve Ar-Ge laboratuvarındaki cihazlarda yapılmıştır.

Kumaş kalınlık ölçümü T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB), Adana Tekstil Kalite Kontrol Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Çalışmada kullanılan atkı ipliklerinin büküm sayısı, tüylülük ve düzgünsüzlük testleri Adana, ÖZBUCAK A.Ş.'de yapılmıştır. Dokunan kumaşlarda aynı çözgü ipliği kullanıldığı için çözgü ipliklerine test uygulanmamıştır.

Deneylerin yapıldığı laboratuvarlarda, ortam şartları, % 65 $\pm$ 2 izafi rutubet ve 20 $\pm$ 2°C sıcaklık değerinde olmuştur. Deneyler yapılmadan önce bütün iplik ve kumaş numuneleri 24 saat kondisyonlanmıştır (TS 240 EN 20139,1995). Yapılan testler ve standartlar Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Kumaş numuneleri için yapılan testler ve kullanılan standartlar

Test Adı	Standart
Yıkama Çekmesi (Sanfor)	TS 5720 EN ISO 6330
Kumaşlarda Atkı ve Çözgü Sıklığının Tayini	TS 250 EN 1049-2
Kumaşlardan Çıkarılan İpliklerde Kısılma Oranı Tayini	TSE 254
Dokunmuş Kumaşlar - Birim Uzunluk ve Birim Alan Kütlesinin Tayini	TSE 251
Dokunmuş ve Örülmüş Kumaşlarda Kalınlık Tayini	TS 7128 EN ISO 5084
Tekstil- Kumaşlar- Genişlik ve Uzunluğu'nun Tayini	TS EN 1773
Tekstil- Kumaşların Gerilme Özellikleri- En Büyük Kuvvetin ve En Büyük Kuvvet Altında Boyca Uzamanın Tayini- Şerit Metodu	TS EN ISO-13934-1
Kumaşın Yırtılma Dayanımının Tayini	TS EN ISO 13937-4
Elastikiyet ve Kalıcı Uzama	BS 4952

3.2.1. İpliğe Uygulanan Testler

Çalışmada 2 farklı numarada aynı harman hattında, aynı makinalarda aynı karışım oranlarında üretilmiş atkı iplikleri kullanılmıştır. İpliklerin fiziksel ve mekanik özelliklerini ortaya koymak maksadıyla aşağıdaki testler uygulanmıştır. Test sonuçları Uster 2007 İstatistiklerine göre değerlendirilmiştir. Uster İstatistikleri iplik kalitesinin belirlenmesinde kullanılan en yaygın kaynaktır. Uster İstatistikleri her tip ve numaradaki iplikler için toplanan istatistiki değerlerden sınır grafikleri oluşturularak ve %5, %25, %50, %75 ve % 95 sınır çubukları çizilerek, üretilen ipliklerin dünya üretiminin hangi %'lik kalite dilimine girdiğini öğrenilmesine olanak sağlanmaktadır. Uster istatistikleri kullanılarak bir kıyaslama yapmak ve dilimlerden hangisine dahil olduğunu bilmek bu şekilde mümkün olmaktadır. Çalışmamızda kullanılan atkı ipliklerine uygulanan testler sonucunda ipliklerin Uster İstatistiklerin de % 5'lik dilime dahil olduğu görülmüştür. % 5 değeri, belirtilen kalite parametresi için, dünya genelinde en iyi ilk % 5 dilimindeki değeri ifade etmektedir (www.uster.com, 2009).

3.2.1.1. İplik Kopma Mukavemeti ve Uzaması

İpliklerinin kopma mukavemeti ve uzaması, Titan mukavemet test cihazında yapılmıştır (Şekil 3.2). Numune üzerine uygulanan kuvvet ile numunenin çekilmesi ve koparılması sureti ile test yapılır. Kopma anındaki kuvvet ve bu kuvvet altında numunenin uzama miktarı incelenmiştir.



Şekil 3.2. Titan mukavemet test cihazı
(www.james-heal.co.uk, 2009)

3.2.1.2. İplik Düzgünsüzlüğü

İplik düzgünsüzlük testi Uster Tester 3 cihazında yapılmıştır. Şekil 3.3’de Uster Tester 3 cihazı görülmektedir. Her bobinden 5 kez olmak üzere 400’er metre uzunluğunda ipliğin düzgünsüzlüğüne bakılmıştır.



Şekil 3.3. Uster düzgünsüzlük test cihazı(www.hama-yarn.com, 2009)

3.2.1.3. İplik Büküm Sayısı

İplikteki büküm sayısı, Zweigle D 302 makinasında her bobinden 3'er adet test yapılarak tespit edilmiştir.

3.2.1.4. İplik Tüylülüğü

İplik tüylülük testinde Zweigle G 566 İplik Tüylülük Test Cihazı (Şekil 3.4) kullanılmıştır. Bu testte, 100 mm uzunluğundaki iplik boyunca, iplik yüzeyinden çıkan 3mm'den uzun olan liflerin toplam sayısını ifade eden S3 değeri elde edilmektedir.



Şekil 3.4 Tüylülük test cihazı (www.erlermakina.com, 2009)

3.2.2. Kumaşlara Uygulanan Testler

3.2.2.1.Yıkama Çekmesi (Sanfor)

Yıkama çekmesi (sanfor) testi, TS EN ISO 6330, 2002 “Elastik kumaşların yıkama ve kurutulmaları esnasında boyutsal değişimi” standardına göre yapılmıştır. Numune 50x50 cm boyutlarında kesilmiş, çözgü ve atkı yönünde işaretler koyulmuş, yıkama ve kurutma sonrası çözgü ve atkı çekmeleri tespit edilmiştir. Dokunan kumaşların sanfor öncesi-sonrası görüntüleri Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’ndeki Dijital Stereo Mikroskop ve mikroskoba bağlı bulunan bilgisayar kullanılarak çekilmiş ve incelenmiştir.

Kullanılan mikroskop, dijital kameralı, büyütme oranı (10x~40x) aralığında olan, netlik ayarı yapılabilen, dijital kamera ile çekilen görüntülerin bilgisayara aktarılabilirdiği ve bilgisayara aktarılan toplam büyütmenin, objektifin büyütme oranının 12.5 katı olduğu (125x~500x) bir cihazdır (www.sdlatlas.com, 2009)

Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'ndeki Digital Stereo Mikroskop Şekil 3.5'de gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Digital Stereo Mikroskop

3.2.2.2.Sıklık

Kumaşların atkı ve çözgü sıklıkları “TS 250 EN 1049-2 Tekstil Dokunmuş Kumaşlar-Yapı Analiz Metotları- Birim Uzunluktaki İplik Sayısının Tayini” esas alınarak tespit edilmiştir. Atkı ve çözgü yönünde 1 cm'deki iplik sayısı belirlenmiş, 3 kez ölçüm yapılmış, sonuçların ortalaması hesaplanmıştır.

3.2.2.3. Atkı ve Çözgüde Kısalma ve Kıvrım

Dokunan kumaşlarda çözgü ve atkı ipliklerinin kesişmesi ve bağlanmasından dolayı kıvrılmalar, atkı ve çözgü iplik boylarında kısaltmalar meydana gelmektedir. Atkı iplikleri elastan içerdiğinden kumaştan çıkarılan atkıdan düzeltilmiş uzunluğu

tespit etmek problemlidir. Bu nedenle gergin haldeki uzunluk tarak eni olarak alınmıştır. Tarak eni (e_T), kenar dokusu hariç 175 cm'dir. Tarak eni (e_T) ile dokunmuş kumaşın dokuma sonrasındaki serbest haldeki eni (e_K) arasındaki farkın mutlak değerinden hareketle atkıdaki kısalma ve kıvrım yüzdesi aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$\text{Atkıda kısalma yüzdesi} = \frac{e_T - e_K}{e_T} \times 100 (\%) \quad (3.1)$$

$$\text{Atkıda kıvrım yüzdesi} = \frac{e_T - e_K}{e_K} \times 100 (\%) \quad (3.2)$$

Çözüde kısalma ve kıvrım yüzdeleri ise TSE 254 esas alarak kumaştan çekilen ipliğin düzeltilmiş uzunluğu ile düzeltilmemiş kıvrımlı haldeki uzunluğu arasındaki farkın mutlak değerinden hareketle aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. İfadede yer alan l_ζ , numune içerisinde çekilen çözgülerin ortalama düzeltilmiş uzunluğunu l_0 ise çözgünün kumaş içerisindeki uzunluğunu (düzeltilmemiş) göstermektedir.

$$\text{Çözüde kısalma yüzdesi} = \frac{l_\zeta - l_0}{l_\zeta} \times 100 (\%) \quad (3.3)$$

$$\text{Çözüde kıvrım yüzdesi} = \frac{l_\zeta - l_0}{l_0} \times 100 (\%) \quad (3.4)$$

3.2.2.4.Gramaj

Gramaj tayini TSE 251-Dokunmuş kumaşlar-birim uzunluk ve birim alan kütlesinin tayini standardı esas alınarak yapılmıştır. Standart atmosfer şartlarında

($20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%65\pm 2$ bağıl nem) 24 saat süre ile kondüsyonlanan kumaşlardan, aynı atkı ve çözgüleri içermeyecek şekilde 100 cm^2 lik 5 adet gramaj numuneleri, numune alma aparatı (Şekil 3.6) ile kesilip, hassas terazide tartılmıştır. Tartım sonuçları 100 ile çarpılarak 5 ölçümün ortalaması alınmış, Deneye tabi tutulan kumaşların ortalama gramajı bu şekilde tespit edilmiştir.



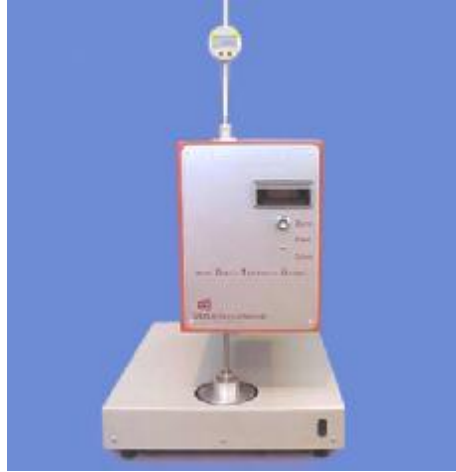
Şekil 3.6. Numune alma aparatı

3.2.2.5. Kalınlık Tayini

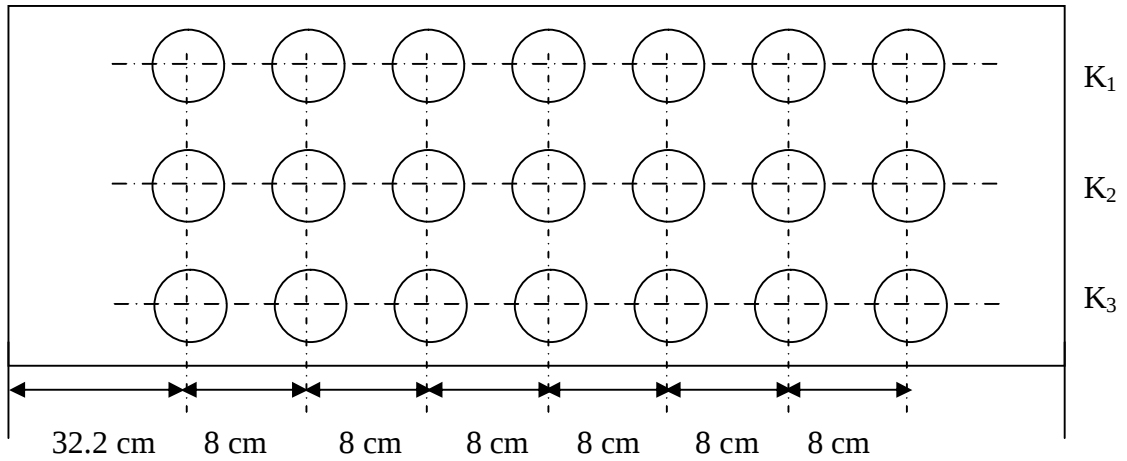
Çalışmada üretilen kumaşların kalınlığı, TS 7128 EN ISO 5084 standardı esas alınarak tayin edilmiştir. Numuneler, standart atmosfer şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%65\pm 2$ bağıl nem) 24 saat süreyle kondüsyonlandıktan sonra, kumaş kalınlığı tayini yapılmıştır. Kumaş kalınlığı, numunenin üzerine konulduğu referans plakası ile numunenin yüzeyine belli bir basınç uygulayan dairesel baskı ayağı arasındaki mesafeyi milimetre olarak ölçen dijital tekstil kalınlık ölçüm cihazı (Şekil 3.7) ile yapılmıştır.

Kalınlık ölçümü yapılırken cımbaz bölgesine gelmeyecek şekilde kumaşın eni boyunca sol tarafından 32.2 cm içeriden başlamak üzere 7 tane ölçüm yapılmış, ölçüm işlemi kumaş boyunca 3 kez tekrar edilmiştir. Bu şekilde her kumaş için toplam 21 tane kalınlık ölçümü yapılmıştır. Ölçülen 21 tane değer ortalaması alınarak kumaş kalınlığı hesaplanmıştır. Ayrıca ölçülen bu kalınlıkların düşey doğrultudaki ortalamaları da değerlendirildiğinden, en yönündeki kalınlık değişiminin de incelenmesine imkan verilmiştir. Kumaş eni boyunca ölçüm sayısı belirlenirken üretilen en dar kumaşın eni dikkate alınmış, kumaşın sağ tarafından da

cımbar bölgesine gelmeyecek şekilde kalınlık ölçümü yapılmıştır. Ölçüm noktaları seçilirken baskı ayağının aynı noktaları ölçmesini önleyebilmek için iki ölçme noktası arası mesafe 8 cm olarak alınmıştır. Kalınlık ölçüm noktaları, Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Kalınlık ölçüm cihazı (www.sdlatlas.com, 2009)



Şekil 3.8. Kalınlık ölçüm noktaları

3.2.2.6. Kumaş Eni Ölçümü

TS EN 1773 “Tekstil- Kumaşlar- Genişlik ve Uzunluğu’nun tayini” standardına göre kumaş enleri ölçülmüştür. Tam enli kumaşlarda kumaş genişliği, uzun kenarlara dik olarak ölçülen, kenarların dış kısımlarındaki mesafedir. Bütün doku tiplerinde kumaş kenarları, bezayağı dokuda olduğu ve doku tip değişiminde kenar dokusu değişmediği için, kumaş eninin kenar hariç ölçülmüş uzunluğu “efektif kumaş eni” olarak isimlendirilir. Kumaş eni ölçülürken, kumaş düz bir şekilde yayılmış olmalı, kırışıklıklar katlar olmamalı ve gerilimsiz bir şekilde serilmiş olmalıdır. Düzgünce serilmiş numunenin genişliği, numunenin uzunluğu boyunca ölçülür. Standarda göre 5 m’ye kadar olan numuneler için 5 ölçüm yapmak gerektiği için her bir kumaş için 5 ölçüm yapıp, ortalamaları alınmıştır.

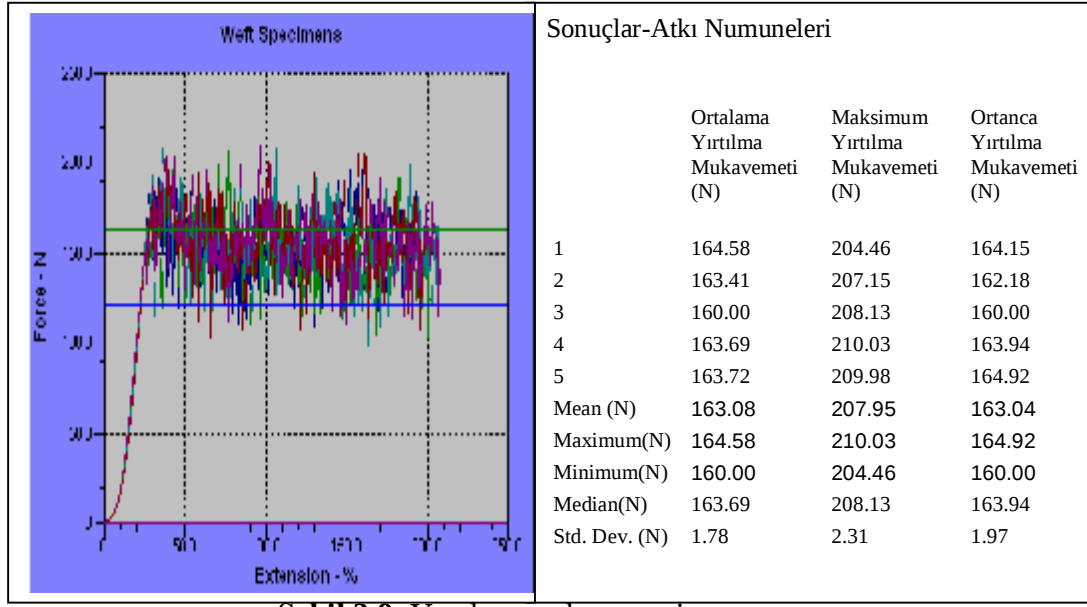
3.2.2.7. Kumaşların Kopma Mukavemeti ve Uzaması

Kumaşların kopma mukavemeti ve uzaması TS EN ISO-13934-1 “ Tekstil- Kumaşların Gerilme Özellikleri- En Büyük Kuvvet Altında Boyca Uzamanın Tayini- Şerit Metodu” standardına göre Titan mukavemet test cihazında (Şekil 3.2) yapılmıştır. Kumaşların kopma mukavemeti-uzaması testinde, şerit metodu kullanılmıştır. Şerit numunesi hazırlamak için kumaş normalden biraz daha geniş kesilerek, uzun kenarların her iki yanındaki iplikler çekilerek çıkarılmış ve 50 ± 5 mm hassasiyetle hazırlanmıştır.

3.2.2.8. Yırtılma Mukavemeti

Kumaşların yırtılma mukavemeti TS EN ISO 13937-4 “Kumaşın Yırtılma Dayanımının Tayini” standardına göre Titan mukavemet test cihazında (Şekil 3.2) yapılmıştır. Yırtılma testi esnasında kumaş bir doğrultu boyunca yırtılır. Kumaş yırtılırken sırası ile iplikler kopar. Grafik üzerindeki pikler her bir kopan ipliği göstererek tüm numuneyi temsil eder. Şekil 3.9’da çözgü iplikleri için yapılmış örnek bir yırtılma test sonucu görülmektedir. Şeklin sol tarafında ise 5 tane numunenin

maksimum, ortalama ve medyan (ortanca) yırtılma mukavemetleri, bu değerlerin ortalamaları, maksimum, minimum değerleri, medyan (ortanca) ve standart sapmaları verilmiştir.



Şekil 3.9. Yırtılma mukavemeti test sonucu

3.2.2.9. Elastikiyet

Elastikiyet testi, BS 4952:1992 “Elastikiyet ve kalıcı uzama” standardına göre Titan mukavemet test cihazında (Şekil 3.2) yapılmıştır. Elastikiyet, iplik veya kumaşın üzerindeki gerilim kalktığında tekrar kendi orijinal uzunluk, şekil ve ölçüsüne geri dönebilirliğidir. Şeridin 50 N’luk yükün altında uzamasını ifade eder. Bu kuvvet altında uzamasını ve yükün kaldırılmasından sonra kalan uzamanın ve ilk uzunluğu bir yüzdesi olarak ifade edilmesidir.

3.2.2.10. Kalıcı Uzama

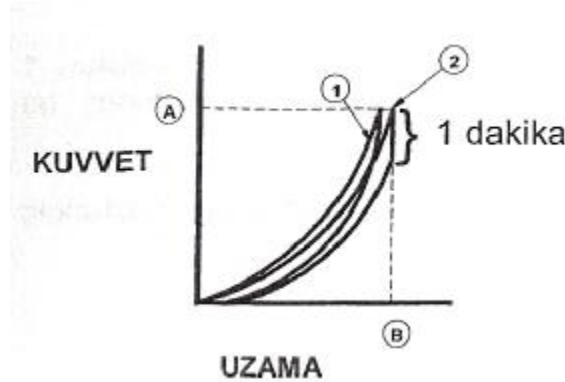
Kalıcı uzama, BS 4952:1992 “Elastikiyet ve kalıcı uzama” standardına göre Titan mukavemet test cihazında yapılmıştır (Şekil 3.2). Çeneler arası mesafe 200 mm olduğu halde numune üzerine 150 mm mesafede belirtme çizgileri konulur.

Yükleme için 50 N luk bir kuvvet seçilir. İki kere A kuvveti kadar yüklem yapılır. İkinci yüklemde A kuvvetinde çene durdurulur 1 dakika beklenir ve tekrar ilk başlama çene aralığına dönülür. Derhal cihazdan çıkarılan numune, düzgün bir yüzey üzerine serilir ve bu durumda 1 dakika beklenir. İki işaret arası mesafe ölçülür. Ölçümler sonucu kalıcı uzama yüzdesi aşağıda verilen ifade ile hesaplanabilmektedir.

$$\text{Kalıcı uzama yüzdesi} = \frac{l_k - l_o}{l_o} \times 100 (\%) \quad (3.5)$$

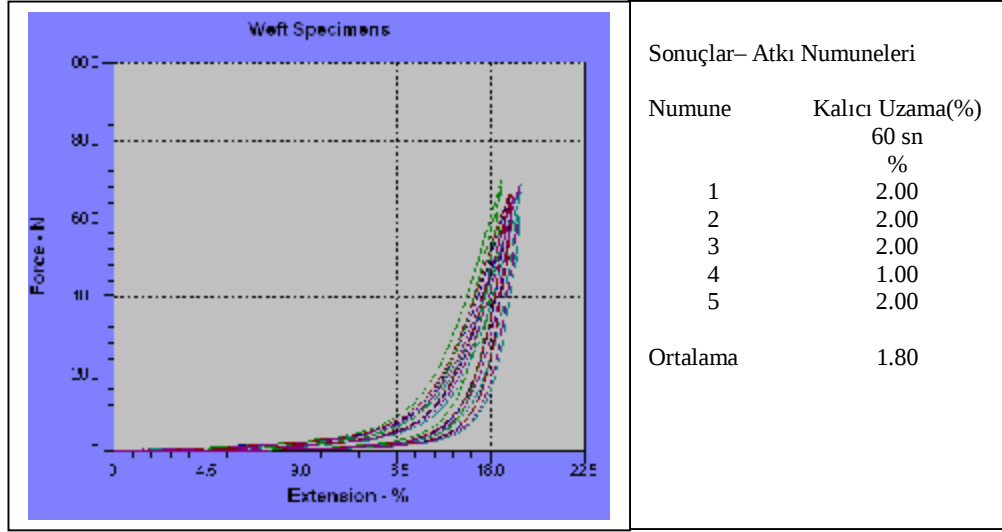
Burada; l_k ölçülen mesafe, yüklem sonrası işaretli iki nokta arasında ölçülen yeni mesafedir. l_o işaretli mesafe, yüklem öncesi işaretli iki nokta arasında ölçülen mesafe (orijinal mesafe) dir.

Şekil 3.10’da kumaşın herhangi bir yönde kuvvet-uzama karakteristik davranış eğrisi genel olarak gösterilmiştir. B, A kuvveti altında numunelerin uzama değerini göstermektedir.



Şekil 3.10. Kuvvet-Uzama Grafiği (Titan Kullanım Kılavuzu, 2000)

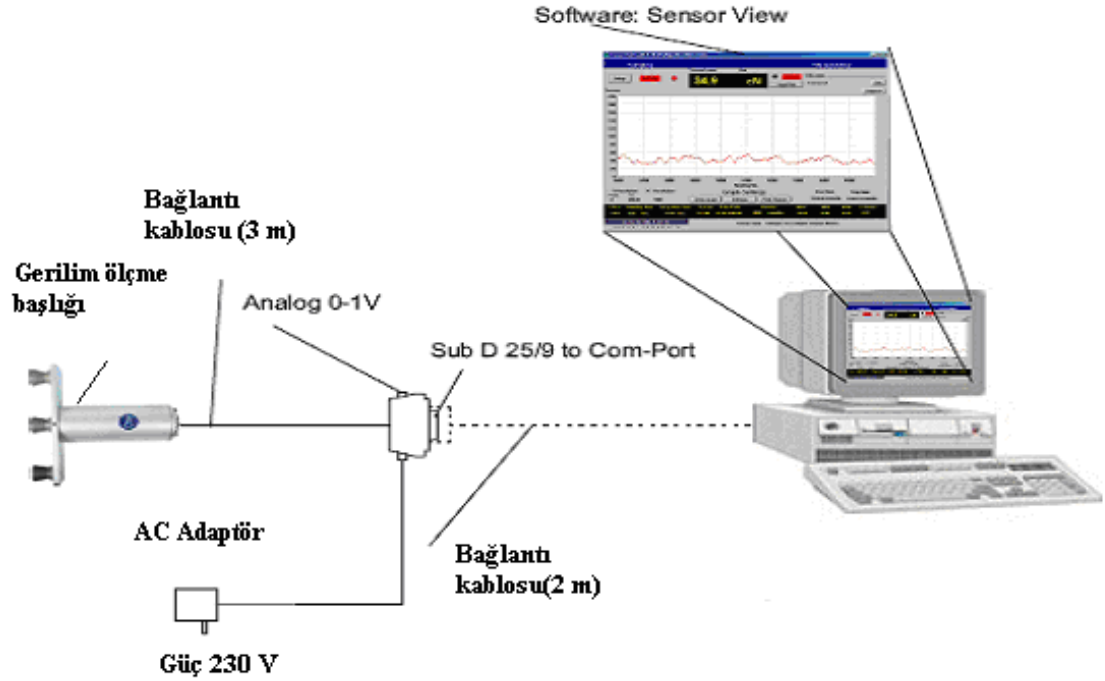
Şekil 3.11’de atkı iplikleri için yapılmış bir kalıcı uzama testi sonucu örnek olarak gösterilmiştir. Sol taraftaki grafikte atkı yönündeki kumaşın belli bir kuvvet altındaki kuvvet-uzama grafiği verilmiştir. 5 tane numunenin test sonucu aynı grafik üzerinde farklı renklerle gösterilmiştir. 5 tane numunenin kalıcı uzama sonuçları ve ortalamaları verilmiştir.



Şekil 3.11. Kumaşın atkı yönündeki kuvvet-uzama eğrisi ve kalıcı uzama sonuçları

3.2.2.11. Çözümlü Gerilim Ölçümü

Çözümlü geriliminin ölçümünde Schmidt marka TS-200 gerilim ölçme cihazı ve ölçülen gerilim değerlerini bilgisayara aktaran Sensor View Light 1.10 EN paket programı kullanılmıştır. Şekil 3.12’de gerilim ölçüm cihazı ve ölçüm prensibi görülmektedir (www.hans-schmidt.com, 2009).

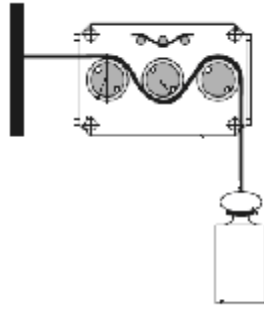


Şekil 3.12. Gerilim ölçüm cihazı ve ölçüm prensibi (www.hans-schmidt.com, 2009)

Gerilim ölçüm cihazı, 0-200 cN aralığındaki gerilim değerlerini başlığında bulunan üç tane ölçme makarası ile ölçmektedir. Makaralardan ilk ve son makaralar sabit, ortadaki makara ise hareketlidir. Çözüğü ipliği bu makaralar arasından geçmektedir. Ortadaki makaraya çözüğü ipliğinin yaptığı baskı başlıkta bulunan gerinim pulu (strain gauge) sensöründe bulunan direnci değiştirerek voltaj farklılığına sebep olmaktadır. Voltaj farklılığı analog arabirimi tarafından dijital veriye dönüştürülmekte, bu veriler Sub 25/9 to Com-Port (veri aktarım birimi), tarafından bilgisayara aktarmaktadır. Gerilim ölçme cihazı gücünü, şebeke gerilimini alıp cihazın kullanacağı düşük gerilimde doğrusal akıma çeviren AC Adaptör (Alternatif akım uyarlayıcısı)’ten almaktadır.

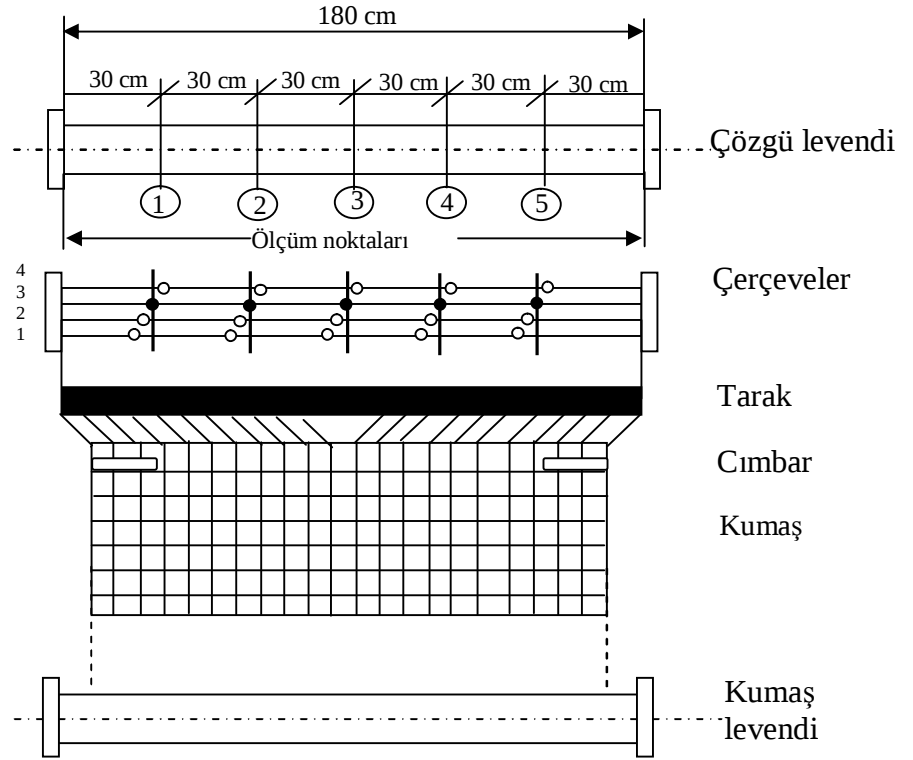
Gerilim ölçme başlığı makine çalışırken hareket etmeyecek şekilde bir stand üzerine takılır ve kalibrasyonu yapılır. Kalibrasyon; ölçme sisteminin gösterdiği veya ölçüğün ifade ettiği değerler ile bilinen değerler arasındaki ilişkinin belli koşullar altında belirlenmesi için yapılan işlemdir. Gerilim ölçme cihazını kalibre ederek direnç ölçümünü yapan cihazın kabul edilen bir ölçüte göre ayarlarının yapılması ve hata sınırlarının belirlenmesi sağlanmış olur. Bu amaçla kalibrasyon için gerilim

ölçme aralığının (0-200 cN) % 10 (20 g) ile % 90 (180 g)'ı oranlarında iki ağırlık alınır (Burada 1 cN=1 g-kuvvet olarak ele alınmaktadır) . Şekil 3.13 'de görüldüğü gibi ağırlıklar takılır. Çözümlü ipliği, Şekil 3.13'de cihazın üstünde gösterildiği gibi ölçme silindirlerinden geçirilir. Cihaz ilk önce 20 g'lık ağırlığın direncini, daha sonra 180 g'lık ağırlığın direncini ölçer. Bu şekilde iki ağırlığa göre ölçüm yapılarak belli bir aralık için cihaz ayarları yapılmış, hata sınırları belirlenmiş olur. Kalibrasyon işlemi tamamlandıktan sonra gerilim ölçme işlemine başlanır (www.hans-schmidt.com, 2009).

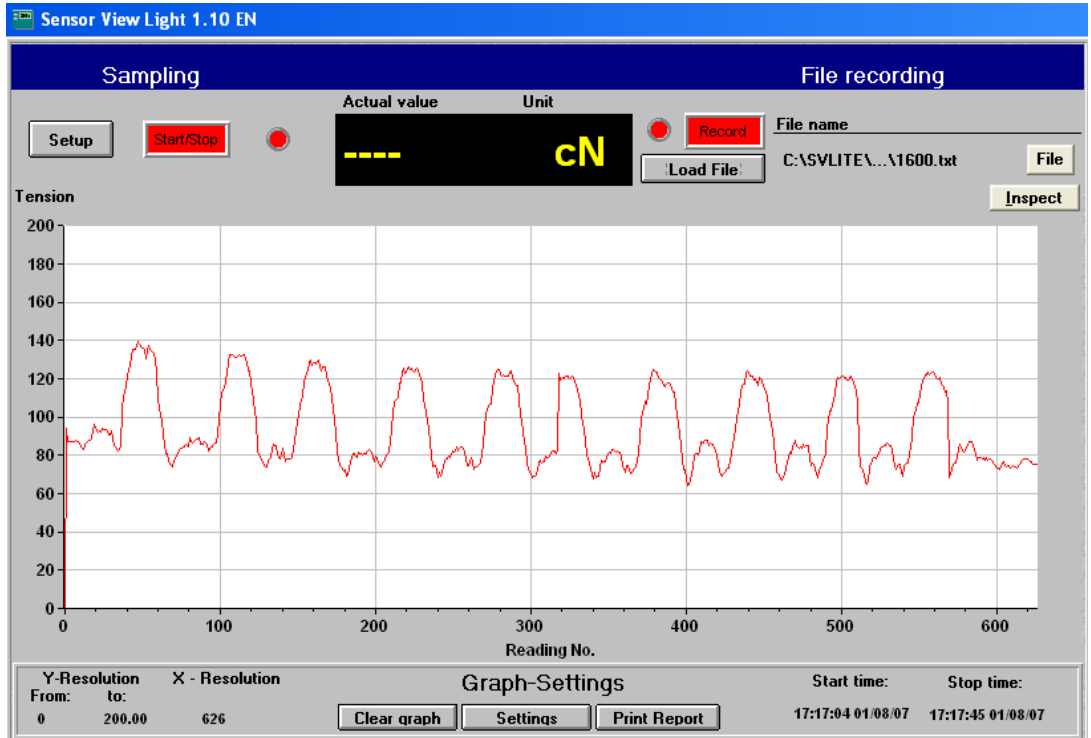


Şekil 3.13. Kalibre işlemi sırasında ağırlıkların takılması
(www.hans-schmidt.com, 2009)

Çalışmamızda cımbaz bölgesine gelmeyecek şekilde 30 cm aralıklarla 5 bölgede, 20 turdaki çözgü gerilimleri ölçülmüştür. Her bir doku tipindeki çerçeve hareketleri farklı olduğu için, doku tipi, atkı sıklığı ve atkı ipliği kalınlığının çözgü gerilimini ne şekilde etkilediğini görmek için böyle bir çalışma yapma ihtiyacı duyulmuştur. Şekil 3.14'de çözgü levendi ve ölçüm noktaları görülmektedir. Ölçülen değerler, Şekil 3.15'de gösterilen ölçülen gerilim değerlerini bilgisayara aktaran Sensor View Light 1.10 EN paket programından okunur. Şekil 3.16'da ise gerilim ölçme cihazı ve takıldığı stand gösterilmektedir.



Şekil 3.14. Çözgü levendi ve ölçüm noktaları



Şekil 3.15. Program penceresi



Şekil 3.16. Gerilim ölçme cihazı ve takıldığı stand

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

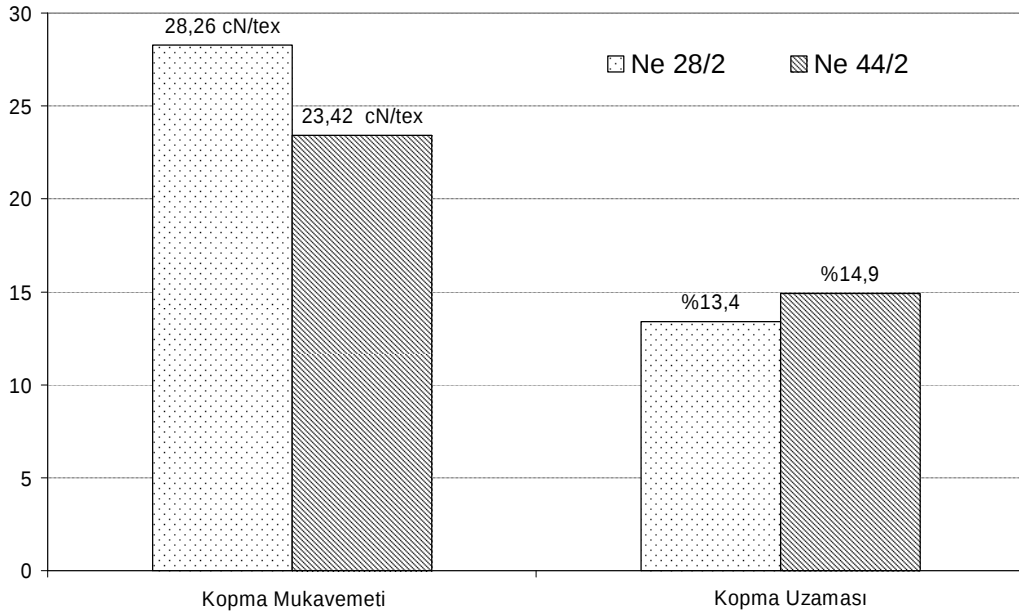
4.1. İpliğe Uygulanan Testler ve Sonuçları

4.1.1. İplik Kopma Mukavemeti ve Uzaması

Çizelge 4.1’de atkı ipliklerinin kopma mukavemeti ve uzaması sonuçları verilmiştir. Şekil 4.1’de kopma mukavemeti ve uzamasının ortalama değerleri üzerinden grafiksel karşılaştırması gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Atkı ipliklerinin kopma mukavemeti ve uzaması

Sıra No	Ne 28/2 Atkı İpliği		Ne 44/2 Atkı İpliği	
	Kopma mukavemeti (cN/tex)	Uzama (%)	Kopma mukavemeti (cN/tex)	Uzama (%)
1	27.93	13.4	22.66	15.4
2	28.06	13.4	20.63	14.5
3	26.50	12.1	22.93	15.4
4	28.76	14.2	20.20	14.8
5	25.62	13.2	24.84	14.6
6	29.22	14.1	23.31	14.5
7	25.16	12.0	21.77	11.3
8	27.72	13.8	24.75	14.6
9	27.44	11.5	25.68	15.0
10	30.29	13.7	21.75	12.2
11	29.87	13.2	25.89	15.9
12	32.92	14.4	26.00	15.4
13	25.32	13.0	24.03	14.8
14	29.54	14.5	23.21	14.3
15	31.71	15.0	25.66	16.3
16	26.98	13.0	25.26	15.8
17	28.69	13.3	22.87	13.9
18	26.36	12.1	23.42	16.1
19	27.98	13.2	20.78	15.5
20	29.06	13.9	22.75	17.1
Ortalama	28,26	13,4	23,42	14,9
Standart Sapma	2.04	1.58	1.82	2.31



Şekil 4.1. Atkı ipliklerinin ortalama kopma mukavemeti ve uzaması

Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1 incelendiğinde, Ne 28/2 atkı ipliğinin kopma mukavemeti, Ne 44/2 atkı ipliğinin kopma mukavemetinden daha yüksek olduğu, kalın ipliğin kopma mukavemetinin yüksek çıkmasının ise beklenen bir sonuç olduğu söylenebilmektedir. Bu durumun muhtemel bilinen sebeplerinden birisi, kalın ipliklerde kesitteki lif sayısının daha fazla olmasıdır.

Ne 28/2 atkı ipliğinin kopma uzaması, Ne 44/2 atkı ipliğinin kopma uzamasından daha düşüktür. Kopma mukavemeti ile uzaması ters orantılı olduğundan bu da beklenen bir sonuçtur. Bunun durumun sebebinin, kesitteki liflerin birbirinden ayrılarak uzaması ve bu şekilde uzama artarken kesitteki lif sayısında azalma olacağı için de kopma mukavemetinde azalma görülmesi olarak düşünülmektedir.

4.1.2. İplik Düzgünsüzlüğü

Çizelge 4.2’de İplik düzgünsüzlük test sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.2. İplik düzgünsüzlük test sonuçları

Atkı Numara	U (%)	İnce Yer (-50%)	Kalın Yer (+50%)	Neps (+200%)
Ne 28/2	8,5	0/km	6/km	8/km
Ne 44/2	8,64	0/km	4/km	14/km

Her iki atkı ipliğinin de düzgünsüzlük sonuçları birbirine yakın çıkmıştır. Elde edilen test sonuçlarından her iki atkı ipliğinin de Uster İstatistiklerinde % 5’lik dilime dahil olduğu görülmüştür. Bu hususta gereken açıklama Materyal ve Metot kısmında yapılmıştır. % 5 değeri, belirtilen kalite parametresi için, dünya genelinde en iyi ilk % 5 dilimindeki değeri ifade etmektedir (www.uster.com,2009).

4.1.3. İplik Büküm Sayısı

Ne 28/2 ve Ne 44/2 atkı ipliklerinin için büküm sonuçlarının ortalamaları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. İplik bükümü test sonuçları

Parametre	Ne 28/2	Ne 44/2
Minimum Büküm (Tur/m)	504	652
Maksimum Büküm (Tur/m)	536	688
Ortalama Büküm (Tur/m)	521.33	669.33
Büküm katsayısı (α)	113.26	117.08

Teorik olarak büküm katsayısı (α), iplik dış yüzeyindeki lifler ile iplik eksenindeki açının tanjantını ifade eden bir sayıdır (ASTM, 2008). Ne 28/2 atkı ipliğindeki büküm miktarının, Ne 44/2 atkı ipliğinin büküm miktarından daha az olduğu görülmektedir.

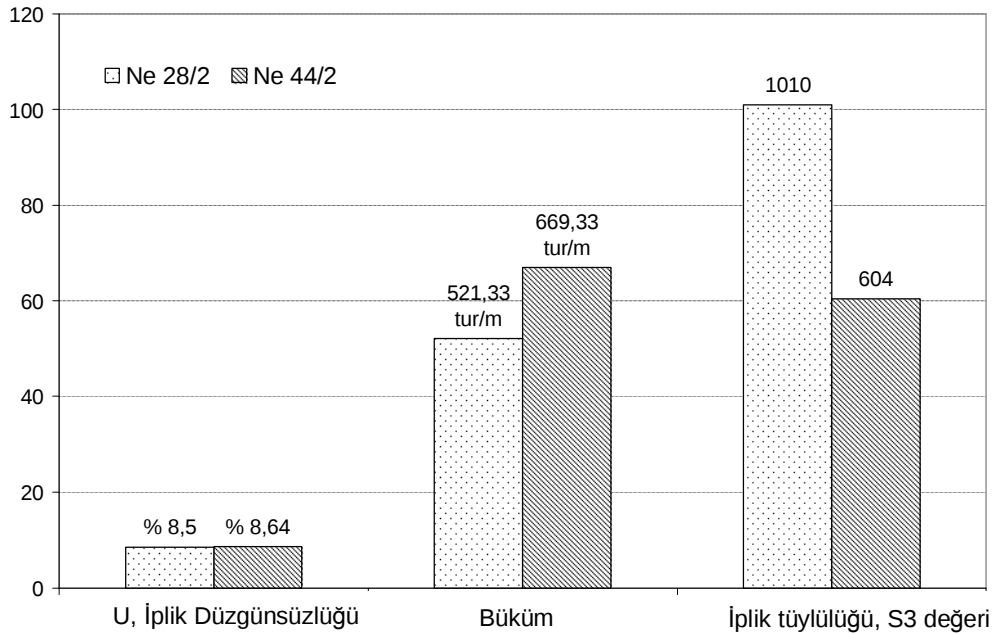
4.1.4. İplik Tüylülüğü

İplik tüylülük test sonuçları Çizelge 4.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. İplik tüylülüğü test sonuçları

Parametre	Ne 28/2	Ne 44/2
Minimum (-)	907	582
Maksimum(-)	1149	635
Ortalama S ₃ Değeri(-)	1010	604
Standart Sapma	109.63	22.46

Çizelge 4.4’deki S₃ değeri, 100 mm uzunluğundaki iplik boyunca, iplik yüzeyinden çıkan 3 mm’den uzun olan liflerin toplam sayısını ifade etmektedir. Ne 44/2 atkı ipliğinin tüylülüğü, Ne 28/2 atkı ipliğinden daha düşüktür. İplik tüylülüğü, lif uçlarının veya lif demetlerinin, ipliğin ana çekirdeğinden uzaklaşmasıyla meydana gelmektedir. İplikte büküm arttıkça ve iplik numarası inceldikçe tüylülük azalır. Bu durum, ipliğin kesitindeki lif miktarının azalmasıyla çıkıntı oluşturan liflerin zılması olarak açıklanabilir (Gemci, 2003). İpliklerin bütün özellikleri Şekil 4.2’de sütun grafiği şeklinde gösterilmiştir. Skala değerlerinin uyumluluğu bakımından ipliklerdeki gerçek büküm ve tüylülük 10 ile bölünmüştür.



Şekil 4.2. Atkı ipliklerinin düzgünsüzlük, büküm ve tüylülük sonuçları

4.2. Kumaşlara Uygulanan Testler ve Sonuçları

4.2.1.Yıkama Çekmesi (Sanfor)

Üretilen kumaşların çözgü ve atkı yönünde tespit edilen ortalama yıkama çekmesi (sanfor) sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Şekil 4.3’de, doku tipleri ve atkı sıklıklarına göre kumaşların atkı boyunca yıkama çekmesi gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde genel olarak atkı sıklığındaki artış ile atkı yönündeki yıkama çekmesinin bütün doku tiplerinde azaldığı gözlemlenmektedir. Atkı yönünde gerçekleşen yıkama çekmesi genel olarak bütün doku tipleri için %15-45 aralığında olduğu görülmektedir. Kalın atkı Ne 28/2 ile dokunmuş kumaşlardaki yıkama çekmesinin ince atkı Ne 44/2 ile dokunan kumaşlara göre daha fazla oranda olduğu görülmüştür.

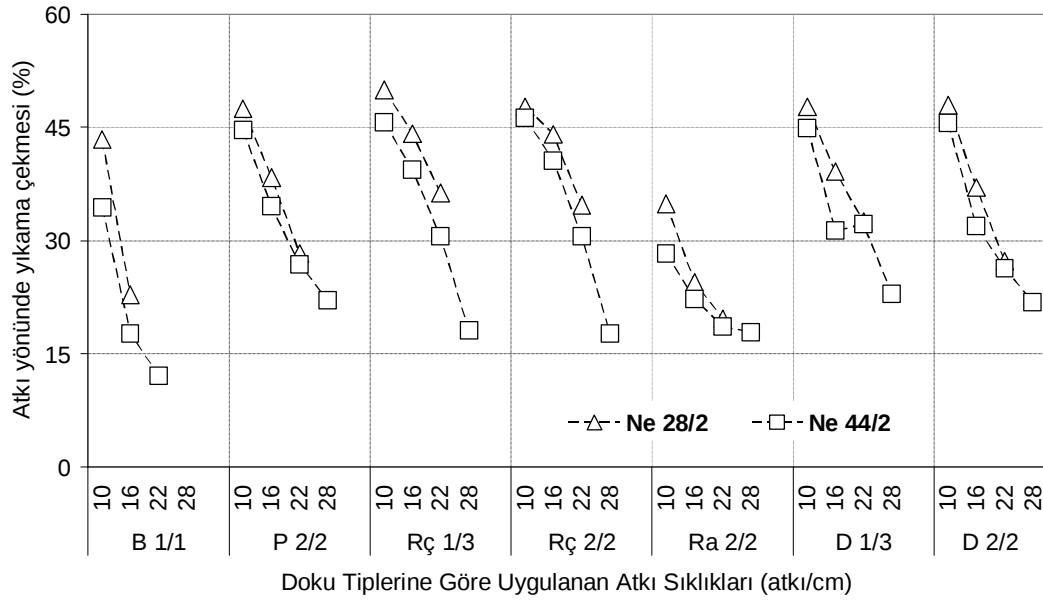
Çizelge 4.5’deki veriler kullanılarak, doku tipi ve uygulanan atkı sıklıklarına göre, atkı yönünde ölçülen yıkama çekmesinin, atkı numarası ile ilgisini belirleyebilmek maksadıyla veriler arasındaki mutlak bağıl farkın yüzde değerleri bulunmuştur.

Mutlak bağıl fark değeri Ne 28/2 veya Ne 44/2 için atkı yönünde ölçülmüş olan atkı yıkama çekmesine oranlanarak bulunabileceğinden, burada Ne 28/2 iplik için ölçülen değerler oranlamada kullanılmıştır. Örnek; Çizelge 4.5’de B 1/1 için atkı yönünde uygulanan 10 atkı/cm için yüzde 43.6 ve 34.36 oranındaki çekmeler arasındaki mutlak bağıl fark için oranlama 43.46 değerleri ile yapılmıştır.

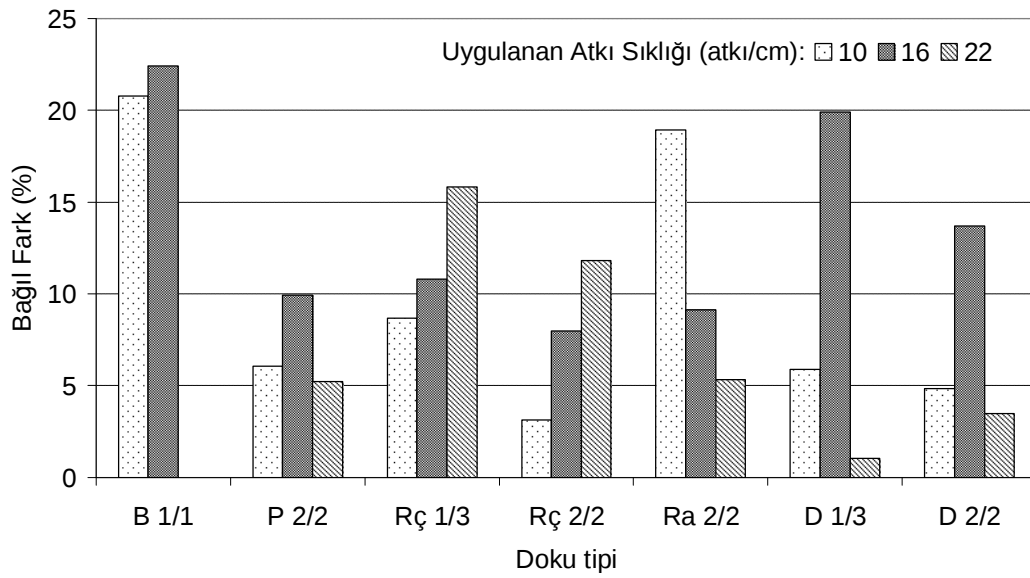
Şekil 4.4 mutlak bağıl fark için yapılan işlem sonuçlarını grafiksel olarak göstermektedir. Şekilden genel olarak bakıldığında, belirgin bir kural gözlemlenemediği, bununla birlikte atkı yönündeki yıkama çekmesine daha çok uygulanan atkı sıklığının, sonra doku tipinin etki ettiği ve iplik numarasının önemli ölçüde etken bir faktör olmadığı sezilmektedir.

Çizelge 4.5. Ortalama sanfor testi sonuçları

Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	Çözü ve atkı yönünde yıkama çekmesi (%)			
		Ne 28/2		Ne 44/2	
		Çözgü	Atkı	Çözgü	Atkı
B 1/1	10	2.835	43.36	1.955	34.36
	16	2.6	22.835	1.38	17.715
	22	-	-	1.14	12.05
P 2/2	10	2.48	47.45	1.62	44.57
	16	2.8595	38.335	2.76	34.525
	22	3.615	28.29	2.07	26.81
	28	-	-	1.285	22.045
Rç 1-3	10	2.095	49.955	1.76	45.62
	16	2.405	44.14	1.955	39.38
	22	5.48	36.285	2.575	30.55
	28	-	-	2.86	18.05
Rç 2-2	10	2	47.735	1.76	46.24
	16	3.665	44.075	2.43	40.57
	22	7.045	34.69	3.285	30.595
	28	-	-	2.285	17.715
Ra 2-2	10	2.809	34.88	2.335	28.285
	16	1.62	24.475	0.575	22.24
	22	1.31	19.665	0.6655	18.62
	28	-	-	0.575	17.855
D 1/3	10	3.76	47.715	2.765	44.905
	16	2.165	39.12	2.4795	31.335
	22	4.17	32.475	2.33	32.14
	28	-	-	1.715	22.905
D 2/2	10	2.57	47.885	3	45.57
	16	3.855	37.025	2.81	31.95
	22	2	27.26	2.475	26.31
	28	-	-	1.475	21.81



Şekil 4.3. Atkı yönündeki yıkama çekmesi



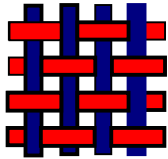
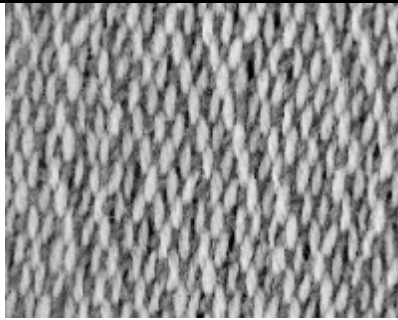
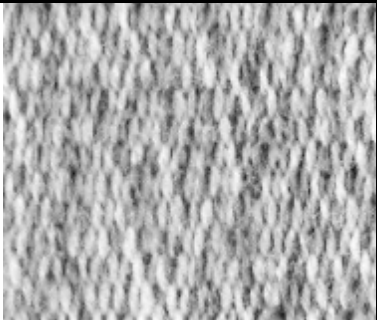
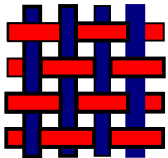
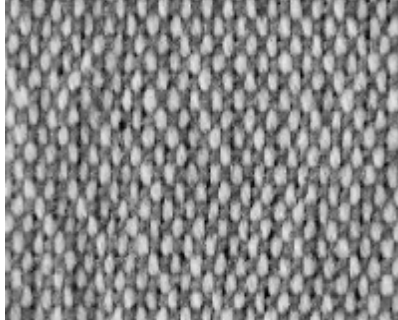
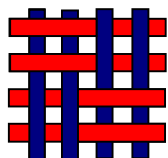
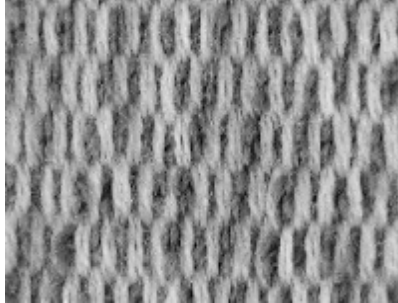
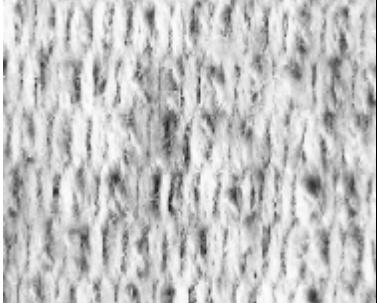
Şekil 4.4. Ne 28/2 ve Ne 44/2 için atkı yönündeki yıkama çekmesi bağıl fark yüzde değerleri

4.2.2.2. Kumaş Yüzeyinin Görüntülenmesi

Ne 28/2 ve Ne 44/2 atkı iplikleri ile üretilmiş kumaşların bağlanma şekli ve sanfor öncesi ve sanfor sonrası görünüşleri sırasıyla Çizelge 4.6 ve 4.7’de verilmiştir.

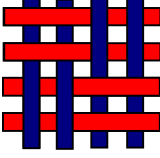
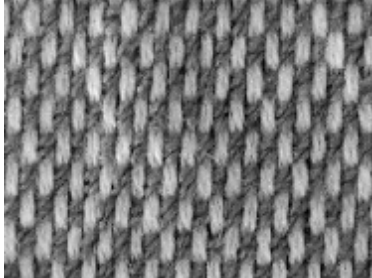
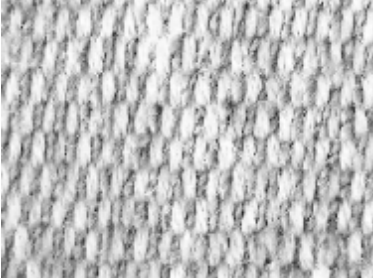
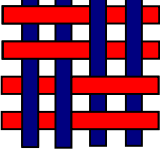
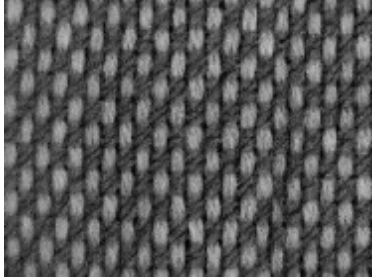
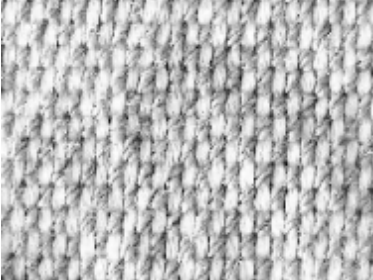
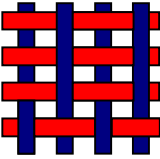
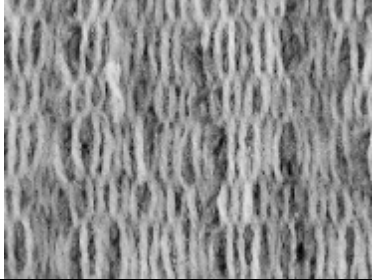
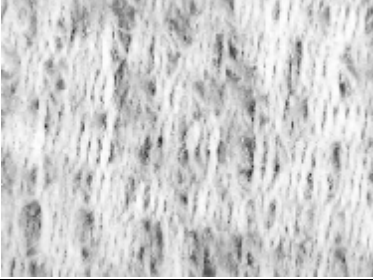
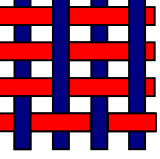
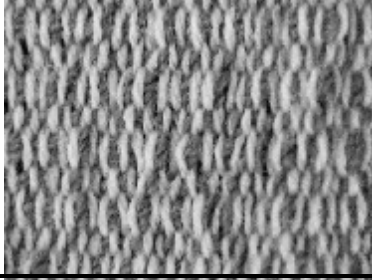
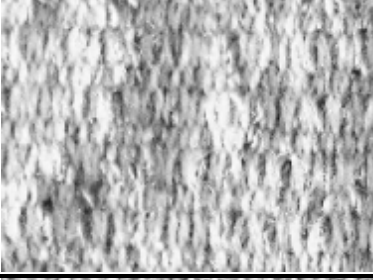
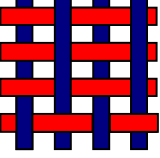
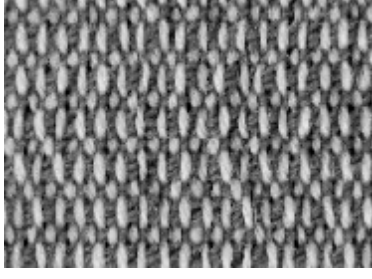
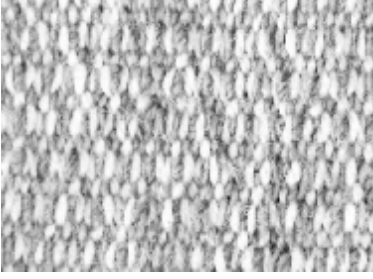
Yapılan incelemeden, sanfor sonrası kumaşlarda atkı ipliğinin Lycra® içermesinden dolayı büzülme olduğu, genel olarak bakıldığında beklendiği gibi bu büzülmenin atkı sıklığı düşük olan kumaşlarda daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.6. Kumaş görünümü (Ne 28/2)

Sa	DT	Bağlanma Şekli	Sanfor öncesi kumaş görünüşü	Sanfor sonrası kumaş görünüşü
10	B 1/1			
16	B 1/1			
10	P 2/2			

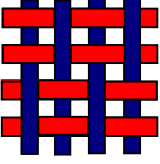
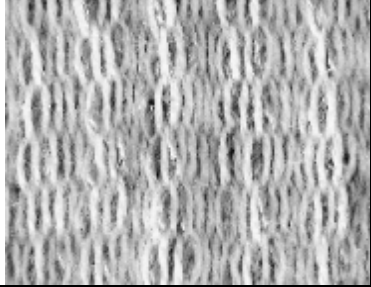
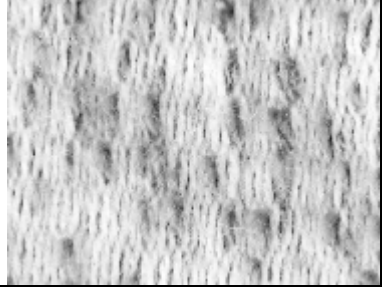
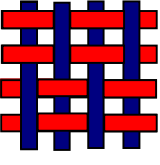
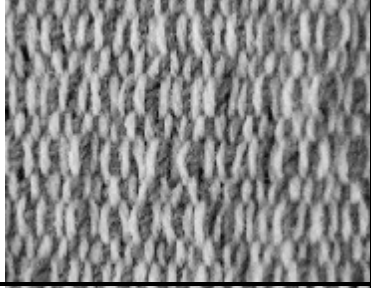
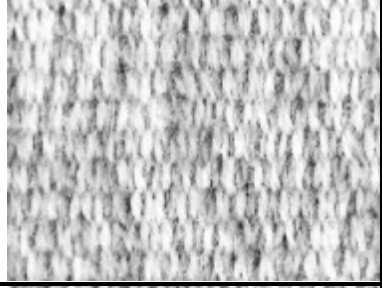
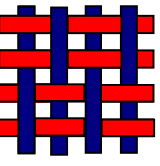
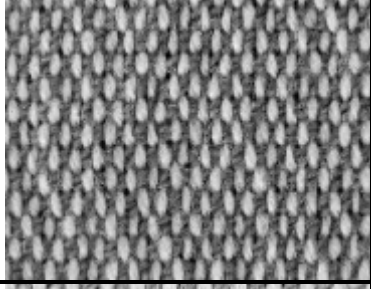
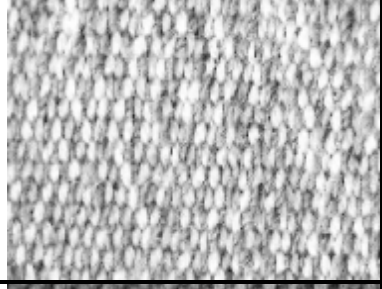
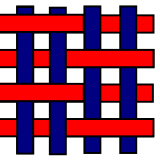
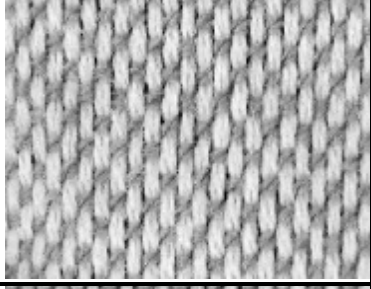
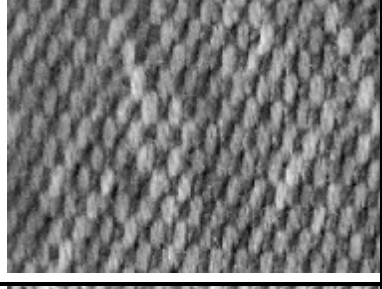
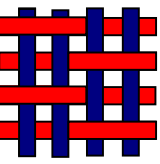
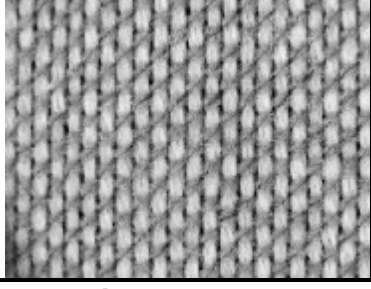
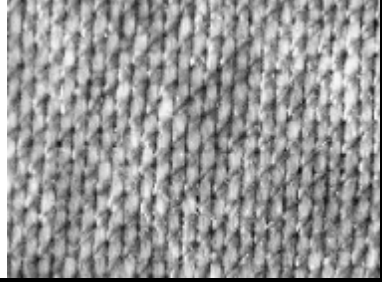
Sa: Atkı sıklığı (atkı/cm) DT:Doku tipi

Çizelge 4.6.nın devamı

Sa	DT	Bağlanma Şekli	Sanfor öncesi kumaş görünüşü	Sanfor sonrası kumaş görünüşü
16	P 2/2			
22	P 2/2			
10	Rç 1/3			
16	Rç 1/3			
22	Rç 1/3			

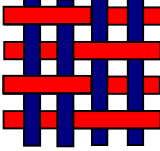
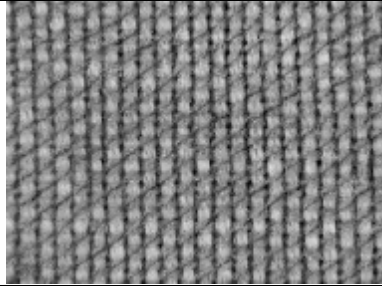
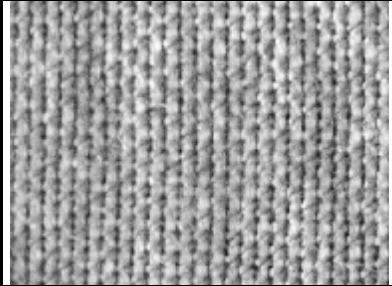
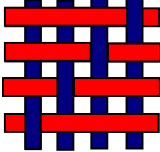
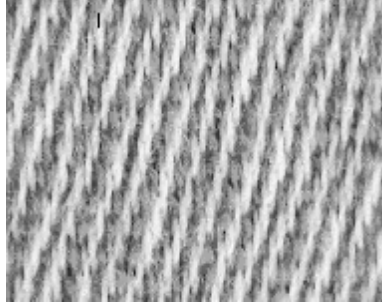
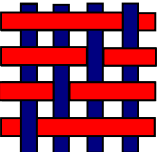
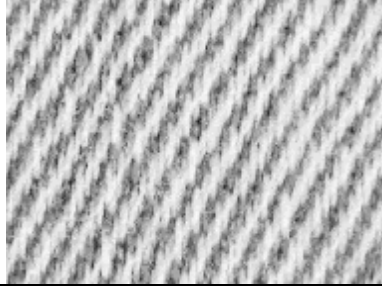
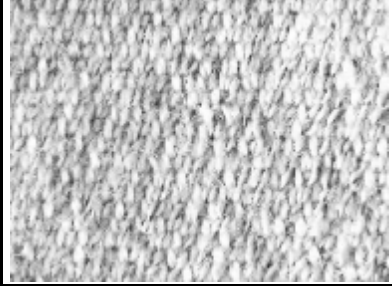
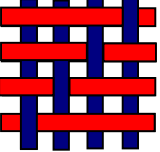
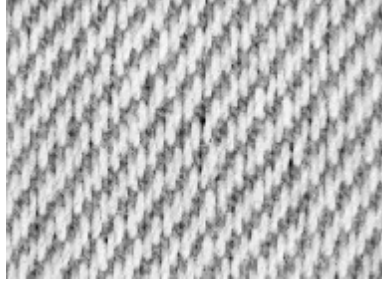
Sa: Atkı sıklığı (atkı/cm) DT:Doku tipi

Çizelge 4.6.nın devamı

Sa	DT	Bağlanma Şekli	Sanfor öncesi kumaş görünüşü	Sanfor sonrası kumaş görünüşü
10	Rç 2/2			
16	Rç 2/2			
22	Rç 2/2			
10	Ra 2/2			
16	Ra 2/2			

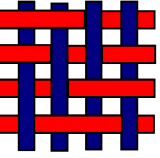
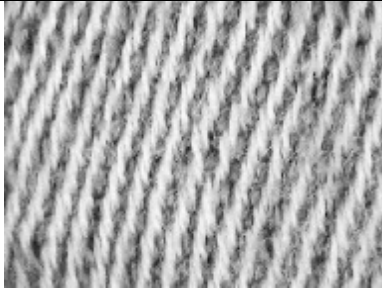
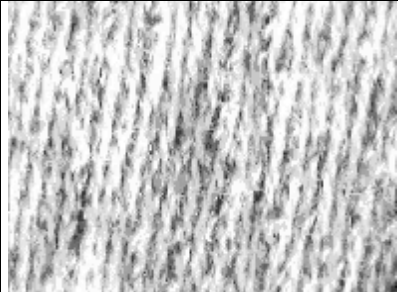
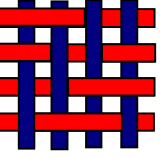
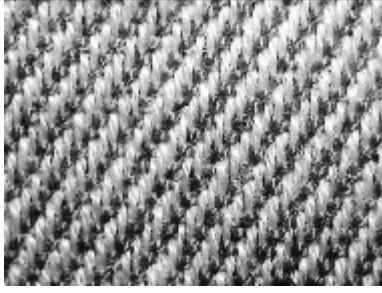
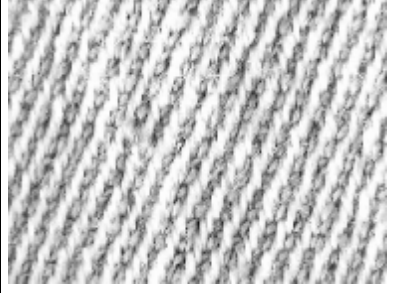
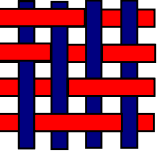
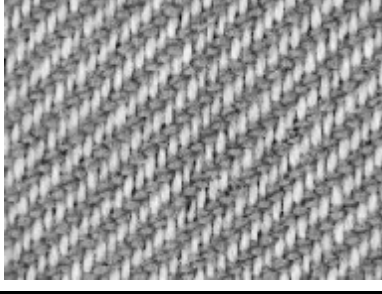
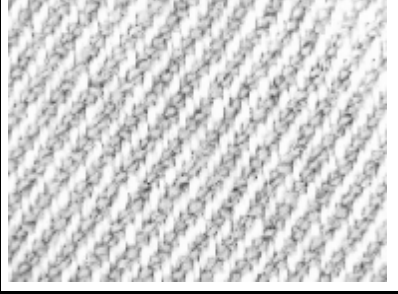
Sa: Atkı sıklığı (atkı/cm) DT:Doku tipi

Çizelge 4.6.nın devamı

Sa	DT	Bağlanma Şekli	Sanfor öncesi kumaş görünüşü	Sanfor sonrası kumaş görünüşü
22	Ra 2/2			
10	D 1/3			
16	D 1/3			
22	D 1/3			

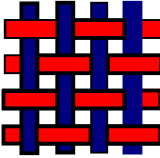
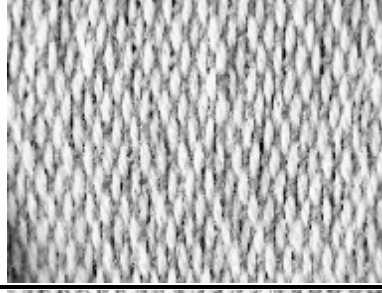
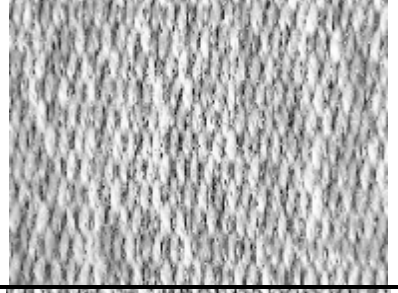
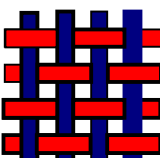
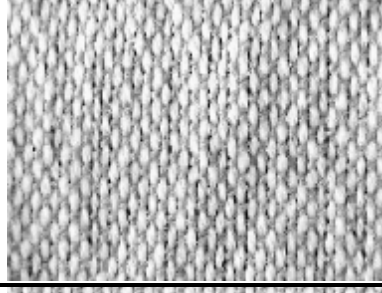
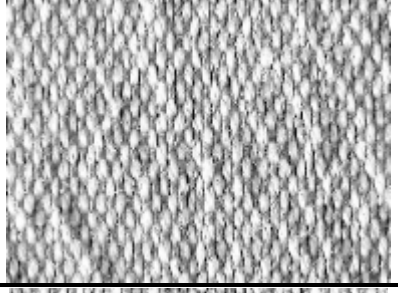
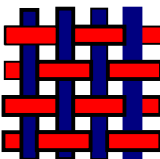
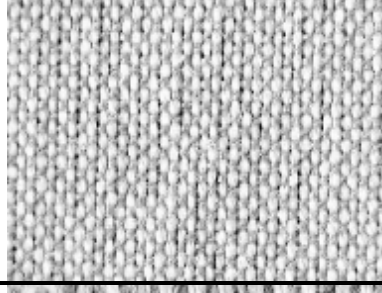
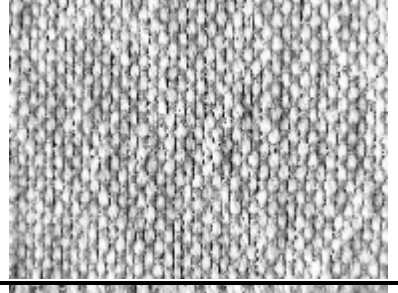
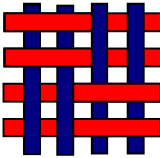
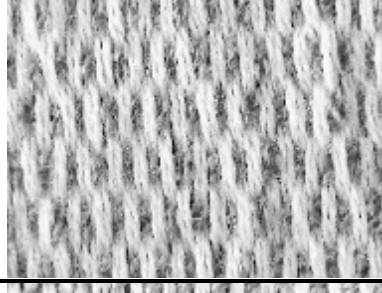
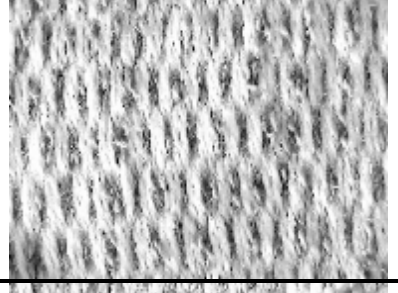
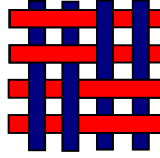
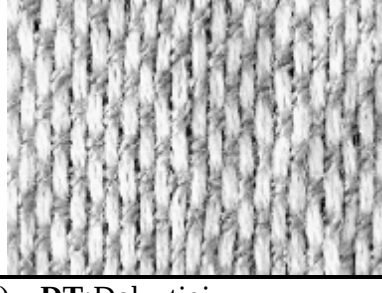
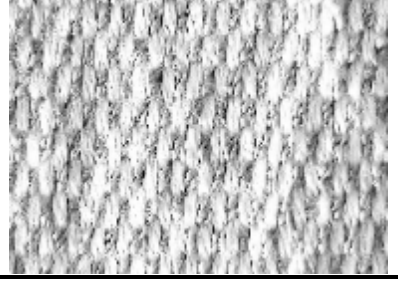
Sa: Atkı sıklığı (atkı/cm) DT:Doku tipi

Çizelge 4.6.nın devamı

Sa	DT	Bağlanma Şekli	Sanfor öncesi kumaş görünüşü	Sanfor sonrası kumaş görünüşü
10	D 2/2			
16	D 2/2			
22	D 2/2			

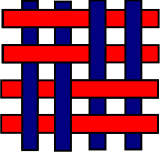
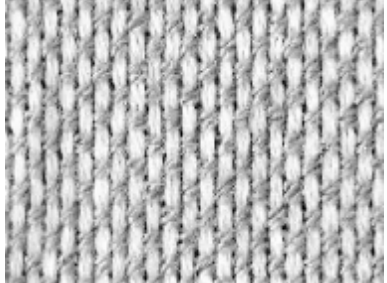
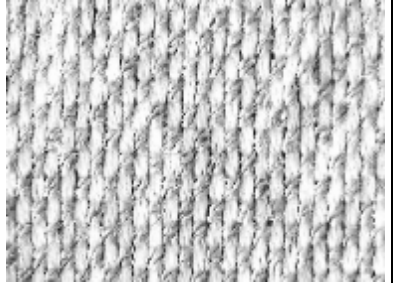
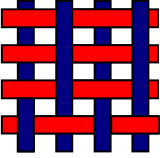
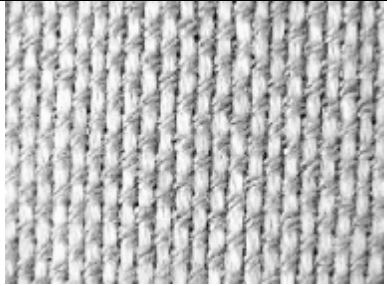
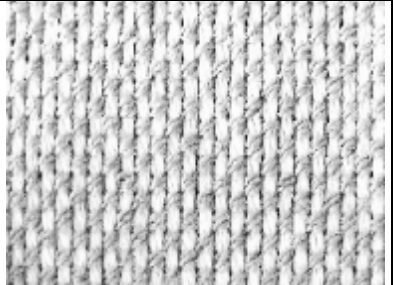
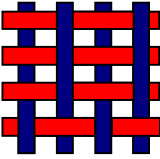
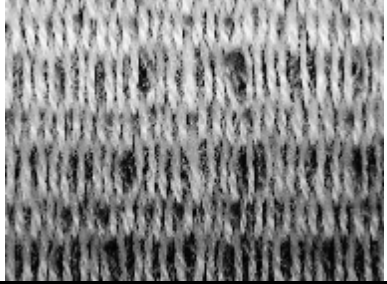
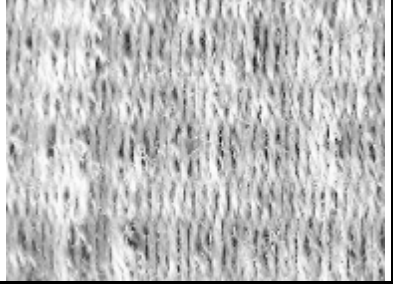
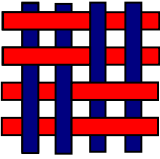
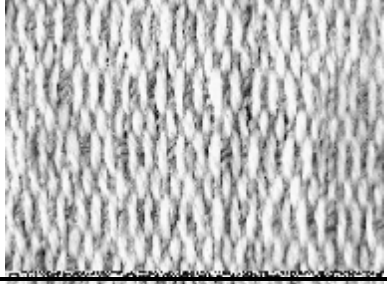
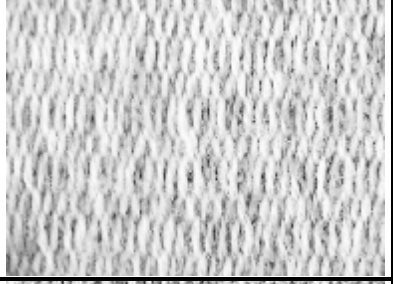
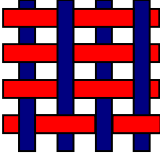
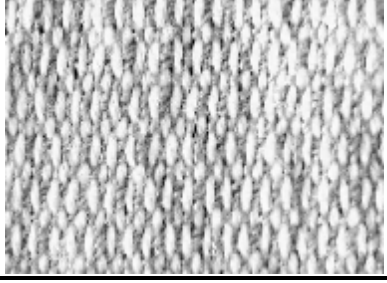
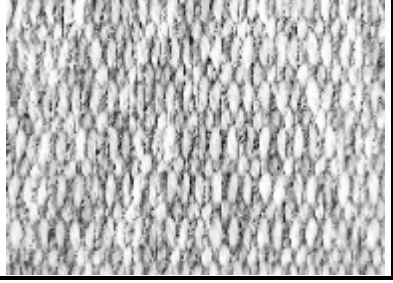
Sa: Atkı sıklığı (atkı/cm) DT:Doku tipi

Çizelge 4.7. Kumaş görünümü (Ne 44/2)

Sa	DT	Bağlanma Şekli	Sanfor öncesi kumaş görünüşü	Sanfor sonrası kumaş görünüşü
10	B 1/1			
16	B 1/1			
22	B 1/1			
10	P 2/2			
16	P 2/2			

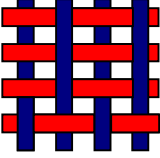
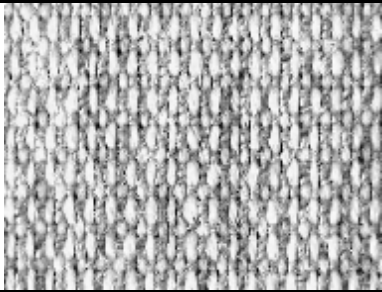
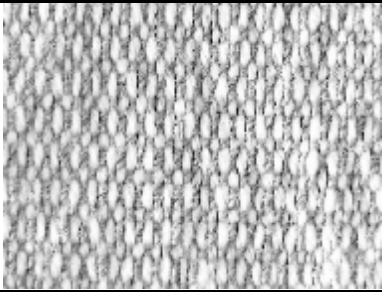
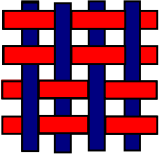
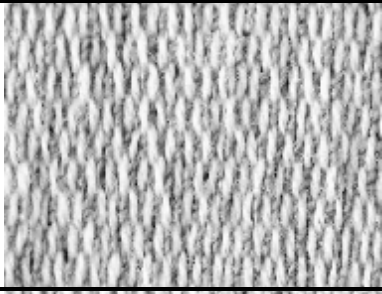
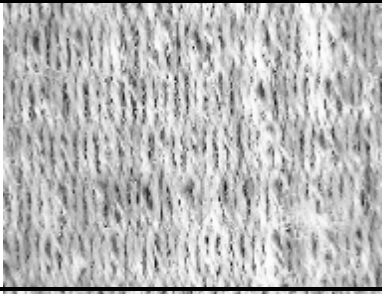
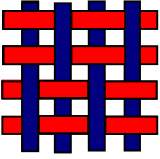
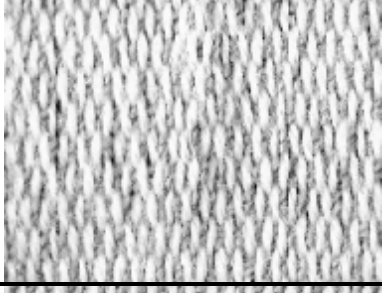
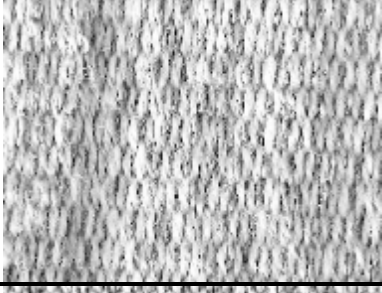
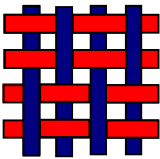
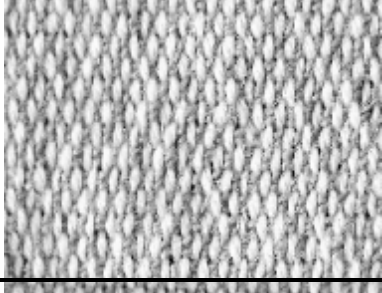
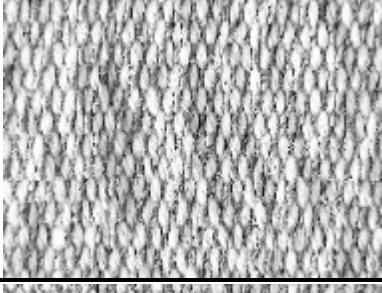
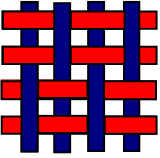
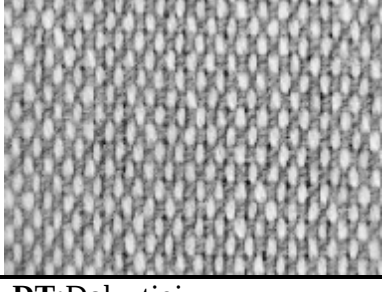
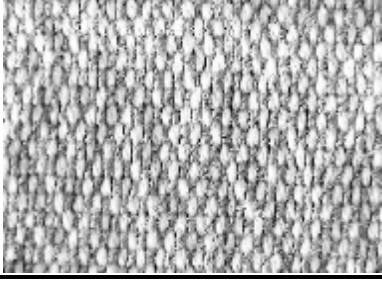
Sa: Atkı sıklığı (atkı/cm) DT:Doku tipi

Çizelge 4.7. nin devamı

Sa	DT	Bağlanma Şekli	Sanfor öncesi kumaş görünüşü	Sanfor sonrası kumaş görünüşü
22	P 2/2			
28	P 2/2			
10	Rç 1/3			
16	Rç 1/3			
22	Rç 1/3			

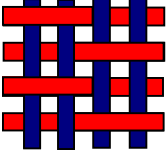
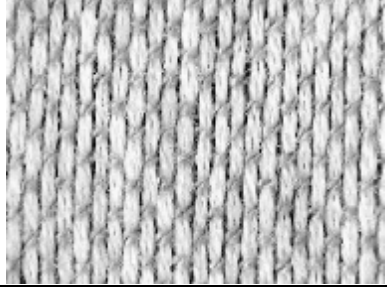
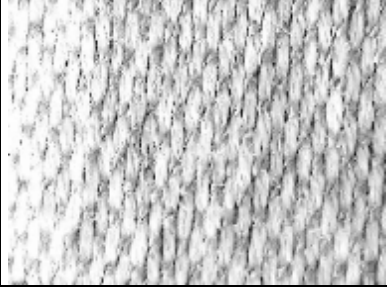
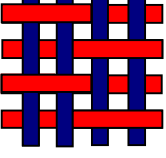
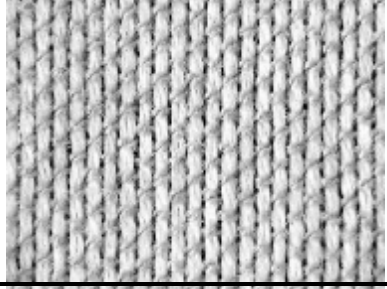
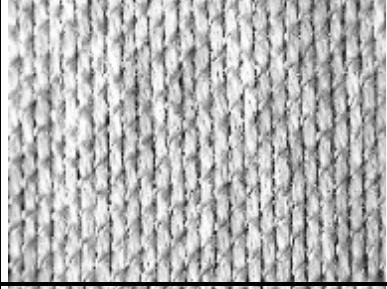
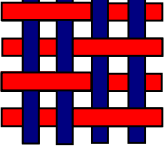
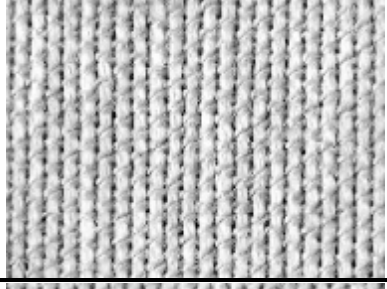
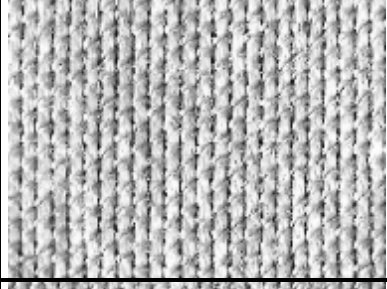
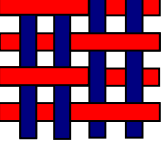
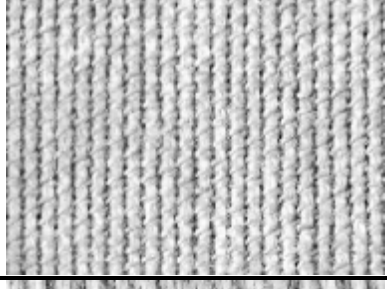
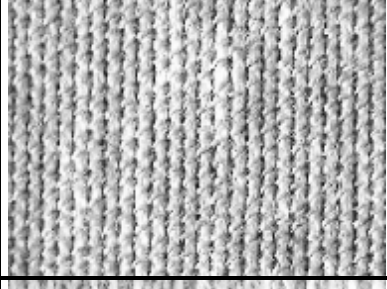
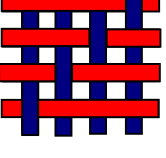
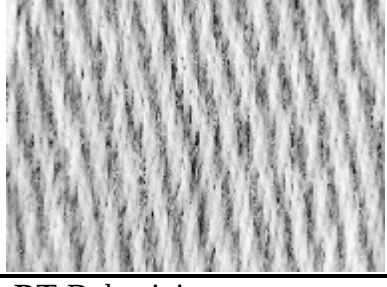
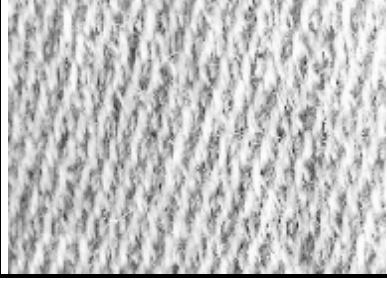
Sa: Atkı sıklığı (atkı/cm) DT:Doku tipi

Çizelge 4.7. nin devamı

Sa	DT	Bağlanma Şekli	Sanfor öncesi kumaş görünüşü	Sanfor sonrası kumaş görünüşü
28	Rç 1/3			
10	Rç 2/2			
16	Rç 2/2			
22	Rç 2/2			
28	Rç 2/2			

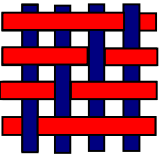
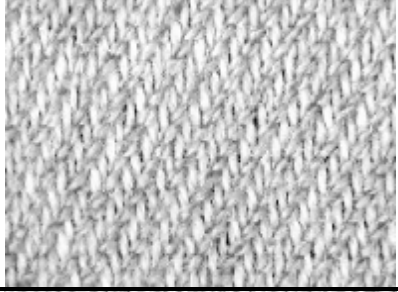
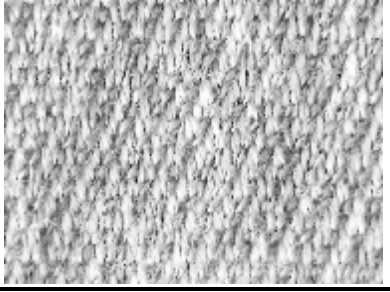
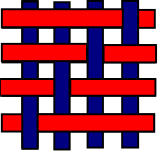
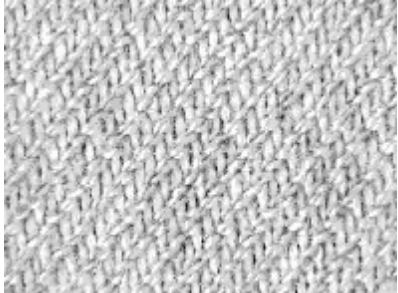
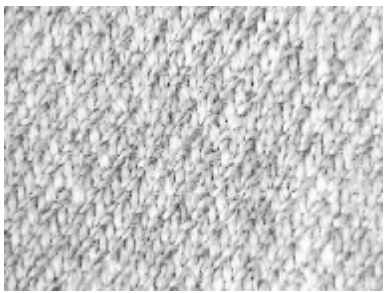
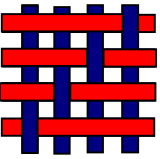
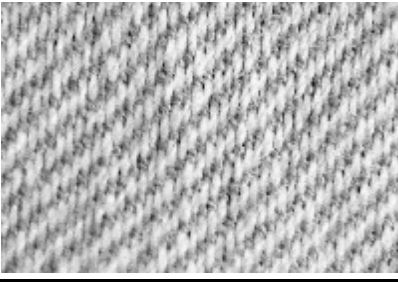
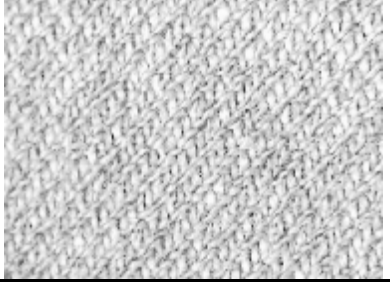
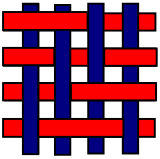
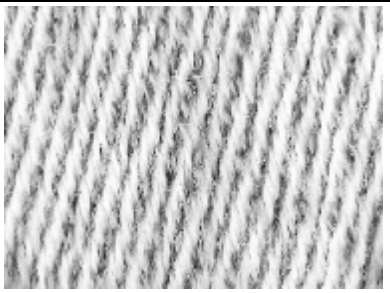
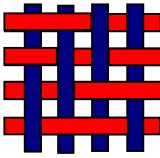
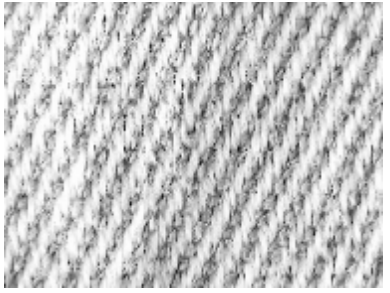
Sa: Atkı sıklığı (atkı/cm) DT:Doku tipi

Çizelge 4.7. nin devamı

Sa	DT	Bağlanma Şekli	Sanfor öncesi kumaş görünüşü	Sanfor sonrası kumaş görünüşü
10	Ra 2/2			
16	Ra 2/2			
22	Ra 2/2			
28	Ra 2/2			
10	D 1/3			

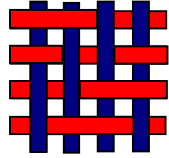
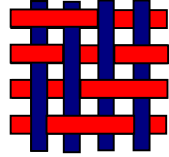
Sa: Atkı sıklığı (atki/cm) DT:Doku tipi

Çizelge 4.7. nin devamı

AS	DT	Bağlanma Şekli	Sanfor öncesi kumaş görünüşü	Sanfor sonrası kumaş görünüşü
16	D 1/3			
22	D 1/3			
28	D 1/3			
10	D 2/2			
16	D 2/2			

Sa: Atkı sıklığı (atkı/cm) DT:Doku tipi

Çizelge 4.7. nin devamı

Sa	DT	Bağlanma Şekli	Sanfor öncesi kumaş görünüşü	Sanfor sonrası kumaş görünüşü
22	D 2/2			
22	D 2/2			

Sa: Atkı sıklığı (atkı/cm) DT:Doku tipi

4.2.2.3. Sanfor Öncesi ve Sonrası Sıklık Testi

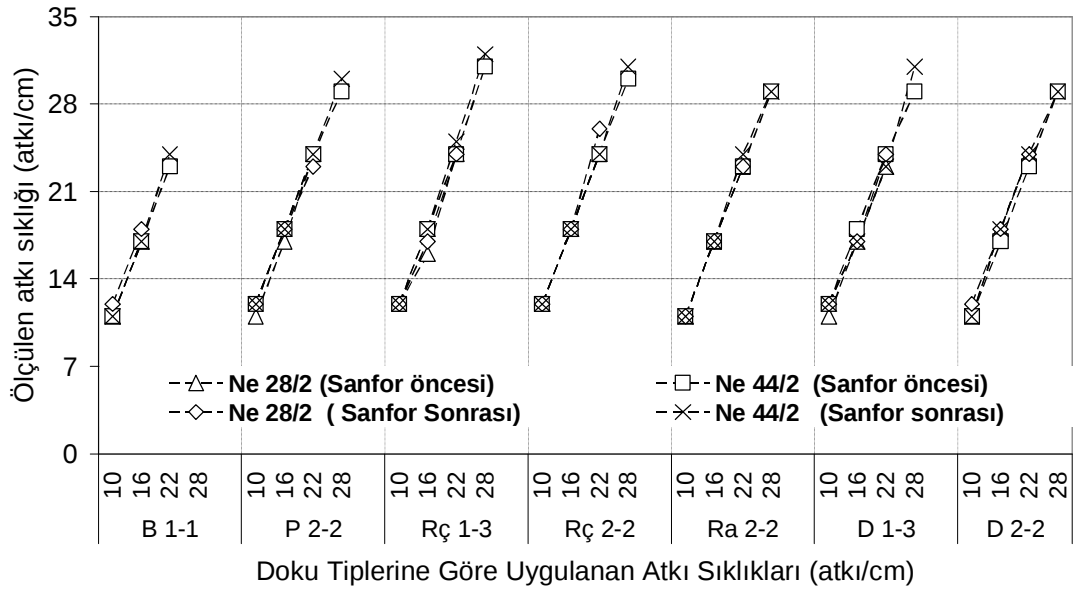
Dokunan kumaşların sanfor öncesi ve sonrasında ölçülen, çözgüde ve atkıda ortalama sıklık sonuçları Çizelge 4.8’de, grafiksel karşılaştırmaları ise Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.8 ve Şekil 4.5 birlikte incelendiğinde, beklentilere uygun olarak kumaşlarda ölçülen atkı sıklığı bakımından şu değerlendirmeler yapılabilmektedir; Sanfor öncesi ve/veya sanfor sonrası bütün doku tiplerinde uygulanmış tüm atkı sıklıkları ile kumaşta ölçülen atkı sıklığı arasında doğru orantılı lineer bir ilgi vardır. Sanfor işleminin ve iplik numarasının atkı sıklığına uygulanan ve ölçülen sıklık ilişkisi bakımından önemli bir etkisi olmadığı gözlemlenmiştir.

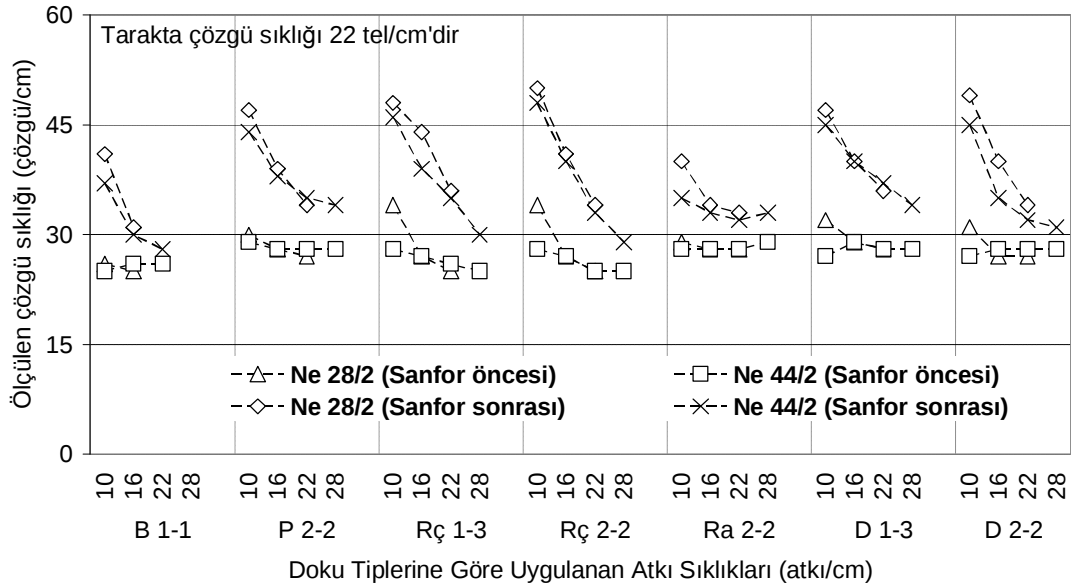
Çizelge 4.8. Ortalama atkı ve çözgü sıklık sonuçları

Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	Ortalama sıklık (tel/cm)							
		Ne 28/2				Ne 44/2			
		Sanfor Öncesi		Sanfor Sonrası		Sanfor Öncesi		Sanfor Sonrası	
		Çözgü	Atkı	Çözgü	Atkı	Çözgü	Atkı	Çözgü	Atkı
B 1/1	10	26	11	41	12	25	11	37	11
	16	25	17	31	18	26	17	30	17
	22	-	-	-	-	26	23	28	24
P 2/2	10	30	11	47	12	29	12	44	12
	16	28	17	39	18	28	18	38	18
	22	27	24	34	23	28	24	35	24
	28	-	-	-	-	28	29	34	30
Rç 1/3	10	34	12	48	12	28	12	46	12
	16	27	16	44	17	27	18	39	18
	22	25	24	36	24	26	24	35	25
	28	-	-	-	-	25	31	30	32
Rç 2/2	10	34	12	50	12	28	12	48	12
	16	27	18	41	18	27	18	40	18
	22	25	24	34	26	25	24	33	24
	28	-	-	-	-	25	30	29	31
Ra 2/2	10	29	11	40	11	28	11	35	11
	16	28	17	34	17	28	17	33	17
	22	28	23	33	23	28	23	32	24
	28	-	-	-	-	29	29	33	29
D 1/3	10	32	11	47	12	27	12	45	12
	16	29	17	40	17	29	18	40	17
	22	28	23	36	24	28	24	37	23
	28	-	-	-	-	28	29	34	31
D 2/2	10	31	11	49	12	27	11	45	11
	16	27	18	40	18	28	17	35	18
	22	27	24	34	24	28	23	32	24
	28	-	-	-	-	28	29	31	29

Not: Tarakta çözgü sıklığı 22 tel/cm'dir.



Şekil 4.5. Sanfor öncesi ve sanfor sonrasındaki atkı sıklıkları değişimi



Şekil 4.6. Sanfor öncesi ve sanfor sonrasındaki çözgü sıklıkları değişimi

Çizelge 4.8 ve Şekil 4.6 birlikte incelendiğinde, beklentilere uygun olarak kumaşlarda ölçülen çözgü sıklığı bakımından şu değerlendirmeler yapılabilmektedir; Genel gidişatı bakımından, sanfor öncesinde ölçülen çözgü sıklığının uygulanan atkı sıklığı ile ters bir ilgiye sahip olduğu görülmektedir. Düşük atkı sıklığına karşı yüksek çözgü sıklığı veya tam tersi olarak yüksek atkı sıklığına karşılık düşük çözgü

sıklığı olmaktadır. Sanfor öncesi ve sonrası ölçülen değerler kıyaslandığında arada bariz bir fark olduğu görülmektedir. İplik numarasının ise sanfor öncesi ve/veya sonrası grafik eğilimine önemli bir fark getirmediği de anlaşılmıştır.

Çalışmada tarak çözgü sıklığı 22 tel/cm olarak sabit bir değere sahiptir. Çizelge 4.8'deki ölçülen çözgü sıklıkları ile tarak çözgü sıklığı arasındaki bağlı farkların yüzde değerleri üzerinden bir analiz çalışmasıyla sanfor öncesinde doku tipinin ve atkı sıklığının sırasıyla önemli etken faktörler olduğu, sanfor sonrasında ise öncelikle atkı sıklığının, daha sonra ise doku tipinin önemli etkenler oldukları belirlenmiştir.

Düşük atkı sıklıklarına karşılık yüksek çözgü sıklığının oluşumuna en büyük etkenin, atkılar arasında birbirlerini destek/temasın azalması, dolayısıyla iplikler arasındaki yüzey sürtünmelerinin azalması olarak görülebilir. Atkının elastan yapılı bir iplik olması ve ipliğin büzülmesine/çekmesine engel olabilecek sürtünme kuvvetlerinin oluşmaması sayesinde atkı çekmesi daha yüksek oranda gerçekleşmektedir. Bu duruma katkısı bakımından doku tipinin yani ipliklerin bağlanma tarzının oluşturduğu etkide önemli bir faktör olarak dikkate alınabilir. Bu durumu uygulanan yüksek atkı sıklıkları için tersine düşünmekte mümkün gözükmemektedir.

Yapılan tüm değerlendirmelerin yanı sıra, dokuma kumaş yapısındaki mekaniksel değişim/dönüşümlerin oluşumunda doku tipi, sıklık, iplik yapısı ve numarası gibi faktörlerin tek başına etken birer faktör olmadığı ancak relatif olarak etkenlik derecelerinin/seviyesinin değişebildiği, prosese göre etkenlik sıralamasının değişebildiği ve ayrıca kumaş yapısını oluşturan tüm parametrelerin de kompleks halde bir etkileşime sahip olabildiği anlaşılmıştır.

4.2.2.4. Atkıda Kısılma ve Kıvrım

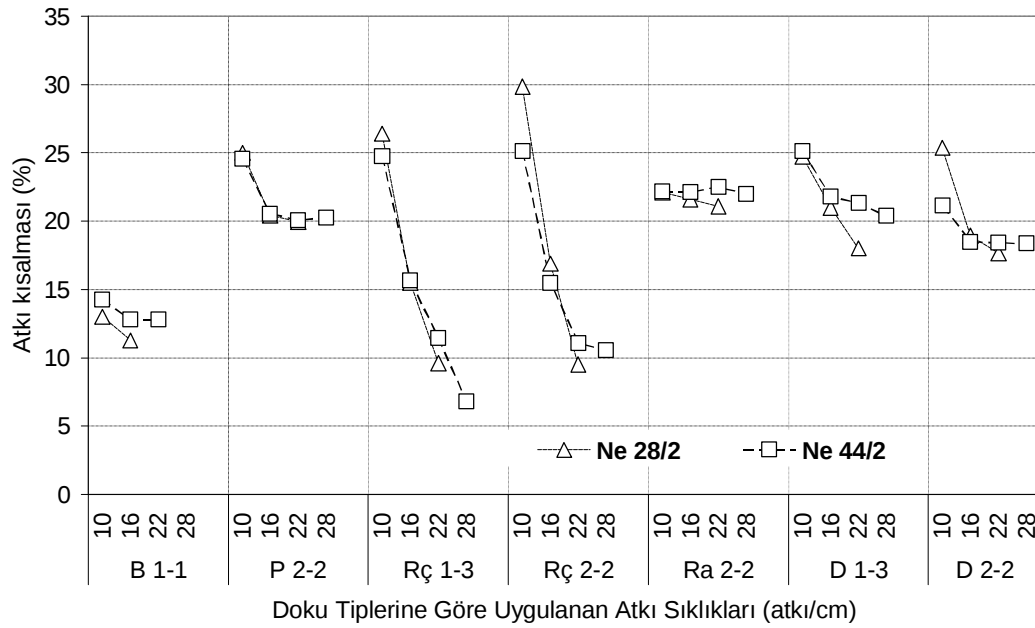
Atkı iplikleri elastan içerdiğinden kumaştan çıkarılan atkıdan düzeltilmiş uzunluğu tespit etmek problemlidir. Bu nedenle gergin haldeki uzunluk tarak eni olarak alınmıştır. Tarak eni (ϵ_T), kenar dokusu hariç 175 cm'dir. Tarak eni (ϵ_T) ile

dokunmuş kumaşın dokuma sonrasındaki serbest haldeki eni (ϵ_K) arasındaki farktan hareketle ham kumaştaki atkı kısalması ve kıvrımı yüzde olarak hesaplanmıştır.

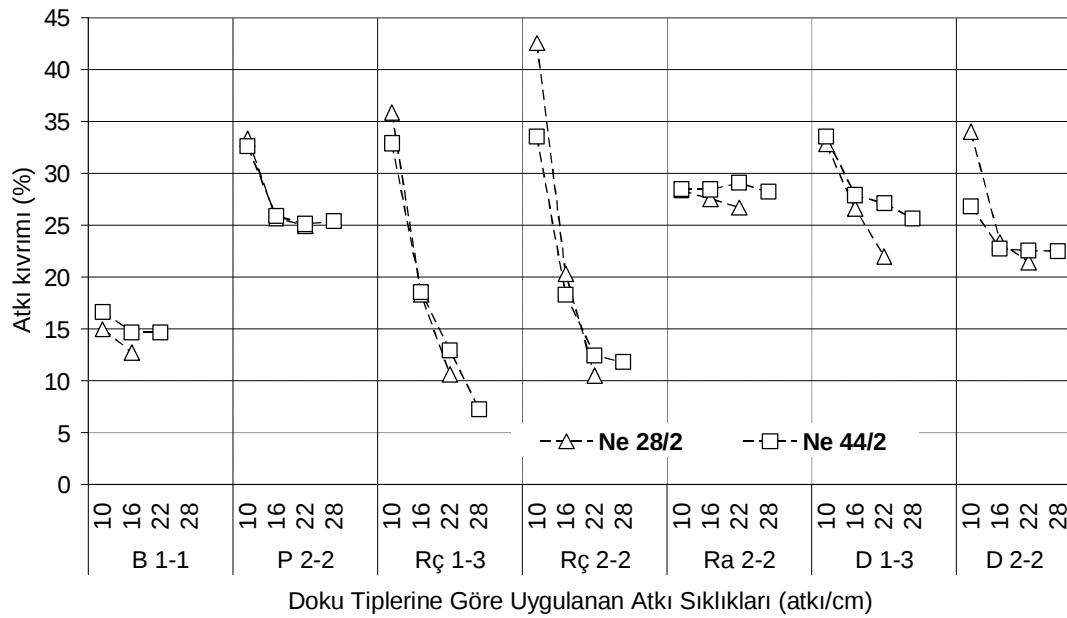
Çizelge 4.9’da dokuma sonrası ham kumaşta atkıda kısalma ve kıvrım yüzdesi sonuçları verilmiştir. Şekil 4.7 ve 4.8 sırasıyla atkıdaki kısalma ve kıvrım yüzdelerini göstermektedir.

Çizelge 4.9. Ortalama atkı kısalması ve kıvrım yüzdesi

Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	Atkı Kısalması (%)		Atkı Kıvrımı (%)	
		Ne 28/2	Ne 44/2	Ne 28/2	Ne 44/2
B 1-1	10	13.03	14.29	14.98	16.67
	16	11.29	12.80	12.72	14.68
	22		12.80		14.68
P 2-2	10	25.00	24.60	33.33	32.63
	16	20.43	20.57	25.67	25.90
	22	19.96	20.09	24.93	25.13
	28		20.26		25.40
Rç 1-3	10	26.40	24.74	35.87	32.88
	16	15.49	15.66	18.32	18.56
	22	9.63	11.46	10.65	12.94
	28		6.80		7.30
Rç 2-2	10	29.86	25.11	42.57	33.54
	16	16.89	15.49	20.32	18.32
	22	9.51	11.09	10.51	12.47
	28		10.54		11.79
Ra 2-2	10	22.10	22.17	28.37	28.49
	16	21.60	22.14	27.55	28.44
	22	21.09	22.51	26.72	29.06
	28		22.00		28.21
D 1-3	10	24.71	25.11	32.83	33.54
	16	21.01	21.80	26.61	27.88
	22	18.03	21.34	21.99	27.13
	28		20.40		25.63
D 2-2	10	25.37	21.14	34.00	26.81
	16	18.94	18.51	23.37	22.72
	22	17.66	18.43	21.44	22.59
	28		18.37		22.51



Şekil 4.7. Doku tipleri ve atkı sıklığı ile atkı kısalması yüzde değişimi



Şekil 4.8. Doku tipleri ve atkı sıklığı ile atkı kıvrımı yüzde değişimi

Atkıdaki kısıalma ve kıvrım kavramları, kumaşın enden toplaması ve mekanik çözgü sıklığı değişimleri ile doğrudan ilgisi olan kavramlardır. Grafiklerden, uygulanan yüksek orandaki mekanik atkı sıklıklarına karşılık olarak, atkı kısıalması ve kıvrım yüzdelerinin belli bir kararlılığa doğru gittiği ve kumaş yapısının daha kararlı hale geldiği görülmektedir. Burada da, yapılan çalışma şartlarına uygun olmak üzere, atkı sıklığı ve doku tipinin dolayısıyla ipliklerin bağlantı yapma ve birbirlerini kesme düzeninin önemli etken faktörler olduğu açık bir şekilde anlaşılmaktadır. İplik numarasının ise bu duruma diğer iki faktör kadar önemli katkı vermediği görülmüştür.

Çizelge 4.9’da verilmiş olan atkı kısıalma ve kıvrım yüzdesi değerleri arasında da bağlı fark yüzdeleri çeşitli şekillerde hesaplanmış ve gereken kıyaslamalar yapılmıştır. “Sıklık” konusunda varılmış olan sonuçların burada da teyit edilmesi ve mevcut değerlendirmelerin de aynı paralellikte olduğu beyanı mümkün gözükmemektedir.

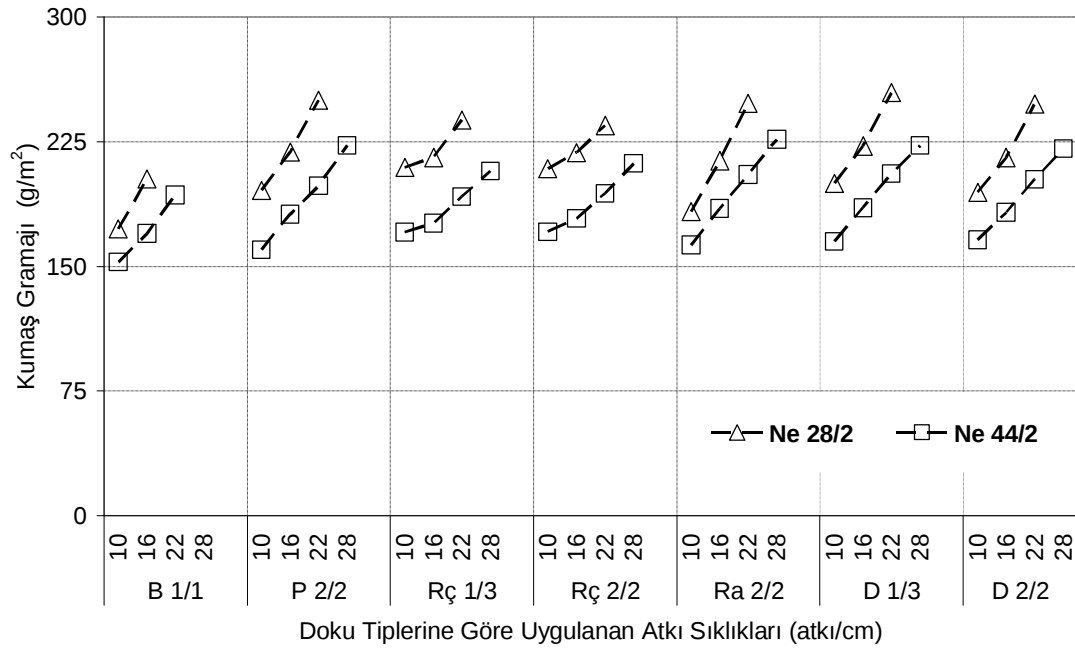
Burada yapılan değerlendirmelere ekstra bir not olarak, dokuma esnasında ve/veya dokuma sonrası ham kumaştaki mekanik değişim/dönüşümlerin kararlılığı bakımından çözgü ve atkı sıklıklarının ve yüzeyde kapladığı yoğunluğun, kumaş yüzeyine dağılımı bakımından dengeli olmasının önemli olduğu vurgulanmalıdır.

4.2.2.5.Gramaj Tayini

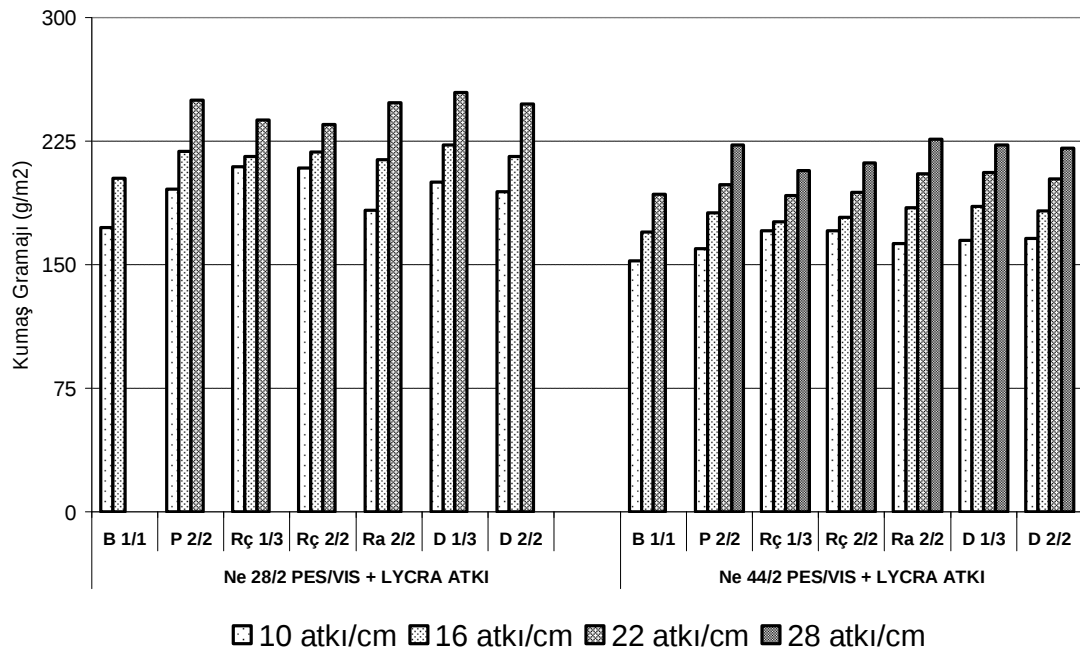
Dokuma sonrasında ham kumaşta gramaj ölçümü yapılmıştır. Çizelge 4.10’da gramaj ölçüm değerleri verilmiştir. Şekil 4.9’da doku tipleri için gramajın iplik numaraları bakımından değişimi karşılaştırılmıştır. Şekil 4.10’da aynı veriler için doku tipi ve atkı sıklığı ile gramaj değişimi gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Gramaj sonuçları

Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	Gramaj (gr/m ²)	
		Ne 28/2	Ne 44/2
B 1/1	10	172.485	152.385
	16	202.525	169.665
	22	-	192.815
P 2/2	10	195.68	159.75
	16	218.75	181.335
	22	249.96	198.365
	28	-	222.485
Rç 1/3	10	209.445	170.465
	16	215.475	175.9
	22	237.885	191.815
	28	-	207.115
Rç 2/2	10	208.755	170.615
	16	218.42	178.735
	22	234.715	193.815
	28	-	211.8
Ra 2/2	10	182.92	162.565
	16	213.38	184.75
	22	248.005	205.1
	28	-	226.165
D 1/3	10	199.845	164.85
	16	222.325	185.215
	22	254.465	205.8
	28	-	222.515
D 2/2	10	194.355	165.91
	16	215.475	182.415
	22	247.52	202.215
	28	-	220.615



Şekil 4.9. İplik numarasına göre kumaş gramajının karşılaştırması



Şekil 4.10. Doku tipi ve atkı sıklıklarına göre kumaş gramajı

Grafiklerden her iki atkı ipliği ile dokunan kumaşlarda sıklık artışı ile aynı davranış görülmektedir. Beklendiği üzere, atkı sıklığındaki artış ile gramaj da artmaktadır. Ayrıca bağlantı noktası düşük olan ve uzun atlamalar içeren doku tiplerinde gramajın daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak, uzun atlamalar içeren doku tiplerinde iplikler sıkı bir şekilde birbirlerini tutamadıkları için aralarında gruplaşmalar olması, bu durumda da birim alandaki atkı ipliği sayısını artırması gösterilebilir.

4.2.2.6. Kalınlık Tayini

Dokuma sonrasında ham kumaşta kalınlık ölçümü yapılmıştır. Çizelge 4.11’de kalınlık ölçüm değerleri verilmiştir. Şekil 4.11’de, doku tipleri için kumaş kalınlığının iplik numaraları bakımından değişimi karşılaştırılmaktadır. Şekil 4.12’de aynı veriler için doku tipi ve atkı sıklığı ile kumaş kalınlığındaki değişim gösterilmiştir.

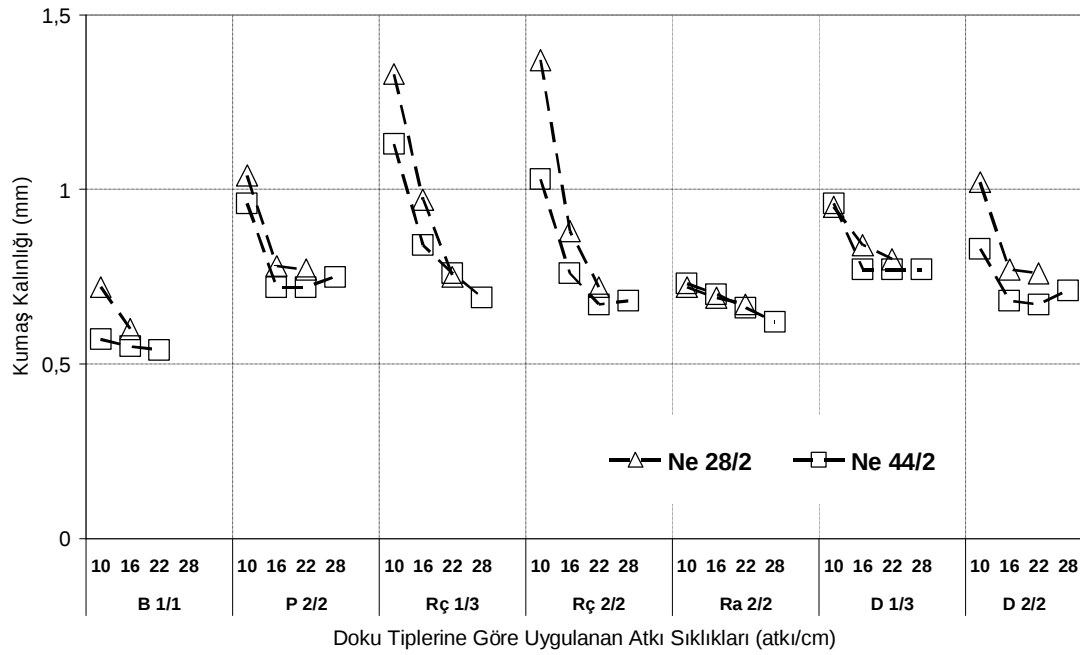
Grafik ve veriler incelendiğinde, en fazla kumaş kalınlığının doku tipi Rç 1/3, en düşük kumaş kalınlığının doku tipi B1/1 için olduğu görülmektedir. Bağlanma noktası veya bir diğer ifadeyle ipliklerin kesişim sayısı yüksek olan doku tiplerinde, atkı iplikleri sıkı bir şekilde doku içinde kalır. Atkı iplikleri daha sıkı bir yapı halinde olduğu için kabarma yapmamaktadır. Bu durumun ise, çözgü ve atkı iplikleri arasındaki bağlantı sayısı yüksek olan doku tiplerinde kalınlığın daha düşük olması şeklinde gözlemlendiğini düşündürmektedir.

Kumaş kalınlığı iplik numarasına ve ipliklerin kıvrımına bağlıdır. Atkı sıklığı yükseldikçe atkı iplikleri doku içinde kalıp, kıvrımı azaldığı için kumaş kalınlığının düştüğü ve bunun sonucunda atkı sıklık artışı ile kumaş kalınlığında azalma görüldüğü şeklinde yorumlanmıştır.

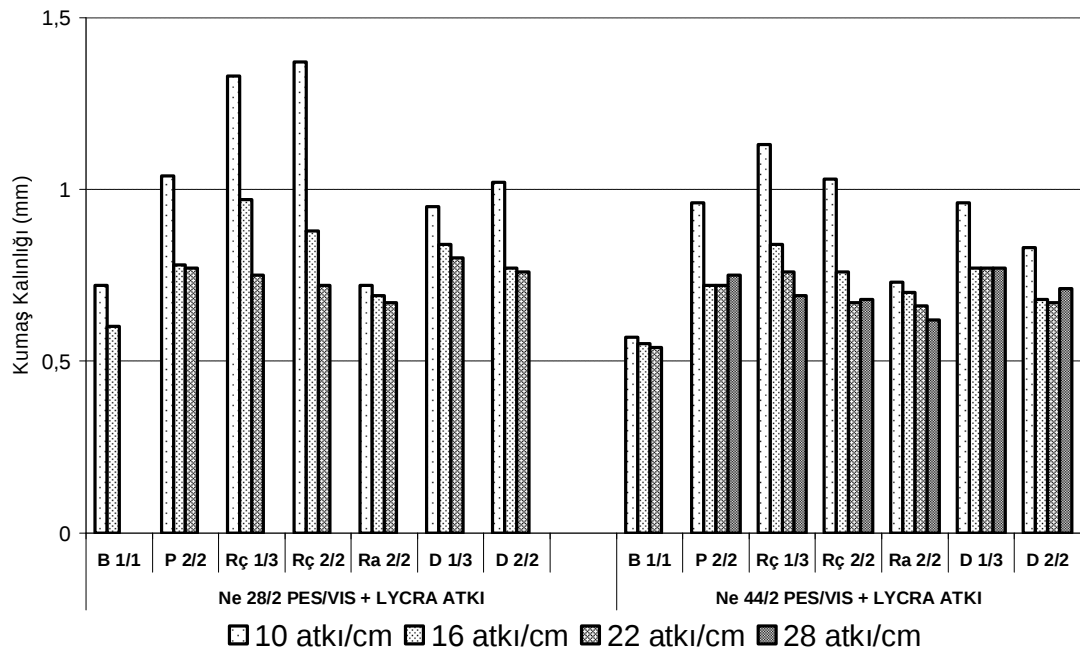
Kalın atkı Ne 28/2 ile kumaş kalınlığında artış görülmüştür. Bu durumun kalın iplikte (Ne 28/2), ince ipliğe (Ne 44/2) oranla çaptaki lif sayısının daha fazla olması, bu durumun iplik kalınlığını dolayısı ile kumaş kalınlığını doğrudan etkilemesi olarak açıklanabilmektedir.

Çizelge 4.11. Sıklık ve doku tipi değişimi ile kumaş kalınlık değişimi

Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	Ortalama Kumaş Kalınlığı (mm)	
		Ne 28/2	Ne 44/2
B 1/1	10	0.72	0.57
	16	0.60	0.55
	22	-	0.54
P 2/2	10	1.04	0.96
	16	0.78	0.72
	22	0.77	0.72
	28	-	0.75
Rç 1/3	10	1.33	1.13
	16	0.97	0.84
	22	0.75	0.76
	28	-	0.69
Rç 2/2	10	1.37	1.03
	16	0.88	0.76
	22	0.72	0.67
	28	-	0.68
Ra 2/2	10	0.67	0.62
	16	0.69	0.66
	22	0.72	0.70
	28	-	0.73
D 1/3	10	0.95	0.96
	16	0.84	0.77
	22	0.80	0.77
	28	-	0.77
D 2/2	10	1.02	0.83
	16	0.77	0.68
	22	0.76	0.67
	28	-	0.71



Şekil 4.11. İplik numarasına göre kumaş kalınlığının karşılaştırılması



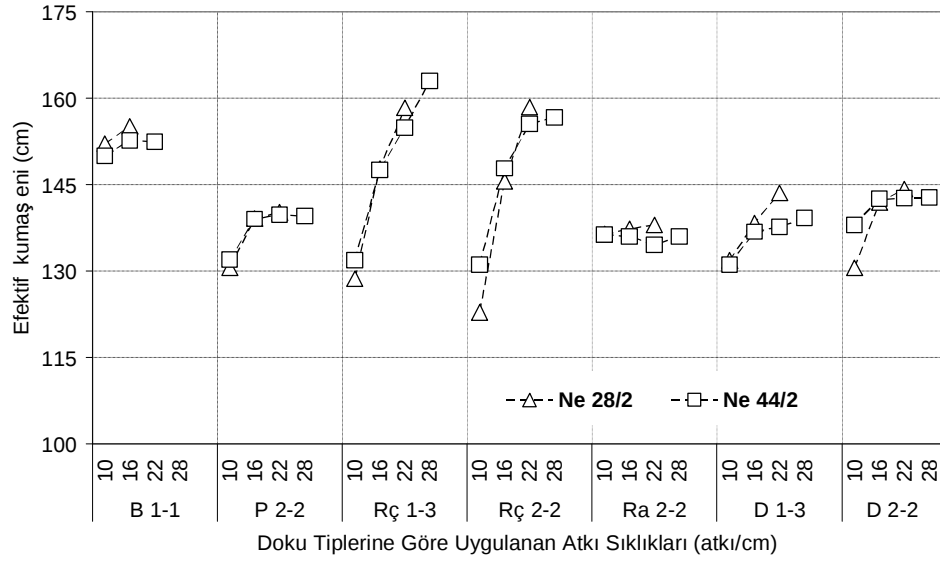
Şekil 4.12. Doku tipi ve atkı sıklıklarına göre kumaş kalınlığı

4.2.2.7. Kumaş Eni

Çizelge 4.12’de dokuma sonrasında yapılan kumaş eni ölçüm sonuçları verilmiştir. Şekil 4.13’de doku tipleri ve atkı sıklıklarına göre efektif kumaş eni değişimi grafiği gösterilmiştir. Bütün doku tiplerinde kumaş kenarları, bezayağı doku tipinde dokunduğu için ve doku tip değişiminde kenar dokusu değişmediği için, kumaş eninin kenar hariç ölçülmüş uzunluğu olan efektif kumaş eni ölçülmüştür.

Çizelge 4.12. Sıklık ve doku tipi değişimine göre kumaş enleri

Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	Efektif Kumaş Eni (cm)	
		Ne 28/2	Ne 44/2
B 1-1	10	152.2	150
	16	155.25	152.6
	22	-	152.6
P 2-2	10	131.25	131.95
	16	139.25	139
	22	140.075	139.85
	28	-	139.55
Rç 1-3	10	128.8	131.7
	16	147.9	147.6
	22	158.15	154.95
	28	-	163.1
Rç 2-2	10	122.75	131.05
	16	145.45	147.9
	22	158.35	155.6
	28	-	156.55
Ra 2-2	10	136.325	136.2
	16	137.2	136.25
	22	138.1	135.6
	28	-	136.5
D 1-3	10	131.75	131.05
	16	138.225	136.85
	22	143.45	137.65
	28	-	139.3
D 2-2	10	130.6	138
	16	141.85	142.6
	22	144.1	142.75
	28	-	142.85



Şekil 4.13. Doku tipi ve atkı sıklıklarına göre kumaş eni değişimi

Atkı sıklığındaki artış ile kumaş eninde de artış olmakta ancak, belirli bir sıklık değerinden sonra kumaş eninde değişim olmamaktadır. Atkı iplik kalınlığının kumaş enine belirgin bir etkisi olmayıp, bağlantı sayısı daha düşük olan doku tiplerinde atkı ipliği sıkı bir şekilde tutulmadığından kumaş eninin daha fazla olduğu görülmüştür.

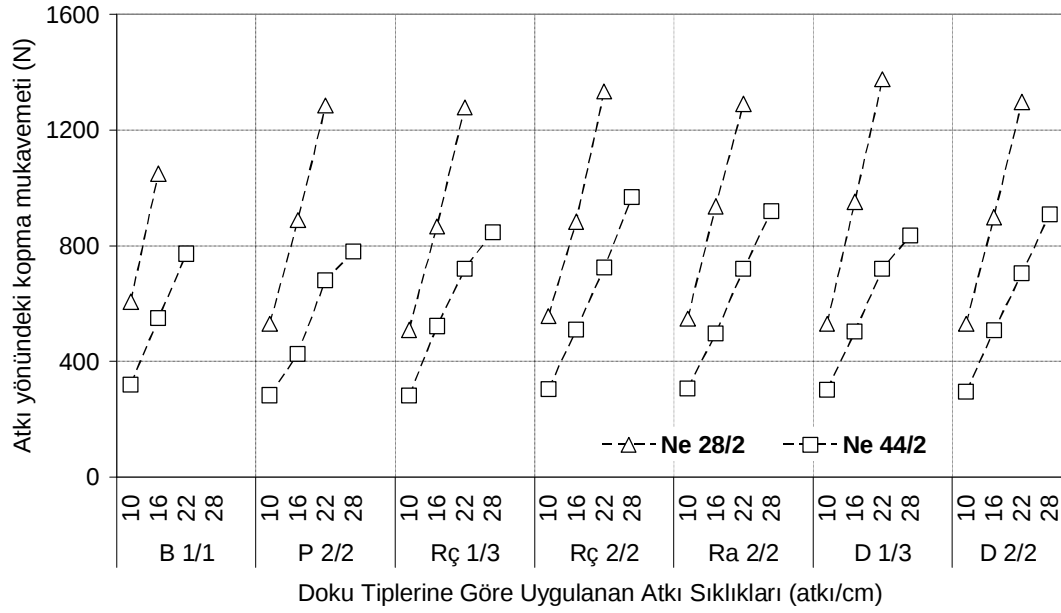
4.2.2.8. Kopma Mukavemeti ve Uzaması

Çizelge 4.13’de kumaşların kopma mukavemetinin bir göstergesi olarak kopma kuvveti ve uzaması ortalamaları görülmektedir. Doku tipi, uygulanan mekanik atkı sıklığı ve iplik numaralarına göre atkı yönünde ölçülmüş kopma mukavemetinin karşılaştırılması Şekil 4.14’de gösterilmiştir. İleriki bölümlerde de kopma/yırtılma kuvveti terimleri yerine tekstildeki yaygın kullanım ve anlayış bakımından mukavemet terimi kullanılmıştır. Beklenildiği gibi, atkı ipliği numarasının ve uygulanan atkı sıklığının mukavemetle doğru orantılı bir ilişkiye sahip olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Buna karşılık doku tipinin ise diğer iki faktör kadar etkin olmadığı anlaşılmaktadır. Burada, atkı parametrelerinin ve doku tipinin değiştirilmesine karşılık çözgü yönünde ölçülen kopma mukavemet değerlerinde de

kısmen farklılıklar görünse de çözgü yönündeki parametrelerin değiştirilmesi nedeniyle, bu etkilenmenin belirgin bir kural ortaya koyacak kadar olmadığı görülmektedir. Bu noktada, bu yöndeki değişimler kapsam dışı olarak ele alınmamıştır. Atkı ve çözgü yönünde ölçülen ortalama kopma mukavemeti değerleri üzerinden tespit edilen kopma uzaması yüzde değerlerinin uygulanan doku tipi, atkı sıklığı ve iplik numarası gibi parametre şartlarından önemli ölçüde etkilendiği görülmektedir.

Çizelge 4.13. Ortalama kopma mukavemeti ve uzaması

Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	Ne 28/2				Ne 44/2			
		Kopma Mukavemeti (N)		Kopma Uzaması (%)		Kopma Mukavemeti (N)		Kopma Uzaması (%)	
		Çözgü	Atkı	Çözgü	Atkı	Çözgü	Atkı	Çözgü	Atkı
B 1/1	10	1034.2	607	30.04	31.465	1010.865	320.1	26.51	29.41
	16	1019.8	1050.245	34.265	28.22	1025.96	548.605	28.945	33.745
	22	-	-	-	-	1049.025	771.57	31.245	36.55
P 2/2	10	1096.375	530.4	23.69	40.635	951.165	282.165	21.68	31.065
	16	1026.695	888.445	23.52	30.795	963.84	425.45	24.865	30.905
	22	1030.56	1285.395	23.845	36.555	984.47	680.915	21.955	38.22
	28	-	-	-	-	971.815	779.25	21.27	37.57
Rç 1/3	10	1201.19	509.285	26.795	28.81	1099.995	281.31	24.75	30.99
	16	1061.555	867.12	30.985	27.69	1047.49	521.825	28.345	32.68
	22	1018.275	1279.305	34.94	28.395	1012.665	721.08	31.445	33.625
	28	-	-	-	-	1011.205	845.945	31.415	28.235
Rç 2/2	10	1273.925	557.125	27.275	28.775	1043.58	303.195	24.81	31.755
	16	1044.595	883.01	31.85	27.35	1045.58	510.435	28.275	31.645
	22	1007.345	1333.085	36.065	27.84	1001	724.1	31.33	32.26
	28	-	-	-	-	1010.285	968.785	32.605	31.125
Ra 2/2	10	1009.905	547.99	21.905	37.71	985.7	305.91	20.845	34.965
	16	1016.69	936.675	21.67	36.815	998.265	495.72	20.73	42.81
	22	1000.915	1289.97	21.43	41.485	982.92	719.79	20.6	40.715
	28	-	-	-	-	922.78	918.79	20.485	43.33
D 1/3	10	1119.23	530.195	25.32	40.31	1012.375	301.48	22.735	32.215
	16	1124.09	952.155	27.09	37.81	1012.555	503.585	24.015	39.505
	22	1072.81	1375.855	27.895	36.275	1035.2	720.015	23.82	35.955
	28	-	-	-	-	961.43	835.155	24.145	35.64
D 2/2	10	1216.045	529.94	25.45	34.79	992.79	295.215	22.585	31.635
	16	1039.855	899.025	25.985	30.525	1015.88	506.36	24.07	37.935
	22	1035.08	1297.935	30.865	31.335	1021.785	704.98	24.46	38.5
	28	-	-	-	-	995.105	908.95	24.06	38.23



Şekil 4.14. Atkı yönündeki kopma mukavemeti değişimi

4.2.2.9. Yırtılma Mukavemeti

Yırtılma mukavemetine etki eden kumaş yapısal özellikleri atkı ve çözgü sıklığı ile doku türüdür. Atkı ve çözgü sıklığı yüksek olan kumaşların kopma mukavemetleri yüksek iken, yırtılma mukavemetleri, sıklıkları düşük olan kumaşlara göre daha düşüktür. Dokunan kumaşlara yırtılma mukavemeti testi uygulanmış, atkı sıklığı yüksek olan kumaşlar yırtılırken, atkı sıklığı düşük olan kumaşların yırtılmadığı görülmüştür. Yırtılma testi sonucunda yırtılan kumaşların test sonuçları Ne 28/2 ile dokunan kumaşlar için Çizelge 4.14’de, Ne 44/2 atkı ipliği ile dokunan kumaşlar için Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Ne 28/2 atkı ipliği ile dokunan kumaşlarda sadece 16 tel/cm atkı sıklığında dokunan B 1/1, 22 atkı/cm atkı sıklığında dokunan Ra 2/2, D 1/3, D 2/2 kumaşları yırtılmıştır.

Ne 44/2 atkı ipliği ile dokunan kumaşlarda ise sadece 28 atkı/cm atkı sıklığında dokunan kumaşlar yırtılmış, diğer kumaşlarda yırtılma gerçekleşmemiştir.

Çizelge 4.14. Ne 28/2 ile dokunan kumaşların yırtılma mukavemeti

Doku Tipi	Sıklık (atki/cm)	Ortalama Yırtılma Mukavemeti (N)	
		Çözüğü	Atkı
B 1/1	10	-	141.04
B 1/1	16	97.48	107.99
Rç 1/3	22	146.16	-
Rç 2/2	22	141.58	-
Ra 2/2	16	-	177.11
Ra 2/2	22	138.92	159.37
D 1/3	16	-	203.96
D 1/3	22	127.81	163.08
D 2/2	22	127.40	155.92
P 2/2	22	-	216.43

Çizelge 4.15. Ne 44/2 ile dokunan kumaşların yırtılma mukavemeti

Doku Tipi	Sıklık (atki/cm)	Ortalama Yırtılma Mukavemeti (N)	
		Çözüğü	Atkı
P 2/2	28	120.23	161.76
Rç 1/3	28	118.37	190.33
Rç 2/2	22	120.43	122.41
Ra 2/2	28	114.39	121.82
D 1/3	28	128.72	119.01
D 2/2	28	115.62	122.75

Atkı sıklığı yüksek olan kumaşlarda yırtılma mukavemetleri, atkı sıklığı düşük olan kumaşlara göre daha düşük değerler almaktadır. Sıklıkları yüksek olan kumaşlarda iplikler arasındaki sürtünme kuvvetleri yüksektir. Bu sürtünme kuvvetinin yüksek olması da, ipliklerin birbirleri üzerinden kaymamasını ve böylelikle yırtılma esnasında üçgen şeklindeki açıklığın daha kolay ve hızlı meydana gelmesini sağlar. Doku türü, yırtılma esnasında birlikte kopan ipliklerin sayısı üzerinde etkilidir. İplik kesişme sayısı düşük olan dokular genellikle, ipliklerin hareket etmesine ve dolayısıyla da ipliklerin grup oluşturmaya izin verirler. İpliklerin grup oluşturmaya da, yırtılma sırasında uygulanan kuvvete daha fazla direnç gösterirler. Örneğin dimi 2/2 ve panama 2/2 doku kumaşların yırtılma mukavemetleri, aynı özelliklerdeki bezayağı dokulu kumaşlara göre daha yüksektir. Çünkü bezayağı dokulu kumaşlarda, iplikler gruplaşmaya, 2/2 dimi ve 2/2 panama dokulu kumaşlar kadar yatkın değildir [Can ve Kırtay, 2005]. Çizelge 4.14’de

görüldüğü gibi bezayağı dokulu kumaşta, yırtılma mukavemeti değeri, D 2/2 ve P 2/2 dokulu kumaşlara göre daha düşüktür. Yırtılma mukavemetinde veri sayısı az olduğu için, istatistiksel hesaplamaların yapılması uygun görülmemiştir. Buna karşın elde edilen sonuçların, literatürle karşılaştırıldığında beklenen sonuçların alındığı görülmektedir (Can ve Kırtay, 2005).

4.2.2.10. Elastikiyet ve Kalıcı Uzama

Çizelge 4.16'da Ne 28/2 ve Ne 44/2 atkılarla dokunmuş olan kumaşlardan dokuma sonrası atkı yönünde ölçülen elastikiyet değerlerinin ortalama sonuçları verilmiştir. Şekil 4.15'de atkı yönündeki elastikiyet değişimi gösterilmiştir.

Çizelge değerlerinden yapılan bağıl fark analizinden ve verilen grafiğin incelenmesinden atkı yönündeki kumaş elastikiyetine en önemli etken faktörün doku tipi olduğu görülmektedir. Bu durumda, kumaş elastikiyeti yönünden doku içindeki bağlanma şeklinin önemli olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Bunun yanı sıra atkı iplik özelliklerinin de önemli olduğu vurgulanmalıdır. Çalışmada atkı sıklığının önemli etken faktörler arasında olmadığı ortaya çıkmıştır.

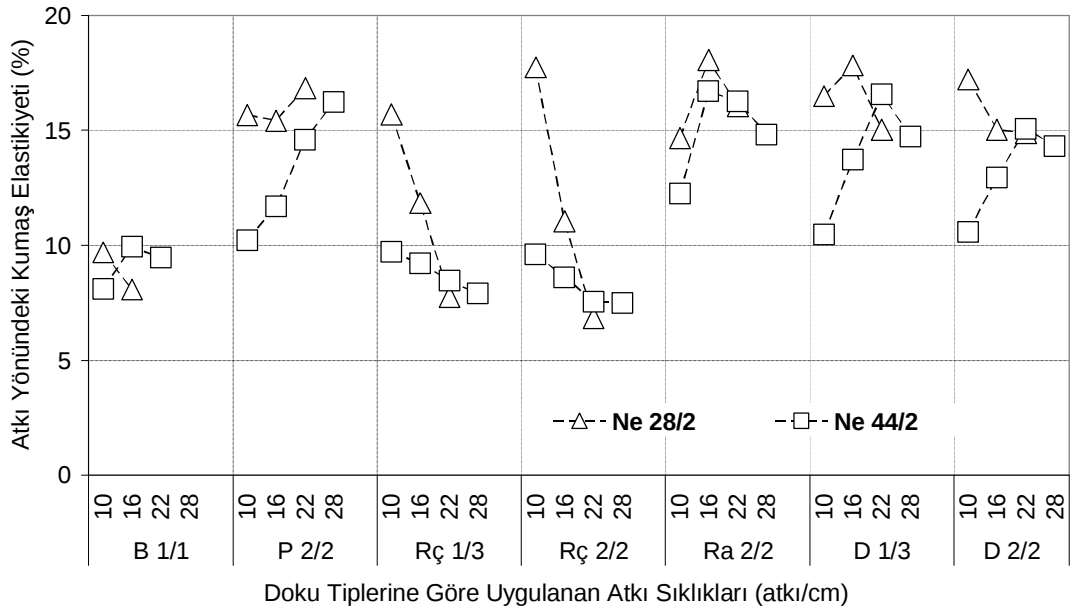
Şekil 4.15'den, B 1/1 gibi kararlı ve bağlantı sayısı yüksek olan kumaşların atkı elastikiyetinin daha düşük olduğu görülmektedir. P 2/2, Ra 2/2, D 1/3 ve D 2/2 doku tiplerinde atkı elastikiyetinin daha yüksek, buna karşın B1/1, Rç 1/3 ve Rç 2/2 doku tiplerinde ise atkı elastikiyetinin daha düşük olduğu gözlemlenmektedir. P 2/2, Ra 2/2, D 1/3 ve D 2/2 doku tiplerinde atkı ipliği uzun atlamalar yapmaktadır. Atkı ipliği kumaş içerisinde serbest haldedir ve çözgü iplikleri tarafından sıkı bir şekilde tutulmamaktadır. Bu nedenle de elastikiyetleri yani esnemeleri daha yüksektir. Buna karşın, B1/1, Rç 1/3 ve Rç 2/2 doku tiplerinde atkı ipliği atkı yönünde uzun atlamalar yapmamakta, çözgü iplikleri tarafından sıkıca tutulmaktadır. Bu durumda atkı iplikleri serbest halde esneyememekte ve elastikiyet değerleri de düşük olmaktadır.

Sıklık artışı ile kumaş daha kararlı hale gelmekte ve atkı elastikiyeti azalmaktadır. Bu durum, atkı sıklığındaki artış ile birlikte atkı ipliklerinin kumaş içerisinde daha sıkı bir şekilde tutulduğu ve elastikiyetinin de bu nedenle azaldığı şeklinde düşünülebilir.

Her iki kalınlıktaki atkı iplikleri ile dokunan kumaşlara atkı yönünde yapılan kalıcı uzama testleri sonucunda doku tipi, atkı sıklık ve numarasına bağlı olarak belirgin bir kalıcı uzama değişimi gözlenmemiştir.

Çizelge 4.16. Atkı yönündeki kumaş elastikiyeti

Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	Ortalama Elastikiyet (%)	
		Ne 28/2	Ne 44/2
B 1/1	10	9.695	8.115
	16	8.08	9.94
	22	-	9.465
P 2/2	10	15.685	10.21
	16	15.43	11.68
	22	16.835	14.59
	28	-	16.245
Rç 1-3	10	15.69	9.72
	16	11.84	9.215
	22	7.75	8.465
	28	-	7.89
Rç 2-2	10	17.74	9.62
	16	11.04	8.61
	22	6.845	7.555
	28	-	7.49
Ra 2-2	10	14.68	12.25
	16	18.055	16.7
	22	16.06	16.265
	28	-	14.815
D 1/3	10	16.485	10.475
	16	17.825	13.715
	22	15.03	16.55
	28	-	14.745
D 2/2	10	17.22	10.595
	16	15.035	12.955
	22	14.9	15.06
	28	-	14.295



Şekil 4.15. Kumaşlarda atkı yönündeki elastikiyet değişimi

4.2.2.11.Çözümlü Gerilim Ölçüm Sonuçları

Çözgü ipliğindeki gerilim büyük ölçüde çerçeve hareketlerine bağlıdır. Doku tipi değişimi ile çerçeve hareketleri ve buna bağlı olarak çözgü gerilimi de değişir.

Şekil 4.16-4.18'de sırasıyla B 1/1, P 2/2 ve Rç 1/3 doku tiplerine göre çerçeve hareketleri ve 3 numaralı çerçevedeki bir gücü teline takılı olan çözgü ipliğinin ana milin 4 turu boyunca yavaş harekette çalıştırılarak elde edilen gerilim ölçüm değerleri örnek olarak verilmiştir. Üstteki diyagram ana mil dönüşüne karşı çerçeve konumlarını göstermektedir. Diyagramın eldesi için, makine yavaş konumda çalıştırılarak, çerçeve konumları belirli bir referans-seviyeye göre ölçülmüştür. Diyagram, sürekli olarak bakıldığında, atılan atkılara göre çerçevedeki konum değişimini göstermektedir. Altındaki diyagram ölçülen çözgü gerilimi dağılımını cN cinsinden göstermektedir.

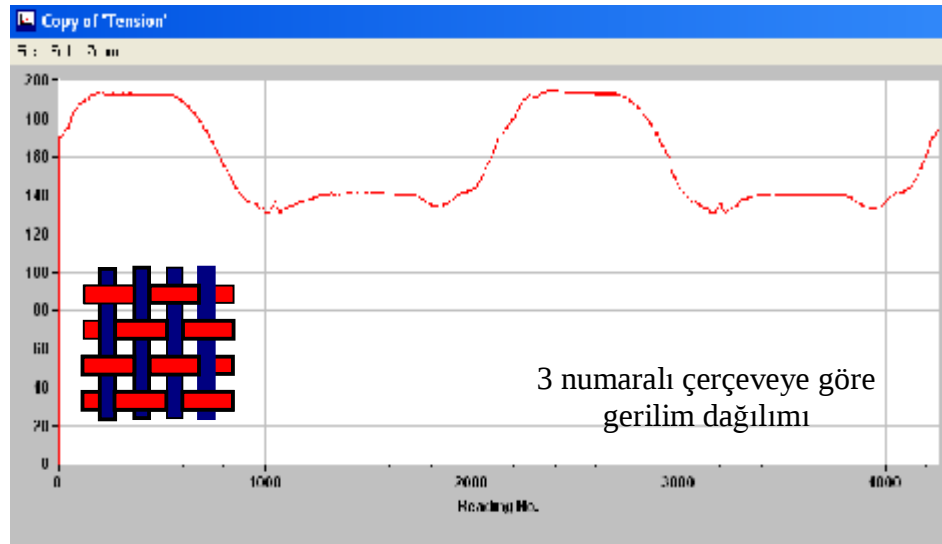
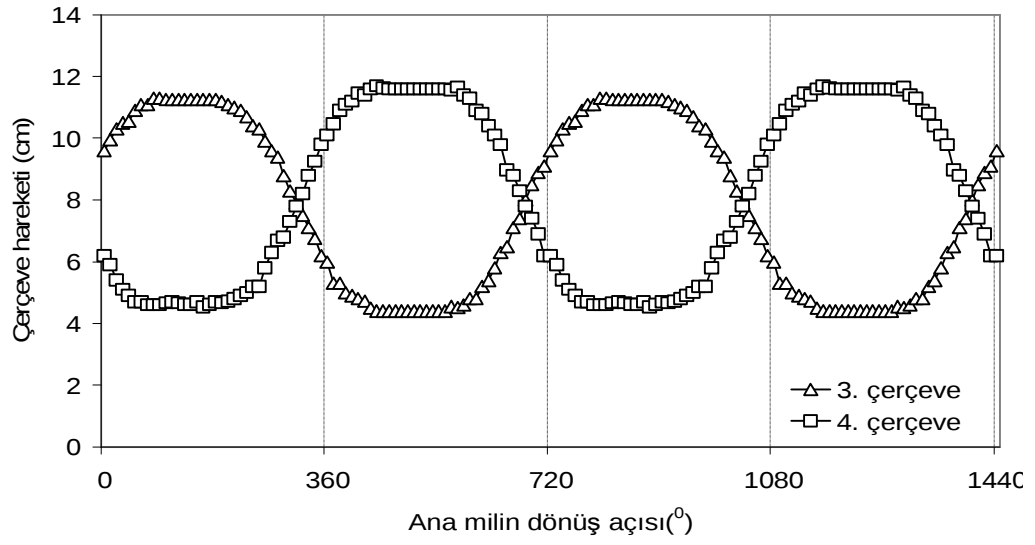
Bir makina devri içerisinde gerçekleşen esas fonksiyonlar ağızlık açma, atkı atma, tefeleme ve kumaş sarma-çözgü salma olarak ifade edilebilir. Bir çerçeve bakımından gerçekleşen fonksiyonel durumlar ise, o çerçevenin üst konuma

yükselmesi, üst konumda bekleme, alt konuma doğru inme, alt konumda bekleme ve tekrar aynı döngünün sürekliliğinin sağlanması olarak sıralanabilir.

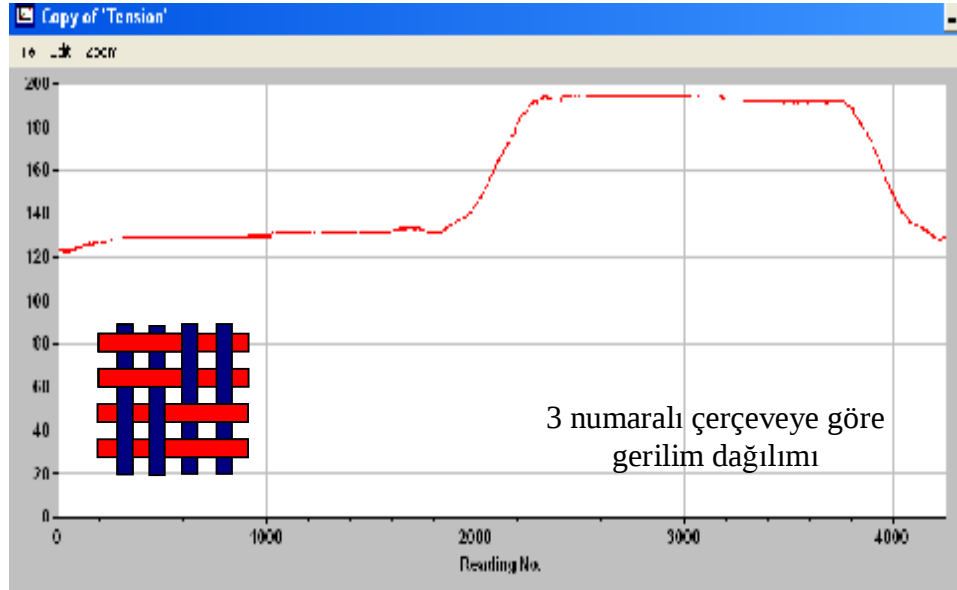
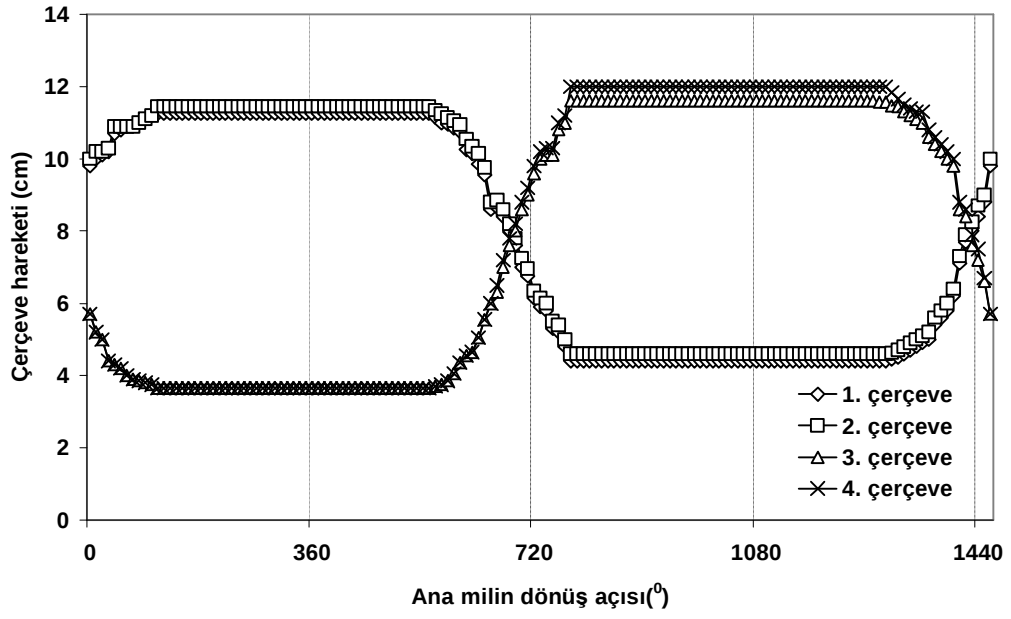
Şekillerde üstte verilen çerçeve hareket diyagramı ile altta bulunan gerilim diyagramının karşılaştırılmasından görülen benzerlikler çerçeve hareketi ve gerilim ilişkisini açıkça göstermektedir. Yapılan ölçümlerden ve elde edilen diyagramlardan yaklaşık 1440 derecelik makine ana mil dönüş açısının 4200 reading number (veri okuma sayısı) ile eşit olduğu görülmektedir. Buradan 4200/1440 oranından 360 derecelik bir makine döngüsünün 1050 okuma sayısı ile eşit olduğu söylenebilir.

Gerilim ölçümü yapılırken, ölçme başlığı ölçme silindirleri aşağı bakacak şekilde ölçme standına yerleştirilmiştir. Bu durumda ölçme başlığı üzerindeki ölçme silindirleri çözgü ipliklerinin altında kalmaktadır. Gerilim ölçme başlığı ters şekilde konumlandırılarak ölçüm yapıldığı için, çerçevelerin yukarı kalkması ile oluşan gerilim aşağı yönlü seyretmektedir. Bunun tam aksine, çözgülerin aşağı inmesiyle ölçülen gerilimin seyri, diyagramda yukarı yönlü olmaktadır. Bu durum sonucu, gerilim diyagramının yükselen değerlerinden çerçevenin aşağı indiği, düşen değerlerinden çerçevenin yukarı çıktığı anlaşılmalıdır. Bunun nedeni çerçeve yukarı kalktığında ölçüm silindirleri arasından geçen ipliğin silindirlere yaptığı baskının azalması, aşağı indiğinde ise baskının artması ve çözgü gerilim değerinin yükselmesi olarak açıklanabilir. Netice olarak her iki diyagramın karşılaştırılmasından gerilim değerlerinin çerçeve hareketlerine paralel şekilde gerçekleştiği ifade edilebilir.

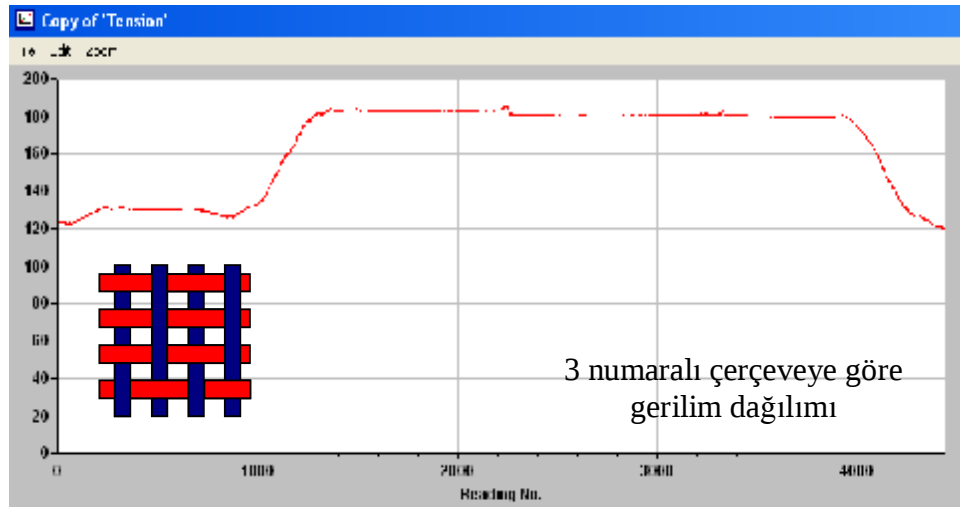
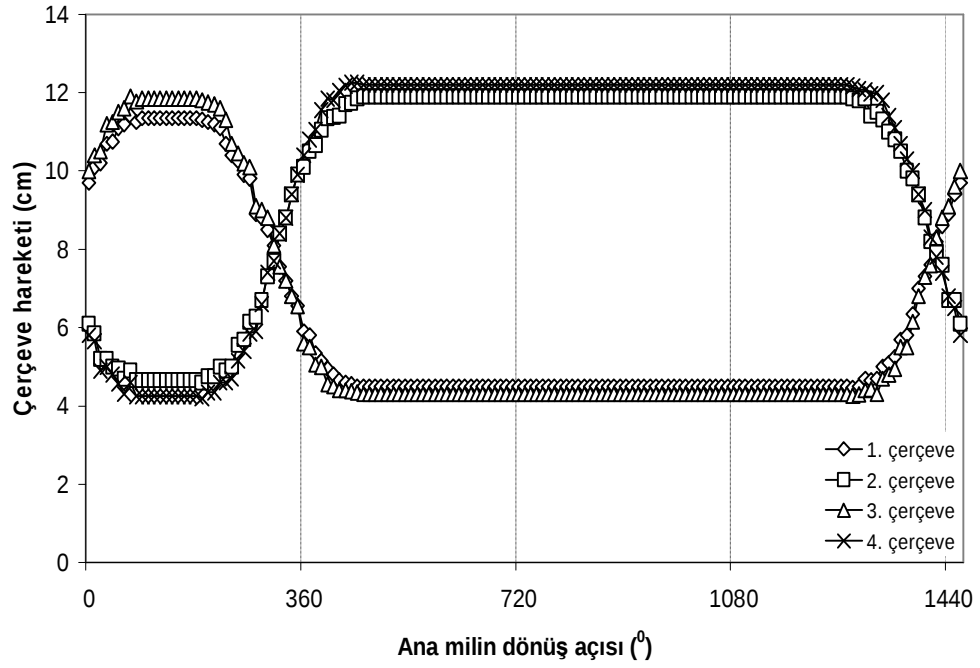
Makine yavaş konumda çalışırken bireysel olarak ölçülmüş bir çözgü ipliğindeki gerilim değerlerinin verilen örneklerde 120-200 cN aralığında değiştiği görülmektedir. Dinamik halde, makine tam devir olarak çalışırken, gerilimin genelde 80-160 cN değişim aralığında olduğu Şekil 4.19 ve 4.20’de verilen 3. bölgede 16 atk/cm sıklığında ölçülen çözgü gerilim dağılım diyagramlarından bulunabilir. Ayrıca makine dinamik halde çalışırken yapılan ölçümlerde makine ana mil devrine karşılık gelen veri okuma sayısının da farklı olduğu görülmektedir. Dinamik halde, makine tam devir olarak çalışırken 20 kez ana mil döndürülmüştür. Yani 7200 derecelik makine ana mil dönüş açısı yaklaşık 640 veri okuma sayısına eşit olmaktadır. Bu durumda 360 derecelik bir makine döngüsünün yaklaşık olarak 32 veri okuma sayısına eşit olduğu söylenebilir.



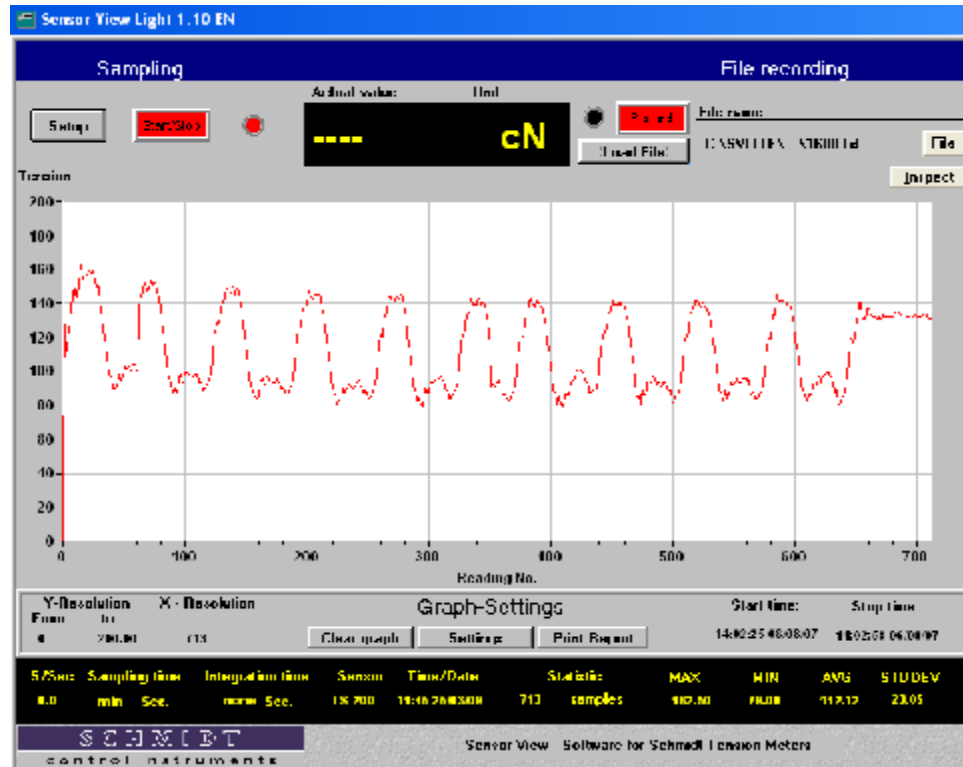
Şekil 4.16. B 1/1 için çerçeve hareketleri ve gerilim dağılımı



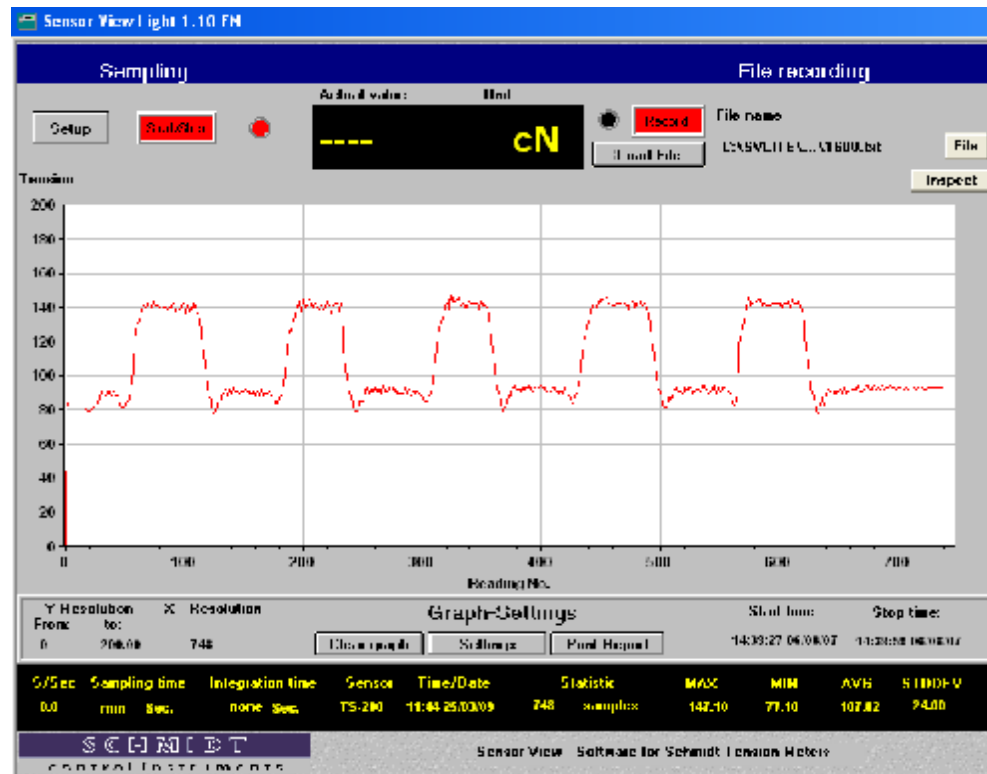
Şekil 4.17. P 2/2 için çerçeve hareketleri ve gerilim dağılımı



Şekil 4.18. Rç 1/3 için çerçeve hareketleri ve gerilim dağılımı



Şekil 4.19. B 1/1 için dinamik halde gerilim dağılımı (Ne 28/2)



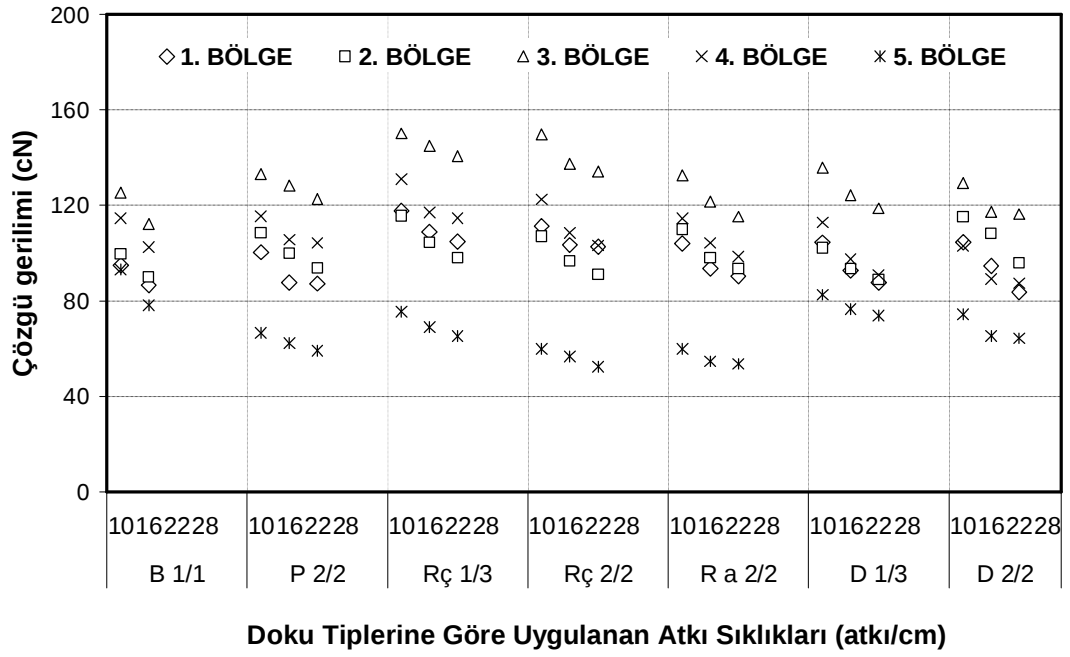
Şekil 4.20. Rç 2/2 için dinamik halde gerilim dağılımı (Ne 44/2)

Çizelge 4.17. Bölgelere göre çözgü gerilim ölçüm değerleri (Ne 28/2)

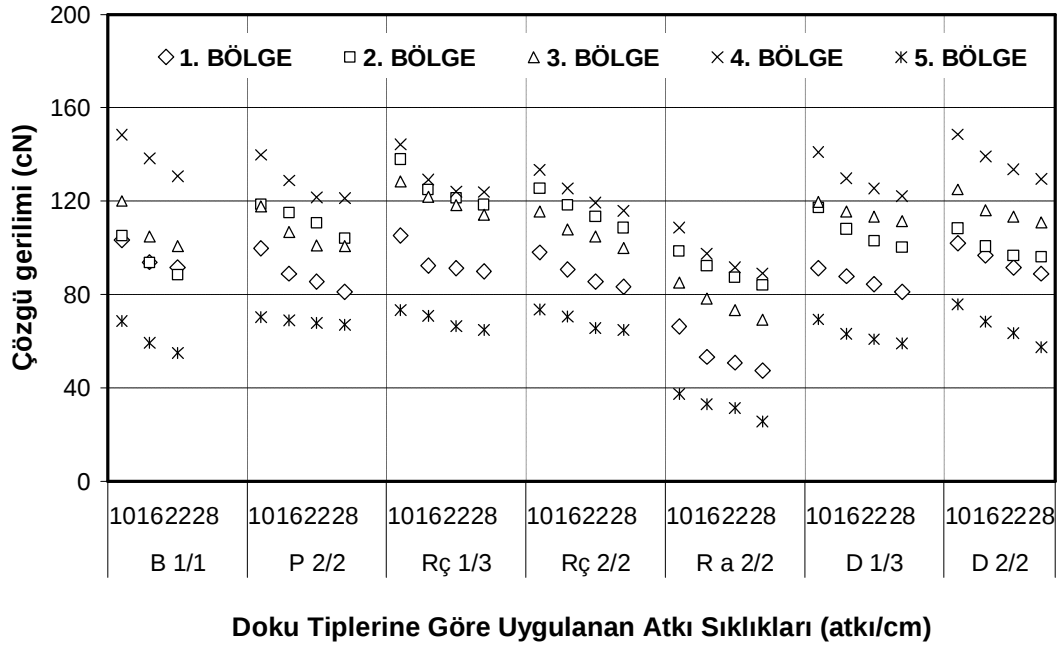
Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	Ortalama çözgü gerilimi (cN)				
		1.bölge	2.bölge	3.bölge	4.bölge	5.bölge
B 1/1	10	94.86	99.50	125.31	114.63	93.09
	16	86.36	89.83	112.12	102.35	78.14
	22	-	-	-	-	-
P 2/2	10	100.37	108.48	133.09	115.37	66.59
	16	87.64	99.79	128.14	105.57	62.07
	22	87.23	93.71	122.68	104.20	59.10
	28	-	-	-	-	-
Rç 1/3	10	117.62	115.58	150.13	130.85	75.45
	16	108.96	104.36	144.83	117.04	68.96
	22	104.87	98.11	140.60	114.64	65.22
	28	-	-	-	-	-
Rç 2/2	10	111.26	106.91	149.73	122.44	59.70
	16	103.34	96.72	137.27	108.45	56.69
	22	102.52	90.89	134.26	103.21	52.37
	28	-	-	-	-	-
Ra 2/2	10	103.92	109.90	132.46	114.49	59.79
	16	93.56	98.05	121.47	104.19	54.58
	22	90.17	93.39	115.27	98.51	53.54
	28	-	-	-	-	-
D 1/3	10	104.35	102.10	135.79	112.85	82.54
	16	92.62	93.40	124.23	97.47	76.51
	22	87.60	88.88	118.64	90.79	73.83
	28	-	-	-	-	-
D 2/2	10	104.57	115.13	129.38	103.07	74.21
	16	94.52	108.13	117.38	89.14	65.32
	22	83.61	95.88	116.33	87.39	64.27
	28	-	-	-	-	-

Çizelge 4.18. Bölgelere göre çözgü gerilim ölçüm değerleri (Ne 44/2)

Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	Ortalama çözgü gerilimi (cN)				
		1.bölge	2.bölge	3.bölge	4.bölge	5.bölge
B 1/1	10	103.42	105.19	120.04	148.40	68.56
	16	93.86	93.71	104.76	138.44	59.23
	22	91.60	88.42	100.64	130.66	54.97
P 2/2	10	99.79	118.72	117.76	139.79	70.32
	16	88.86	115.10	106.83	128.85	68.98
	22	85.42	110.67	100.92	121.64	67.74
	28	81.23	103.94	100.83	121.33	67.01
Rç 1/3	10	105.18	137.92	128.34	144.34	73.31
	16	92.28	124.90	121.72	129.17	70.80
	22	91.16	121.44	118.23	124.11	66.36
	28	89.81	118.47	114.24	123.90	64.89
Rç 2/2	10	97.95	125.46	115.38	133.52	73.51
	16	90.69	118.44	107.82	125.54	70.50
	22	85.54	113.39	104.77	119.26	65.58
	28	83.26	108.70	99.78	115.96	64.62
Ra 2/2	10	66.20	98.60	85.00	108.70	37.30
	16	53.20	92.30	78.20	97.50	33.10
	22	50.70	87.40	73.30	91.60	31.30
	28	47.30	84.00	69.20	89.10	25.60
D 1/3	10	91.28	117.31	119.72	141.11	69.27
	16	87.85	107.99	115.43	129.78	63.14
	22	84.35	102.99	113.24	125.52	60.86
		81.25	100.18	111.48	122.28	58.94
D 2/2	10	101.95	108.26	124.99	148.54	75.76
	16	96.70	100.69	116.14	139.17	68.35
	22	91.52	96.63	113.20	133.66	63.43
	28	88.83	96.08	110.81	129.44	57.42



Şekil 4.21. Ne 28 / 2 atkı ipliği için farklı doku tipi ve atkı sıklıklarında farklı çözgü bölgelerinde ölçülen ortalama çözgü gerilimi



Şekil 4.22. Ne 44/2 atkı ipliği için farklı doku tipi ve atkı sıklıklarında farklı çözgü bölgelerinde ölçülen ortalama çözgü gerilimi

Çizelge 4.17 ve 4.18’de sırasıyla Ne 28/2 ve Ne 44/2 atkı ipliği ile dokunan kumaşlardaki ortalama olarak çözgü gerilimi ölçüm sonuçları verilmektedir. Şekil 4.21 ve 4.22 sırasıyla Ne 28/2 ve Ne 44/2 atkı ipliği için farklı doku tipi ve atkı sıklıklarında, 5 farklı bölgede ölçülen ortalama çözgü gerilimi sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge verileri ve şekillerden yapılan incelemede şu genel sonuçlar sıralanabilir;

Çözgü gerilimi tezgahın orta bölgesinde daha yüksek, kenarlarda ise daha düşük çıkmıştır. Bunun nedeni, tefeleme esnasında atkı ipliğinin çözgü ipliği etrafında dolanıp, kıvrım alarak boyunun kısalması ve geriliminin artması olabilir.

Atkı ipliği, kenar bölgelerde cıbarların ve kenar örgünün etkisiyle tutulmuş olsa da, iki ucunun serbest olması nedeni ile içe doğru kayar ve bu nedenle kenar bölgelerdeki atkı ipliği gerilimi, orta bölgelere oranla daha düşük olmaktadır. Dokuma esnasında çözgü genişliği boyunca uniform bir çözgü gerilim dağılımı elde etmek, gerek dokuma işleminin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi, gerekse kumaş eni boyunca homojen kumaş özelliklerinin elde edilmesi açısından oldukça önemlidir. Dokuma işlemi esnasında kenar bölgelerdeki çözgü iplikleri birbirine tutundukları için temiz ağızlık oluşumunu engellerler, bu da tezgah eni boyunca gözlenen gerilim farkına ve kenar bölgelerde çözgü duruşlarına neden olmaktadır. Gerilim farkı nedeni ile kenar kalitesi azalmakta, kumaş kenarları ile ortası arasında farklı kumaş özellikleri oluşmaktadır (Süle(2008), Ludwig ve Gries(2003), Weinsdorfer ve diğ.(1991)).

Tezgahın orta bölgelerinde daha gergin olan atkı ipliği, kenar bölgelere oranla çözgü ipliğini daha fazla kıvrım almaya zorlar. Bir dokuma makinası devrinde çözgü levendi tarafından çözgü genişliği boyunca aynı miktarda çözgü beslendiğinden tezgahın ortasındaki çözgü gerilimi kenar bölgelere oranla daha yüksek çıkar. Bununla birlikte, elektronik çözgü salma işleminde çözgü gerilim dağılımı, mekanik çözgü salmaya göre daha dengelidir. Jeddi ve diğerleri (1999), elektronik çözgü salma işlemi ile gerilim dağılımının daha dengeli olduğu, böylece dokuma makinesinin performansının daha yüksek olacağını ifade etmişlerdir.

Genel olarak, doku tipi, atkı sıklığı ve atkı iplik numarasının çözgü gerilimi üzerinde çok fazla etkili olmadığını, çözgü gerilim ölçüm bölgesinin ise çözgü gerilimi üzerinde en önemli etken faktör olduğunu söylemek mümkündür.

5. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Bu bölümde, uygulanan mekanik atkı sıklığı, atkı numarası ve doku tipinin kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisini incelemek, etki seviyesini ve sonuçlar arasındaki farkın anlamlılık durumunu belirleyebilmek maksadıyla elde edilmiş olan veriler Design Expert 6.01 paket programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel analiz yapılırken, fiziksel ve mekanik özellikleri etkileyen doku tipi kategorik (isimsel), atkı sıklığı ve atkı iplik numarası ise nümerik faktör (sayısal) olarak alınmıştır. İlaveten, elde edilen verilerin belirli bir seviyede model oluşturup oluşturmayacağını görmek amacıyla, her doku tipi için; atkı iplik numaraları ve atkı sıklığına göre fiziksel ve mekanik özelliklerini tahmin eden regrasyon modelleri kurulmuştur.

5.1. İstatistik Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler

Varyans (ANOVA) analizi ve çoklu regrasyon analizi yapılmış, her doku tipi için ayrı ayrı regrasyon modelleri kurulmuştur. Elde edilen regrasyon modellerinin formül doğruluk oranları (%) farklı sıklıklarda dokunmuş kumaşlar için hesaplanmış, ölçülen fiziksel ve mekanik sonuçlarla, denklemler sonucu hesaplanarak elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

5.1.1. Varyans Analizi (ANOVA)

Çalışmada değişkenler arası ilişkiye ANOVA testiyle bakılmıştır. Birden fazla bağımsız değişken kullanıldığı için istatistiksel analiz olarak ANOVA kullanılmıştır. ANOVA bağımsız değişkenlerin kendi aralarında nasıl etkileşime girdiklerini ve bu etkileşimlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini analiz etmek için kullanılır (Field, 2005).

Varyans analizi tek yönlü ve çok yönlü olarak uygulanabilir. Tek yönlü varyans analizi elle hesaplanabilir, ancak çok yönlü varyans analizi için program kullanmak gerekmektedir. Bu yöntemde şu hususlara dikkat etmek gerekmektedir:

Gruplardaki bireyler birbirine benzer ve homojen olmalı, gruplar birbirinden bağımsız olmalıdır. Veriler ölçümle belirlenmiş sürekli karakter olmalıdır. Gruplardaki denek sayısı (n) en az 20 olmalı ve gruptaki denek sayıları birbirine eşit veya yakın olmalıdır (www.mimoza.marmara.edu.tr, 2009).

5.1.2. Regrasyon Analizi

Regrasyon Analizi değişkenler arasındaki bağıntıyı temsil eden matematik modeli belirlemeye ve modelin yeterlilik düzeyini araştırmaya yönelik, etkin ve değişik bilim alanlarında yaygın şekilde kullanılan bir yöntemdir. Polinom şeklindeki bir regrasyon modeli aşağıda gösterilmiştir (Günel, 2003).

$$y(t) = a + b_1x(t) + b_2x^2(t) + \dots + b_{nb}x^{nb} + e(t) \quad (t = 1, 2, \dots, N) \quad (5.1)$$

Burada y (t) bağımlı değişken vektörü (çıkış büyüklüğü), x(t) bağımsız değişken vektörü (giriş büyüklüğü), nb modelin derecesi, N ölçü sayısı, a, b₁ ve b₂ model katsayıları, e (t) hata değişkenidir.

Belirlilik Katsayısı (R²); Belirlilik katsayısı, kullanılan x(t) değişkenlerinin y(t)'deki toplam değişimi açıklayabilme oranını vermektedir. R² 0-1 aralığındadır. Bu katsayı aşağıdaki ifade ile hesaplanmaktadır.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^N e(t)}{\sum_{t=1}^N (y(t) - \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N y(t))^2} \quad (5.2)$$

5.1.3. Çoklu Regrasyon Analizi

Çoklu regrasyon modelinde bu çalışmada olduğu gibi bağımlı değişkeni açıklayan birden fazla bağımsız değişken modelde yer almaktadır. Kurulan çoklu regrasyon modeli genel olarak aşağıdaki gibi oluşmaktadır (Günel, 2003).

$$y(t) = a + b_1 x_1(t) + b_2 x_2(t) + + b_k x_k(t) + e(t) \quad (5.3)$$

Burada k modeldeki bağımsız değişken sayısını, y(t) bağımlı değişken vektörünü, x_k bağımsız değişken vektörlerini, a, b_1 ve b_2 modelin katsayılarını, e hata değişkenini göstermektedir. Bu çalışmada, y bağımlı değişkeni kumaşların fiziksel ve mekanik özellikleridir. Buna karşılık, x bağımsız değişkenleri, doku tipi, atkı iplik numarası ve atkı iplik sıklığıdır.

Düzeltilmiş Belirlilik Katsayısı (R^2_d); R^2 kullanımı çoklu regrasyon modellerde uygun olmamaktadır. Çoklu modellerde, modele yeni bir değişken ilave edildiğinde R^2 değeri her zaman artmaktadır. Payın değeri artarken payda aynı kalmaktadır. Bu nedenle düzeltilmiş çoklu belirlilik (R^2_d) katsayısı kullanılıp, aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$R^2_d = 1 - (1 - R^2) \frac{N-1}{N-k} \quad (5.4)$$

İstatistiksel analiz sonucunda, modellerinden en uygun olan seçilir. Doğrusal (Lineer), 2FI (İkili etkileşim), Kuadratik (Kare) ve Kübik modelleri arasından uygun olan seçilir. Deneysel sonuçlar için uygun olan model seçilirken sadece R^2 değerine bakılmaz. R^2 'nin büyük çıkması her zaman modelin iyi olduğu sonucunu göstermemektedir. Çünkü modele konu ile ilgili veya ilgisiz bir değişkenin eklenmesi R^2 'nin değerini artırmaktadır. Dolayısıyla R^2 'si büyük olan modeller her zaman tahmin yapmada en iyi model olmamaktadır. R^2 değerinin 0.7 ile 1.0 aralığında olması modelin doğru kabul edilebilirliği hakkında bilgi vermektedir (Montgomery, 1990).

Design Expert 6.01 paket programında yer alan Lineer, 2FI (İkili etkileşim), Kuadratik (Kare) ve Kubik Modellerinin denklemleri sırayla (5.5)-(5.8) formül numaraları ile verilmiştir.

$$f(x) = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 \quad (5.5)$$

$$f(x) = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1x_2 + b_5x_1x_2 + b_6x_2x_3 \quad (5.6)$$

$$f(x) = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2 + b_6x_3^2 + b_7x_1x_2 + b_8x_1x_2 + b_9x_2x_3 \quad (5.7)$$

$$\begin{aligned} f(x) = & a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2 + b_6x_3^2 + b_7x_1x_2 + b_8x_1x_3 + \\ & b_9x_2x_3 + b_{10}x_1^3 + b_{11}x_2^3 + b_{12}x_3^3 + b_{13}x_1^2x_2 + b_{14}x_1^2x_3 + b_{15}x_1x_2^2 + \\ & b_{16}x_1x_3^2 + b_{17}x_2^2x_3 + b_{18}x_2x_3^2 + x_1x_2x_3 \end{aligned} \quad (5.8)$$

Burada x_1, x_2, x_3 , bağımsız değişkenler, $a, b_1, b_2, \dots, b_{18}$ ise bilinmeyen katsayılardır. Modelin kullanılabilirliği açısından mümkün olduğu kadar basit, az değişken içermesine dikkat etmek gerekmektedir.

Design Expert 6.01 programı, girilen deneysel sonuçlar üzerinden sistem için en uygun olan model eşitliğini belirlemektedir. Programın tavsiye ettiği modelin yanı sıra diğer modeller de tek tek denenmiş, bağımsız değişkenler tek tek girilmiş, modele çok fazla etkili olmayan değişkenler denklemden çıkarılmıştır. Modelin kullanılabilirliği açısından mümkün olduğu kadar model basite indirgenmeye çalışılmıştır.

5.1.4. Regrasyon Modellerinin Doğruluk Oranı

Regrasyon modellerinin doğruluk oranlarını (formül doğruluk oranı) hesaplayabilmek için modellerin mutlak hataları, bağıl hataları ve formül doğruluk oranları hesaplanmıştır. Formül doğruluk oranı, ölçülen değer gerçek değere ne kadar yakın olduğunu gösterir. Formül doğruluk oranını ifade etmek üzere mutlak hata, bağıl hata ve bağıl doğruluk tanımları kullanılır.

Mutlak hata (ΔX), ölçülen değer (X_G) ile regrasyon modelinden hesaplanan değer (X_R) arasındaki farkın mutlak değeri olarak tanımlanır (Cochran ve diğ., 2009).

$$\Delta X = |X_G - X_R| \quad (5.9)$$

Bağıl Hata (E), mutlak hatanın (ΔX) gerçek değere (X_G) bölünmesiyle elde edilen hatadır.

$$E = \frac{\Delta X}{X_G} \quad (5.10)$$

Hata yüzdesi (H), bağıl hatanın yüzde değeri olarak tanımlanır.

$$H = E \times 100 (\%) = \frac{\Delta X}{X_G} \times 100 (\%) \quad (5.11)$$

Formül doğruluk oranı (F_D), hata yüzdesinin (H) 100'den çıkarılması ile elde edilir.

$$F_D = (100 - H) (\%) \quad (5.12)$$

5.2. İstatistiksel Analiz ve Değerlendirmeler

Kumaşların fiziksel ve mekanik özelliklerinin deneysel sonuçları istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Kumaşın fiziksel özellikleri atkı ve çözgü yönünde yıkama çekmesi, yıkama öncesi/sonrasında ölçülen atkı ve çözgü sıklıkları, atkı yönünde kısılma yüzdesi, kumaş gramajı ve kumaş kalınlığı, kumaşın mekanik özellikleri kopma mukavemeti ve uzaması, atkı ve çözgü yönünde elastikiyetidir. Ayrıca kumaş dokunurken ölçülen çözgü gerilimleri de istatistiki olarak değerlendirilmiştir.

5.2.1. Boyutsal Stabilité (Yıkama Çekmesi)

Atkı ve çözgü yıkama çekmesi sonuçları için yapılan istatistiksel değerlendirmeler sırası ile verilmiştir.

Çizelge 5.1 atkı yıkama çekmesi için modellerin R^2 , R_d^2 ve standart sapmalarını vermektedir. Çizelgeye göre standart sapma değeri en düşük, R^2 , R_d^2

değerleri ise en yüksek olan modelden başlamak üzere bütün modeller tek tek denendikten sonra 2FI modeline göre analiz yapılmıştır. Çizelgede varyans analizi hangi modele göre yapılıyorsa, o model koyu renkle yazılmıştır. Diğer bölümlerde de aynı şekilde gösterilmektedir. Standart sapmanın küçük olması, ortalamalardan sapmaların ve riskin az olduğunun, standart sapmanın büyük olması, ortalamadan sapmaların, riskin çok olduğunun göstergesidir.

Çizelge 5.1. Atkı yıkama çekmesi için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R^2_d
Linear	2.912619	0.923883	0.915542
2FI	2.216193	0.963779	0.951102
Kuadratik	2.203724	0.964783	0.951651
Kübik	1.617623	0.985205	0.973949

Çizelge 5.2’de ANOVA tablosu görülmektedir. Anlamlılık seviyesi % 5 alınmıştır. Tablodaki P-değeri her bir bağımsız değişkenin model için önemini belirtmektedir. $P > 0.05$ ise bağımsız değişkenin model üzerinde büyük bir etkiye sahip olmadığı, $P < 0.05$ ise bağımsız değişkenin model üzerinde çok büyük bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle, P-değeri 0.05’den küçük olan değişkenler modele katılmış, P-değeri 0.05’den büyük olanlar ise modelden çıkarılmıştır. Program çıktısı incelendiğinde modelin anlamlı olduğu ve modelin hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmüştür. Modeldeki bütün terimlerin P-değeri 0.05’ten küçüktür.

Çizelge 5.2. Atkı yıkama çekmesi için oluşturulan ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	106.7481	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	92.15235	< 0.0001	22.87
Atkı sıklığı	940.9976	< 0.0001	66.11
Atkı iplik numarası	54.51521	< 0.0001	3.41
Doku tipi x Sıklık	8.642321	< 0.0001	3.32
Doku tipi x Atkı iplik numarası	106.7481	< 0.0001	0.67

$$R^2=0.9571 \quad R^2_d=0.9481$$

Genel olarak Çizelge 5.2'den doku tipi, atkı sıklığı, atkı iplik numarası, doku tipi x atkı sıklığı ve doku tipi x atkı iplik numarası etkileşimlerinin modele anlamlı seviyede katkısının olduğu görülmektedir. Atkı yıkama çekmesine en fazla etkinin % 66.11 ile atkı sıklığı, en düşük etkinin ise % 0.67 ile doku tipi x atkı iplik numarası etkileşiminin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.2'deki R^2_d arasında fark olduğu görülmektedir. Bu durum, modeli oluştururken bağımsız değişkenlerin tek tek girilmesi ve modele çok fazla etkili olmayan değişkenlerin denklemden çıkarılmasından kaynaklanmaktadır. Modelin kullanılabilirliği açısından mümkün olduğu kadar model basite indirgenmeye çalışılmıştır. Modelin R^2_d değeri yaklaşık 0.95 çıkmıştır. Bu durumda modeldeki terimler modeli yaklaşık % 95 oranında açıklayabilmektedir. Bu durum, atkı yıkama çekmesi için oluşturulan modelin bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi oldukça yüksek bir doğrulukla ifade ettiğini ve deneysel çalışmanın doğru kabul edilebilirliğini göstermektedir.

Atkı yıkama çekmesi için oluşturulan regresyon modelleri Çizelge 5.3'de, formül doğruluk oranları ise Çizelge 5.4'de verilmektedir. Çizelge 5.4'de görüldüğü gibi bütün doku tiplerinde formül doğruluk oranları % 84-99 arasında gerçekleşmiştir. Bu durumda kumaş dokunmadan atkı yıkama çekmesi miktarını en az % 84'lük yaklaşımla tahmin etmemiz mümkün olmaktadır. Şekil 5.1'de, atkı yıkama çekmesi için normal dağılım grafiği görülmektedir. Normal dağılım varsayımını kontrol etmek için çizilen normal dağılım grafiğine bakılır, değerler yaklaşık olarak aynı doğru üzerinde olduğunda dağılım normal dağılım olarak kabul edilir.

Çizelge 5.3. Atkı yıkama çekmesinin tahmini için regresyon modelleri

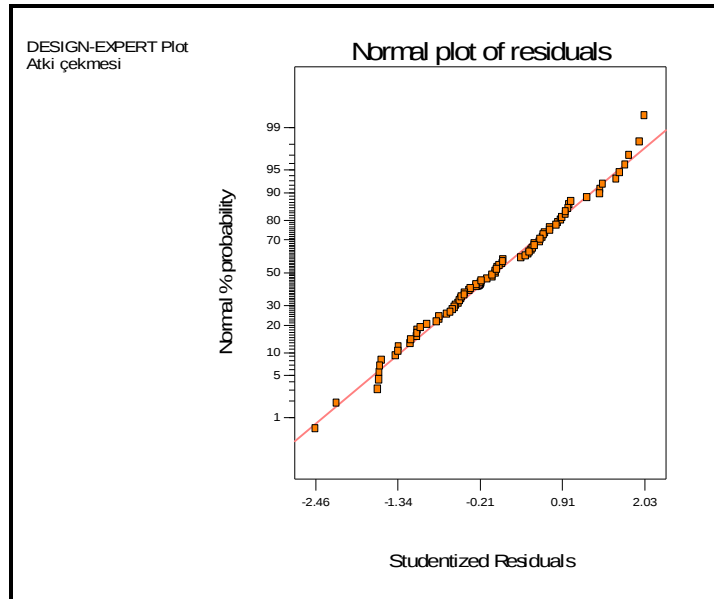
Doku Tipi	Regresyon modeli
B 1/1	$78.41 - 3.10 \times S_a - 0.477 \times N_a$
P 2/2	$66.76 - 1.32 \times S_a - 0.477 \times N_a$
Rç 1/3	$72.32 - 1.45 \times S_a - 0.477 \times N_a$
Rç 2/2	$71.96 - 1.45 \times S_a - 0.477 \times N_a$
Ra 2/2	$49.86 - 1.04 \times S_a - 0.477 \times N_a$
D 1/3	$67.78 - 1.30 \times S_a - 0.477 \times N_a$
D 2/2	$71.17 - 1.66 \times S_a - 0.477 \times N_a$

Çizelge Notları:

- (1): N_a ; atkı iplik numarasını, S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.
 (2): Formüllerde N_e 28/2 için $N_a = 14$, N_e 44/2 için 22'dir.
 (3): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.

Çizelge 5.4. Atkı yıkama çekmesi formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X_G (%)	X_R (%)	ΔX (%)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	31.47	35.52	4.047	88.606
	P 2/2	13	42.96	41.14	1.824	95.567
	Rç 1/3	13	46.74	46.86	0.116	99.751
	Rç 2/2	13	46.40	46.33	0.070	99.849
	Ra 2/2	13	29.71	28.57	1.141	96.007
	D 1/3	13	44.18	43.57	0.605	98.610
	D 2/2	13	42.89	42.76	0.131	99.695
Ne 44/2	Rç 1/3	13	42.93	44.67	1.739	96.106
	B 1/1	12	30.76	26.62	4.137	84.458
	P 2/2	13	39.15	39.91	0.759	98.098



Şekil 5.1. Atkı yıkama çekmesi için normal dağılım grafiği

Çizelge 5.5 çözgü yıkama çekmesi için modellerin R^2 , R_d^2 ve standart sapmalarını vermektedir. Modellerin R^2 ve R_d^2 değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu, dışarıdan etkileyen başka faktörlerin olduğunu göstermektedir. 2FI modeline göre varyans analizi yapılmıştır. ANOVA tablosu Çizelge 5.6’da görülmektedir.

Çizelge 5.5. Çözgü yıkama çekmesi için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R_d^2
Linear	1.173317	0.298759	0.229501
2FI	1.028287	0.547843	0.408207
Kuadratik	1.035495	0.548225	0.399881
Kübik	0.952437	0.691953	0.492293

Çizelge 5.6. Çözgü yıkama çekmesi için oluşturulan ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	4.752242	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	3.907118	0.0019	16.55
Atkı sıklığı	0.505662	0.4793	0.019
Atkı iplik numarası	20.03729	< 0.0001	13.31
Doku tipi x atkı sıklığı	3.532769	0.0040	13.74
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	7.910101	0.0063	5.34

$$R^2=0.491 \quad R_d^2=0.387$$

Çizelge 5.6’da modelin anlamlı olduğu görülmektedir. Modelin hatalı olma ihtimali % 0.01 dir. P-değerinin 0.05’ten küçük olması model terimlerinin anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu durumda, doku tipi, atkı iplik numarası, doku tipi x atkı sıklığı ve atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimlerinin modele anlamlı seviyede katkısı olduğu görülmektedir. % 16.55 ile çözgü yıkama çekmesine en fazla etkinin doku tipi, en düşük etkinin ise % 0.019 atkı sıklığı olduğu belirlenmiştir.

Modelin R_d^2 değeri 0.387 çıkmıştır. Bu durumda, modeldeki terimler modeli yaklaşık % 39 oranında açıklayabilmektedir. Çözgü yıkama çekmesi için oluşturulan regresyon modelleri Çizelge 5.7’de, formül doğruluk oranları Çizelge 5.8’de görülmektedir. Formül doğruluk oranları % 41-79 arasında gerçekleşmiştir. Çözgü yıkama çekmesini doku tipi, atkı sıklığı ve atkı iplik numarası dışında etkileyen başka faktörler olduğu şeklinde açıklanabilir. Bu durumda çözgü yıkama çekmesini

en az % 41'lik yaklaşımla tahmin etmemiz mümkündür. Ayrıca, çözgü parametrelerinde değişiklik yapılmadığı dikkate alınmalıdır.

Şekil 5.2'de, çözgü çekmesi için normal dağılım grafiği görülmektedir. Normal dağılım varsayımını kontrol etmek için çizilen normal olasılık grafiğinde değerler yaklaşık olarak aynı doğru üzerindedir. Bu nedenle normal dağılım varsayımı doğrulanmış kabul edilmektedir.

Çizelge 5.7. Çözgü yıkama çekmesinin tahmini için regresyon modelleri

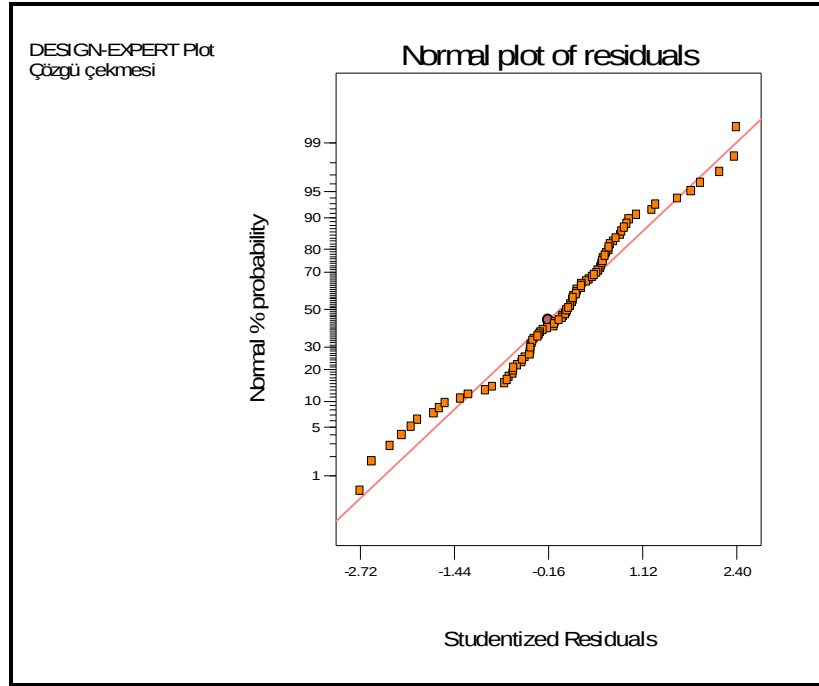
Doku tipi	Regresyon modeli
B 1/1	$1.048 + 0.196 \times S_a + 0.112 \times N_a - 0.015 \times S_a \times N_a$
P 2/2	$-0.037 + 0.296 \times S_a + 0.112 \times N_a - 0.015 \times S_a \times N_a$
Rç 1/3	$-1.701 + 0.409 \times S_a + 0.112 \times N_a - 0.015 \times S_a \times N_a$
Rç 2/2	$-1.331 + 0.415 \times S_a + 0.112 \times N_a - 0.015 \times S_a \times N_a$
Ra 2/2	$0.673 + 0.201 \times S_a + 0.112 \times N_a - 0.015 \times S_a \times N_a$
D 1/3	$1.097 + 0.242 \times S_a + 0.112 \times N_a - 0.015 \times S_a \times N_a$
D 2/2	$1.493 + 0.218 \times S_a + 0.112 \times N_a - 0.015 \times S_a \times N_a$

Çizelge Notları:

- (1): N_a ; atkı iplik numarasını, S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.
 (2): Formüllerde Ne 28/2 için $N_a = 14$, Ne 44/2 için 22'dir.
 (3): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.

Çizelge 5.8. Çözgü yıkama çekmesi formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X_G (%)	X_R (%)	ΔX (%)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	1.75	2.502	0.752	57.036
	P 2/2	13	3.50	2.715	0.785	77.559
	Rç 1/3	13	1.85	2.527	0.677	63.412
	Rç 2/2	13	1.95	2.976	1.026	47.393
	Ra 2/2	13	2.75	2.190	0.560	79.641
	D 1/3	13	4.25	3.149	1.101	74.088
	D 2/2	13	4.10	3.234	0.866	78.878
Ne 44/2	Rç 1/3	13	1.20	1.903	0.703	41.386
	B 1/1	12	1.5	2.005	0.505	66.355
	P 2/2	13	3.00	2.091	0.909	69.701



Şekil 5.2. Çözümlü yıkama çekmesi için normal dağılım grafiği

5.2.2. Atkı ve Çözümlü Sıklığı

Atkı ve çözümlü sıklıkları yıkama (sanfor) işleminden önce/sonra tespit edilmiş, sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çizelge 5.9'da modellerin R^2 , R_d^2 ve standart sapmaları, Çizelge 5.10'da Lineer modele göre yapılan varyans analizi sonuçları verilmektedir.

Çizelge 5.9. Sanfor öncesi atkı sıklığı için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R_d^2
Linear	0.616285	0.991126	0.99025
2FI	0.588851	0.993199	0.991099
Kuadratik	0.590764	0.993255	0.991041
Kübik	0.617526	0.99417	0.99021

Çizelge 5.10. Sanfor öncesi atkı sıklığı için ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	1302.129	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	8.057558	< 0.0001	3.84
Atkı Sıklığı	8761.8	< 0.0001	95.27

$$R^2=0.9911 \quad R^2_d=0.9903$$

Çizelge 5.10’da modelin anlamlı olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Bu durumda doku tipi ve sıklık faktörlerinin P-değerleri 0.05’ten küçük olduğu için modele anlamlı düzeyde katkıları bulunmaktadır. Sanfor öncesi atkı sıklığına en fazla etkinin % 95.27 ile atkı sıklığı olduğu görülmektedir. Modelin R^2_d değeri 0.9903 çıkmıştır. Bu durumda modeldeki terimler modeli % 99 oranında açıklayabilmektedir.

Sanfor öncesi atkı sıklığı için oluşturulan regrasyon modelleri Çizelge 5.11’de, formül doğruluk oranları Çizelge 5.12’de gösterilmektedir. Bütün doku tipleri için formül doğruluk oranlarının % 92-99 arasında olduğu görülmektedir. Bu oldukça yüksek bir orandır. Elde edilen regrasyon denklemleri ile sanfor öncesi atkı sıklığının tahminlenmesinin mümkün olduğu düşünülmektedir.

Şekil 5.3’de, sanfor öncesi atkı sıklığı için normal dağılım grafiği gösterilmiştir. Olasılık değerlerinin yaklaşık olarak aynı doğru üzerinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.11. Sanfor öncesi atkı sıklığının tahmini için regrasyon modelleri

Doku tipi	Regrasyon modeli
B 1/1	$1.035+0.998 \times S_a$
P 2/2	$1.363+0.998 \times S_a$
Rç 1/3	$2.113+0.998 \times S_a$
Rç 2/2	$1.844+0.998 \times S_a$
Ra 2/2	$0.827+0.998 \times S_a$
D 1/3	$1.184+0.998 \times S_a$
D 2/2	$0.970+0.998 \times S_a$

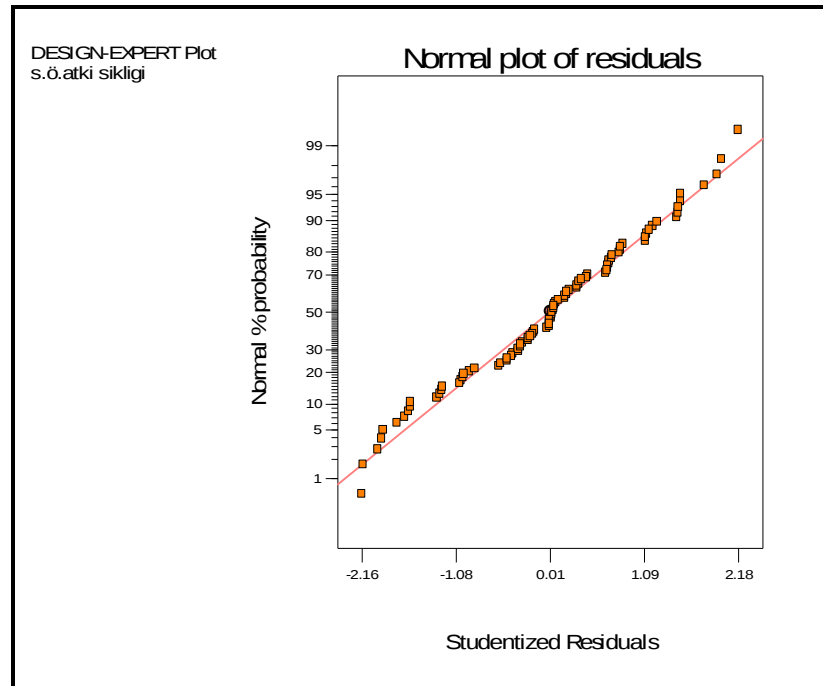
Çizelge Notları:

(1): S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.

(2): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.

Çizelge 5.12. Sanfor öncesi atkı sıklığı formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X_G (atkı/cm)	X_R (atkı/cm)	ΔX (atkı/cm)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	14	14.004	0.004	99.970
	P 2/2	13	15	14.333	0.667	95.553
	Rç 1/3	13	14	15.082	1.082	92.268
	Rç 2/2	13	14	14.814	0.814	94.187
	Ra 2/2	13	14	13.797	0.203	98.548
	D 1/3	13	14	14.154	0.154	98.901
	D 2/2	13	14	13.940	0.060	99.569
Ne 44/2	Rç 1/3	13	16	15.082	0.918	94.266
	B 1/1	12	13	13.007	0.007	99.949
	P 2/2	13	15	14.333	0.667	95.553



Şekil 5.3. Sanfor öncesi atkı sıklığı için normal dağılım grafiği

Çizelge 5.13’de sanfor sonrası atkı sıklığı için oluşturulan modellerin R^2 , R^2_d ve standart sapma değerleri, Çizelge 5.14’de ANOVA tablosu verilmektedir.

Çizelge 5.13. Sanfor sonrası atkı sıklığı için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R^2_d
Linear	0.652635	0.989934	0.988976
2FI	0.641826	0.991772	0.989338
Kuadratik	0.645831	0.991786	0.989204
Kübik	0.618867	0.993966	0.990087

Çizelge 5.14. Sanfor sonrası atkı sıklığı için ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	1182.011	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	7.953118	< 0.0001	3.18
Atkı sıklığı	8008.248	< 0.0001	95.80

$$R^2=0.9898 \quad R^2_d=0.9890$$

Çizelge 5.14’de modelin anlamlı olduğu, hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Doku tipi ve atkı sıklığı faktörlerinin P-değerleri < 0.0001 olduğu için modele anlamlı düzeyde katkıları olduğu, atkı sıklığının sanfor sonrası atkı sıklığına etkisinin %95.80, doku tipi etkisinin %3.18 olduğu görülmektedir. Modelin R^2_d değeri 0.9890 çıkmıştır. Bu durumda modeldeki terimler modeli yaklaşık % 99 oranında açıklayabilmektedir. Sanfor sonrası atkı sıklığı için oluşturulan regrasyon modelleri Çizelge 5.15’de, formül doğruluk oranları ise Çizelge 5.16’da verilmektedir.

Formül doğruluk oranlarının % 92-99 arasında olduğu ve regrasyon denklemlerinden sanfor sonrası atkı sıklığını tahmin edebileceğimiz görülmektedir. Bu oldukça yüksek bir orandır ve regrasyon denklemleri ile bütün doku tipleri için sanfor sonrası atkı sıklığını tahmin edilmesinin mümkün olduğu düşünülmektedir.

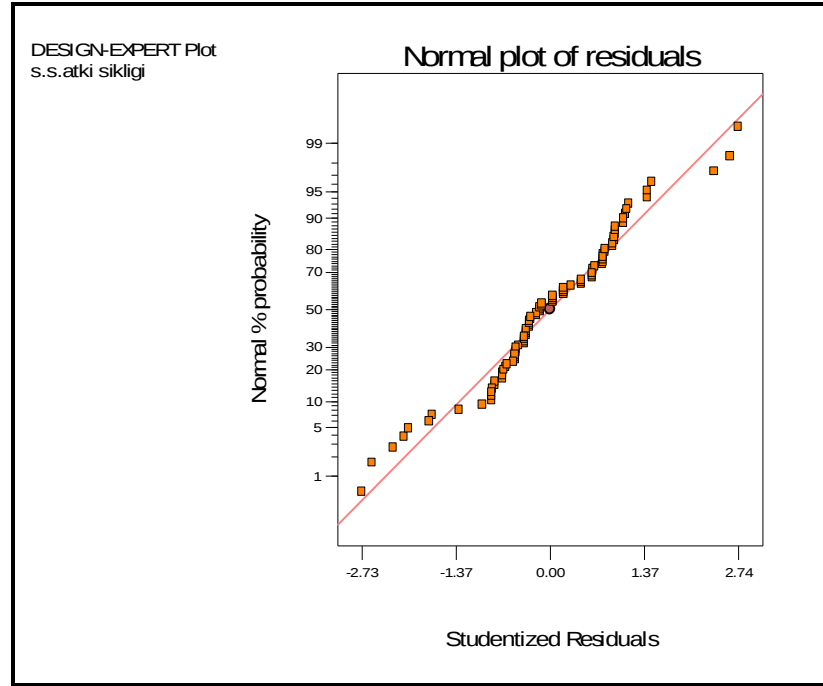
Şekil 5.4’de sanfor sonrası atkı sıklığı için normal dağılım grafiği gösterilmektedir. Grafikteki değerler yaklaşık olarak aynı doğru üzerinde olduğundan normal dağılım varsayımı doğrulandığı kabul edilmiştir.

Çizelge 5.15. Sanfor sonrası atkı sıklığının tahmini için regrasyon modelleri

Doku tipi	Regrasyon modeli
B 1/1	$1.259+1.016x S_a$
P 2/2	$1.354+1.016x S_a$
Rç 1/3	$2.068+1.016x S_a$
Rç 2/2	$1.925+1.016x S_a$
Ra 2/2	$0.711+1.016x S_a$
D 1/3	$0.955+1.016x S_a$
D 2/2	$1.140+1.016x S_a$

Çizelge Notları:(1): S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.(2): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.**Çizelge 5.16.** Sanfor sonrası atkı sıklığı formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X_G (atkı/cm)	X_R (atkı/cm)	ΔX (atkı/cm)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	15.000	14.471	0.529	96.471
	P 2/2	13	14.000	14.566	0.566	95.958
	Rç 1/3	13	15.000	15.280	0.280	98.132
	Rç 2/2	13	14.000	15.137	1.137	91.876
	Ra 2/2	13	14.000	13.923	0.077	99.450
	D 1/3	13	15.000	14.167	0.833	94.445
	D 2/2	13	14.000	14.352	0.352	97.488
Ne 44/2	Rç 1/3	13	15.000	15.280	0.280	98.132
	B 1/1	12	13.000	13.454	0.454	96.505
	P 2/2	13	15.000	14.566	0.434	97.106



Şekil 5.4. Sanfor sonrası atkı sıklığı için normal dağılım grafiği

Çizelge 5.17’de sanfor öncesi çözgü sıklığı için oluşturulan modellerin R^2 , R^2_d ve standart sapma değerleri, Çizelge 5.18’de ANOVA tablosu verilmektedir.

Çizelge 5.17. Sanfor öncesi çözgü sıklığı için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R^2_d
Linear	0.983462	0.493216	0.438428
2FI	0.765111	0.747154	0.660109
Kuadratik	0.770921	0.747508	0.654928
Kübik	0.786146	0.794325	0.641163

Çizelge 5.18. Sanfor öncesi çözgü sıklığı için ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	12.37759	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	19.6956	< 0.0001	41.61
Atkı sıklığı	19.42506	< 0.0001	7.42
Atkı iplik numarası	0.906444	0.3445	0.29
Doku tipi x atkı sıklığı	8.651061	< 0.0001	20.45
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	9.368857	0.0032	3.28

$$R^2 = 0.7348 \quad R^2_d = 0.6755$$

Çizelge 5.18’de modelin anlamlı olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Doku tipi, atkı sıklığı, doku tipi x atkı sıklığı ve atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimleri modele anlamlı seviyede katkıda bulunmaktadır. Atkı iplik numarası faktörünün P-değeri 0.05’den büyük olduğu için modele anlamlı düzeyde katkısı yoktur. Fakat atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimi modele anlamlı düzeyde katkıda bulunduğu için ve modelde yer aldığı için atkı iplik numarası modelde yer almıştır. % 41.61 ile sanfor öncesi çözgü sıklığına en fazla etkinin doku tipi, en düşük etkinin % 0.29 ile atkı iplik numarası olduğu görülmektedir. Modelin R^2 değeri 0.6755 çıkmıştır. Bu durumda modeldeki terimler modeli yaklaşık % 68 oranında açıklayabilmektedir.

Sanfor öncesi çözgü sıklığı için oluşturulan regrasyon modelleri Çizelge 5.19’da, formül doğruluk oranları Çizelge 5.20’de verilmektedir. Formül doğruluk % 91-99 arasında gerçekleşmiştir. Modeldeki terimler modeli yaklaşık % 68 oranında açıklayabilmesine rağmen formül doğruluk oranlarının çok yüksek olmasının sebebi, çözgü sıklığının bütün doku tiplerinde aynı olmasıdır. Elde edilen regrasyon denklemleri ile sanfor öncesi çözgü sıklığını tahmin edilmesinin mümkün olduğu düşünülmektedir. Şekil 5.5’de sanfor öncesi çözgü sıklığı için normal dağılım grafiği verilmekte, normal dağılım grafiğindeki değerler aynı doğru üzerinde olduğundan, normal dağılım varsayımı doğrulanmış kabul edilebilmektedir.

Çizelge 5.19. Sanfor öncesi çözgü sıklığının tahmini için regrasyon modelleri

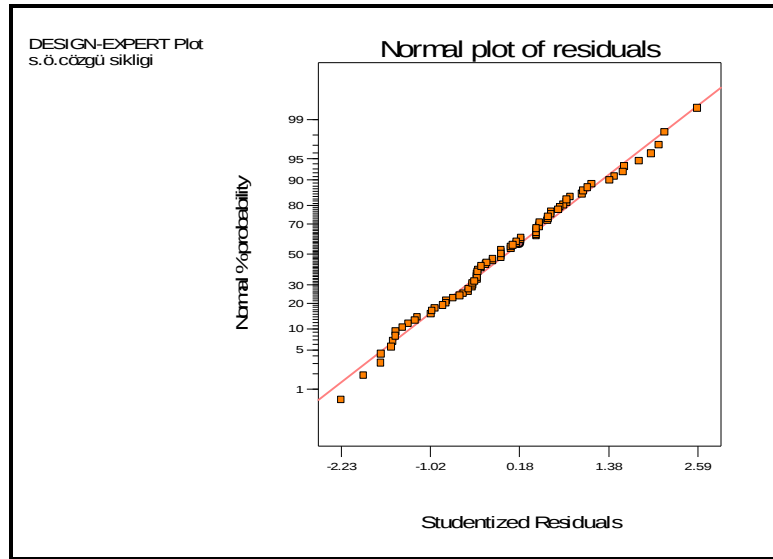
Doku tipi	Regrasyon modeli
B 1/1	$29.277 - 0.263x S_a - 0.187x N_a + 0.012x S_a \times N_a$
P 2/2	$30.556 - 0.219x S_a - 0.187x N_a + 0.012x S_a \times N_a$
Rç 1/3	$33.373 - 0.432x S_a - 0.187x N_a + 0.012x S_a \times N_a$
Rç 2/2	$33.450 - 0.452x S_a - 0.187x N_a + 0.012x S_a \times N_a$
Ra 2/2	$31.777 - 0.242x S_a - 0.187x N_a + 0.012x S_a \times N_a$
D 1/3	$30.973 - 0.232x S_a - 0.187x N_a + 0.012x S_a \times N_a$
D 2/2	$30.573 - 0.220x S_a - 0.187x N_a + 0.012x S_a \times N_a$

Çizelge Notları:

- (1): N_a ; atkı iplik numarasını, S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.
 (2): Formüllerde N_e 28/2 için $N_a = 14$, N_e 44/2 için 22’dir.
 (3): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.

Çizelge 5.20. Sanfor öncesi çözgü sıklığı formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atki/cm)	X_G (çözgü/cm)	X_R (çözgü/cm)	ΔX (çözgü/cm)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	25	25.467	0.483	98.067
	P 2/2	13	27	29.492	0.326	98.791
	Rç 1/3	13	26	27.338	1.381	94.689
	Rç 2/2	13	25	26.982	2.202	91.191
	Ra 2/2	13	28	28.201	0.254	99.093
	D 1/3	13	27	27.541	0.581	97.849
	D 2/2	13	27	27.291	0.334	98.764
Ne 44/2	Rç 1/3	13	26	27.295	1.164	95.522
	B 1/1	12	26	25.295	1.326	94.900
	P 2/2	13	26	27.173	1.110	95.731



Şekil 5.5. Sanfor öncesi çözgü sıklığı normal dağılım grafiği

Çizelge 5.21’de sanfor sonrası çözgü sıklığı için oluşturulan modellerin R^2 , R_d^2 ve standart sapma değerleri, Çizelge 5.22’de ANOVA tablosu verilmektedir.

Çizelge 5.21. Sanfor sonrası çözgü sıklığı için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R^2_d
Linear	2.560391	0.828517	0.812378
2FI	1.62756	0.941306	0.924187
Kuadratik	1.327457	0.961498	0.949567
Kübik	1.181149	0.975528	0.960072

Çizelge 5.22. Sanfor sonrası çözgü sıklığı için ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	76.39443	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	47.0819	< 0.0001	15.40
Atkı sıklığı	718.3653	< 0.0001	66.49
Atkı iplik numarası	11.19147	0.0013	0.96
Doku tipi x atkı sıklığı	15.69765	< 0.0001	7.72
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	37.40881	< 0.0001	3.06

$$R^2 = 0.9363 \quad R^2_d = 0.9240$$

Modelin anlamlı olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Doku tipi, atkı sıklığı, atkı iplik numarası doku tipi x atkı sıklığı ve atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimlerinin P-değerleri 0.05'ten küçük olduğu için modele anlamlı düzeyde katkıları bulunmaktadır. % 66.49 ile sanfor sonrası çözgü sıklığına en fazla etkinin atkı sıklığı, en az etkinin % 0.96 ile atkı iplik numarası olduğu görülmektedir.

Modelin R^2_d değeri 0.9240 çıkmıştır. Bu durumda modeldeki terimler modeli yaklaşık % 92 oranında açıklayabilmektedir. Sanfor sonrası çözgü sıklığı için oluşturulan regrasyon modelleri Çizelge 5.23'de, formül doğruluk oranları Çizelge 5.24'de verilmektedir. Formül doğruluk oranları % 95-99 arasındadır. Bu oldukça yüksek bir orandır ve elde edilen regrasyon denklemleri ile sanfor sonrası çözgü sıklığını bütün doku tipleri için tahmin etmemizin mümkün olduğu düşünülmektedir.

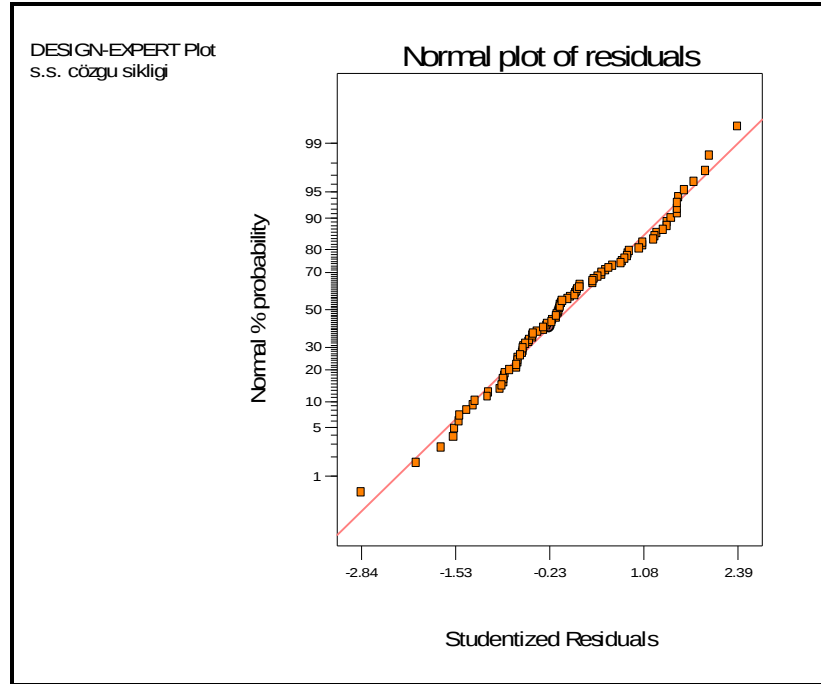
Şekil 5.6'da, sanfor sonrası çözgü sıklığı için normal dağılım grafiği verilmektedir. Normal dağılım grafiğindeki değerler aynı doğru üzerinde olduğundan, normal dağılım varsayımı doğru kabul edilmektedir.

Çizelge 5.23. Sanfor sonrası çözgü sıklığının tahmini için regrasyon modelleri

Doku tipi	Regrasyon modeli
B 1/1	$65.381-1.914x S_a-0.945x N_a+0.048x S_a \times N_a$
P 2/2	$69.098-1.649x S_a-0.945x N_a+0.048x S_a \times N_a$
Rç 1/3	$73.957-1.883x S_a-0.945x N_a+0.048x S_a \times N_a$
Rç 2/2	$77.405-2.082x S_a-0.945x N_a+0.048x S_a \times N_a$
Ra 2/2	$57.162-1.213x S_a-0.945x N_a+0.048x S_a \times N_a$
D 1/3	$69.232-1.596x S_a-0.945x N_a+0.048x S_a \times N_a$
D 2/2	$71.931-1.857x S_a-0.945x N_a+0.048x S_a \times N_a$

Çizelge Notları:(1): N_a ; atkı iplik numarasını, S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.(2): Formüllerde Ne 28/2 için $N_a = 14$, Ne 44/2 için 22'dir.(3): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.**Çizelge 5.24.** Sanfor sonrası çözgü sıklığı formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X_G (çözgü/cm)	X_R (çözgü/cm)	ΔX (çözgü/cm)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	35	36.057	1.057	96.979
	P 2/2	13	42	43.217	1.217	97.104
	Rç 1/3	13	43	45.034	2.034	95.270
	Rç 2/2	13	47	45.899	1.101	97.658
	Ra 2/2	13	36	36.947	0.947	97.369
	D 1/3	13	42	44.039	2.039	95.146
	D 2/2	13	43	43.341	0.341	99.206
Ne 44/2	Rç 1/3	13	42	42.495	0.495	98.821
	B 1/1	12	34	34.371	0.371	98.909
	P 2/2	13	40	40.678	0.678	98.306



Şekil 5.6. Sanfor sonrası çözgü sıklığı için normal dağılım grafiği

5.2.3. Atkıda Kısılma

Çizelge 5.25’de atkı kısılması için oluşturulan modellerin R^2 , R^2_d ve standart sapma değerleri, Çizelge 5.26’da 2FI modeline göre yapılan ANOVA tablosu verilmektedir.

Çizelge 5.25. Atkı kısılması için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R^2_d
Linear	4.101477	0.740361	0.675451
2FI	2.045292	0.961664	0.919293
Kuadratik	1.647965	0.976422	0.947604
Kübik	0.784506	0.998219	0.988126

Çizelge 5.26. Atkı kısalması için ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	32.97327	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	48.64128	< 0.0001	51.63
Atkı sıklığı	116.2294	< 0.0001	21.67
Atkı iplik numarası	4.583017	0.0422	0.74
Doku tipi x atkı sıklığı	16.65313	< 0.0001	19.79
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	7.058179	0.0135	1.73

$$R^2=0.9519 \quad R^2_d=0.9230$$

Modelin anlamlı olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Doku tipi, atkı sıklığı, atkı iplik numarası, doku tipi x atkı sıklığı ve atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimlerinin P-değerleri 0.05'ten küçük olduğu için modele anlamlı düzeyde katkıları bulunmaktadır. % 51.63 ile atkı kısalmasına en fazla etkinin doku tipi, en düşük etkinin % 0.74 ile atkı iplik numarası olduğu bulunmuştur.

Modelin R^2_d değeri 0.9230 çıkmıştır. Bu durumda modeldeki terimler modeli yaklaşık % 92 oranında açıklayabilmektedir. Atkı kısalması için oluşturulan regresyon modelleri Çizelge 5.27'de, formül doğruluk oranları Çizelge 5.28'de verilmektedir. Formül doğruluk oranları % 90-98 arasındadır. Bu oldukça yüksek bir orandır ve regresyon denklemleri ile bütün doku tipleri için atkı kısalmasını tahmin etmemizin mümkün olduğu düşünülmektedir.

Şekil 5.7'de, atkı kısalması için normal dağılım grafiği verilmektedir. Normal dağılım grafiğindeki değerler aynı doğru üzerinde olduğundan, normal dağılım varsayımı doğru kabul edilebilmektedir.

Çizelge 5.27. Atkı kısalmasının tahmini için regrasyon modelleri

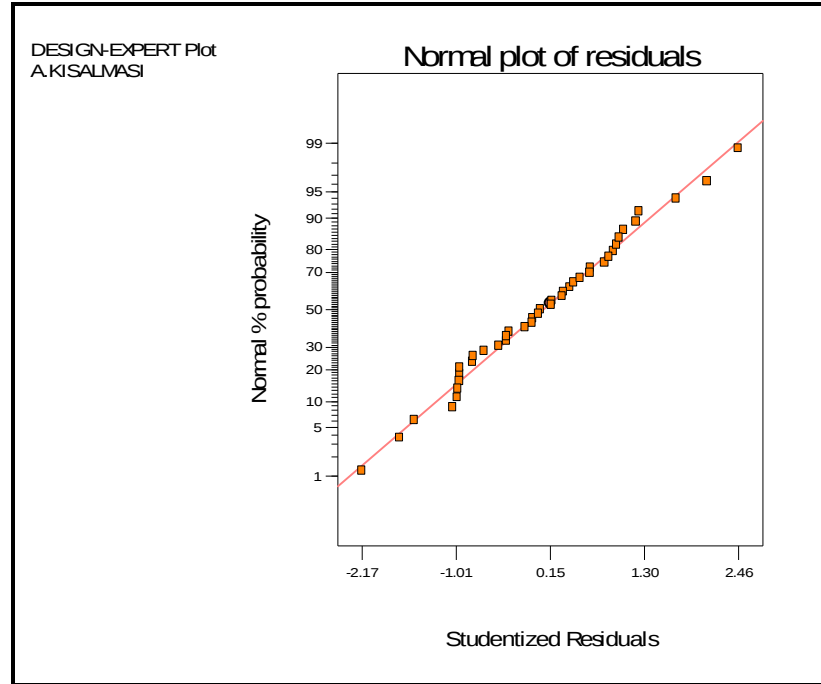
Doku tipi	Regrasyon modeli
B 1/1	$27.316-0.939x S_a-0.533x N_a+0.042x S_a \times N_a$
P 2/2	$48.716-1.443x S_a-0.533x N_a+0.042x S_a \times N_a$
Rç 1/3	$58.208-2.415x S_a-0.533x N_a+0.042x S_a \times N_a$
Rç 2/2	$49.648-2.051x S_a-0.533x N_a+0.042x S_a \times N_a$
Ra 2/2	$38.992-0.833x S_a-0.533x N_a+0.042x S_a \times N_a$
D 1/3	$47.495-1.336x S_a-0.533x N_a+0.042x S_a \times N_a$
D 2/2	$39.325-1.111x S_a-0.533x N_a+0.042x S_a \times N_a$

Çizelge Notları:

- (1): N_a ; atkı iplik numarasını, S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.
(2): Formüllerde Ne 28/2 için $N_a = 14$, Ne 44/2 için 22'dir.
(3): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.

Çizelge 5.28. Atkı kısalması formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X_G (%)	X_R (%)	ΔX (%)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	13.950	15.263	1.313	90.585
	P 2/2	13	28.870	30.115	1.245	95.689
	Rç 1/3	13	25.000	26.967	1.967	92.132
	Rç 2/2	13	22.750	23.143	0.393	98.271
	Ra 2/2	13	27.620	28.321	0.701	97.464
	D 1/3	13	30.960	30.284	0.676	97.815
	D 2/2	13	26.570	25.032	1.538	94.212
Ne 44/2	Rç 1/3	13	25.920	27.055	1.135	95.620
	B 1/1	12	14.500	15.352	0.852	94.126
	P 2/2	13	28.360	30.203	1.843	93.501



Şekil 5.7. Atkı kısalması için normal dağılım grafiği

5.2.4. Gramaj

Çizelge 5.29’da gramaj için oluşturulan modellerin R^2 , R^2_d ve standart sapma değerleri, Çizelge 5.30’da 2FI modeline göre yapılan ANOVA tablosu verilmektedir.

Çizelge 5.29. Gramaj için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R^2_d
Linear	6.024046	0.953175	0.948434
2FI	3.325089	0.988082	0.984289
Kuadratik	3.333164	0.988205	0.984213
Kübik	3.141047	0.991782	0.98598

Çizelge 5.30. Gramaj için ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	260.553	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	39.69884	< 0.0001	10.33
Atkı sıklığı	3112.995	< 0.0001	38.46
Atkı iplik numarası	2605.588	< 0.0001	46.52
Doku tipi x atkı sıklığı	5.58189	< 0.0001	1.16
Doku tipi x atkı iplik numarası	4.63654	0.0005	0.89
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	80.03972	< 0.0001	1.45

$$R^2=0.9881 \quad R^2_d= 0.9843$$

Modelin anlamlı olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Doku tipi, atkı sıklığı, atkı iplik numarası, doku tipi x atkı sıklığı, doku tipi x atkı iplik numarası ve atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimlerinin P-değerleri 0.05'ten küçük olduğu için modele anlamlı düzeyde katkıları bulunmaktadır. % 46.52 ile gramaja en fazla etkinin atkı iplik numarası, en düşük etkinin % 0.89 doku tipi-atkı iplik numarası etkileşimi olduğu görülmektedir.

Modelin R^2_d değeri 0.9843 çıkmıştır. Bu durumda modeldeki terimler modeli yaklaşık % 99 oranında açıklayabilmektedir. Gramaj için oluşturulan regrasyon modelleri Çizelge 5.31'de, formül doğruluk oranları Çizelge 5.32'de verilmektedir. Formül doğruluk oranları % 97-99 arasındadır. Bu oldukça yüksek bir orandır ve regrasyon denklemleri ile bütün doku tipleri için gramajı tahmin etmemizin mümkün olduğu düşünülmektedir.

Şekil 5.8'de, gramaj için normal dağılım grafiği verilmektedir. Normal dağılım grafiğindeki değerler aynı doğru üzerinde olduğundan, normal dağılım varsayımı doğru kabul edilebilmektedir.

Çizelge 5.31. Gramaj tahmini için regrasyon modelleri

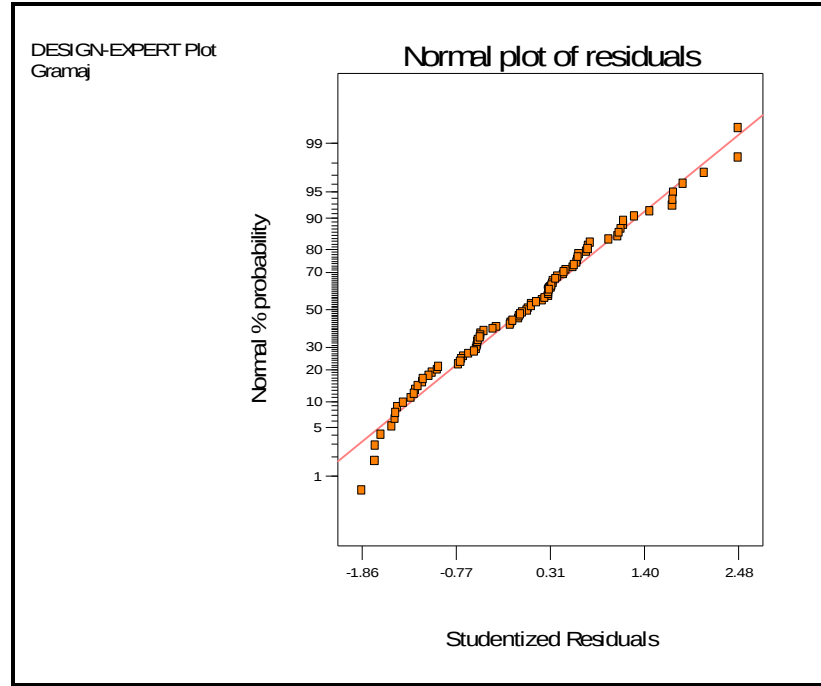
Doku tipi	Regrasyon modeli
B 1/1	$141.320 + 7.077 \times S_a - 1.118 \times N_a - 0.166 \times S_a \times N_a$
P 2/2	$181.269 + 7.002 \times S_a - 2.480 \times N_a - 0.166 \times S_a \times N_a$
Rç 1/3	$183.993 + 6.161 \times S_a - 2.165 \times N_a - 0.166 \times S_a \times N_a$
Rç 2/2	$177.095 + 6.309 \times S_a - 1.881 \times N_a - 0.166 \times S_a \times N_a$
Ra 2/2	$152.053 + 7.330 \times S_a - 1.247 \times N_a - 0.166 \times S_a \times N_a$
D 1/3	$186.703 + 6.871 \times S_a - 2.428 \times N_a - 0.166 \times S_a \times N_a$
D 2/2	$173.796 + 6.722 \times S_a - 1.794 \times N_a - 0.166 \times S_a \times N_a$

Çizelge Notları:

- (1): N_a ; atkı iplik numarasını, S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.
 (2): Formüllerde Ne 28/2 için $N_a = 14$, Ne 44/2 için 22'dir.
 (3): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.

Çizelge 5.32. Gramaj formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X_G (gr/m ²)	X_R (gr/m ²)	ΔX (gr/m ²)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	183.270	187.504	4.234	97.690
	P 2/2	13	206.570	207.415	0.845	99.591
	Rç 1/3	13	201.870	203.629	1.759	99.129
	Rç 2/2	13	208.700	202.628	6.072	97.091
	Ra 2/2	13	199.000	199.737	0.737	99.629
	D 1/3	13	209.900	211.889	1.989	99.052
	D 2/2	13	206.170	205.910	0.260	99.874
Ne 44/2	Rç 1/3	13	169.700	169.079	0.621	99.634
	B 1/1	12	155.830	157.894	2.064	98.675
	P 2/2	13	166.900	170.341	3.441	97.938



Şekil 5.8. Gramaj için normal dağılım grafiği

5.2.5. Kalınlık

Çizelge 5.33’de kalınlık için oluşturulan modellerin R^2 , R^2_d ve standart sapma değerleri, Çizelge 5.34’de 2FI modeline göre yapılan ANOVA tablosu verilmektedir.

Çizelge 5.33. Kalınlık için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R^2_d
Linear	0.10177	0.671558	0.583973
2FI	0.063418	0.923477	0.838451
Kuadratik	0.050674	0.953856	0.896855
Kübik	0.023834	0.996397	0.977183

Çizelge 5.34. Kalınlık için yapılan ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	18.08829	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	22.66642	< 0.0001	45.76035
Atkı sıklığı	44.24159	< 0.0001	18.45522
Atkı iplik numarası	11.71151	0.0022	2.940213
Doku tipi x atkı sıklığı	9.190996	< 0.0001	22.34033
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	5.120582	0.0330	1.663559

$$R^2=0.9134 \quad R^2_d= 0.8629$$

Modelin anlamlı olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Doku tipi, atkı sıklığı, atkı iplik numarası, doku tipi x atkı sıklığı ve atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimlerinin P-değerleri 0.05'ten küçük olduğu için modele anlamlı düzeyde katkıları bulunmaktadır. % 45.76 ile kumaş kalınlığına en fazla etkinin doku tipi, en düşük etkinin % 1.66 ile atkı sıklığı-atkı iplik numarası etkileşimi olduğu belirlenmiştir.

Modelin R^2_d değeri 0.8629 çıkmıştır. Bu durumda modeldeki terimler modeli yaklaşık % 86 oranında açıklayabilmektedir. Kumaş kalınlığı için oluşturulan regresyon modelleri Çizelge 5.35'de, formül doğruluk oranları Çizelge 5.36'da verilmektedir. Formül doğruluk oranları %93-99 arasında gerçekleşmiştir. Bu oldukça yüksek bir orandır ve regresyon denklemleri ile bütün doku tipleri için kumaş kalınlığını tahmin etmemizin mümkün olduğu düşünülmektedir.

Şekil 5.9'da, kalınlık için normal dağılım grafiği verilmektedir. Normal dağılım grafiğindeki değerler aynı doğru üzerinde olduğundan, normal dağılım varsayımı doğru kabul edilmektedir.

Çizelge 5.35. Kalınlığın tahmini için regrasyon modelleri

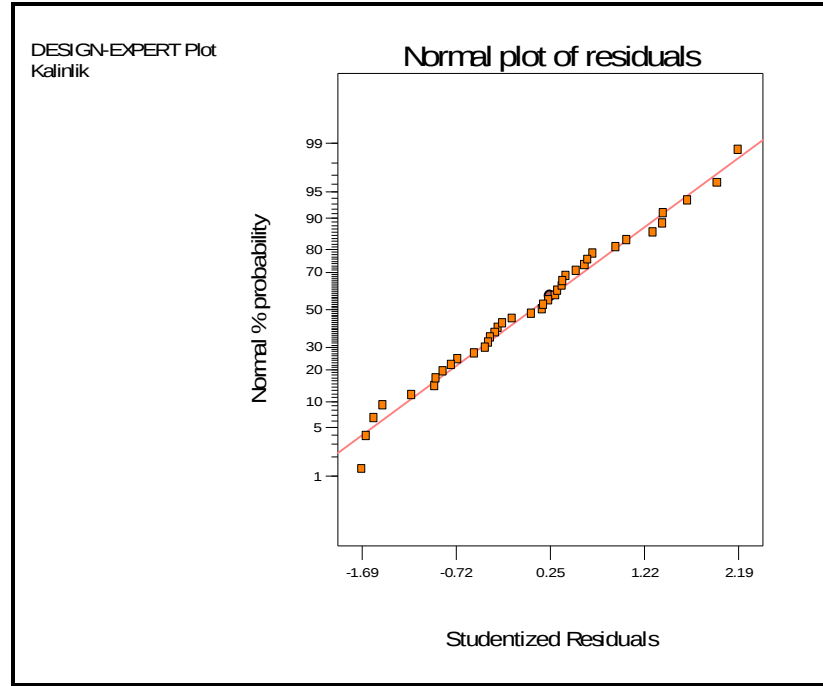
Doku tipi	Regrasyon modeli
B 1/1	$1.473 - 0.046 \times S_a - 0.0395 \times N_a + 0.00191 \times S_a \times N_a$
P 2/2	$1.820 - 0.051 \times S_a - 0.0395 \times N_a + 0.00191 \times S_a \times N_a$
Rç 1/3	$2.230 - 0.068 \times S_a - 0.0395 \times N_a + 0.00191 \times S_a \times N_a$
Rç 2/2	$2.169 - 0.068 \times S_a - 0.0395 \times N_a + 0.00191 \times S_a \times N_a$
Ra 2/2	$1.338 - 0.032 \times S_a - 0.0395 \times N_a + 0.00191 \times S_a \times N_a$
D 1/3	$1.767 - 0.047 \times S_a - 0.0395 \times N_a + 0.00191 \times S_a \times N_a$
D 2/2	$1.739 - 0.049 \times S_a - 0.0395 \times N_a + 0.00191 \times S_a \times N_a$

Çizelge Notları:

- (1): N_a ; atkı iplik numarasını, S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.
(2): Formüllerde N_e 28/2 için $N_a = 14$, N_e 44/2 için 22'dir.
(3): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.

Çizelge 5.36. Kumaş kalınlığı formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X_G (mm)	X_R (mm)	ΔX (mm)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	0.700	0.669	4.443	95.557
	P 2/2	13	0.930	0.950	2.130	97.870
	Rç 1/3	13	1.130	1.135	0.481	99.519
	Rç 2/2	13	1.050	1.082	3.005	96.995
	Ra 2/2	13	0.680	0.722	6.163	93.837
	D 1/3	13	0.930	0.948	1.972	98.028
	D 2/2	13	0.910	0.897	1.444	98.556
Ne 44/2	Rç 1/3	13	0.980	1.018	3.831	96.169
	B 1/1	12	0.540	0.550	1.935	98.065
	P 2/2	13	0.840	0.832	0.962	99.038



Şekil 5.9. Kalınlık için normal dağılım grafiği

5.2.6. Kumaşların Kopma Mukavemeti ve Uzaması

Kumaşların atkı ve çözgü yönündeki kopma mukavemeti ve kopma uzamasının deneysel sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çizelge 5.37’de atkı kopma mukavemeti için oluşturulan modellerin R^2 , R^2_d ve standart sapma değerleri, Çizelge 5.38’de 2FI modeline göre yapılan ANOVA tablosu verilmektedir.

Çizelge 5.37. Atkı kopma mukavemeti için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R^2_d
Linear	89.45966	0.926043	0.918457
2FI	21.87264	0.996316	0.995125
Kuadratik	22.0428	0.996316	0.995049
Kübik	20.88389	0.997416	0.995556

Çizelge 5.38.Atkı kopma mukavemeti için ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	837.0335	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	19.09086	< 0.0001	0.94
Atkı sıklığı	11347.33	< 0.0001	46.03
Atkı iplik numarası	7976.473	< 0.0001	45.63
Doku tipi x atkı sıklığı	3.45885	0.0050	0.08
Doku tipi x atkı iplik numarası	6.667441	< 0.0001	0.11
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	1206.76	< 0.0001	6.84

$$R^2=0.9963 \quad R^2_d= 0.9951$$

Modelin anlamlı olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Doku tipi, atkı sıklığı, atkı iplik numarası, doku tipi x atkı sıklığı, doku tipi x atkı iplik numarası, atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimlerinin P-değerleri 0.05'ten küçük olduğu için modele anlamlı düzeyde katkıları bulunmaktadır. Sırasıyla % 46.03 ve 45.63 ile atkı kopma mukavemetine en fazla etkinin atkı sıklığı ve atkı iplik numarası, en düşük etkinin % 0.08 ile doku tipi-atkı sıklığı etkileşimi olduğu belirlenmiştir.

Modelin R^2_d değeri 0.9951 bulunmuştur. Bu durumda modeldeki terimler modeli yaklaşık % 99 oranında açıklayabilmektedir. Atkı kopma mukavemeti için oluşturulan regrasyon modelleri Çizelge 5.39'da, formül doğruluk oranları Çizelge 5.40'da verilmektedir. Formül doğruluk oranları % 90-99 arasında gerçekleşmiştir. Bu oldukça yüksek bir orandır ve regrasyon denklemleri ile bütün doku tipleri için atkı kopma mukavemetini tahmin etmemizin mümkün olduğu düşünülmektedir.

Şekil 5.10'da, atkı kopma mukavemeti için normal dağılım grafiği verilmektedir. Normal dağılım grafiğindeki değerler aynı doğru üzerinde olduğundan, normal dağılım varsayımı doğru kabul edilmektedir.

Çizelge 5.39. Atkı kopma mukavemetinin tahmini için regrasyon modelleri

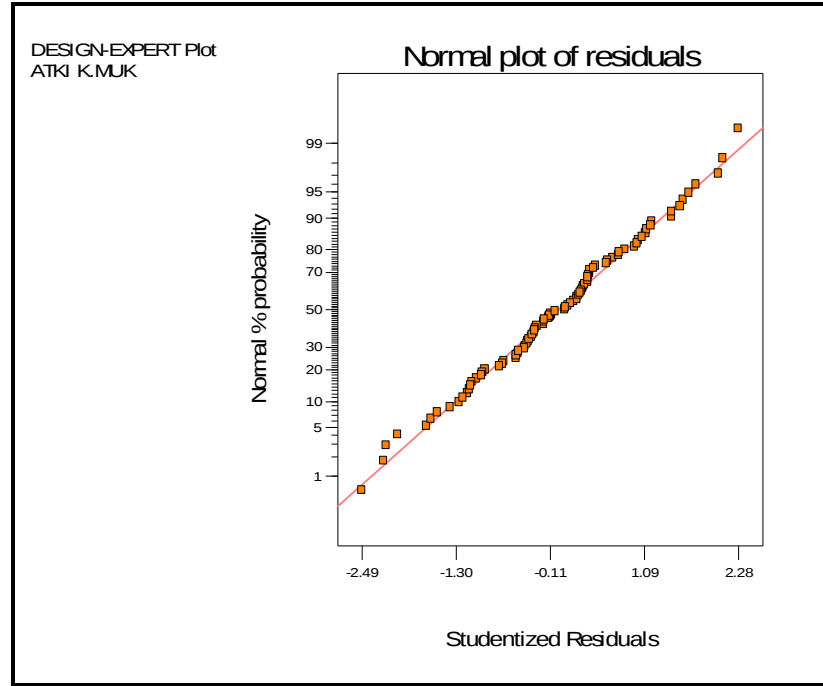
Doku tipi	Regrasyon modeli
B 1/1	$-114.755+126.061 \times S_a+2.065 \times N_a-3.98 \times S_a \times N_a$
P 2/2	$-263.093+118.949 \times S_a+10.915 \times N_a-3.98 \times S_a \times N_a$
Rç 1/3	$-370.482+122.206 \times S_a+14.763 \times N_a-3.98 \times S_a \times N_a$
Rç 2/2	$-391.661+124.317 \times S_a+14.538 \times N_a-3.98 \times S_a \times N_a$
Ra 2/2	$-246.636+121.926 \times S_a+9.257 \times N_a-3.98 \times S_a \times N_a$
D 1/3	$-226.219+122.904 \times S_a+7.426 \times N_a-3.98 \times S_a \times N_a$
D 2/2	$-317.847+121.028 \times S_a+12.988 \times N_a-3.98 \times S_a \times N_a$

Çizelge Notları:

- (1): N_a ; atkı iplik numarasını, S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.
(2): Formüllerde Ne 28/2 için $N_a = 14$, Ne 44/2 için 22'dir.
(3): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.

Çizelge 5.40. Atkı kopma mukavemeti formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X_G (N)	X_R (N)	ΔX (N)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	808.900	828.622	19.722	97.562
	P 2/2	13	714.740	711.719	3.021	99.577
	Rç 1/3	13	765.860	700.561	65.299	91.474
	Rç 2/2	13	750.860	703.660	47.200	93.714
	Ra 2/2	13	752.610	743.674	8.936	98.813
	D 1/3	13	729.900	751.175	21.275	97.085
	D 2/2	13	736.820	713.033	23.787	96.772
Ne 44/2	Rç 1/3	13	402.950	431.242	28.292	92.979
	B 1/1	12	389.200	353.741	35.459	90.889
	P 2/2	13	377.020	404.767	27.747	92.641



Şekil 5.10. Atkı kopma mukavemeti için normal dağılım grafiği

Çizelge 5.41’de atkı kopma uzaması için oluşturulan modellerin R^2 , R^2_d ve standart sapma değerleri, Çizelge 5.42’de 2FI modeline göre yapılan ANOVA tablosu verilmektedir.

Çizelge 5.41. Atkı kopma uzaması için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R^2_d
Linear	3.655472	0.518638	0.472794
2FI	3.469831	0.63341	0.524982
Kuadratik	3.407106	0.651522	0.542001
Kübik	3.269981	0.743206	0.578125

Çizelge 5.42. Atkı kopma uzaması için ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	11.07304	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	14.1118	< 0.0001	46.60
Atkı sıklığı	2.372763	0.1273	2.57
Atkı iplik numarası	4.930797	0.0291	2.70
Atkı sıklığı x Atkı iplik numarası	4.924317	0.0292	3.06

$$R^2=0.5456 \quad R^2_d= 0.4963$$

Modelin anlamlı olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Doku tipi, atkı sıklığı, atkı iplik numarası, atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimlerinin P-değerleri 0.05'ten küçük olduğu için modele anlamlı düzeyde katkıları bulunmaktadır. % 46.60 ile atkı kopma uzamasına en fazla etkinin doku tipi, en düşük etkinin % 2.57 ile atkı sıklığı olduğu belirlenmiştir.

Modelin R^2_d değeri 0.4963 bulunmuştur. Bu durumda modeldeki terimler modeli yaklaşık % 50 oranında açıklayabilmektedir. Atkı kopma uzaması için oluşturulan regresyon modelleri Çizelge 5.43'de, formül doğruluk oranları Çizelge 5.44'de verilmektedir. Formül doğruluk oranları % 73-98 arasında gerçekleşmiştir.

Şekil 5.11'de, atkı kopma uzaması için normal dağılım grafiği verilmektedir. Normal dağılım grafiğindeki değerler aynı doğru üzerinde olduğundan, normal dağılım varsayımı doğru kabul edilmektedir. Bununla birlikte, Atkı kopma uzamasının mevcut uygulama ve parametrelerin tek yönlü ve kısıtlı olarak değiştirilebilme imkanından ve düzeltilmiş belirlilik katsayısının (R^2_d) % 50 gibi düşük seviyede çıkmış olmasından dolayı kurulan modelin yetersiz olduğunu burada vurgulamak yerinde olacaktır.

Çizelge 5.43. Atkı kopma uzamasının tahmini için regresyon modelleri

Doku tipi	Regrasyon modeli
B 1/1	$38.855 - 0.661x S_a - 0.421x N_a + 0.038 x S_a x N_a$
P 2/2	$42.775 - 0.661x S_a - 0.421x N_a + 0.038 x S_a x N_a$
Rç 1/3	$36.724 - 0.661x S_a - 0.421x N_a + 0.038 x S_a x N_a$
Rç 2/2	$36.771 - 0.661x S_a - 0.421x N_a + 0.038 x S_a x N_a$
Ra 2/2	$46.354 - 0.661x S_a - 0.421x N_a + 0.038 x S_a x N_a$
D 1/3	$43.479 - 0.661x S_a - 0.421x N_a + 0.038 x S_a x N_a$
D 2/2	$41.371 - 0.661x S_a - 0.421x N_a + 0.038 x S_a x N_a$

Çizelge Notları:

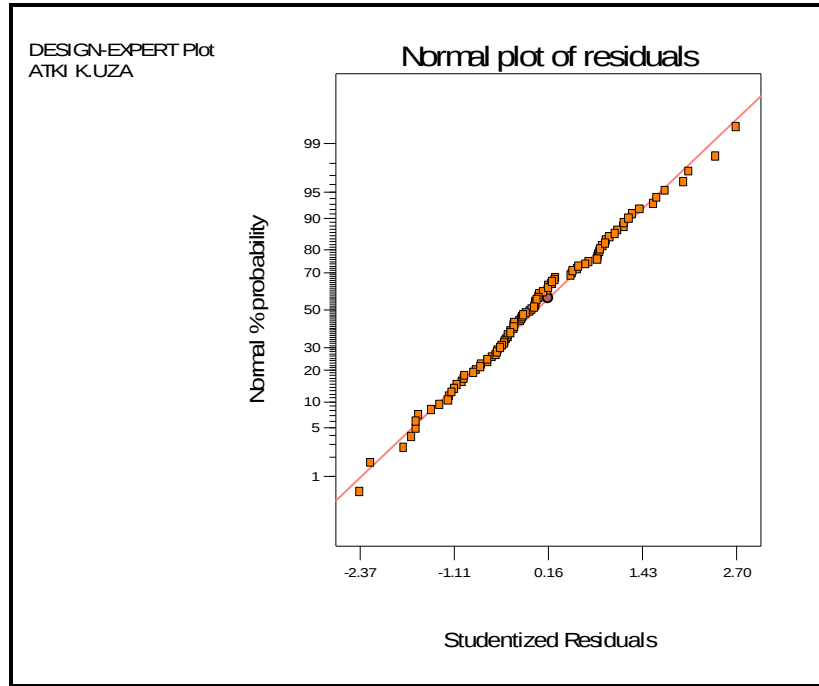
(1): N_a ; atkı iplik numarasını, S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.

(2): Formüllerde N_e 28/2 için $N_a = 14$, N_e 44/2 için 22'dir.

(3): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.

Çizelge 5.44. Atkı kopma uzaması formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X_G (%)	X_R (%)	ΔX (%)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	27.490	31.360	3.870	85.921
	P 2/2	13	27.900	35.281	7.381	73.546
	Rç 1/3	13	27.690	29.230	1.540	94.438
	Rç 2/2	13	27.610	29.276	1.666	93.964
	Ra 2/2	13	32.790	38.859	6.069	81.490
	D 1/3	13	35.180	35.985	0.805	97.712
	D 2/2	13	33.510	33.876	0.366	98.906
Ne 44/2	Rç 1/3	13	31.190	29.858	1.332	95.729
	B 1/1	12	29.870	31.804	1.934	93.525
	P 2/2	13	30.700	35.909	5.209	83.034



Şekil 5.11. Atkı kopma uzaması için normal dağılım grafiği

Çizelge 5.45’de çözgü kopma mukavemeti için oluşturulan modellerin R^2 , R^2_d ve standart sapma değerleri, Çizelge 5.46’da 2FI modeline göre yapılan ANOVA tablosu verilmektedir.

Çizelge 5.45. Çözgü kopma mukavemeti için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R^2_d
Linear	49.19483	0.472046	0.418582
2FI	35.6432	0.768459	0.694787
Kuadratik	35.91558	0.768469	0.690105
Kübik	36.34002	0.814018	0.682737

Çizelge 5.46. Çözgü kopma mukavemeti için ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	10.43081	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	8.943692	< 0.0001	15.40
Atkı sıklığı	25.49792	< 0.0001	16.61
Atkı iplik numarası	45.76124	< 0.0001	15.20
Doku tipi x atkı sıklığı	2.782796	0.0179	7.60
Doku tipi x atkı iplik numarası	6.357439	< 0.0001	11.43
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	31.63996	< 0.0001	11.10

$$R^2=0.7685 \quad R^2_d= 0.6948$$

Modelin anlamlı olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Doku tipi, atkı sıklığı, atkı iplik numarası, doku tipi x atkı sıklığı, doku tipi x atkı iplik numarası, atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimlerinin P-değerleri 0.05’ten küçük olduğu için modele anlamlı düzeyde katkıları bulunmaktadır. % 16.61 ile çözgü kopma mukavemetine en fazla etkinin atkı sıklığı, en düşük etkinin % 7.60 ile atkı sıklığı-atkı iplik numarası etkileşimi olduğu belirlenmiştir. Sırasıyla doku tipi, atkı sıklığı ve atkı iplik numarasının etki seviyesinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Yine aynı şekilde karşılaştırmalı olarak bakıldığında, doku tipi x atkı sıklığı, doku tipi x atkı iplik numarası, atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimlerinin de etki seviyelerinin yaklaşık denk olduğu düşünülebilir.

Modelin R^2_d değeri 0.6948 bulunmuştur. Bu durumda modeldeki terimler modeli yaklaşık % 70 oranında açıklayabilmektedir. Çözüğü kopma mukavemeti için oluşturulan regrasyon modelleri Çizelge 5.47’de, formül doğruluk oranları Çizelge 5.48’de verilmektedir. Formül doğruluk oranları % 89-99 arasında gerçekleşmiştir.

Şekil 5.12’de, çözüğü kopma mukavemeti için normal dağılım grafiği verilmektedir. Normal dağılım grafiğindeki değerler aynı doğru üzerinde olduğundan, normal dağılım varsayımı doğru kabul edilmektedir.

Çizelge 5.47. Çözüğü kopma mukavemetinin tahmini için regrasyon modelleri

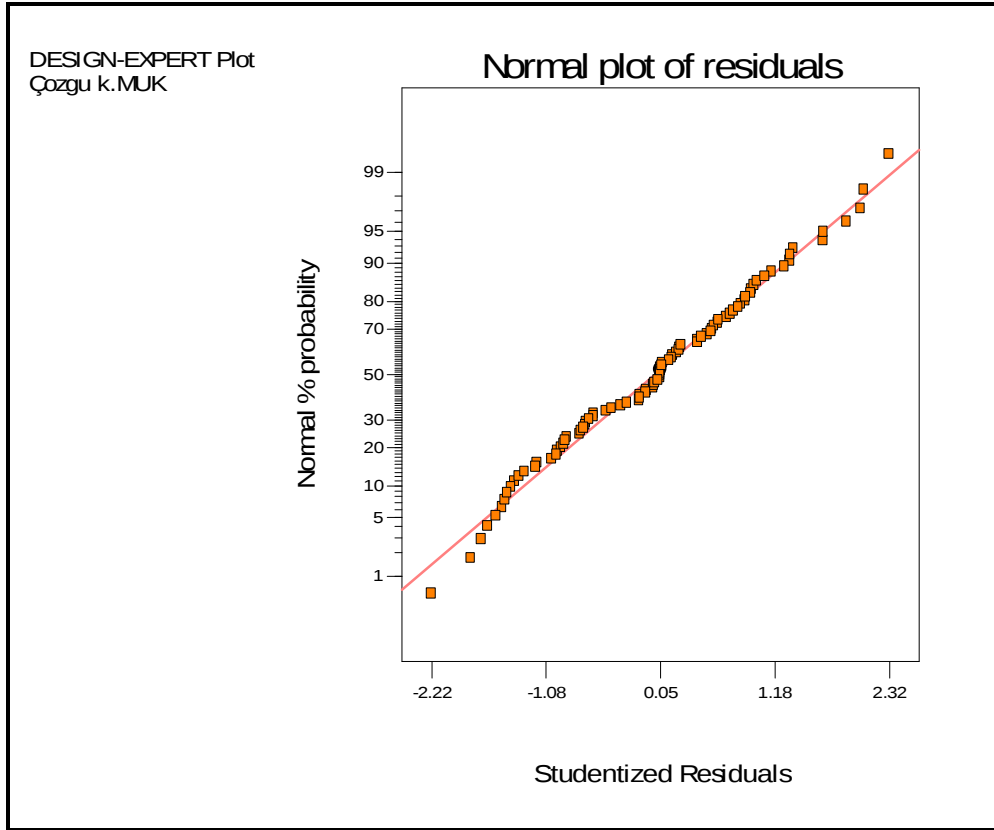
Doku tipi	Regrasyon modeli
B 1/1	$1302.545-19.880 \times S_a-15.202 \times N_a+1.076 \times S_a \times N_a$
P 2/2	$1555.603-21.789 \times S_a-28.336 \times N_a+1.076 \times S_a \times N_a$
Rç 1/3	$1620.185-29.146 \times S_a-21.508 \times N_a+1.076 \times S_a \times N_a$
Rç 2/2	$1557.859-26.514 \times S_a-21.754 \times N_a+1.076 \times S_a \times N_a$
Ra 2/2	$1362.544-23.274 \times S_a-17.396 \times N_a+1.076 \times S_a \times N_a$
D 1/3	$1753.539-25.737 \times S_a-32.216 \times N_a+1.076 \times S_a \times N_a$
D 2/2	$1738.506-24.205 \times S_a-32.810 \times N_a+1.076 \times S_a \times N_a$

Çizelge Notları:

- (1): N_a ; atkı iplik numarasını, S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.
 (2): Formüllerde Ne 28/2 için $N_a = 14$, Ne 44/2 için 22’dir.
 (3): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.

Çizelge 5.48. Çözüğü kopma mukavemeti formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X_G (N)	X_R (N)	ΔX (N)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	995.910	1027.025	31.115	96.876
	P 2/2	13	1044.490	1071.401	26.911	97.423
	Rç 1/3	13	1088.800	1135.934	47.134	95.671
	Rç 2/2	13	1093.360	1104.381	11.021	98.992
	Ra 2/2	13	1020.890	1012.209	8.681	99.150
	D 1/3	13	1075.610	1163.695	88.085	91.811
	D 2/2	13	1051.040	1160.257	109.217	89.609
Ne 44/2	Rç 1/3	13	1009.090	1075.731	66.641	93.396
	B 1/1	12	976.620	1013.484	36.864	96.225
	P 2/2	13	963.290	956.575	6.715	99.303



Şekil 5.12. Çözgü kopma mukavemeti için normal dağılım grafiği

Çizelge 5.49’da çözgü kopma uzaması için oluşturulan modellerin R^2 , R^2_d ve standart sapma değerleri, Çizelge 5.50’de 2FI modeline göre yapılan ANOVA tablosu verilmektedir.

Çizelge 5.49. Çözgü kopma uzaması için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R^2_d
Linear	1.6273	0.867454	0.854199
2FI	0.688832	0.98011	0.973875
Kuadratik	0.626918	0.98377	0.978361
Kübik	0.487288	0.992126	0.986926

Çizelge 5.50. Çözgü kopma uzaması için ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	157.2123	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	419.4742	< 0.0001	73.21
Atkı sıklığı	245.4629	< 0.0001	3.69
Atkı iplik numarası	319.7332	< 0.0001	9.85
Doku tipi x atkı sıklığı	55.2871	< 0.0001	9.09
Doku tipi x atkı iplik numarası	9.246097	< 0.0001	1.61
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	18.78245	< 0.0001	0.56

$$R^2=0.9801 \quad R^2_d= 0.9739$$

Modelin anlamlı olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Doku tipi, atkı sıklığı, atkı iplik numarası, doku tipi x atkı sıklığı, doku tipi x atkı iplik numarası, atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimlerinin P-değerleri 0.05'ten küçük olduğu için modele anlamlı düzeyde katkıları bulunmaktadır. % 73.21 ile çözgü kopma uzamasına en fazla etkinin doku tipi, en düşük etkinin % 0.56 ile atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimi olduğu belirlenmiştir.

Modelin R^2_d değeri 0.9739 bulunmuştur. Bu durumda modeldeki terimler modeli yaklaşık % 97 oranında açıklayabilmektedir. Çözgü kopma uzaması için oluşturulan regrasyon modelleri Çizelge 5.51'de, formül doğruluk oranları Çizelge 5.52'de verilmektedir. Formül doğruluk oranları % 96-99 arasında gerçekleşmiştir.

Şekil 5.13'de, çözgü kopma uzaması için normal dağılım grafiği verilmektedir. Normal dağılım grafiğindeki değerler aynı doğru üzerinde olduğundan, normal dağılım varsayımı doğru kabul edilmektedir.

Çizelge 5.51. Çözü kopma uzamasının tahmini için regresyon denklemleri

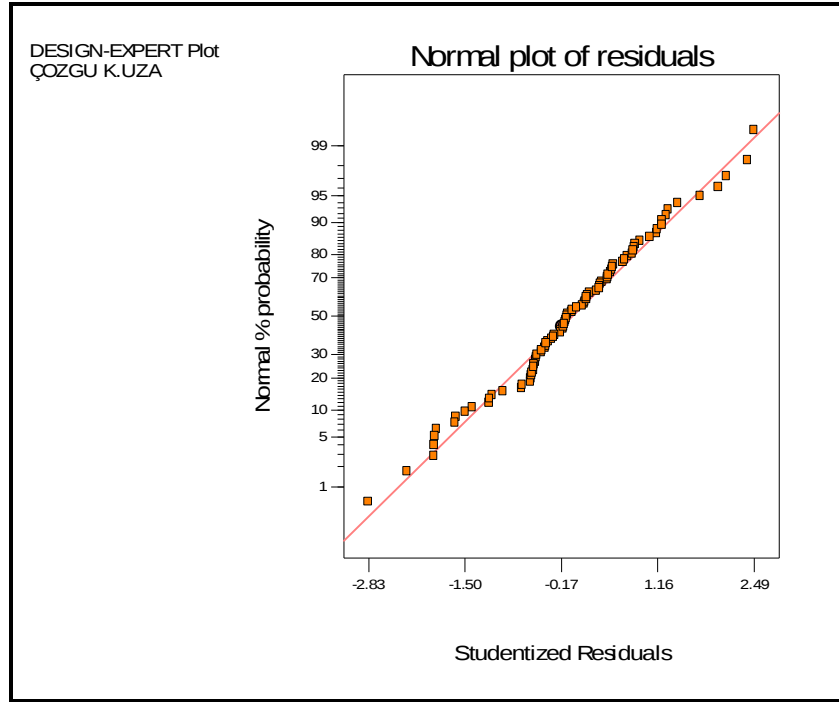
Doku tipi	Regresyon modeli
B 1/1	$30.192 + 0.818 \times S_a - 0.421 \times N_a - 0.0152 \times S_a \times N_a$
P 2/2	$22.289 + 0.290 \times S_a + 0.012 \times N_a - 0.0152 \times S_a \times N_a$
Rç 1/3	$24.238 + 0.769 \times S_a - 0.159 \times N_a - 0.0152 \times S_a \times N_a$
Rç 2/2	$24.375 + 0.871 \times S_a - 0.226 \times N_a - 0.0152 \times S_a \times N_a$
Ra 2/2	$18.716 + 0.274 \times S_a + 0.141 \times N_a - 0.0152 \times S_a \times N_a$
D 1/3	$26.015 + 0.410 \times S_a - 0.171 \times N_a - 0.0152 \times S_a \times N_a$
D 2/2	$23.995 + 0.385 \times S_a - 0.052 \times N_a - 0.0152 \times S_a \times N_a$

Çizelge Notları:

- (1): N_a ; atkı iplik numarasını, S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.
(2): Formüllerde Ne 28/2 için $N_a = 14$, Ne 44/2 için 22'dir.
(3): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.

Çizelge 5.52. Çözü kopma uzaması formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X_G (%)	X_R (%)	ΔX (%)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	32.830	32.153	0.673	97.949
	P 2/2	13	23.580	23.672	0.122	99.484
	Rç 1/3	13	29.360	29.065	0.117	99.602
	Rç 2/2	13	30.080	30.411	0.318	98.942
	Ra 2/2	13	22.110	21.674	0.621	97.190
	D 1/3	13	25.260	26.744	0.923	96.344
	D 2/2	13	26.010	25.655	0.511	98.037
Ne 44/2	Rç 1/3	13	26.150	26.325	0.241	99.080
	B 1/1	12	27.450	26.289	0.729	97.344
	P 2/2	13	22.200	21.762	0.228	98.973



Şekil 5.13. Çözgü kopma uzaması için normal dağılım grafiği

5.2.7. Elastikiyet

Kumaşın atkı ve çözgü yönündeki elastikiyet sonuçları değerlendirilmiştir. Çizelge 5.53’de atkı yönünde kumaş elastikiyeti için oluşturulan modellerin R^2 , R^2_d ve standart sapma değerleri, Çizelge 5.54’de 2FI modeline göre yapılan ANOVA tablosu verilmektedir.

Çizelge 5.53. Atkı yönünde kumaş elastikiyeti için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R^2_d
Linear	0.606321	0.861309	0.847611
2FI	0.289822	0.973397	0.965181
Kuadratik	0.228826	0.98366	0.978295
Kübik	0.137739	0.995317	0.992136

Çizelge 5.54. Atkı yönünde kumaş elastikiyeti için ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	24.59057	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	43.04783	< 0.0001	58.32269
Atkı sıklığı	0.009633	0.9221	0.002175
Atkı iplik numarası	33.56458	< 0.0001	7.579076
Doku tipi x atkı sıklığı	7.599871	< 0.0001	10.29657
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	31.39807	< 0.0001	8.517571

$$R^2=0.8549 \quad R^2_d= 0.7839$$

Modelin anlamlı olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Doku tipi, atkı iplik numarası, doku tipi x atkı sıklığı, atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimlerinin P-değerleri 0.05'ten küçük olduğu için modele anlamlı düzeyde katkıları bulunmaktadır. Atkı sıklığının tek başına modele anlamlı düzeyde katkısı bulunmamakla birlikte doku tipi ve atkı sıklığı ile etkileşimlerinin modele anlamlı düzeyde katkısı bulunmaktadır. Bu nedenle modelde yer almaktadır. % 58.32 ile atkı yönünde kumaş elastikiyetine en fazla etkinin doku tipi, en düşük etkinin % 0.0022 ile atkı sıklığı olduğu belirlenmiştir.

Modelin R^2_d değeri 0.7839 bulunmuştur. Bu durumda modeldeki terimler modeli yaklaşık % 78 oranında açıklayabilmektedir. Atkı yönünde kumaş elastikiyeti için oluşturulan regrasyon modelleri Çizelge 5.55'de, formül doğruluk oranları Çizelge 5.56'da verilmektedir. Formül doğruluk oranları % 82-99 arasında gerçekleşmiştir. Bu oldukça yüksek bir orandır ve regrasyon denklemleri ile bütün doku tipleri için atkı yönünde kumaş elastikiyetini tahmin etmemizin mümkün olduğu düşünülmektedir.

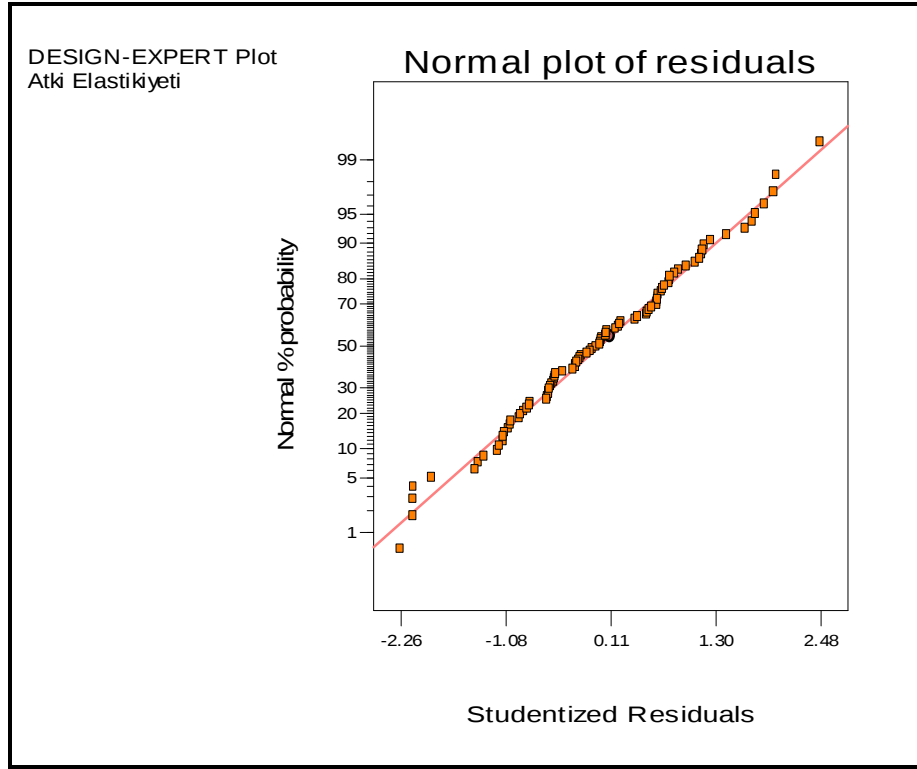
Şekil 5.14'de, atkı yönünde kumaş elastikiyeti için normal dağılım grafiği verilmektedir. Normal dağılım grafiğindeki değerler aynı doğru üzerinde olduğundan, normal dağılım varsayımı doğru kabul edilmektedir.

Çizelge 5.55. Atkı yönünde kumaş elastikiyetinin tahmini için regrasyon modelleri

Doku tipi	Regrasyon modeli
B 1/1	$26.965 - 0.778 \times S_a - 1.034 \times N_a + 0.046 \times S_a \times N_a$
P 2/2	$29.862 - 0.659 \times S_a - 1.034 \times N_a + 0.046 \times S_a \times N_a$
Rç 1/3	$34.636 - 1.171 \times S_a - 1.034 \times N_a + 0.046 \times S_a \times N_a$
Rç 2/2	$33.148 - 1.136 \times S_a - 1.034 \times N_a + 0.046 \times S_a \times N_a$
Ra 2/2	$35.862 - 0.898 \times S_a - 1.034 \times N_a + 0.046 \times S_a \times N_a$
D 1/3	$31.253 - 0.713 \times S_a - 1.034 \times N_a + 0.046 \times S_a \times N_a$
D 2/2	$32.600 - 0.818 \times S_a - 1.034 \times N_a + 0.046 \times S_a \times N_a$

Çizelge Notları:(1): N_a ; atkı iplik numarasını, S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.(2): Formüllerde Ne 28/2 için $N_a = 14$, Ne 44/2 için 22'dir.(3): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.**Çizelge 5.56.** Atkı yönünde kumaş elastikiyeti formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X_G (%)	X_R (%)	ΔX (%)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	9.870	10.736	8.770	91.230
	P 2/2	13	15.010	15.189	1.190	98.810
	Rç 1/3	13	11.800	13.303	12.736	87.264
	Rç 2/2	13	12.460	12.271	1.518	98.482
	Ra 2/2	13	16.280	18.076	11.030	88.970
	D 1/3	13	16.330	15.874	2.792	97.208
	D 2/2	13	15.860	15.853	0.047	99.953
Ne 44/2	Rç 1/3	13	8.440	9.810	16.229	83.771
	B 1/1	12	8.460	7.010	17.142	82.858
	P 2/2	13	10.410	11.696	12.351	87.649



Şekil 5.14. Atkı yönünde kumaş elastikiyeti için normal dağılım grafiği

Çizelge 5.57’de çözgü yönünde kumaş elastikiyeti için oluşturulan modellerin R^2 , R^2_d ve standart sapma değerleri, Çizelge 5.58’de 2FI modeline göre yapılan ANOVA tablosu verilmektedir.

Çizelge 5.57. Çözgü yönünde kumaş elastikiyeti için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R^2_d
Linear	0.606321	0.861309	0.847611
2FI	0.289822	0.973397	0.965181
Kuadratik	0.228826	0.98366	0.978295
Kübik	0.137739	0.995317	0.992136

Çizelge 5.58. Çözümlü yönünde kumaş elastikiyeti için ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	116.7266	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	293.4823	< 0.0001	69.92812
Atkı sıklığı	35.63034	< 0.0001	1.414081
Atkı iplik numarası	372.5599	< 0.0001	14.7887
Doku tipi x atkı sıklığı	32.38623	< 0.0001	7.720276
Doku tipi x atkı iplik numarası	8.679103	< 0.0001	2.066672
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	35.78292	< 0.0001	1.421849

$$R^2=0.9803 \quad R^2_d= 0.9735$$

Modelin anlamlı olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Doku tipi, atkı sıklığı, atkı iplik numarası, doku tipi x atkı sıklığı, doku tipi x atkı iplik numarası, atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimlerinin P-değerleri 0.05'ten küçük olduğu için modele anlamlı düzeyde katkıları bulunmaktadır. % 69.93 ile çözgü yönünde kumaş elastikiyetine en fazla etkinin doku tipi, en düşük etkinin % 1.41 ile atkı sıklığı olduğu belirlenmiştir.

Modelin R^2_d değeri 0.9735 bulunmuştur. Bu durumda modeldeki terimler modeli yaklaşık % 97 oranında açıklayabilmektedir. Çözgü yönünde kumaş elastikiyeti için oluşturulan regresyon modelleri Çizelge 5.59'da, formül doğruluk oranları Çizelge 5.60'da verilmektedir. Formül doğruluk oranları % 93-99 arasında gerçekleşmiştir. Bu oldukça yüksek bir orandır ve regresyon denklemleri ile bütün doku tipleri için çözgü elastikiyetini tahmin etmemizin mümkün olduğu düşünülmektedir.

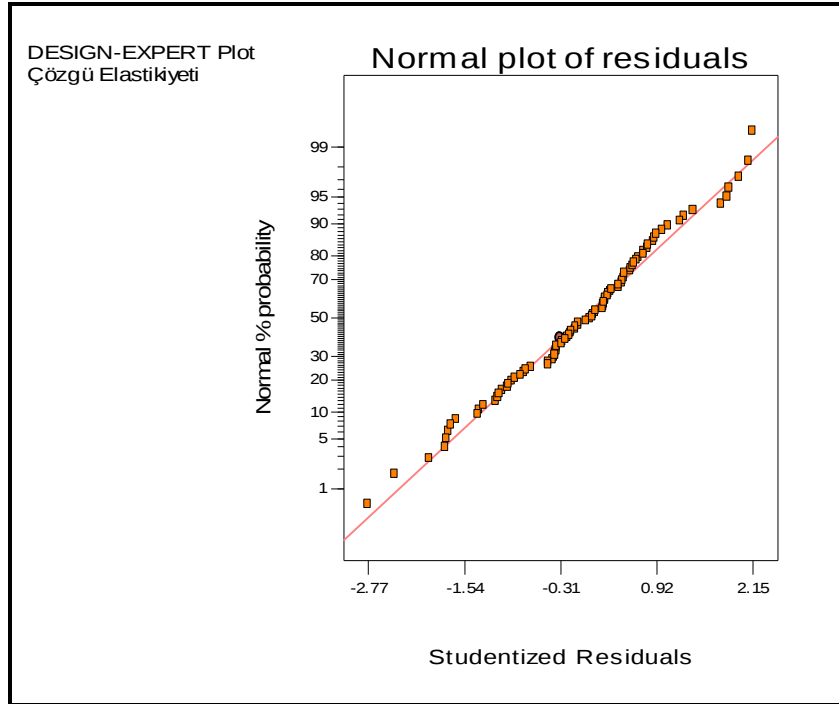
Şekil 5.15'de, çözgü yönünde kumaş elastikiyeti için normal dağılım grafiği verilmektedir. Normal dağılım grafiğindeki değerler aynı doğru üzerinde olduğundan, normal dağılım varsayımı doğru kabul edilmektedir.

Çizelge 5.59. Çözü yönünde kumaş elastikiyeti için regrasyon modelleri

Doku tipi	Regrasyon modeli
B 1/1	$5.527 + 0.235 \times S_a - 0.094 \times N_a - 0.0093 \times S_a \times N_a$
P 2/2	$1.782 + 0.145 \times S_a + 0.066 \times N_a - 0.0093 \times S_a \times N_a$
Rç 1/3	$2.826 + 0.332 \times S_a - 0.033 \times N_a - 0.0093 \times S_a \times N_a$
Rç 2/2	$3.134 + 0.352 \times S_a - 0.056 \times N_a - 0.0093 \times S_a \times N_a$
Ra 2/2	$-0.765 + 0.165 \times S_a + 0.127 \times N_a - 0.0093 \times S_a \times N_a$
D 1/3	$2.843 + 0.226 \times S_a - 0.016 \times N_a - 0.0093 \times S_a \times N_a$
D 2/2	$2.845 + 0.212 \times S_a - 0.003 \times N_a - 0.0093 \times S_a \times N_a$

Çizelge Notları:(1): N_a ; atkı iplik numarasını, S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.(2): Formüllerde Ne 28/2 için $N_a = 14$, Ne 44/2 için 22'dir.(3): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.**Çizelge 5.60.** Çözü yönünde kumaş elastikiyeti formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X_G (%)	X_R (%)	ΔX (%)	F_D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	5.790	5.567	3.850	96.150
	P 2/2	13	3.090	2.897	6.232	93.768
	Rç 1/3	13	5.030	4.995	0.693	99.307
	Rç 2/2	13	5.230	5.225	0.088	99.912
	Ra 2/2	13	1.550	1.451	6.362	93.638
	D 1/3	13	4.110	3.864	5.993	94.007
	D 2/2	13	3.960	3.870	2.265	97.735
Ne 44/2	Rç 1/3	13	3.890	3.767	3.151	96.849
	B 1/1	12	3.990	3.818	4.314	95.686
	P 2/2	13	2.310	2.457	6.382	93.618



Şekil 5.15. Çözgü yönünde kumaş elastikiyeti için normal dağılım grafiği

5.2.8. Çözgü Gerilim Ölçüm Sonuçları

Çizelge 5.61’de çözgü gerilimi için oluşturulan modellerin R^2 , R^2_d ve standart sapma değerleri, Çizelge 5.62’de 2FI modeline göre yapılan ANOVA tablosu verilmektedir.

Çizelge 5.61. Çözgü gerilimi için modellerin tablosu

Varyans Kaynağı	Standart sapma	R^2	R^2_d
Linear	9.655408	0.840882	0.832163
2FI	5.401575	0.960434	0.947472
Kuadratik	5.255	0.962767	0.950284
Kübik	1.659113	0.997769	0.995044

Çizelge 5.62. Çözümlü gerilimi için ANOVA tablosu

Varyans Kaynağı	F değeri	P değeri	Etki seviyesi
Model	84.79026	< 0.0001	Anlamlı
Doku tipi	19.8081	< 0.0001	2.247528
Atkı sıklığı	233.2137	< 0.0001	5.016633
Atkı iplik numarası	38.6121	< 0.0001	0.622771
Ölçüm noktası	787.2481	< 0.0001	75.50644
Doku tipi x atkı iplik numarası	3.171961	0.0055	0.455866
Doku tipi x ölçüm noktası	3.963549	< 0.0001	2.321433
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	5.31517	0.0222	0.139893
Atkı iplik numarası x ölçüm noktası	97.00947	< 0.0001	9.037343

$$R^2=0.9467 \quad R^2_d= 0.9343$$

Modelin anlamlı olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Doku tipi, atkı sıklığı, atkı iplik numarası, ölçüm noktası, doku tipi x atkı iplik numarası, doku tipi x ölçüm noktası, atkı sıklığı x atkı iplik numarası, Atkı iplik numarası x ölçüm noktası etkileşimlerinin P-değerleri 0.05'ten küçük olduğu için modele anlamlı düzeyde katkıları bulunmaktadır. % 75.51 ile çözgü gerilimine en fazla etkinin ölçüm bölgesi, en düşük etkinin % 0.139 ile atkı sıklığı x atkı iplik numarası etkileşimi olduğu belirlenmiştir.

Modelin R^2_d değeri 0.9343 bulunmuştur. Bu durumda modeldeki terimler modeli yaklaşık % 93 oranında açıklayabilmektedir. Çözgü gerilimi için oluşturulan regresyon modelleri Çizelge 5.63'de, formül doğruluk oranları Çizelge 5.64'de verilmektedir. Formül doğruluk oranları % 88-98 arasında gerçekleşmiştir. Bu oldukça yüksek bir orandır ve regresyon denklemleri ile bütün doku tipleri için çözgü gerilimini tahmin etmemizin mümkün olduğu düşünülmektedir.

Şekil 5.16'da, çözgü gerilimi için normal dağılım grafiği verilmektedir. Normal dağılım grafiğindeki değerler aynı doğru üzerinde olduğundan, normal dağılım varsayımı doğru kabul edilmektedir.

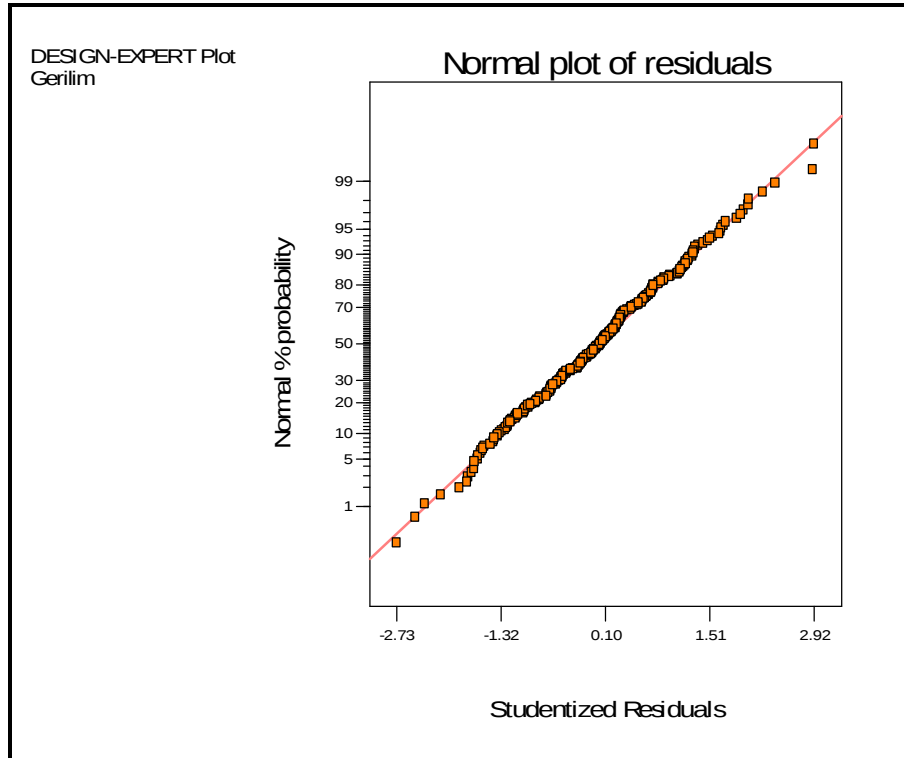
Çizelge 5.63. Bütün doku tipleri için çözgü gerilimi denklemleri

Doku tipi	Ölçüm Noktası	Regrasyon modeli
B 1/1	1	$120.92 - 0.67 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	2	$74.90 + 1.85 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	3	$160.47 - 1.78 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	4	$80.78 + 3.22 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	5	$63.62 + 0.50 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
P 2/2	1	$131.47 - 1.29 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	2	$101.84 + 1.23 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	3	$177.89 - 2.41 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	4	$88.80 + 2.59 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	5	$85.67 - 0.123 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
Rç 1/3	1	$154.34 - 1.91 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	2	$123.44 + 0.60 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	3	$204.83 - 3.03 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	4	$107.10 + 1.97 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	5	$100.52 - 0.75 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
Rç 2/2	1	$128.28 - 1.78 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	2	$112.38 + 0.74 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	3	$192.52 - 2.90 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	4	$96.70 + 2.10 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	5	$92.07 - 0.61 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
Ra 2/2	1	$151.94 - 1.35 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	2	$108.39 + 1.16 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	3	$178.14 - 2.47 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	4	$87.69 + 2.53 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	5	$77.22 - 0.19 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
D 1/3	1	$133.83 - 1.43 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	2	$99.01 + 1.09 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	3	$184.46 - 2.55 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	4	$88.92 + 2.46 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	5	$91.53 - 0.26 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
D 2/2	1	$129.25 - 0.93 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	2	$90.94 + 1.59 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	3	$173.79 - 2.05 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	4	$83.65 + 2.96 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$
	5	$79.99 + 0.24 \times N_a - 1.736 \times S_a + 0.0399 \times N_a \times S_a$

Çizelge Notları:(1): N_a ; atkı iplik numarasını, S_a ; atkı sıklığını göstermektedir.(2): Formüllerde Ne 28/2 için $N_a = 14$, Ne 44/2 için 22'dir.(3): Formüllerde S_a 10-28 atkı /cm aralığındadır.

Çizelge 5.64. Çözümlü gerilimi formül doğruluk oranları

İplik Numarası	Doku Tipi	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	X _G (cN)	X _R (cN)	ΔX (cN)	F _D (%)
Ne 28/2	B 1/1	13	105.900	110.510	4.353	95.647
	P 2/2	13	108.410	109.776	1.260	98.740
	Rç 1/3	13	127.530	119.374	6.396	93.604
	Rç 2/2	13	113.970	110.820	2.764	97.236
	Ra 2/2	13	110.670	107.805	2.589	97.411
	D 1/3	13	101.620	107.979	6.258	93.742
	D 2/2	13	98.510	109.654	11.313	88.687



Şekil 5.16. Çözümlü gerilimi için normal dağılım grafiği

5.2.9. Genel Değerlendirme

Çizelge 5.65’de dokuma faktörlerinin ve etkileşimlerinin varyans analizi ile elde edilen etki seviyesi yüzde değerleri için yapılan ANOVA testlerinin sonuçları özet olarak toplu halde verilmektedir.

Çizelge 5.65. Dokuma faktörlerinin etki seviyesi yüzde değerleri için ANOVA özeti

Kumaş Özellikleri ve Dokumada Etken Faktörler	Yıkama Çekmesi (Sanfor) Üzerine Etki Seviyesi (%)		Sıklık Üzerine Etki Seviyesi (%)			
			Sanfor Öncesi		Sanfor Sonrası	
	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü
Modelin Katsayısı (R^2_d)	94.81	38.7	99.03	67.55	98.90	92.40
Doku tipi	22.87	16.55	3.84	41.61	3.18	15.40
Atkı sıklığı	66.11	0.019	95.27	7.42	95.80	66.49
Atkı iplik numarası	3.41	13.31	-	0.29	-	0.96
Doku tipi x atkı sıklığı	3.32	13.74	-	20.45	-	7.72
Doku tipi x atkı iplik numarası	0.67	-	-	-	-	-
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	-	5.34	-	3.28	-	3.06
Belirlenen toplam etki (%)	96.38	48.959	99.11	73.05	98.98	93.63
Belirlenemeyen toplam etki (%)	3.62	51.041	0.89	26.95	1.02	6.37

Çizelge 5.65.in devamı

Kumaş Özellikleri ve Dokumada Etken Faktörler	Atkı Kısalması Üzerine Etki Seviyesi (%)	Gramaj Üzerine Etki Seviyesi (%)	Kalınlık Üzerine Etki Seviyesi (%)
Modelin Katsayısı (R^2_d)	92.30	98.43	86.29
Doku tipi	51.63	10.33	45.76
Atkı sıklığı	21.67	38.46	18.46
Atkı iplik numarası	0.74	46.52	2.94
Doku tipi x atkı sıklığı	19.79	1.16	22.34
Doku tipi x atkı iplik numarası	-	0.89	-
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	1.73	1.45	1.66
Belirlenen toplam etki (%)	95.56	98.81	91.16
Belirlenemeyen toplam etki (%)	4.44	1.19	8.84

Çizelge 5.65.in devamı

Kumaş Özellikleri ve Dokumada Etken Faktörler	Kopma Mukavemeti Üzerine Etki Seviyesi (%)		Kopma Uzaması Üzerine Etki Seviyesi (%)		Elastikiyet Üzerine Etki Seviyesi (%)	
	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü
Modelin Katsayısı (R^2_d)	99.51	69.48	49.63	97.39	78.39	97.35
Doku tipi	0.94	15.40	46.60	73.21	58.32	69.93
Atkı sıklığı	46.03	16.61	2.57	3.69	0.002	1.41
Atkı iplik numarası	45.63	15.20	2.70	9.85	7.58	14.79
Doku tipi x atkı sıklığı	0.08	7.60	-	9.09	10.30	7.72
Doku tipi x atkı iplik numarası	0.11	11.43	-	1.61	-	2.07
Atkı sıklığı x atkı iplik numarası	6.84	11.10	3.06	0.56	8.52	1.42
Belirlenen toplam etki (%)	99.63	77.34	54.93	98.01	84.722	97.34
Belirlenemeyen toplam etki (%)	0.37	22.66	45.07	1.99	15.278	2.66

Çizelgeden doku tipinin, atkı yönünde kumaş yıkama çekmesine, sanfor öncesi ölçülen çözgü sıklığına, atkı kısalmasına, kumaş kalınlığına, atkı-çözgü yönünde kumaş kopma uzamasına ve atkı-çözgü yönünde kumaş elastikiyetine etkisi

istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Doku tipinin etki yüzdesi % 22-69 arasında olduğu görülmektedir.

Atkı sıklığının, atkı yönünde kumaş yıkama çekmesine, sanfordan önce ve sonra atkı sıklığına, sanfordan sonra çözgü sıklığına, atkı kısılmasına, gramaja ve atkı yönünde kumaş kopma mukavemetine etki yüzdesinin % 21-95 arasında olduğu görülmektedir.

Atkı iplik numarasının, kumaş gramajı ve atkı yönünde kumaş kopma mukavemeti üzerinde etki yüzdesinin % 45-46 arasında olduğu görülmektedir.

Doku tipi, atkı sıklığı ve numarası ile birlikte bu faktörlerin birbirleri ile etkileşimlerinin de kumaş özellikleri üzerinde etkin olduğu görülmektedir. Doku tipi x atkı sıklığı etkileşimin sanfor öncesi çözgü sıklığı, atkı kısılması ve kumaş kalınlığı üzerine etki yüzdesi % 20-22 arasındadır.

Dokuma faktörlerinin çözgü gerilimine etkisi bir önceki konuda detaylı olarak ele alındığından burada ayrıca değerlendirilmemiştir.

6. DOKU YAPISI VE KUMAŞ ÖZELLİKLERİ

6.1. Bağlanma Noktası ve Kesişim Sayısı

Bilindiği üzere dokuma kumaş, çözgü ve atkılarının belirlenmiş bir desen yapısını oluşturacak şekilde birbirinin altından ve üstünden geçerek bağlanmasıyla oluşur. İpliklerin üstten alta inerek veya alttan üste çıkarak yön değiştirdiği noktalar dokunun “bağlanma noktası” olarak adlandırılır. Çözgü ve atkılarının doku içerisindeki hareketi bakımından yön değiştirmek suretiyle birbirlerini çaprazlamasına keserek bağlayan ve doku yapısını önemli ölçüde etkilediği düşünülen bu noktaları ipliklerin “kesişim noktası” olarak da isimlendirmek genel literatür bilgilerine uygun düşmektedir.

Bir dokunun yapısal özelliklerini o dokuyu oluşturan unsurlar belirler. Bu unsurlar, bir başka deyişle dokuma faktörlerini dokunun tipi, çözgü ve atkı sıklığı ve numarası olarak sıralamak mümkündür. İlaveten, iplik özelliklerini de etkileyen hammaddesini, inceliğini ve bükümünü vs. gibi birçok faktörü de sıralamak söz konusudur. Bu anlamda sıralı bir anlayışla bakıldığında kumaşların nihayi özelliklerinin oluşumunda etken olan faktörler terbiye işlemleriyle birlikte kumaş dokusunun yapısal özellikleri ve unsurları olarak belirtilebilir.

Literatüre bakıldığında dokuma kumaşların mekaniği ve dokunun yapısal özellikleri ve unsurları üzerinde pek çok çalışma yapıldığı görülebilir. Yapılan çalışmaların bir kısım amaç ve kapsamlarını aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür.

İlk olarak çözgü/atkı numarası ve çapları, hammaddesi, uygulanan doku sıklığı ve dokunun tipi gibi bir dokuyu belirleyen yapısal parametrelerin kumaşa kazandırdığı özellikler üzerinde yapılan çalışmalardır. Çözgü ve atkıda çekmeler/kıvrımlar, boyutsal değişim, ulaşılan kumaş sıklığı, kalınlığı ve gramajı gibi mekanik değişim ve dönüşümlerin ortaya konulmasının bu çalışmaların kapsamını oluşturduğu görülmektedir. Buradan hedeflenen ise kumaşların yapısal parametrelerine göre maksimum dokunabilirliği hakkında bilgilerin elde edilmesidir. Yine bu anlamda varılacak nokta kumaşların yapısal parametrelerine bağlı olarak

maksimum dokunabilirliği ile kumaşlarda ulaşılabilecek fiziksel özelliklerin azami seviyesini görebilme ve önceden tahminlerin yapılmasına imkan tanıyarak zaman ve maliyetten tasarruf sağlama arzusudur.

İkinci olarak, dokunun yapısal parametreleri ve/veya uygulanan terbiye işlemleri ve uygulamadaki proses parametrelerini dikkate alarak yapılan çalışmalar yer almaktadır. Buradan bir kısım üretim farklılıkları ile kumaşlara kazandırılan özelliklerin ne şekilde değiştiğinin tespit edildiğine yönelik bilgilerin kazandırılmasının hedeflendiği görülmektedir.

İster terbiye öncesi isterse terbiye sonrası olsun kumaşların kazandığı ya da kazanabileceği özelliklerin, dokunun yapısına ve parametrelerine bağlı olacağı aşikardır. Burada tez kapsamında yapılan çalışmanın literatüre olan katkısı bakımından bir değerlendirme yapılırsa; Birinci olarak çeşitli dokuma faktörlerinin kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisini araştırmaya ve incelemeye yönelik bir çalışma olması amaç ve kapsam dahilinde düşünülmüştür. Bu amaca yönelik olarak dokunun yapısal parametreleri dokunun tipi, dokunma öncesinde uygulama sıklıkları (mekanik atkı sıklığı ve tarakta çözgü sıklığı) ve iplik numaraları olarak belirlenmiştir. Ayrıca, kumaşların yaş işlemlere karşı davranışını ve boyutsal değişimini ortaya koyabilmek maksadıyla da sanfor işlemi de çalışma kapsamına alınmıştır.

Dokumanın yapısal parametrelerinin gerek dokuma sonrası kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerini önemli ölçüde etkilediği bilinci gerekse dokuma performansı bakımından da önemli olduğu ve dokuma performansını belirleyen en önemli unsurun ise çözgü gerilimindeki dinamik değişimler olacağı düşüncesiyle; dokumadaki yapısal parametrelerin çözgü gerilimlerini nasıl değiştirdiğine yönelik kapsamlı bir çalışma ortaya konulmuştur.

Yukarıda tez kapsamında ele alınan çalışmalar “Bulgular ve Tartışma” bölümünde tüm detayları ile irdelenmiştir. İlaveten, sonuçları itibariyle istatistiksel olarak analiz ve incelemeleri yapılmıştır.

Tezin bu bölümünde dokunun “bağlanma noktası” sayısı ile kumaşların kazandığı fiziksel ve mekanik özellikler arasında anlaşılabilir nitelikte fonksiyonel ilişkilerin olup olmadığı yönünde bir yaklaşım sergilenmiştir. Diğer bir deyişle

dokunun yapısal parametrelerine bağlı olarak dokunun kumaştaki bir birim alandaki sayılarak ve/veya hesaplamak suretiyle tespit edilebilir olan “kesişim sayısı” ile ölçülerek ve/veya test ederek tespit edilebilen fiziksel ve mekanik özellikler arasındaki anlamlı fonksiyonel ilişkinin varlığı üzerinde analiz ve inceleme yapılmıştır. Bu noktada önemli ölçüde başarılı sonuç elde edilmiştir.

Çalışmada, öncelikle bir birim alandaki “kesişim sayısı” bütün doku tipi ve uygulanan atkı sıklıklarına göre tespit edilmiştir. Bu amaçla, birim alan 1 cm^2 olarak belirlenmiştir ve sayılarak tespit edilen “Toplam Kesişim Sayısı” burada K_S (adet/ cm^2) olarak ifade edilmiştir. Kesişim noktalarının sayısını belirleyen en önemli unsurlar dokunun tipi, desenindeki çözgü ve atkılarının bağlanma düzeni ve kumaşın çözgü ve atkı sıklığı olarak sıralanabilir. Birim alanda (1 cm^2) sayılarak tespit edilmiş olan toplam kesişim sayısı K_S (adet/ cm^2), atkının çözgüler üzerindeki hareketi bakımından birim alandaki tüm atkılarının yaptığı toplam kesişim sayısı K_{SA} (adet/ cm^2) ile çözgünün atkılar üzerindeki hareketi bakımından alandaki tüm çözgülerin yaptığı toplam kesişim sayısı $K_{SÇ}$ (adet/ cm^2) nin toplamı olarak belirlenmiştir. Buradan hareketle, birim alandaki toplam kesişim sayısı K_S aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

$$K_S = K_{SA} + K_{SÇ} \quad (6.1)$$

Yukarıda verilen (6.1) ifadesi kumaşın dokunduktan sonra doku tipi ve sıklığına bağlı olan gerçek anlamda kumaşın birim alanından (1 cm^2) tespit edilen toplam kesişim sayısını vermektedir.

Kumaş dokunmadan önce, kumaş formunun oluşumundan önce uygulanan mekanik atkı sıklığı ve tarak çözgü sıklığı ile dokuma sonrası kumaşta atkı ve çözgü sıklılıkları arasında belirli bir mekanik dönüşüm olduğu bilinmektedir. Bu dönüşümün ana nedeni dokunun tipine ve uygulanan sıklıklara bağlı olarak gerçekleşen kumaş içerisindeki ipliklerin çekmesi ve kıvrılmasıdır.

Kumaş formunun oluşumundan önce doku tipi ve uygulama sıklıklarına bağlı olarak hesaplanabilecek olan birim dokuma alanındaki (1 cm^2) toplam kesişim sayısı burada “Teorik Kesişim Sayısı” K_T (adet/ cm^2) olarak adlandırılmış ve aşağıda verildiği gibi ifade edilmiştir.

$$K_T = K_{TA} + K_{TÇ} \quad (6.2)$$

Burada K_{TA} (adet/cm²) dokunun tipine, atkılarının çözgüler üzerindeki hareketine ve tarakta çözgü sıklığına bağlı olarak hesaplanabilir ve/veya sayılabilir nitelikte atkılarının yaptığı toplam kesişim sayısıdır. Aynı şekilde, $K_{TÇ}$ (adet/cm²) dokunun tipine, çözgülerin atkılar üzerindeki hareketine ve tarakta çözgü sıklığına bağlı olarak hesaplanabilir ve/veya sayılabilir nitelikte çözgülerin yaptığı toplam kesişim sayısıdır.

Çizelge 6.1 ve 6.2 sırasıyla Ne 28/2 ve Ne 44/2 atkı iplikleriyle yapılan dokuma planlarına göre, kumaş formundan önce ve sonra olmak üzere, tespit edilen kesişim sayısı bilgilerini vermektedir.

Şekil 6.1 ve 6.2 sırasıyla Ne 28/2 ve Ne 44/2 için kumaş formundan önce birim alandaki toplam kesişim sayısı K_T (adet/cm²) ve kumaş formunun oluşmasıyla gerçek olarak birim alandaki kesişim sayısı K_S (adet/cm²) arasında kurulan lineer (doğrusal) regrasyon yaklaşımı ve denklemini göstermektedir. Regrasyon katsayısının her ikisi içinde % 98 seviyelerinde ve denklemin eğiminin yaklaşık aynı olduğu önemli bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. K_S (adet/cm²) ve K_T (adet/cm²) fonksiyonel ilişkisi Çizelge 6.1 ve 6.2 değerlerinin küçükten büyüğe doğru yeniden sıralanmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 6.1. Ne 28/2 atkı ipliği ile dokunan kumaşların kesişim sayıları

Doku Tipi	Kesişim Noktaları	KUMAŞ FORMUNDAN ÖNCEKİ SIKLIK VE KESİŞİM SAYISI					KUMAŞ FORMUNDAN SONRAKİ SIKLIK VE KESİŞİM SAYISI				
		S_{TA} (atkı/cm)	$S_{TÇ}$ (tel/cm)	K_{TA} (adet/cm ²)	$K_{TÇ}$ (adet/cm ²)	K_T (adet/cm ²)	S_A (atkı/cm)	$S_Ç$ (tel/cm)	K_{SA} (adet/cm ²)	$K_{SÇ}$ (adet/cm ²)	K_S (adet/cm ²)
B 1/1		10	22	220	220	440	11	26	286	286	572
		16		352	352	704	17	25	425	425	850
		-		-	-	-	-	-	-	-	-
P 2/2		10	22	220	110	220	11	30	165	150	315
		16		352	176	352	17	28	238	252	490
		22		484	242	484	24	27	312	324	636
Rç 1/3		10	22	220	220	330	12	34	408	204	612
		16		352	352	528	16	27	432	216	648
		22		484	484	715	24	25	600	300	900
Rç 2/2		10	22	220	220	330	12	34	408	204	612
		16		352	352	528	18	27	486	243	729
		22		484	484	726	24	25	600	300	900
Ra 2/2		10	22	220	110	330	11	29	154	319	473
		16		352	176	528	17	28	238	476	714
		22		484	242	726	23	28	322	644	966
D 1/3		10	22	220	108	206	11	32	176	160	336
		16		352	172	348	17	29	238	232	470
		22		484	237	467	23	28	322	308	630
D 2/2		10	22	220	107	217	11	31	176	186	362
		16		352	172	348	18	27	234	243	477
		22		484	236	478	24	27	312	324	636

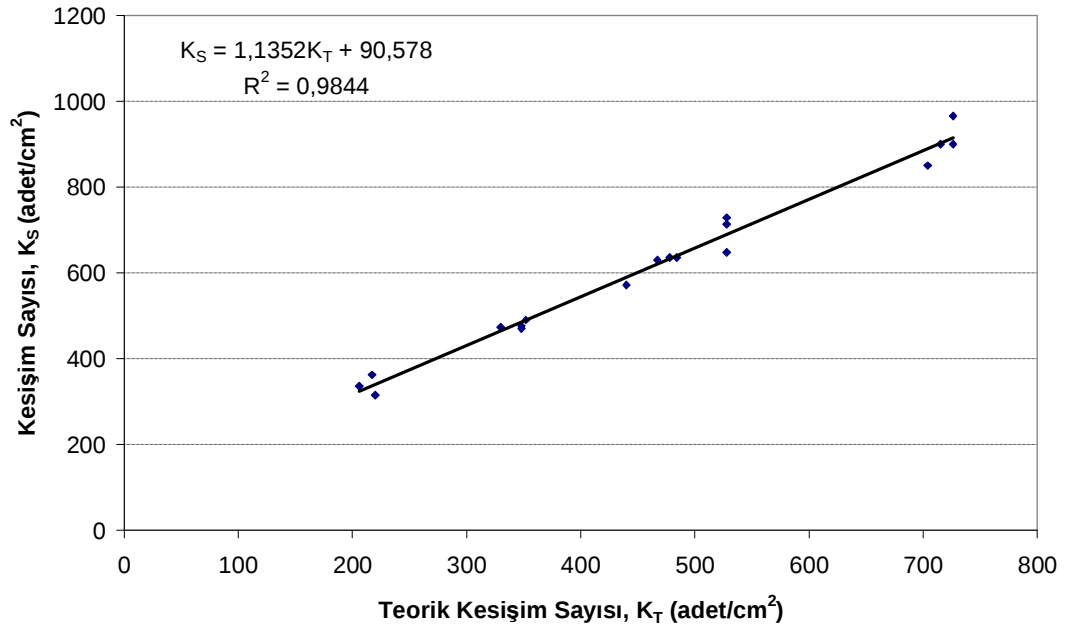
Çizelge Notları: S_{TA} : Mekanik atkı sıklığı (atkı/cm) $S_{TÇ}$: Tarakta çözgü sıklığı (tel/cm) S_A : Dokunmuş kumaşta ölçülen atkı sıklığı (atkı/cm) $S_Ç$: Dokunmuş kumaşta ölçülen çözgü sıklığı (tel/cm)

Çizelge 6.2. Ne 44/2 atkı ipliği ile dokunan kumaşların kesişim sayıları

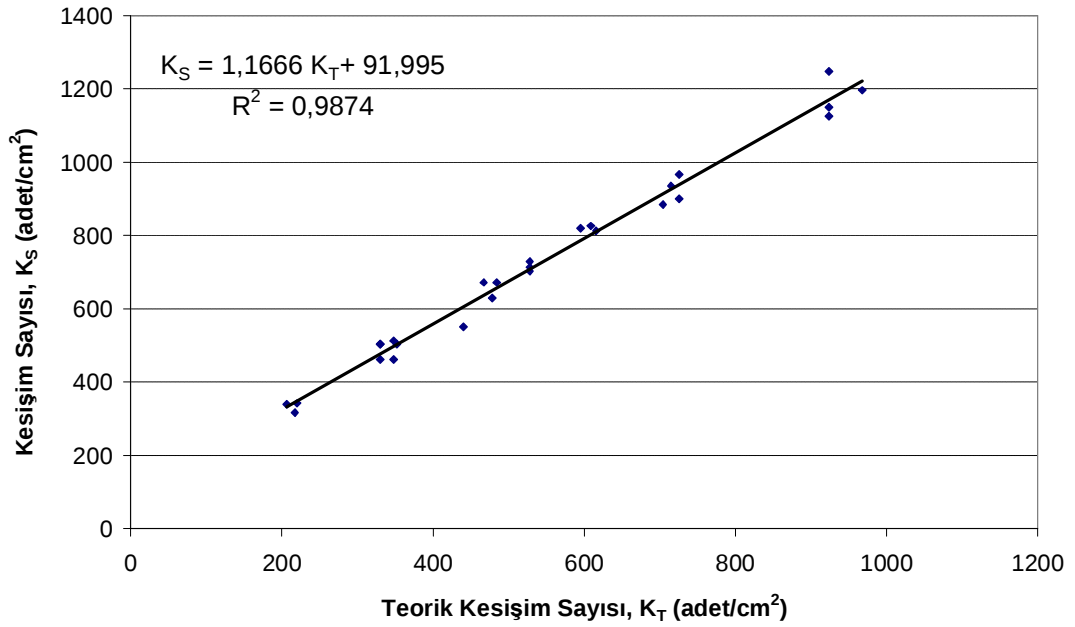
Doku Tipi	Kesişim Noktaları	KUMAŞ FORMUNDAN ÖNCEKİ SIKLIK VE KESİŞİM SAYISI					KUMAŞ FORMUNDAN SONRAKİ SIKLIK VE KESİŞİM SAYISI				
		S_{TA} (atkı/cm)	$S_{TÇ}$ (tel/cm)	K_{TA} (adet/cm ²)	$K_{TÇ}$ (adet/cm ²)	K_T (adet/cm ²)	S_A (atkı/cm)	$S_Ç$ (tel/cm)	K_{SA} (adet/cm ²)	$K_{SÇ}$ (adet/cm ²)	K_S (adet/cm ²)
B 1/1		10	22	220	220	440	11	25	275	275	550
		16		352	352	704	17	26	442	442	884
		22		484	484	968	23	26	598	598	1196
P 2/2		10	22	110	110	220	12	29	168	174	342
		16		176	176	352	18	28	252	252	504
		22		242	242	484	24	28	336	336	672
		28		308	308	616	29	28	406	406	812
RÇ 1/3		10	22	220	110	330	12	28	336	168	504
		16		352	176	528	18	27	486	216	702
		22		484	231	715	24	26	624	312	936
		28		616	308	924	31	25	775	375	1150
RÇ 2/2		10	22	220	110	330	12	28	336	168	504
		16		352	176	528	18	27	486	243	729
		22		484	242	726	24	25	600	300	900
		28		616	308	924	30	25	750	375	1125
Ra 2/2		10	22	110	220	330	11	28	154	308	462
		16		176	352	528	17	28	238	476	714
		22		242	484	726	23	28	322	644	966
		28		308	616	924	29	29	406	841	1247
D 1/3		10	22	108	98	206	12	27	177	162	339
		16		172	176	348	18	29	260	253	513
		22		237	230	467	24	28	336	336	672
		28		301	294	595	29	28	406	413	819
D 2/2		10	22	107	110	217	11	27	154	162	316
		16		172	176	348	17	28	238	224	462
		22		236	242	478	23	28	322	308	630
		28		301	308	609	29	28	406	420	826

Çizelge Notları:

 S_{TA} : Mekanik atkı sıklığı (atkı/cm) $S_{TÇ}$: Tarakta çözgü sıklığı (tel/cm) S_A : Dokunmuş kumaşta ölçülen atkı sıklığı (atkı/cm) $S_Ç$: Dokunmuş kumaşta ölçülen çözgü sıklığı (tel/cm)



Şekil 6.1. Ne 28/2 atkı ipliği ile dokunan kumaşlarda K_T ve K_S arasındaki bağlantıyı ifade eden regrasyon eğrisi ve denklemi



Şekil 6.2. Ne 44/2 atkı ipliği ile dokunan kumaşlarda K_T ve K_S arasındaki bağlantıyı ifade eden regrasyon eğrisi ve denklemi

6.2. Kumaş Özellikleri ile Kesişim Sayısı İlişkisi

Çizelge 6.3 ve 6.4 sırasıyla Ne 28/2 ve Ne 44/2 atkı ipliği ile dokunan kumaşların kesişim sayıları ile fiziksel ve mekanik özellikleri deneysel test sonuçlarını vermektedir. Çalışmada iplik numarası ve sıklık bakımından atkı-İlgili parametrelerin sistemli olarak değiştirilebilme imkanı olması nedeniyle kumaşların da atkı-İlgili ölçülen ve/veya test edilen özellikleri kesişim sayıları ile irtibatlandırılmıştır.

Çizelge 6.3. Kesişim sayıları ile kumaş özellikleri test sonucu (Ne 28/2)

Kesişim Sayısı, K_s (adet/cm ²)	Kumaş eni (cm)	Kalınlık (mm)	Gramaj (g/m ²)	Atkı kısalması (%)	Atkı yıkama çekmesi (%)	Atkı kopma mukavemeti (N)	Atkı elastikiyeti (%)
315	131.25	1.04	195.68	34.10	47.45	530.40	15.69
336	130.60	1.02	194.36	34.10	47.89	529.94	17.22
368	131.75	0.95	199.85	32.78	47.72	530.20	16.49
470	141.85	0.77	215.48	23.33	37.03	899.03	15.04
473	136.33	0.67	182.92	28.35	34.88	547.99	14.68
490	139.25	0.78	218.75	25.81	38.34	888.45	15.43
520	138.23	0.84	222.33	26.58	39.12	952.16	17.83
572	152.20	0.72	172.49	15.06	43.36	607.00	9.70
612	125.78	1.35	209.10	39.30	48.85	533.21	16.72
630	143.45	0.80	254.47	21.95	32.48	1375.86	15.03
636	142.09	0.77	248.74	23.12	27.78	1291.67	15.87
648	147.90	0.97	215.48	18.40	44.14	867.12	11.84
714	137.20	0.69	213.38	27.46	24.48	936.68	18.06
729	145.45	0.88	218.42	20.19	44.08	883.01	11.04
850	155.25	0.60	202.53	12.83	22.84	1050.25	8.08
900	158.35	0.72	234.72	10.48	34.69	1333.09	6.85
966	138.10	0.72	248.01	26.81	19.67	1289.97	16.06

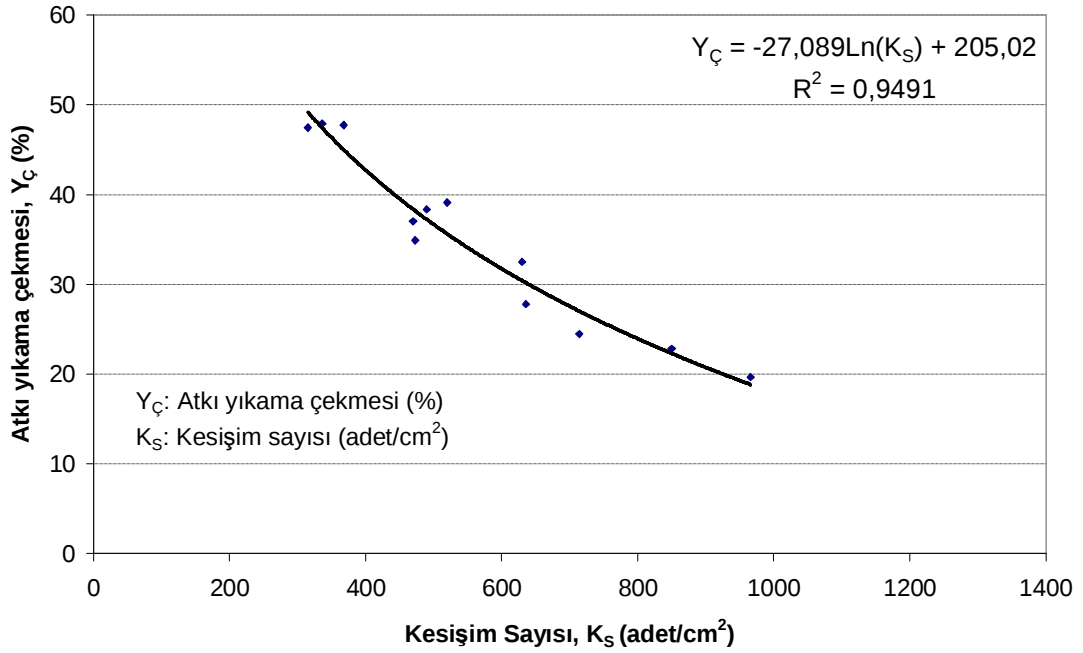
Çizelge 6.4. Kesişim sayıları ile kumaş özellikleri test sonucu (Ne 44/2)

Kesişim Sayısı, K_s (adet/cm ²)	Kumaş eni (cm)	Kalınlık (mm)	Gramaj (g/m ²)	Atkı kısalması (%)	Atkı yıkama çekmesi (%)	Atkı kopma mukavemeti (N)	Atkı elastikiyeti (%)
316	138.00	0.83	165.91	26.81	45.57	295.22	10.60
339	131.05	0.96	164.85	33.49	44.91	301.48	10.48
342	131.95	0.96	159.75	32.68	44.57	282.17	10.21
462	139.40	0.65	172.49	25.60	30.12	406.14	12.60
504	133.92	0.96	174.14	30.72	42.13	336.65	10.34
513	136.85	0.77	185.22	27.92	31.34	503.59	13.72
550	150.00	0.57	152.39	16.67	34.36	320.10	8.12
630	142.75	0.67	202.22	22.72	26.31	704.98	15.06
672	138.75	0.75	202.08	26.23	29.48	700.47	15.57
702	147.60	0.84	175.90	18.64	39.38	521.83	9.22
714	136.25	0.66	184.75	28.68	22.24	495.72	16.70
729	147.90	0.76	178.74	18.40	40.57	510.44	8.61
812	139.55	0.75	222.49	25.45	22.05	779.25	16.25
819	139.30	0.77	222.52	25.72	22.91	835.16	14.75
826	142.85	0.71	220.62	22.63	21.81	908.95	14.30
884	152.60	0.55	169.67	14.60	17.72	548.61	9.94
900	155.60	0.67	193.82	12.54	30.60	724.10	7.56
936	154.95	0.76	191.82	12.98	30.55	721.08	8.47
966	135.60	0.70	205.10	30.11	18.62	719.79	16.27
1125	156.55	0.68	211.80	11.68	17.72	968.79	7.49
1150	163.10	0.69	207.12	7.36	18.05	845.95	7.89
1196	152.60	0.54	192.82	14.83	12.05	771.57	9.47
1247	136.50	0.73	226.17	28.68	17.86	918.79	14.82

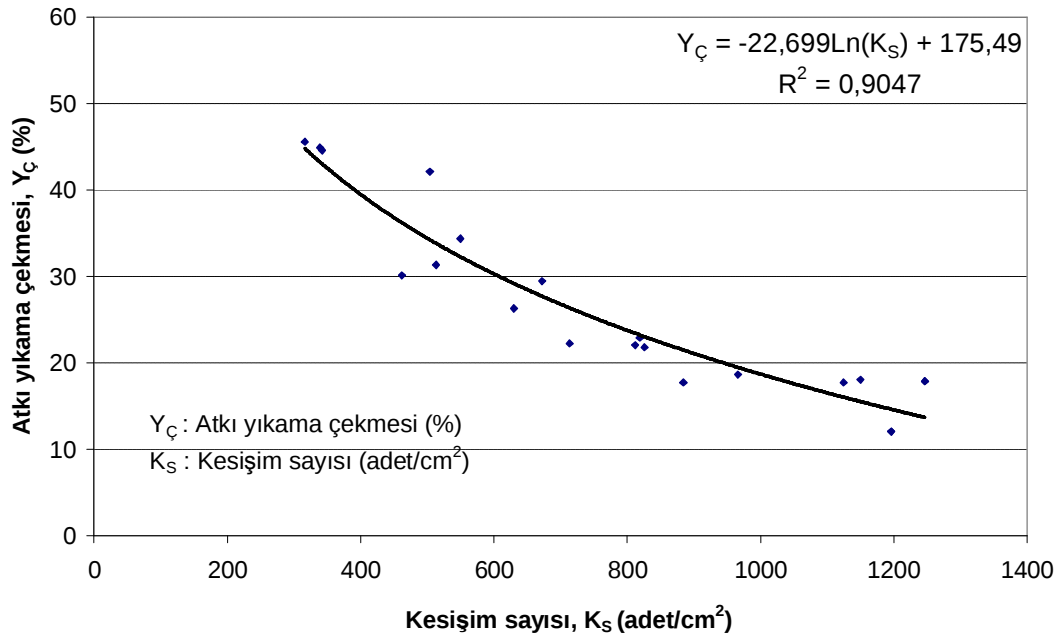
Çizelgelerden görüleceği üzere kesişim sayıları küçükten büyüğe doğru sıralanmış ve karşılık gelen fiziksel ve mekanik özellikler diğer sütunlarda verilmiştir. Ardından kumaş özellikleri ile kesişim sayısı arasındaki fonksiyonel ilişkiler irdelenerek sonuçları bakımından tartışılmıştır.

6.2.1. Atkı Yıkama Çekmesi ve Kesişim Sayısı

Şekil 6.3 ve 6.4 sırasıyla Ne 28/2 ve Ne 44/2 için kesişim sayısı ile atkı yıkama çekmesi ilişkisini göstermektedir.



Şekil 6.3. Atkı yıkama çekmesi ve kesişim sayısı (Ne 28/2)



Şekil 6.4. Atkı yıkama çekmesi ve kesişim sayısı (Ne 44/2)

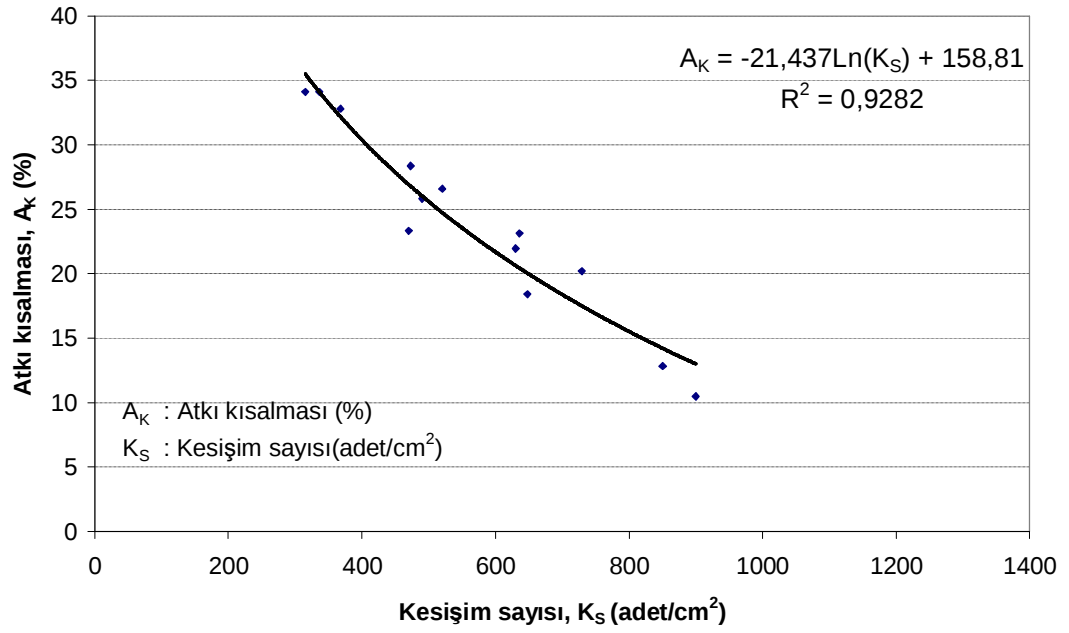
Yıkama sonrası çekmenin temel sebebi lif kesitinde dolayısıyla iplik kesitinde meydana gelen şişme olduğu bilinmektedir. Seyrek yapılı kumaşlarda (sıklığın düşük olduğu), sıkı yapılı kumaşlara oranla kesit şişmesi için daha fazla alan bulunmakta olup, sıkı yapılı kumaşlarda iplikler birbirine yakın olduğu için, iplik kesitleri

şişmeye çalışsa da birbirini engellemektedir. Dolayısı ile sıklığı yüksek olan kumaşlarda iplik kesitlerinde oluşan şişme miktarı sıklığı düşük olan kumaşlara göre daha fazladır. Kesitteki şişme ile beraber bağlantı noktalarında şişen kesit etrafından dolaşılan mesafe artacağından kumaşa daha fazla oranda çekme meydana gelir.

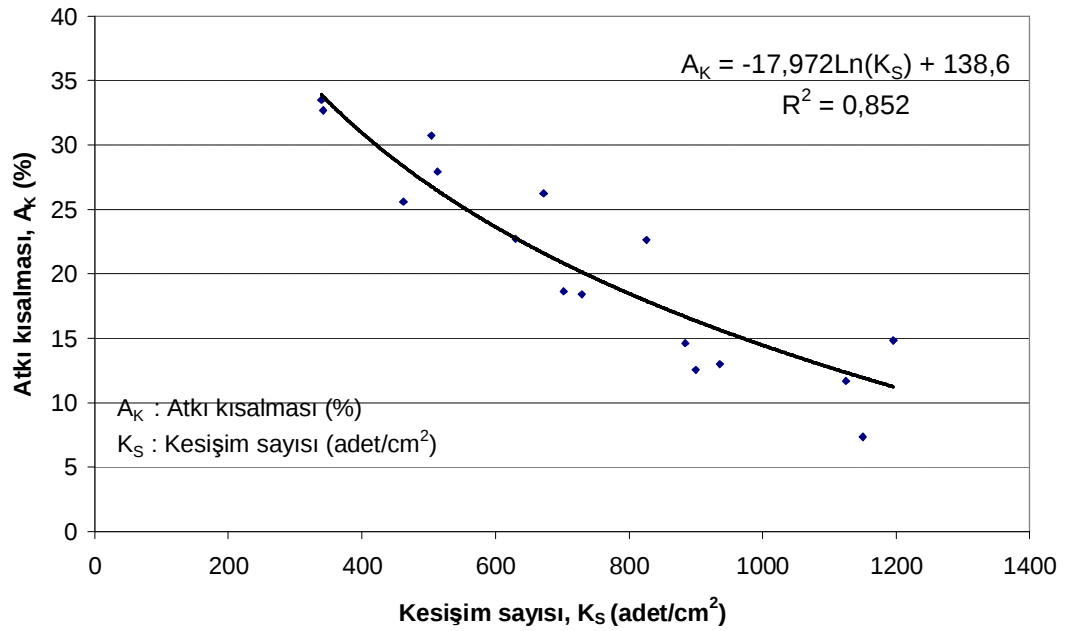
Kesişim sayısı atkı ve çözgü sıklığı ve birim alandaki bağlantı sayısı ile ilgili olduğundan kesişim sayısı arttıkça yıkama çekmesi azalır. Bağlantı sayısı belli bir noktayı aştığında kumaş daha stabil hale geleceğinden atkı yıkama çekmesi de sabitlenmeye doğru giderek azami değerine ulaşır.

6.2.2. Mekanik Değişimler ve Kesişim Sayısı

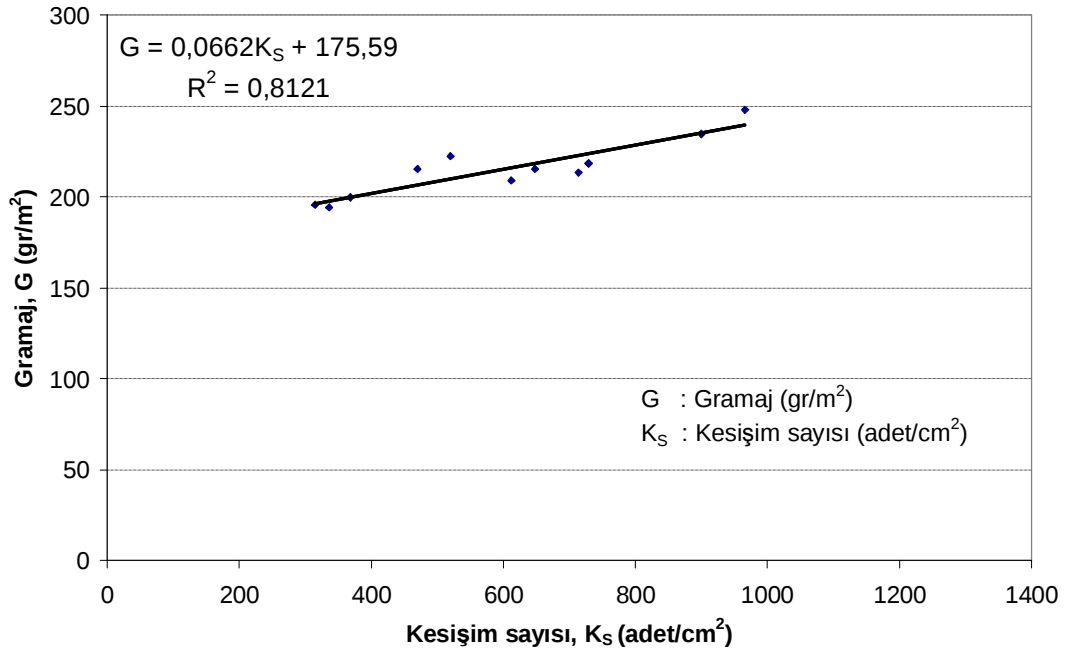
Şekil 6.5-6.12 Ne 28/2 ve Ne 44/2 için sırasıyla kumaşın atkı kısılması, gramaj, kalınlık, kumaş eni olarak ölçülen değerlerinin kesişim sayısı ilişkisini göstermektedir. Kumaşlarda gramaj, bağlantı sayısı arttıkça artmaktadır. Çünkü bağlantı sayısı arttıkça birim alandaki iplik sayısı da artmaktadır. Buna karşılık kalınlık, bağlantı sayısı arttıkça azalmaktadır. Çünkü atkıda elastan içerikli iplik kullanılmaktadır. Bağlantı sayısı düşük olduğu zaman atkı elastan iplik yeterince tutulamaz ve iplikte kabarma olur. Bu da kalınlık artışına neden olur. Bağlantı sayısı yüksek olduğunda atkı ipliği daha sıkı tutulur, bu da kabarmayı engeller. Bu durum kalınlığın düşük olmasına yol açar. Her iki atkı ipliği ile dokunan kumaşlarda kesişim sayısı arttıkça kumaş eninde artış gözlemlenmiştir. Bunun nedeni bağlantı sayısı arttıkça atkı ipliğinin daha sıkı bir şekilde tutulması, kumaşın daha stabil bir hale gelmesidir. Bağlantı sayısı düşük olan kumaşlarda, elastan iplik makinadan çıkarıldıktan sonra toparlanma eğilimindedir. Bu da beklendiği gibi kumaş eninde azalmaya neden olmuştur.



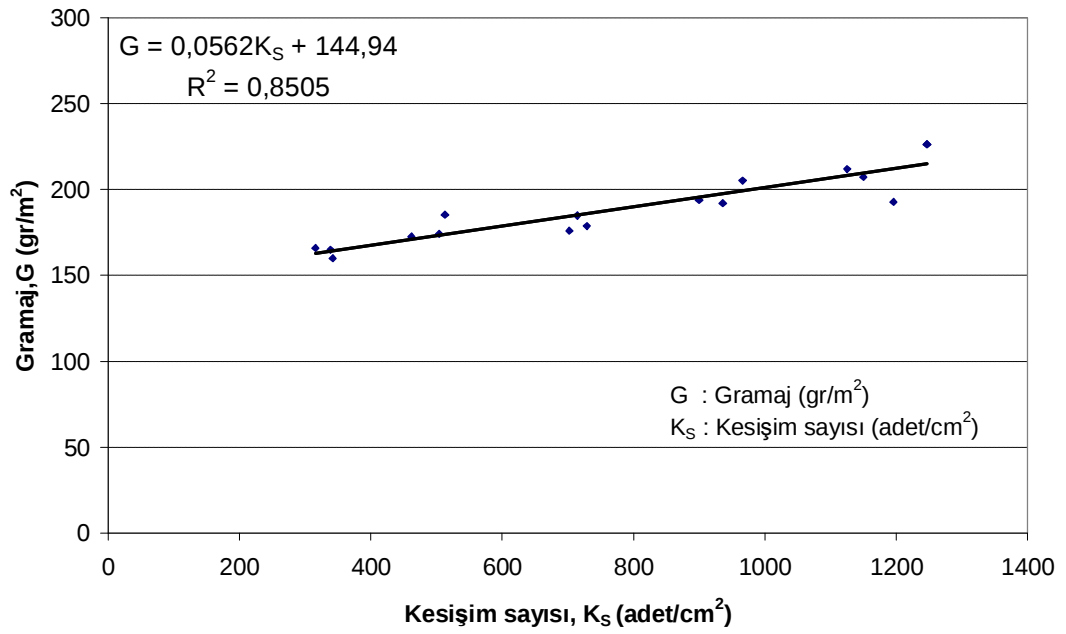
Şekil 6.5. Kumaşta atkı kısalması ve kesişim sayısı (Ne 28/2)



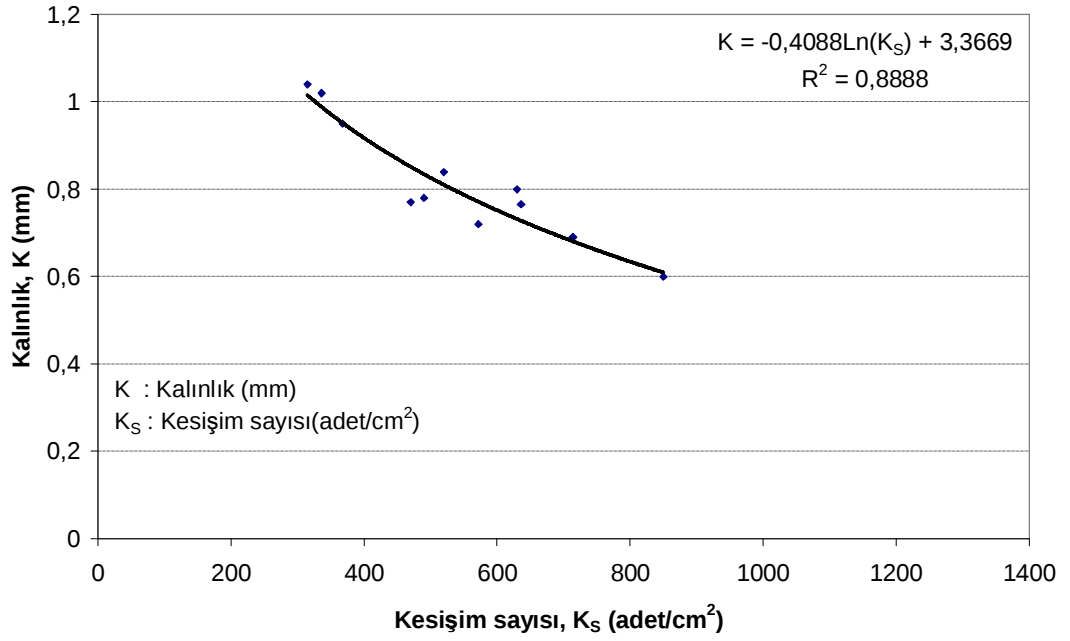
Şekil 6.6. Kumaşta atkı kısalması ve kesişim sayısı (Ne 44/2)



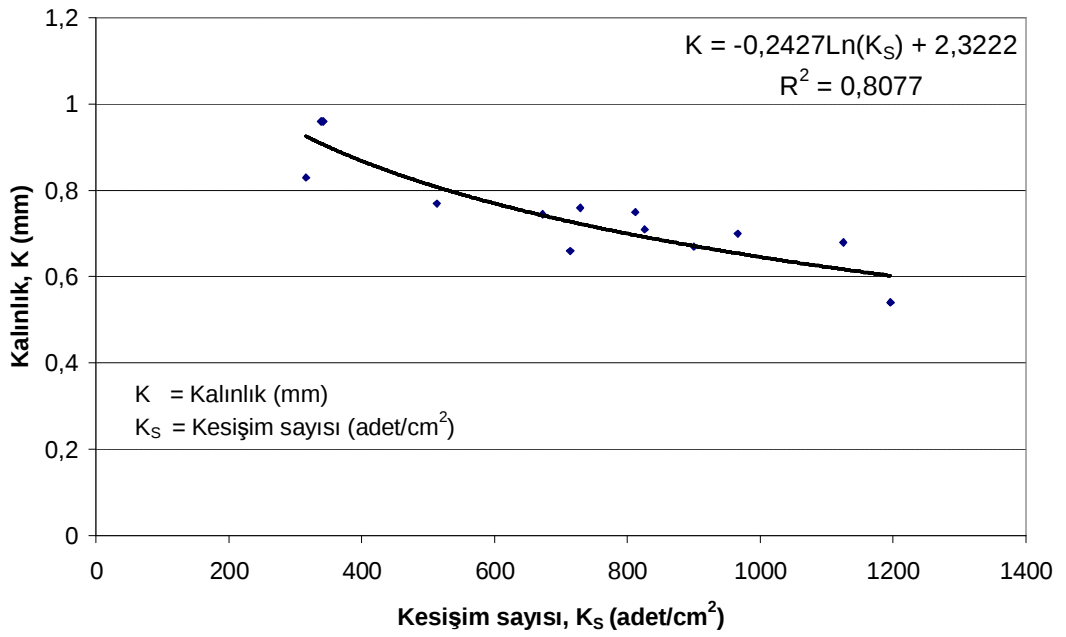
Şekil 6.7. Kumaş gramajı ve kesişim sayısı (Ne 28/2)



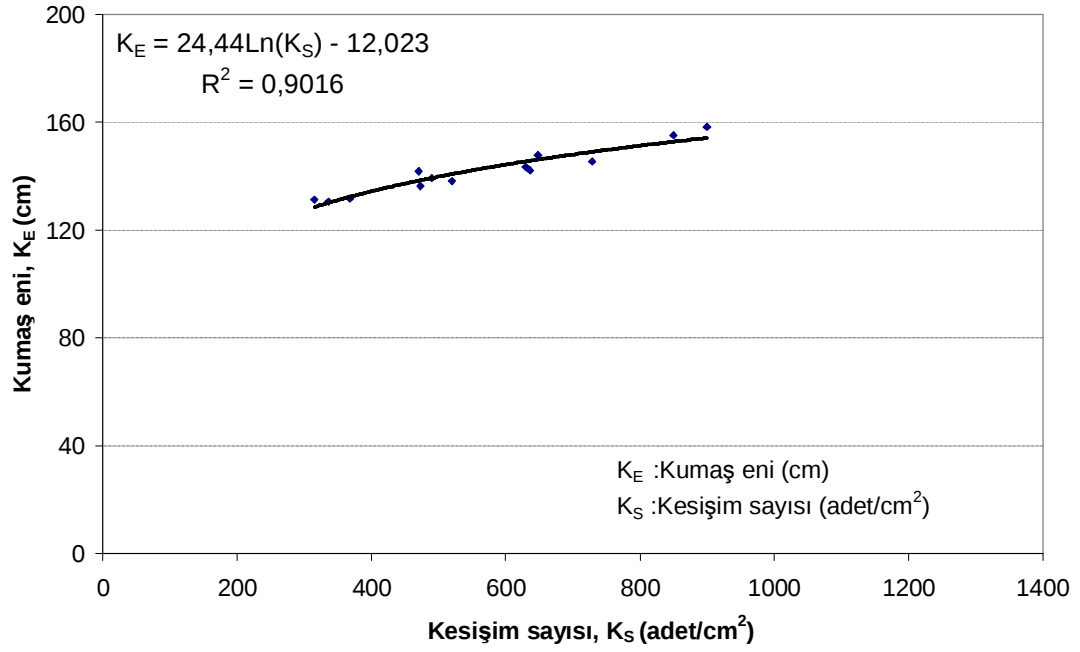
Şekil 6.8. Kumaş gramajı ve kesişim sayısı (Ne 44/2)



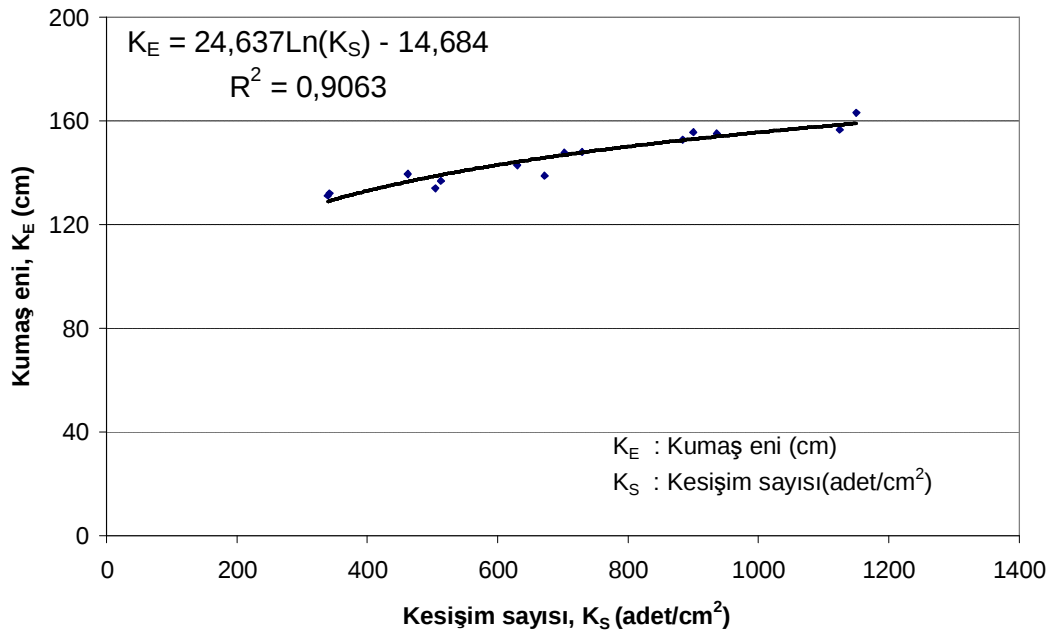
Şekil 6.9. Kumaş kalınlığı ve kesişim sayısı (Ne 28/2)



Şekil 6.10. Kumaş kalınlığı ve kesişim sayısı (Ne 44/2)



Şekil 6.11. Kumaş eni ve kesişim sayısı (Ne 28/2)



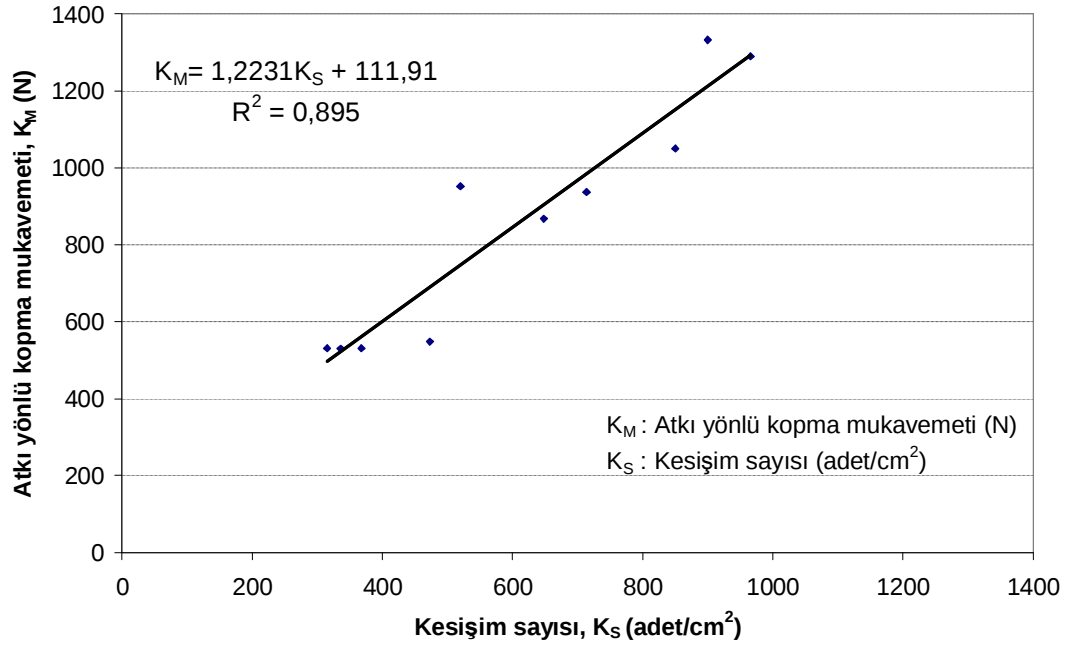
Şekil 6.12. Kumaş eni ve kesişim sayısı (Ne 44/2)

6.2.3. Kopma mukavemeti ve Elastikiyeti ile Kesişim Sayısı İlişkisi

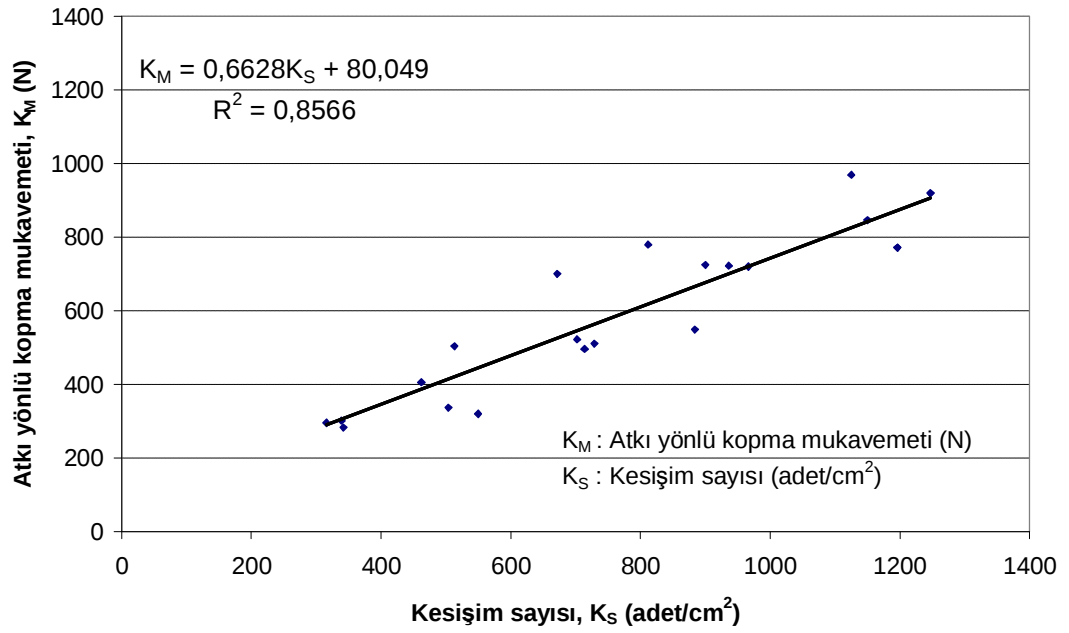
Şekil 6.13. - 6.16 Ne 28/2 ve Ne 44/2 için sırasıyla atkı yönlü kopma mukavemeti ve elastikiyet ile kesişim sayısı ilişkisini göstermektedir.

Her iki atkı ipliği ile dokunan kumaşlarda benzer davranışlar gözlemlenmiştir. Kesişim sayısı arttıkça kopma mukavemeti artmaktadır. Bunun nedeni, kesişim sayısı arttıkça birim alandaki mukavemete katkıda bulunacak iplik sayısının artmasıdır. Bu nedenle bağlantı sayısı arttıkça kopma mukavemeti de artmaktadır.

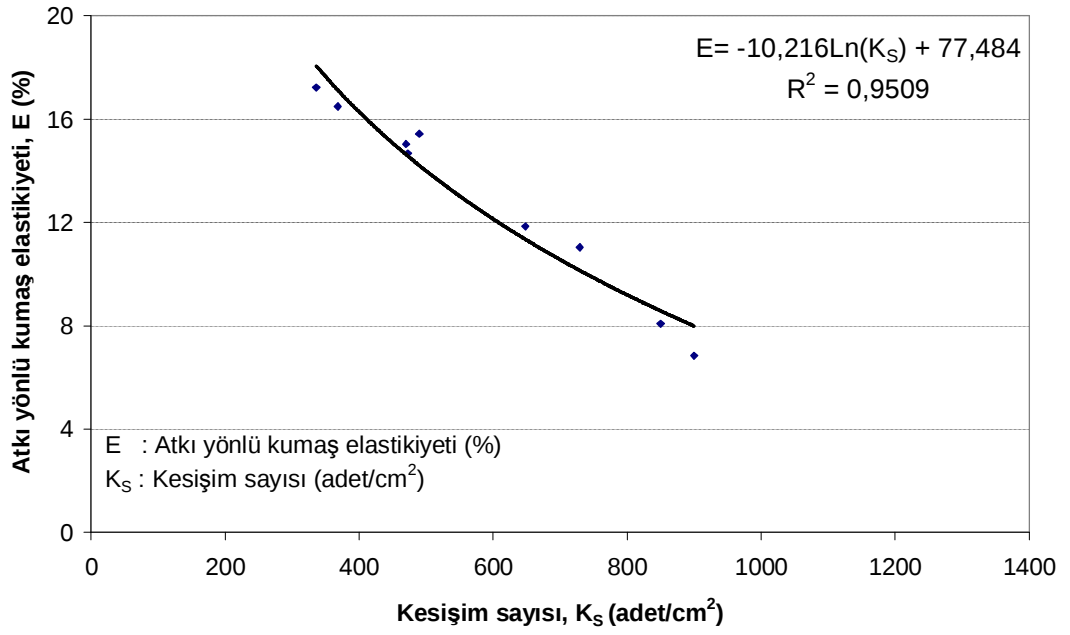
Kesişim sayısı arttıkça atkı elastikiyetinin azaldığı görülmüştür. Kesişim sayısını ile elastikiyet arasında doğrusal bir ilgi görülmüştür. Kesişim sayısı arttıkça, kumaş daha stabil bir yapıya doğru gittiğinden kumaşın elastikiyetinin azalmasına neden olmaktadır.



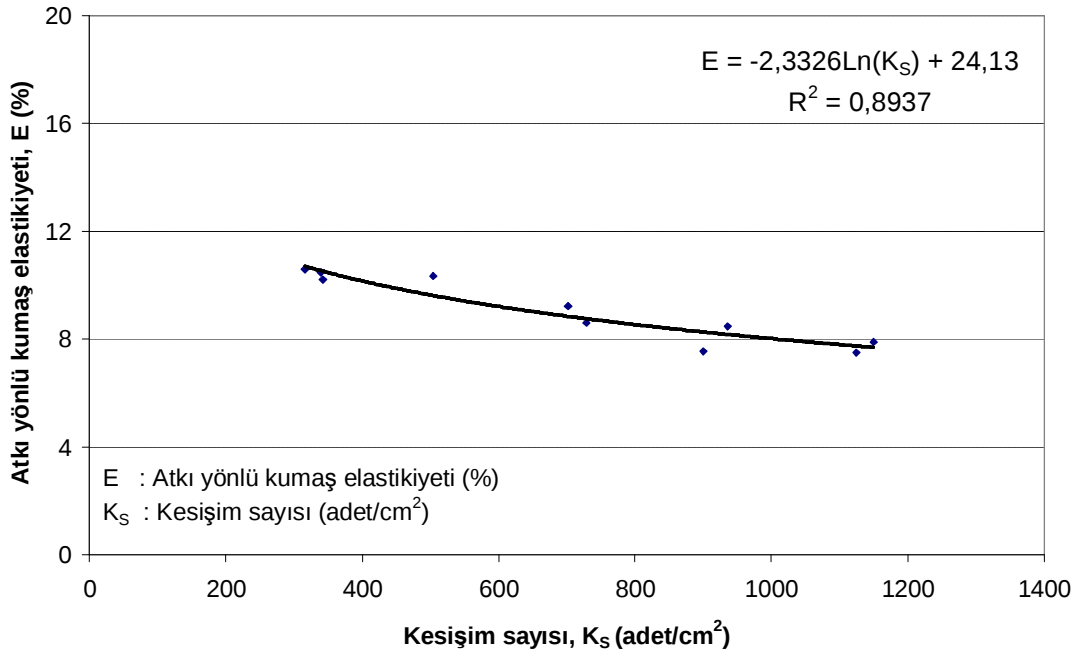
Şekil 6.13. Atkı yönlü kopma mukavemeti ve kesişim sayısı (Ne 28/2)



Şekil 6.14. Atkı yönlü kopma mukavemeti ve kesişim sayısı (Ne 44/2)



Şekil 6.15. Atkı yönlü kumaş elastikiyeti ve kesişim sayısı (Ne 28/2)



Şekil 6.16. Atkı yönlü kumaş elastikiyeti ve kesişim sayısı (Ne 44/2)

6.3. Çözümlü Gerilimi ile Kesişim Sayısı İlişkisi

Çizelge 6.5-6.6 Ne 28/2 ve Ne 44/2 için beş farklı bölgede ölçülmüş olan ortalama çözgü gerilim değerleri ile karşılık gelen kesişim sayısını vermektedir.

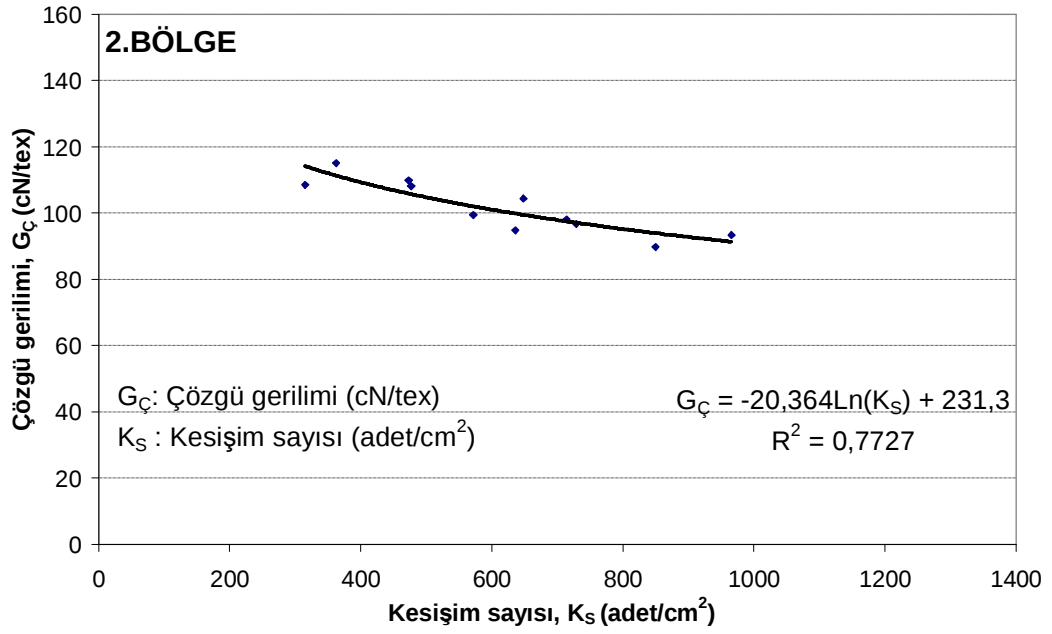
Çizelge 6.5. Ölçüm bölgelerine göre çözgü gerilim değerleri (Ne 28/2)

Kesişim Sayısı	Ortalama Çözgü Gerilimi (cN/tex)				
	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	4. Bölge	5. Bölge
315	100.37	108.48	133.09	115.37	66.59
336	104.35	102.10	135.79	112.85	82.54
362	104.57	115.13	129.38	103.07	74.21
470	92.62	93.40	124.23	97.47	76.51
473	103.92	109.90	132.46	114.49	59.79
477	94.52	108.13	117.38	89.14	65.32
490	87.64	99.79	128.14	105.57	62.07
572	94.86	99.50	125.31	114.63	93.09
612	114.44	111.25	149.93	126.65	67.58
630	87.60	88.88	118.64	90.79	73.83
636	85.42	94.80	119.51	95.80	61.69
648	108.96	104.36	144.83	117.04	68.96
714	93.56	98.05	121.47	104.19	54.58
729	103.34	96.72	137.27	108.45	56.69
850	86.36	89.83	112.12	102.35	78.14
900	104.87	98.11	140.60	114.64	65.22
966	90.17	93.39	115.27	98.51	53.54

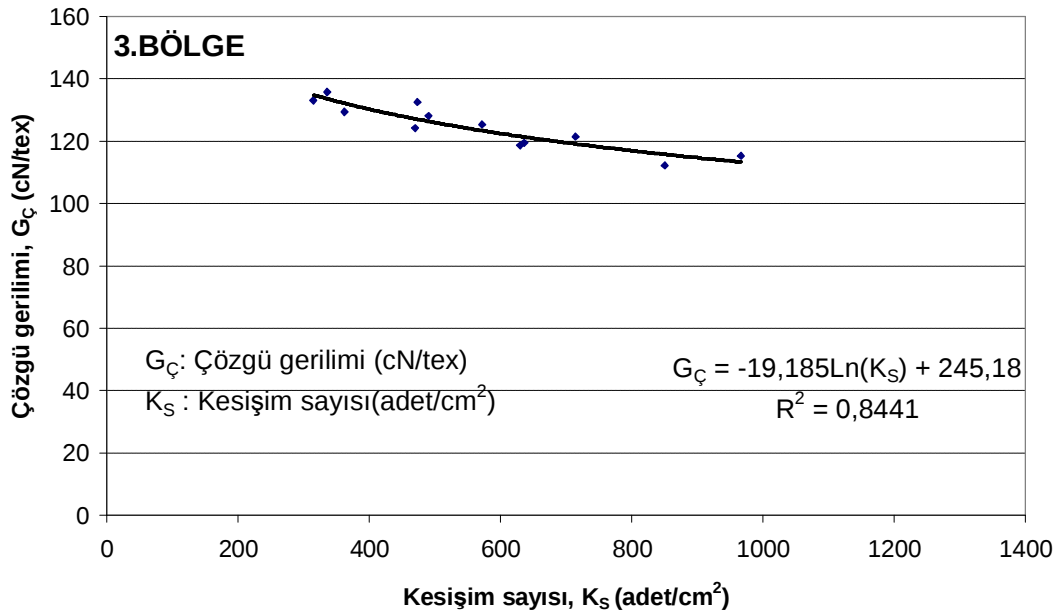
Çizelge 6.6. Ölçüm bölgelerine göre çözgü gerilim değerleri (Ne 44/2)

Kesişim Sayısı	Ortalama Çözgü Gerilimi (cN/tex)				
	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	4. Bölge	5. Bölge
316	101.95	108.26	124.99	148.54	75.76
339	91.28	117.31	119.72	141.11	69.27
342	99.79	118.72	117.76	139.79	70.32
462	93.99	116.11	118.70	137.84	64.99
504	97.33	126.16	116.85	135.57	71.93
513	87.85	107.99	115.43	129.78	63.14
550	103.42	105.19	120.04	148.40	68.56
630	91.52	96.63	113.20	133.66	63.43
672	84.89	106.83	107.08	123.58	64.30
702	92.28	124.90	121.72	129.17	70.80
714	78.14	123.47	109.93	127.50	59.19
729	90.69	118.44	107.82	125.54	70.50
812	81.23	103.94	100.83	121.33	67.01
819	81.25	100.18	111.48	122.28	58.94
826	88.83	96.08	110.81	129.44	57.42
884	93.86	93.71	104.76	138.44	59.23
900	85.54	113.39	104.77	119.26	65.58
936	91.16	121.44	118.23	124.11	66.36
966	72.69	118.63	103.56	121.26	54.29
1125	83.26	108.70	99.78	115.96	64.62
1150	89.81	118.47	114.24	123.90	64.89
1196	91.60	88.42	100.64	130.66	54.97
1247	70.44	113.33	100.12	118.53	51.66

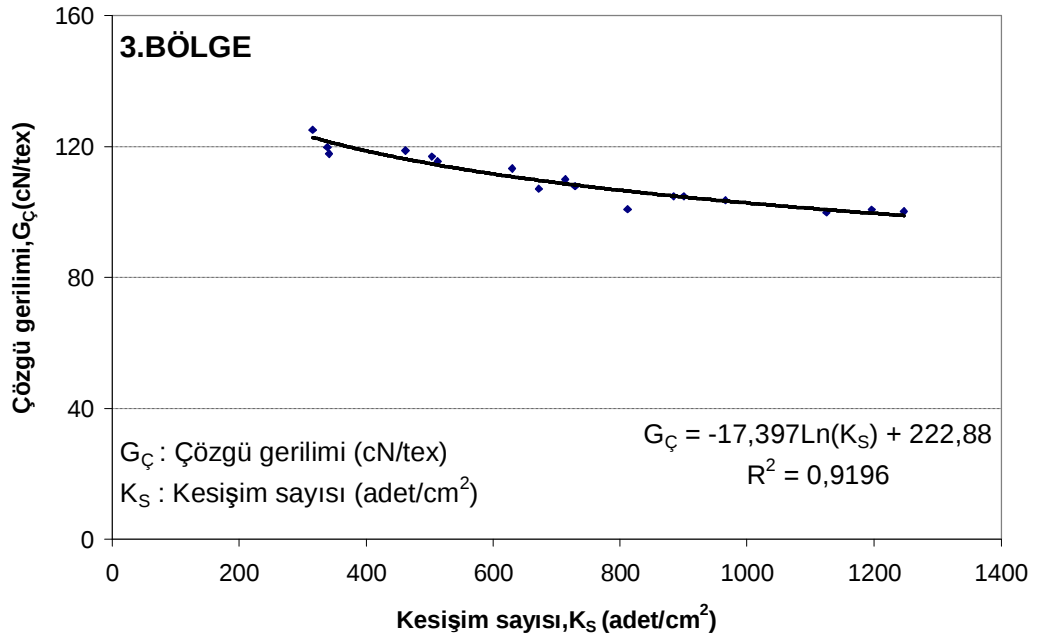
Şekil 6.17-6.18 Ne 28/2 için sırasıyla 2. ve 3. bölgede ölçülmüş ortalama gerilim değerleri ile kesişim sayısı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Benzer şekilde Şekil 6.19-6.20 Ne 44/2 için 3. ve 4. bölgeden ölçülmüş ortalama gerilim değeri ve kesişim sayısı ilişkisini örneklendirmektedir.



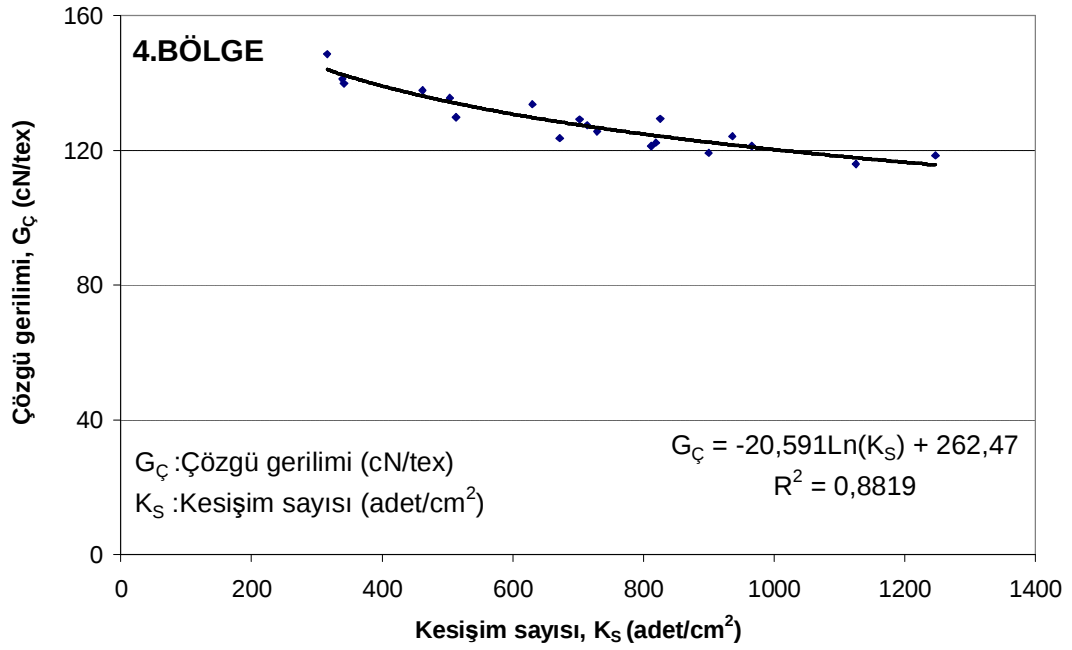
Şekil 6.17. Çözümlü gerilimi ve kesişim sayısı (Ne 28/2 Bölge 2)



Şekil 6.18. Çözümlü gerilimi ve kesişim sayısı (Ne 28/2 Bölge 3)



Şekil 6.19. Çözümlü gerilimi ve kesişim sayısı (Ne 44/2 Bölge 3)



Şekil 6.20. Çözümlü gerilimi ve kesişim sayısı (Ne 44/2 Bölge 4)

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada, PES/Vis/Lycra® içerikli atkı elastan dokumalarda doku tipi, atkı iplik kalınlığı ve atkı sıklığı faktörlerinin kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda materyal olarak iki farklı numarada, Ne 28/2 ve Ne 44/2 PES/Vis/Lycra® içerikli atkı iplikleri temin edilmiştir. Atkı ipliklerine iplik mukavemeti testi, büküm testi, düzgünsüzlük testi ve tüylülük testi yapılmıştır. Ne 28/2 atkı ipliği ile 3 farklı sıklıkta, Ne 44/2 atkı ipliği ile 4 farklı sıklıkta 7 doku tipinde kumaşlar üretilmiştir. Üretilen kumaşlara, kopma mukavemeti ve uzaması, yırtılma mukavemeti, elastikiyet, boyutsal değişim (sanfor), kalıcı uzama, kalınlık, gramaj, atkı ve çözgü sıklığı tespiti yapılmıştır. Belirlenen çalışma şartlarında çözgü gerilim değişimlerini ortaya koymak ve aynı şartlarda üretilmiş kumaşlarda tespit edilecek olan fiziksel ve mekanik özellikleri ile çözgü gerilimi bağlantısını ve ilgisini göstermek maksadıyla, dokuma esnasında 5 farklı noktada çözgü gerilim ölçümü yapılmıştır.

Çalışmanın detayları Materyal ve Metod ve Bulgular ve Tartışma bölümünde ele alınmış ve elde edilen deneysel veriler istatistiksel açıdan değerlendirilerek tepki değişkenleri ile karar değişkenleri arasında fonksiyonel ilişkiye uygun modeller bulunmuş, varyans analizi yapılarak sonuçlar değerlendirilmiş, regrasyon modelleri kurulmuştur. Ayrıca üretilen sıklık değerleri dışında ara sıklıklarda kumaşlar üretilmiş, üretilen kumaşlara testler uygulanmış, elde edilen denklemlerin verdiği sonuçlar ile test sonucunda elde edilen değerler karşılaştırılmalı incelenmiştir.

“Doku Yapısı ve Kumaş Analizi” bölümünde görüleceği üzere bir dokunun “bağlanma noktası” sayısı ile kumaşların kazandığı fiziksel ve mekanik özellikler arasında anlaşılabilir nitelikte fonksiyonel ilişkilerin olup olmadığı yönünde bir yaklaşım sergilenmiştir. Diğer bir deyişle dokunun yapısal parametrelerine bağlı olarak dokunun kumaştaki bir birim alandaki sayılarak ve/veya hesaplamak suretiyle tespit edilebilir olan “bağlanma noktası sayısı veya diğer bir deyimle kesişim sayısı” ile ölçülerek ve/veya test ederek tespit edilebilen fiziksel ve mekanik özellikler arasındaki anlamlı fonksiyonel ilişkinin varlığı üzerinde analiz ve inceleme yapılmıştır.

7.1. Genel Değerlendirme

Tez kapsamında yapılmış olan çalışmaların genel değerlendirme sonuçları maddeler halinde aşağıda özetlenmektedir.

1. Atkı ipliklerine uygulanan testler sonucunda kalın ipliğin, Ne 28/2, kopma mukavemeti ince iplikten, Ne 44/2, daha yüksek, kopma uzaması daha düşük çıkmıştır. İnce ipliğin Ne 44/2 düzgünsüzlüğü, Ne 28/2 atkı ipliğinden daha yüksek, büküm ve tüylülük miktarı daha düşük çıkmıştır.
2. Atkı yönündeki yıkama çekmesine daha çok uygulanan atkı sıklığının, sonra doku tipinin etki ettiği ve iplik numarasının önemli ölçüde etken bir faktör olmadığı gözlemlenmiştir. Çözümlü yıkama çekmesinde doku tipinin, atkı sıklığı ve atkı iplik numarasının belirgin bir etkisi gözlenmemiştir.
3. Sanfor öncesi ve/veya sanfor sonrası bütün doku tiplerinde uygulanmış tüm atkı sıklıkları ile kumaşta ölçülen atkı sıklığı arasında doğru orantılı lineer bir ilgi vardır. Sanfor işleminin ve iplik numarasının atkı sıklığına uygulanan ve ölçülen sıklık ilişkisi bakımından önemli bir etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. Sanfor öncesinde doku tipinin ve atkı sıklığının sırasıyla çözgü sıklığı üzerindeki önemli etken faktörler olduğu, sanfor sonrasında ise öncelikle atkı sıklığının, daha sonra ise doku tipinin önemli etkenler oldukları belirlenmiştir.
4. Atkı kısalması üzerinde atkı sıklığı ve doku tipinin dolayısıyla ipliklerin bağlantı yapma ve birbirlerini kesme düzeninin önemli etken faktörler olduğu, iplik numarasının ise bu duruma diğer iki faktör kadar önemli katkı vermediği görülmüştür.
5. Gramaj, beklendiği gibi her iki atkı ipliği ile dokunan kumaşlarda atkı sıklığındaki artış ile artmaktadır. Ayrıca bağlantı noktası düşük olan ve uzun atlamalar içeren doku tiplerinde gramajın daha yüksek olduğu görülmektedir.
6. Kumaş kalınlığı iplik numarasına ve ipliklerin kıvrımına bağlıdır. Atkı sıklığı yükseldikçe atkı iplikleri doku içinde kalıp, kıvrımı azaldığı için

kumaş kalınlığının düştüğü ve bunun sonucunda atkı sıklık artışı ile kumaş kalınlığında azalma görülmüştür. Bağlantı noktası yüksek olan doku tiplerinde, atkı iplikleri sıkı bir şekilde doku içinde kaldığı ve daha sıkı bir yapı halinde olduğu için kabarma yapmamaktadır. Bu durumun ise, çözgü ve atkı iplikleri arasındaki bağlantı sayısı yüksek olan doku tiplerinde kalınlığın daha düşük olması şeklinde gözlemlendiğini düşündürmektedir.

7. Atkı sıklığındaki artış ile kumaş eninde artış olmakta ancak, belirli bir sıklık değerinden sonra kumaş eninde değişim olmamaktadır. Atkı iplik kalınlığının kumaş enine belirgin bir etkisi olmayıp, bağlantı sayısı daha düşük olan doku tiplerinde atkı ipliği sıkı bir şekilde tutulmadığından kumaş eninin daha fazla olduğu görülmüştür.
8. Kopma mukavemeti ile atkı ipliği numarası ve uygulanan atkı sıklığı arasında doğru orantılı bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Buna karşılık doku tipinin ise diğer iki faktör kadar etkin olmadığı anlaşılmaktadır. Atkı parametrelerinin ve doku tipinin değiştirilmesine karşılık çözgü yönünde ölçülen kopma mukavemet değerlerinde de kısmen farklılıklar görünse de çözgü yönündeki parametrelerin değiştirilmesi nedeniyle, bu etkilenmenin belirgin bir kural ortaya koyacak kadar olmadığı görülmektedir. Atkı ve çözgü yönünde ölçülen ortalama kopma mukavemeti değerleri üzerinden tespit edilen kopma uzaması yüzde değerlerinin uygulanan doku tipi, atkı sıklığı ve iplik numarası gibi parametre şartlarından önemli ölçüde etkilendiği görülmektedir.
9. Yırtılma mukavemetine etki eden kumaş yapısal özellikleri atkı ve çözgü sıklığı ile doku türüdür. Atkı ve çözgü sıklığı yüksek olan kumaşların kopma mukavemetleri yüksek iken, yırtılma mukavemetleri, sıklıkları düşük olan kumaşlara göre daha düşüktür. Dokunan kumaşlara yırtılma mukavemeti testi uygulanmış, atkı sıklığı yüksek olan kumaşlar yırtılırken, atkı sıklığı düşük olan kumaşların yırtılmadığı görülmüştür.
10. Atkı yönündeki kumaş elastikiyetine en önemli etken faktörün doku tipi olduğu görülmektedir. Bu durumda, kumaş elastikiyeti yönünden doku içindeki bağlanma şeklinin önemli olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Bunun

yanı sıra atkı iplik özelliklerinin de önemli olduğu vurgulanmalıdır. Çalışmada atkı sıklığının önemli etken faktörler arasında olmadığı ortaya çıkmıştır. Sıklık artışı ile kumaş daha kararlı hale gelmekte ve atkı elastikiyeti azalmaktadır. Bu durum, atkı sıklığındaki artış ile birlikte atkı ipliklerinin kumaş içerisinde daha sıkı bir şekilde tutulduğu ve elastikiyetinin de bu nedenle azaldığı şeklinde düşünülebilir. Her iki kalınlıktaki atkı iplikleri ile dokunan kumaşlara atkı yönünde yapılan kalıcı uzama testleri sonucunda doku tipi, atkı sıklık ve numarasına bağlı olarak belirgin bir kalıcı uzama değişimi gözlenmemiştir.

11. Genel olarak, doku tipi, atkı sıklığı ve atkı iplik numarasının çözgü gerilimi üzerinde çok fazla etkili olmadığını, çözgü gerilim ölçüm bölgesinin ise çözgü gerilimi üzerinde en önemli etken faktör olduğunu söylemek mümkündür.
12. Doku tipi, atkı kalınlığı ve atkı sıklığı ile kumaşın fiziksel ve mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi tespit edebilmek için varyans ve regresyon analizleri yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Kumaş dokunmadan önce fiziksel ve mekanik özelliklerini tahmin edebilmek için bütün doku tipleri için regresyon denklemleri elde edilmiş, denklemlerin formül doğruluk oranları tespit edilmiştir. Üretilen sıklık değerleri dışında ara sıklıklarda (12 ve 13 atkı/cm) kumaşlar üretilmiş, üretilen kumaşlara testler uygulanmış, elde edilen denklemlerin verdiği sonuçlar ile test sonucunda elde edilen değerler karşılaştırılmıştır. Denklemler sonucunda elde edilen değerlerin ölçülen değerlere oldukça yakın olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel değerlendirme sonucu elde edilen regresyon denklemlerinden kumaş özelliklerinin tahmin edilebileceği anlaşılmaktadır.
13. Kumaş formundan sonra dokunun tipine ve sıklığına bağlı olarak değişebilen bir dokuma faktörü olarak ortaya konulmuş olan dokudaki bağlanma noktası sayısı veya bir diğer deyişle kesişim sayısının, K_S (adet/cm²), kumaş formundan önceki uygulama sıklıkları ve doku tipine göre hesaplanabilen kesişim sayısı, K_T (adet/cm²), ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada kumaş formundan önce birim alandaki

toplam kesişim sayısı K_T ve kumaş formunun oluşmasından sonra birim alandaki gerçek toplam kesişim sayısı K_S arasında lineer regrasyon denklemi elde edilmiştir. Regrasyon katsayısının % 98 seviyelerinde olduğu görülmüştür. Bu durum önemli bir sonuç olarak değerlendirilmiştir.

14. Atkı ipliğinin çözgü ipliği üzerinde, çözgü ipliğinin atkı ipliği üzerinde birim alanda yaptığı kesişim sayısı, K_S veya K_T (adet/cm²) ile kumaşın atkı yıkama çekmesi, atkı kısalması, gramaj, kumaş kalınlığı, kopma mukavemeti ve çözgü geriliminin önceden tahmin edilebileceği öngörülmüştür. Bu şekilde üreticilerin kumaşı dokumadan önce bir dokuma faktörü olan kesişim sayısına bağlı olarak, K_S veya K_T , kumaşın fiziksel ve mekanik özellikleri hakkında ön bilgi sahibi olabileceği düşünülmektedir.

7.2. Gelecek Çalışmalar için Öneriler

1. Bu konuda ileride yapılması için önerilen çalışma, farklı hammadde, farklı karışım oranları ve daha fazla sayıda atkı ipliği ile çalışılarak daha geniş çaplı olarak atkı iplik özelliklerinin kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi ve atkı sıklıkları arasındaki fark azaltılarak atkı sıklığındaki değişimin kumaş üzerindeki etkileri incelenebilir.
2. Çözgüde oluşan gerilimin dokumadaki önemi nedeni ile çözgü köprüsünün yeri değiştirilerek, bu durumun çözgü gerilimi ve gerilim değişiminin kumaşın fiziksel/mechanik özelliklerine etkileri ve gerilimin dokuma performansı ve kumaş kalitesi üzerindeki fonksiyonu ele alınabilir.
3. Yapılan çalışmada kumaş özelliklerinin kesişim sayısı, K_S veya K_T , arasında anlaşılabilir bir fonksiyonelliğin olduğu ortaya konmuştur. Bu husustaki çalışmalara derinlik kazandırılmasının önemli ve gerekli olduğu düşünülmektedir.
4. Bu ve ileride yapılabilecek çalışmalarla elde edilen bilgi birikimi ve dataların, model yaklaşımları, kumaş üretimi ve ürün optimizasyonu çalışmalarında değerlendirilebileceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- ADANUR, S.ve diğ., 1996. “National Texile Center Annual Report”. s:67-70.
- ALPAY, H. R. ve MERİÇ, B.,1996. “ Dokuma Kıvrım Oluşumu ve Değişiminin Kumaşın Yapısal Parametrelerine Etkisi”. Tekstil&Teknik, Temmuz.
- AKÇAN, A., 2001.“Lycra® lı Dokuma Kumaşların Üretimi ve Lycralı Dokuma Kumaşlarda Boyut Değişimi”. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Anonymous, 1998-1. “Elastan Liflerin Dünya Çapında Yayılması”.Melliand Türkiye Sayısı, s:33-34.
- Anonymous, 1998-3. “Elastan Liflerin Dünya Çapındaki Genişlemesi”Melliand Türkiye Sayısı, s: 169.
- ASTM D1423, 2008 “Standard Test Method for Twist in Yarns by Direct-Counting”
- AVCI, E., 1992. “İmali Düşünülen Düz Dokuma Tiplerinin Dokunabilirlik Değerlerinin Araştırılması”. Marmara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- BS 4952,1992, “ Elastic fabrics”, British Standards Institution, London
- CARDAMONE, J., ve diğ. , 2002. “Digital Image Analysis for Fabric Assessment”. Textile Research Journal, vol: 72, s: 906-916
- CAN, Y., ve KIRTAY, E., 2005. “Dokuma Kumaşlarda Yırtılma Mukavemeti Hakkında Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi”. Tekstil Maraton, Mayıs-Haziran
- COCHRAN, J.K., KOKANGUL, A., and KHANIYEV, T.A., 2009, “Stochastic approximations for optimal buffer capacity of many-station production lines”, Int. J. Mathematics in Operational Research, Vol. 1, Nos. ½, pp.211-227
- ÇATALOĞLU, A.,2007. “Elastan Karışıklı Denim Kumaşların Elastikiyet ve Kalıcı Deformasyon Özellikleri Üzerine Bir Araştırma”, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Yüksek Lisans Tezi.
- ÇETİN, C., 2007. “Dokuma Kumaş Özelliklerinin ve Görmüş Olduğu Mekanik Bitim İşlemlerinin Dokuma Kumaş Mukavemetine Etkisi” İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü,Yüksek Lisans Tezi.

- DİLSİZ D., 2001.“ Belirli Dokuma Faktörlerinin Ham Dokunmuş Kumaş Performanslarına Etkisi ve Etkileme Dereceleri”. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2001
- DUPONT Teknik Bülteni, 1997a. “Core spun iplikler”,sayı: L-519”
- 1997 b “Wovens Certification Program”, sayı: L-528
- 1997 c “Lycra® Elastanlı Kumaşların Yaş İşlemleri”, sayı: L-517
- DZIWORSKA, G. ve diğ., 2000. “Aesthetic and Hygienic Properties of Fabrics Made from Different Cellulose Raw Materials”. *Fibres&Textiles in Europe*, 29/2
- ERDİL, T., 2002. “Yapısında belirli oranda Lycra içeren kumaşlarda, Lycrada oluşabilecek bozunma (çürüme) nedenlerinin araştırılması”, U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa
- FAN, J., GARDINER,V.I., and HUNTER, L., 2002. “ A Portable Tester for Nondestructively Measuring Fabric Properties”. *Textile Research Journal*, 72(1), s:21-26
- FIELD, A., 2005 “ Discovering Statistics Using SPSS (Introducing Statistical Methods series)”,Sage Publication, Second Edition
- FRYDRYCH,I., DZIWORSKA, G VE MATUSIAK,M., 2000.” Influence of Yarn Properties on the Strength Properties of Plain Fabrics”. *Fibres and Textiles*, No 2(29)
- GEMCİ, R., ve BIÇKI., 2003. “Ring İplikçiliğinde Bilezik Çapı Değişiminin İplik Kalitesine Etkileri” *Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2003, Bursa
- GÜNEL, A., 2003.“ Regrasyon Denkleminin Başarısını Ölçmede Kullanılan Belirleme Katsayısı ve Kritiği” *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 4(2), p. 133-140
- HAIGING, M., ve XIANG, Z., 2001. “Influence of Weave on Fabric Wrinkle Recovery Property before and after Resin Treatment, *Journal of Donghua University*”, vol:4
- HUANG, C., ve diğ. , 2000, “Woven Fabric Analysis by Image Prosessing- Part I: Identification of Weave Patterns”. *Textile Research Journal*, vol:70, s:481-485

- HUEBER, H., 1998. “Elastik Tekstillerin Terbiyesinde Pratik Uygulamalar”, Melliand Türkiye Sayısı, sayı:2
- JEDDI, ve dig.,1999. “A comparative study on the performance of electronically- and mechanically-controlled warp yarn let-off systems”. Indian Journal Of Fibre & Textile Research,vol:24, issue:4,s:258-263
- KAPLAN.,S ve GÖKTEPE, Ö., 2002. “İplik Yapısı ve Kumaş Konstrüksiyonunun Dokunmuş Kumaşın Mukavemet Özellikleri Üzerindeki Etkileri”. Tekstil Maraton, Kasım/Aralık, sayı:6
- KANG, J.T., CHOI,H.S.,KIM,M.S., 2001. “Automatic Structure Analysis and Objective Evaluation of Woven Fabric Using Image Analysis”,Textile Research Journal, s: 261-270
- KANG ve diğ.,1999. “Automatic Recognition of Fabric Weave Patterns by Digital Image Analysis”. Textile Research Journal, vol:69, s: 77-83
- KAYNAK, K., ve TOPALBEKİROĞLU, M., 2008 “Influence of Fabric Pattern on the Abrasion Resistance Property of Woven Fabrics”, FIBRES&TEXTILES in Eastern Europe, January-March, Vol: 16, No: 1 (66)
- KOVACEVIC, S., 2000. “Influence of warp loading on weaving machines upon yarn Deformation”, Textile Research Journal, v. 70, no7, s: 603-610
- KUMPIKAITE, K., 2007. “The Fabric Weave’s Influence on the Character of Fabric Break”, Materials Science, Vol: 13, No:3, p: 245-248
- KURTÇA, E., 2001. “Atkı İpliği Özellikleri, Sıklık Ve Örgü Tipinin Kumaş Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi”. İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi
- LAYCOCK, G. H., 2004. “Warp stretch woven fabric and method for making the same WO 2004/079066 A1, World Intellectual Property Organization, s.29.
- Liao T., 2006. “Warp stretch woven fabrics comprising poliester bicomponent filaments” WO 2006/062495 A1, World Intellectual Property Organization, s.17.
- Ludwig, H.W., GRIES., 2003. “ Measurements Carried Out to Minimise Warp Tension Variations in Weaving Machines”. Melliand Textilberichte, Haziran, s:55-58

- Montgomery, D. C., 1990. Forecasting and Time Series Analysis, Second Edit., New York, McGraw-Hill
- MIRJALILLI, A., 1997. "The measurement and analysis of warp tension in Weaving" Ph.D Thesis, Textile Industries Dept., Leeds University, Leeds, U.K.
- MOROOKA, H., ve diğ.,1999. "Reflective Properties of Pantyhose Cloth as Analyzed by an Image Analysis System", Textile Research Journal, vol: 69, s: 68-74
- NARTER, A. M., 1985. "İki Katlı Pamuk İpliklerinden Dokunan Kumaşlarda Örgüye Bağlı Olarak Maksimum Atkı Sıklığının Değişimi Üzerinde Bir araştırma", Ege Üniv. Müh Fak.,Yüksek Lisans Tezi
- NATIONALTEKSTİLMERKEZİ,(1998),[ww2.ncsu.edu/unity/lockers/Project/ntcprojects/ Projects/F98-S12](http://ww2.ncsu.edu/unity/lockers/Project/ntcprojects/Projects/F98-S12)
- NIKOLIĆ, M., MIHAİLOVIĆ, T., SIMOVIĆ, LJ., 2000. "Real Value of Weave Binding Coefficient as a Factor of Woven Fabric Strength". Fibres and Textiles, No 2(31)
- ÖNDER, E., 1995. "Tekstil Mekaniği II Dokunmuş Kumaş Geometrisi ve Mekaniği",İ.T.Ü. Makine Fakültesi
- ÖZDEMİR,Ö., 1991. "Ağızlık Açma İşleminde, Çözümlü İpliği Özelliklerinin ve Ağızlık Geometrisinin Etkilerinin İncelenmesi". Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi
- ÖZMEN, F., 1990. " Dokuma Koşullarında İpliklerin Yasılma Özelliklerinin Belirlenmesi ve Ölçümü Üzerine Araştırma", Ege Üniv. Fen Bilimleri Ens. Doktora Tezi
- SEZEN, K., 1997. "Kancalı Atkı Atma Sisteminde Tahrik Mekanizmalarının Tasarımı". Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa
- SEVERINE, G., 2001. "Exploration of Micromachines to Textiles: Monitoring Warp Tension and Breaks During The Formation of Woven Fabrics". Doctor of Philosophy, North Carolina State University,USA

- SÜLE, G., 2008. “Dokuma Kumaş Yapısının Tezgah Eni Boyunca Çözümlü Gerginlik Dağılımına Etkisi”. *Electronic Journal of Textile Technologies*,1-p:11-17
- ŞENGÖZ, G., 1986. “ Çalışan Dokuma Tezgahında Atkı Sıklığının Sürekli Ölçümü ile Sıklık Değişiminin Bilgisayar Yardımıyla Matematiksel Analizi Üzerinde araştırmalar”. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi
- TAN, F., 1989. “Dokuma Kumaşların Üretiminde Optimizasyon için bir Bilgisayar Modelinin Hazırlanması”. Uludağ Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- TİTAN Kullanım Klavuzu, 2000. James& Heal Publication 290-510 C June
- TOKMAK,Ö., 2008. “Dokuma Kumaş Performans ve Mekanik Özelliklerinin Objektif Ölçüm Teknikleri Kullanılarak Analizi ve İncelenmesi”. İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- TOPALBEKİROĞLU, M., ve KAYNAK, K., 2008 “The Effect of Weave Type on Dimensional Stability of Woven Fabrics”, *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol: 20, No:5, page: 281-288
- TS 240 EN 20139, 1995. “Tekstil- Kondüsyonlama ve Deneyler İçin Standart Atmosfer Şartları”. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 250 EN 1049-2, 1996, “Tekstil Dokunmuş Kumaşlar- Yapı Analiz Metotları- Kısım 2- Birim Uzunluktaki İplik Sayısının Tayini”. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 251, 1992. “Dokunmuş Kumaşlar- Birim Uzunluk ve Birim Alan Kütlesinin Tayini”. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 254, 1989. “Dokunmuş Kumaşlar - İmal Tarzı - Analiz Metotları - Kumaştaki İpliğin Kısılma Oranının Tayini”. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN ISO 13934-1, 2002. “Tekstil- Kumaşların Gerilme Özellikleri- Bölüm 1:En Büyük Kuvvetin Ve En Büyük Kuvvet Altında Boyca Uzamanın Tayini- Şerit Metodu”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN ISO 13937-4, 2002. “Kumaşın Yırtılma Dayanımının Tayini”,Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS 5720 EN ISO 6330, 2002. “Tekstil- Tekstil Deneyleri İçin- Ev Tipi Çamaşır Makinesi İle Yıkama ve Kurutma İşlemleri”, Ankara

- TS 7128 EN ISO 5084,1998. “Dokunmuş ve Örölmüş Kumaşlarda Kalınlık Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN 1773,1998. “Tekstil- Kumaşlar- Genişlik ve Uzunluğu’nun Tayini”, Ankara
- UÇAR, ve diğ. ,2004. “Investigating the drape behavior of seamed knit fabrics with image analysis,Textile Research Journal, vol:74,cilt:2, sayfa:166-171
- WEINSDORFER, H., WOLFRUM,J.,STARK,U. ,1991. ”The distribution of the warp end tension over the warp width and how it is influenced by the weaving machine setting”. vol:11 p:E 360-362
- WHITFIELD, T., 1992, “Eliminating weft tension problems”, Textile Month, Jan, sayfa: 38-39
- www.james-heal.co.uk, 2009. James H. Heal & CO. LTD web sitesi
- www.erlermakina.com, 2009. Erler Makine web sitesi
- www.hama-yarn.com, 2009, Hama- Cotton-Yarn Company web sitesi
- www.hans-schmidt.com, 2009, Hans Schmidt & CO GMBH web sitesi
- www.mimozamarmara.edu.tr/~cahit/Yayin/belge/ista/index.html,2009.Cahit Cengizhan Ders Notları
- www.rieter.com, web sitesi, 2009. Rieter Textile Systems web sitesi
- www.sdlatlas.com, 2009, SDL Atlas Textile Testing Solutions Company web sitesi
- www.uster.com,2009. Uster Technologies Company web sitesi
- YAKARTEPE, M., ve YAKARTEPE, Z., 1995. T.K.A.M. Tekstil Teknolojisi Elyafıtan-Kumaşı, İnsan Yapısı (Yapay) Elyafılar ,s: 891-899
- XIN, B., 2002, “Objective Evaluation of Fabric Pilling Using Image Analysis Techniques, Textile Research Journal, vol: 72, s: 1057-1064
- XINGFENG, G., 2004, “The Weft Peak Tension on Air Jet Weaving Machine and Control”, Fang zhi xue bao, Part 3,s: 32-33
- ZIBERNA, SUJICA, Z., STJEPANOVIE, Z ve GROBEISEK,Z., 2000“Construction and Production of Worsted Elastic Fabrics”, Fibres and Textiles,Abstracts No 2(30)

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Adana’da doğdu. İlköğrenimini Gaziantep’te tamamladı. Ortaokul ve lise eğitimini 1992 yılında Samsun Anadolu Lisesi’nde devam ettirdi. 1992 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümünde lisans programına başladı. 1996 yılında mezun oldu. 2000 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Yüksek Lisansını tamamladı, 2002 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Yüksek Lisansını tamamladı.

EK 1.Kumaşların yıkama çekmesi (sanfor) sonuçları

Doku Tipi	Atkı sıklığı, Sa (atkı/cm)	Replikasyon 1				Replikasyon 2			
		Ne 28/2		Ne 44/2		Ne 28/2		Ne 44/2	
		Çözü (%)	Atkı (%)	Çözü (%)	Atkı (%)	Çözü (%)	Atkı (%)	Çözü (%)	Atkı (%)
B 1/1	10	2.57	44	2.29	33.86	3.10	42.72	1.62	34.86
	16	1	23.86	1.71	16.86	4.20	21.81	1.05	18.57
	22	-	-	1.14	12	-	-	1.14	12.10
P 2/2	10	0.86	47.14	0.29	42.57	4.10	47.76	2.95	46.57
	16	1.429	38.57	2.57	32.86	4.29	38.10	2.95	36.19
	22	3.71	28.29	2.14	26.29	3.52	28.29	2	27.33
	28	-	-	1.14	21.14	-	-	1.43	22.95
Rç 1-3	10	2	50	1.71	42.86	2.19	49.91	1.81	48.38
	16	1	44.57	2	38.57	3.81	43.71	1.91	40.19
	22	4.29	37.86	2.29	29.29	6.67	34.71	2.86	31.81
	28	-	-	2.86	18	-	-	2.86	18.10
Rç 2-2	10	1.71	45.71	1.71	44.57	2.29	49.76	1.81	47.91
	16	3.14	44.29	2	39.71	4.19	43.86	2.86	41.43
	22	7.14	36	2.57	27.86	6.95	33.38	4	33.33
	28	-	-	1.71	17.71	-	-	2.86	17.72
Ra 2-2	10	2.57	35.71	2.57	26.86	3.048	34.05	2.10	29.71
	16	1.43	24.57	0.29	20.29	1.81	24.38	0.86	24.19
	22	0.86	20.57	0.571	16.57	1.76	18.76	0.76	20.67
	28	-	-	0.29	16.57	-	-	0.86	19.14
D 1/3	10	4	48	2.29	43.71	3.52	47.43	3.24	46.10
	16	0.71	38.86	2.289	32.86	3.62	39.38	2.67	29.81
	22	4.29	32.57	1.71	27.71	4.05	32.38	2.95	36.57
	28	-	-	1.43	21.71	-	-	2	24.10
D 2/2	10	1.43	46.86	3.14	45.14	3.71	48.91	2.86	46
	16	4	37.14	2.86	31.14	3.71	36.91	2.76	32.76
	22	0.86	27.71	3.14	27	3.14	26.81	1.81	25.62
	28	-	-	1.14	18	-	-	1.81	25.62

Ek 2. Kumaşların sıklık sonuçları

Doku Tipi	Atkı Sıklığı, Sa (atka/cm)	Replikasyon 1								Replikasyon 2							
		Ne 28/2				Ne 44/2				Ne 28/2				Ne 44/2			
		Sanfor Öncesi		Sanfor Sonrası		Sanfor Öncesi		Sanfor Sonrası		Sanfor Öncesi		Sanfor Sonrası		Sanfor Öncesi		Sanfor Sonrası	
		Çözü	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı
B 1-1	10	27	11	42	12	25	11	37	11	25	11	40	12	25	11	36	11
	16	25	17	30	18	25	17	29	17	25	17	31	17	26	17	30	17
	22	-	-	-	-	26	23	27	24	-	-	-	-	25	23	28	24
P 2-2	10	31	10	46	12	32	12	44	12	28	12	47	12	26	11	44	11
	16	29	16	38	18	27	18	38	17	26	18	40	18	28	18	38	18
	22	28	22	34	22	28	24	35	24	26	26	34	24	27	24	34	24
	28	-	-	-	-	29	29	33	29	-	-	-	-	27	29	34	30
Rç 1-3	10	39	12	48	12	29	12	44	12	28	12	48	12	27	12	47	12
	16	27	18	41	19	27	18	39	19	27	14	46	15	26	17	39	17
	22	24	24	35	25	26	25	33	25	25	24	36	23	26	23	37	24
	28	-	-	-	-	25	31	30	32	-	-	-	-	25	30	29	31
Rç 2-2	10	39	12	50	12	27	12	49	12	28	12	49	11	28	11	47	12
	16	29	18	42	18	27	18	39	18	25	18	40	18	26	18	41	18
	22	25	24	34	25	25	23	31	24	25	24	34	26	25	24	34	23
	28	-	-	-	-	24	30	28	30	-	-	-	-	25	30	30	32
Ra 2-2	10	29	11	42	11	28	11	36	11	28	11	38	11	28	11	34	11
	16	28	17	34	17	28	16	34	17	28	17	34	17	28	17	32	17
	22	28	23	34	22	28	22	32	24	28	23	32	23	28	23	32	23
	28	-	-	-	-	28	28	34	29	-	-	-	-	30	29	32	29
D 1-3	10	36	10	47	11	27	11	43	12	27	12	46	12	27	12	46	11
	16	30	16	39	17	29	18	40	17	27	17	41	17	28	18	39	17
	22	28	22	35	24	27	23	38	23	27	23	36	23	28	24	36	23
	28	-	-	-	-	28	28	34	33	-	-	-	-	27	30	34	29
D 2-2	10	33	10	49	11	28	11	43	11	28	11	48	12	26	11	46	11
	16	27	17	39	18	28	16	36	17	26	18	40	18	27	17	34	18
	22	27	24	34	23	27	22	31	23	27	23	33	24	28	24	32	24
	28	-	-	-	-	28	28	31	28	-	-	-	-	28	29	31	30

EK 3. Kumaşların gramaj sonuçları

Doku Tipi	Atkı sıklığı, Sa (atkı/cm)	Replikasyon 1 Gramaj(gr/m ²)		Replikasyon 2 Gramaj(gr/m ²)	
		Ne 28/2	Ne 44/2	Ne 28/2	Ne 44/2
B 1-1	10	176.44	155.6	168.53	149.17
	16	204.52	170.7	200.53	168.63
	22	-	192.1	-	193.53
P 2-2	10	196.66	158.8	194.7	160.7
	16	219.2	186.1	218.3	176.57
	22	249.42	199.5	250.5	197.23
	28	-	222.5	-	222.47
Rç 1/3	10	206.76	178.7	212.13	162.23
	16	216.12	177.3	214.83	174.5
	22	236.74	193.5	239.03	190.13
	28	-	208.8	-	205.43
Rç 2/2	10	216.98	181.6	200.53	159.63
	16	221.54	183.5	215.3	173.97
	22	234.5	197.8	234.93	189.83
	28	-	212	-	211.6
Ra 2/2	10	184.64	168.4	181.2	156.73
	16	215.66	188.9	211.1	180.6
	22	247.04	206	248.97	204.2
	28	-	225.9	-	226.43
D 1/3	10	197.82	165.7	201.87	164
	16	224.08	184.5	220.57	185.93
	22	255	205.5	253.93	206.1
	28	-	224.6	-	220.43
D 2/2	10	195.84	170.92	192.87	160.9
	16	217.48	185.5	213.47	179.33
	22	248.64	200.1	246.4	204.33
	28	-	220.76	-	220.47

Ek 4. Kumaşların kalınlık ölçüm sonuçları

Doku Tipi	Atkı sıklığı, Sa (atkı/cm)	Ne 28/2							K _{ort}	Ne 44/2							K _{ort}
		Ölçüm Noktası								Ölçüm Noktası							
		1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7	
B 1/1	10	0.73	0.7	0.71	0.71	0.72	0.7	0.69	0.71	0.55	0.55	0.57	0.61	0.58	0.58	0.58	0.57
	16	0.60	0.59	0.59	0.61	0.62	0.60	0.60	0.60	0.56	0.57	0.55	0.57	0.54	0.55	0.54	0.55
	22	-	-	-	-	-	-	-	-	0.59	0.54	0.53	0.54	0.54	0.52	0.53	0.54
P 2/2	10	1.04	0.99	1.05	1.1	1.04	1.02	1.02	1.04	0.99	0.97	0.96	0.95	0.92	0.96	0.96	0.96
	16	0.77	0.76	0.77	0.79	0.79	0.77	0.78	0.78	0.73	0.70	0.72	0.73	0.72	0.73	0.72	0.72
	22	0.76	0.77	0.78	0.77	0.78	0.77	0.77	0.77	0.73	0.73	0.70	0.73	0.71	0.73	0.72	0.72
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	0.77	0.74	0.75	0.76	0.74	0.75	0.76	0.75
Rç 1/3	10	1.33	1.28	1.32	1.36	1.3	1.33	1.4	1.33	1.07	1.06	1.14	1.05	1.09	1.17	1.33	1.13
	16	0.96	0.94	1.003	0.98	0.997	0.95	0.95	0.97	0.86	0.83	0.84	0.87	0.83	0.82	0.85	0.84
	22	0.75	0.74	0.75	0.76	0.77	0.74	0.73	0.75	0.77	0.75	0.76	0.78	0.76	0.75	0.74	0.76
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	0.72	0.70	0.70	0.69	0.71	0.67	0.66	0.69
Rç 2/2	10	1.32	1.35	1.36	1.39	1.37	1.42	1.32	1.36	1.02	1.03	1.08	0.997	0.97	1.03	1.047	1.02
	16	0.91	0.86	0.88	0.87	0.88	0.89	0.88	0.88	0.78	0.74	0.76	0.78	0.74	0.74	0.78	0.76
	22	0.72	0.73	0.71	0.73	0.74	0.7	0.69	0.72	0.67	0.65	0.65	0.67	0.68	0.67	0.67	0.67
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	0.69	0.67	0.67	0.67	0.697	0.65	0.697	0.68
Ra 2/2	10	0.67	0.63	0.66	0.71	0.67	0.67	0.69	0.67	0.62	0.6	0.63	0.63	0.63	0.62	0.62	0.62
	16	0.69	0.68	0.68	0.697	0.67	0.68	0.69	0.68	0.67	0.65	0.66	0.65	0.65	0.66	0.65	0.66
	22	0.72	0.72	0.7	0.72	0.69	0.72	0.73	0.71	0.69	0.69	0.697	0.7	0.68	0.69	0.72	0.70
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	0.77	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.74
D 1/3	10	0.94	0.95	0.94	0.98	0.97	0.96	0.94	0.95	0.97	0.96	0.96	0.95	0.97	0.96	0.96	0.96
	16	0.83	0.84	0.83	0.84	0.84	0.84	0.83	0.84	0.77	0.77	0.78	0.78	0.76	0.77	0.77	0.77
	22	0.81	0.8	0.81	0.8	0.78	0.81	0.82	0.80	0.78	0.76	0.78	0.77	0.75	0.76	0.77	0.77
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	0.79	0.77	0.76	0.77	0.76	0.77	0.78	0.77
D 2/2	10	1.02	1.05	0.99	1.02	1.05	1.01	0.997	1.02	0.85	0.81	0.87	0.83	0.81	0.82	0.84	0.83
	16	0.79	0.75	0.76	0.78	0.79	0.77	0.77	0.77	0.66	0.69	0.66	0.68	0.67	0.69	0.69	0.68
	22	0.77	0.73	0.76	0.79	0.78	0.76	0.76	0.76	0.67	0.67	0.67	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	0.71	0.70	0.69	0.71	0.69	0.70	0.72	0.70

Ek 5. Kumaşların kumaş eni sonuçları

Doku Tipi	Atkı sıklığı, Sa (atkı/cm)	Replikasyon 1		Replikasyon 2	
		Ne 28/2	Ne 44/2	Ne 28/2	Ne 44/2
B 1/1	10	152.1	150	152.3	150
	16	155.1	152.7	155.4	152.5
	22	-	152.4	-	152.8
P 2/2	10	130.5	131.9	132	132
	16	139.1	139	139.4	139
	22	140.15	139.7	140	140
	28	-	139.5	-	139.6
Rç 1/3	10	128.6	131.8	129	131.6
	16	147.8	147.5	148	147.7
	22	158.3	154.9	158	155
	28	-	163	-	163.2
Rç 2/2	10	122.8	131.1	122.7	131
	16	145.6	147.8	145.3	148
	22	158.4	155.5	158.3	155.7
	28	-	156.7	-	156.4
Ra 2/2	10	136.35	136.3	136.3	136.1
	16	137.3	136	137.1	136.5
	22	138	134.5	138.2	136.7
	28	-	136	-	137
D 1/3	10	131.8	131.1	131.7	131
	16	138.25	136.8	138.2	136.9
	22	143.5	137.6	143.4	137.7
	28	-	139.2	-	139.4
D 2/2	10	130.5	138	130.7	138
	16	141.9	142.5	141.8	142.7
	22	144.2	142.6	144	142.9
	28	-	142.7	-	143

Ek 6. Kumaşların kopma mukavemeti ve uzaması (Replikasyon 1)

Doku Tipi	Atkı sıklığı, Sa (atkı/cm)	Ne 28/2				Ne 44/2			
		Kopma Mukavemeti (N)		Kopma Uzaması (%)		Kopma Mukavemeti (N)		Kopma Uzaması (%)	
		Çözü	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı
B 1/1	10	1068.12	604.11	30.63	33.64	1032.98	327.74	26.27	31.44
	16	1037.01	1065.77	34.54	29.4	1051.67	554.18	29.34	35.58
	22	-	-	-	-	1067.84	784.4	31.26	39.11
P 2/2	10	1130.54	512.18	24.07	42.3	951.8	285.63	21.89	34.22
	16	1058.11	876.34	23.67	32.17	963.84	488.66	21.93	39.42
	22	1034.52	1252.42	23.89	37.31	987.34	701.65	22.1	44.59
	28	-	-	-	-	956.88	720.72	21.04	38.22
Rç 1/3	10	1228.8	512.19	27.15	28.64	1153.01	283.85	24.98	34.65
	16	1071.46	811.28	30.84	27.51	1083.87	515.42	28.8	34.06
	22	1023.14	1268.7	34.46	28.67	1028.26	710.51	31.82	35.59
	28	-	-	-	-	1023.64	763.48	31.26	27.19
Rç 2/2	10	1370.39	526.7	27.89	30.38	1090.44	289.05	24.87	33.57
	16	1071.81	899.05	31.54	29.09	1101.8	496.91	28.75	33.39
	22	1034.31	1326.19	35	28.9	1037.27	730.97	31.69	34.4
	28	-	-	-	-	1055.73	986.27	33.41	32.39
Ra 2/2	10	1018.56	546.61	21.74	37.98	1017.84	292.98	20.8	35.72
	16	1061.18	938.79	22	37.34	1015.37	462.11	20.47	43.28
	22	1067.92	1235.02	21.95	40.55	959.63	710.88	20.41	41.29
	28	-	-	-	-	872.12	890.06	20.44	43.83
D 1/3	10	1200.42	503.38	25.87	44.45	1021.57	292.89	22.78	34.36
	16	1161.86	961.72	26.69	35.56	1011.01	481.84	24.04	40.93
	22	1086.42	1353.54	27.9	37.69	1043.16	727.16	23.66	37.28
	28	-	-	-	-	965	777.18	24.02	35.58
D 2/2	10	1236.82	503.87	26.22	43.28	1018.36	281.98	22.49	33.24
	16	1064.78	916.41	26.12	31.96	1026.71	507.41	23.97	39.11
	22	1089.28	1279.28	35.58	27.51	1006.47	697.66	24.68	42.12
	28	-	-	-	-	988.78	907.95	24.19	39.15

Ek 7. Kumaşların kopma mukavemeti ve uzaması (Replikasyon 2)

Doku Tipi	Atkı sıklığı, Sa (atkı/cm)	Ne 28/2				Ne 44/2			
		Kopma Mukavemeti (N)		Kopma Uzaması (%)		Kopma Mukavemeti (N)		Kopma Uzaması (%)	
		Çözü	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı
B 1/1	10	1000.38	609.89	29.45	29.29	988.75	312.46	26.75	27.38
	16	1002.59	1034.72	33.99	27.04	1000.25	543.03	28.55	31.91
	22	-	-	-	-	1030.21	758.74	31.23	33.99
P 2/2	10	1062.21	548.62	23.31	38.97	950.53	278.7	21.47	27.91
	16	995.28	900.55	23.37	29.42	963.84	362.24	27.8	22.39
	22	1026.6	1318.37	23.8	35.8	981.6	660.18	21.81	31.85
	28	-	-	-	-	986.75	837.78	21.5	36.92
Rç 1/3	10	1173.58	506.38	26.44	28.98	1046.98	278.77	24.52	27.33
	16	1051.65	922.96	31.13	27.87	1011.11	528.23	27.89	31.3
	22	1013.41	1289.91	35.42	28.12	997.07	731.65	31.07	31.66
	28	-	-	-	-	998.77	928.41	31.57	29.28
Rç 2/2	10	1177.46	587.55	26.66	27.17	996.72	317.34	24.75	29.94
	16	1017.38	866.97	32.16	25.61	989.36	523.96	27.8	29.9
	22	980.38	1339.98	37.13	26.78	964.73	717.23	30.97	30.12
	28	-	-	-	-	964.84	951.3	31.8	29.86
Ra 2/2	10	1001.25	549.37	22.07	37.44	953.56	318.84	20.89	34.21
	16	972.2	934.56	21.34	36.29	981.16	529.33	20.99	42.34
	22	933.91	1344.92	20.91	42.42	1006.21	728.7	20.79	40.14
	28	-	-	-	-	973.44	947.52	20.53	42.83
D 1/3	10	1038.04	557.01	24.77	36.17	1003.18	310.07	22.69	30.07
	16	1086.32	942.59	27.49	40.06	1014.1	525.33	23.99	38.08
	22	1059.2	1398.17	27.89	34.86	1027.24	712.87	23.98	34.63
	28	-	-	-	-	957.86	893.13	24.27	35.7
D 2/2	10	1195.27	556.01	24.68	26.3	967.22	308.45	22.68	30.03
	16	1014.93	881.64	25.85	29.09	1005.05	505.31	24.17	36.76
	22	980.88	1316.59	26.15	35.16	1037.1	712.3	24.24	34.88
	28	-	-	-	-	1001.43	909.95	23.93	37.31

Ek 8. Kumaşların elastikiyet sonuçları

Doku Tipi	Atkı sıklığı, Sa (atkı/cm)	Replikasyon 1				Replikasyon 2			
		Ne 28/2		Ne 44/2		Ne 28/2		Ne 44/2	
		Çözü	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı	Çözü	Atkı
B 1/1	10	5.37	11.17	3.71	8.52	5.02	8.22	3.72	7.71
	16	5.94	8.97	4.14	10.88	5.94	7.19	4.03	9.00
	22	-	-	3.94	10.33	-	-	4.09	8.60
P 2/2	10	2.98	16.48	2.55	11.39	3.00	14.89	2.24	9.03
	16	3.03	16.93	2.46	12.76	3.11	13.93	2.36	10.60
	22	2.77	17.77	2.04	15.22	2.76	15.90	1.95	13.96
	28	-	-	1.59	16.98	-	-	1.62	15.51
Rç 1-3	10	3.95	16.25	3.16	10.58	4.07	15.13	2.97	8.86
	16	5.94	12.72	4.62	9.93	6.17	10.96	4.48	8.50
	22	6.48	8.43	5.48	9.33	7.00	7.07	5.29	7.60
	28	-	-	5.01	8.93	-	-	5.26	6.85
Rç 2-2	10	3.98	22.54	3.04	10.89	4.00	12.94	3.10	8.35
	16	6.4	13.26	4.74	9.59	6.37	8.82	4.49	7.63
	22	6.73	7.86	5.37	8.29	7.28	5.83	5.35	6.82
	28	-	-	5.59	7.97	-	-	5.85	7.01
Ra 2-2	10	1.95	14.72	1.6	13.09	2.16	14.64	1.68	11.41
	16	1.63	19.02	1.33	17.5	1.78	17.09	1.30	15.90
	22	1.52	16.72	1.04	17.34	1.70	15.40	1.04	15.19
	28	-	-	1	16.37			1.06	13.26
D 1/3	10	3.64	19.54	2.72	11.1	3.30	13.43	2.52	9.85
	16	4.54	20.3	2.99	14.32	4.41	15.35	2.97	13.11
	22	4.71	16.01	3	17.7	4.70	14.05	3.00	15.40
	28	-	-	2.98	16.44	-	-	3.00	13.05
D 2/2	10	3.53	19.17	2.76	10.23	3.51	15.27	2.66	10.96
	16	4.25	16.32	3.19	12.87	4.33	13.75	3.07	13.04
	22	4.52	15.85	3.08	14.93	4.56	13.95	2.87	15.19
	28	-	-	2.78	14.55	-	-	3.00	14.04

Ek 9. Çözümlü gerilim ölçüm değerleri (Ne 28/2)

Doku Tipi	Atkı sıklığı, Sa (atki/cm)	Gerilim(cN)														
		1.bölge			2.bölge			3.bölge			4.bölge			5.bölge		
		Min	Ort.	Max.	Min	Ort.	Max.	Min	Ort.	Max.	Min	Ort.	Max.	Min	Ort.	Max.
B 1/1	10	63.70	94.86	131.00	73.60	99.50	138.60	92.00	125.31	167.30	79.80	114.63	150.50	52.98	93.09	133.20
	16	60.40	86.36	116.80	61.00	89.83	134.00	79.00	112.12	162.50	71.20	102.35	139.40	49.10	78.14	119.40
	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P 2/2	10	66.20	100.37	131.50	71.00	108.48	143.40	96.60	133.09	173.90	78.80	115.37	154.00	35.10	66.59	100.10
	16	53.70	87.64	129.10	58.30	99.79	143.50	85.70	128.14	162.40	66.80	105.57	143.90	32.20	62.07	89.40
	22	54.60	87.23	116.20	56.40	93.71	127.60	85.00	122.68	160.10	64.80	104.20	137.60	29.10	59.10	89.50
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rç 1/3	10	73.60	117.62	138.50	71.60	115.58	144.30	108.00	150.13	178.70	84.00	130.85	154.60	37.60	75.45	95.90
	16	67.70	108.96	131.00	57.50	104.36	140.00	96.80	144.83	169.10	69.20	117.04	142.60	35.70	68.96	88.50
	22	65.20	104.87	129.40	53.90	98.11	125.40	94.90	140.60	166.10	66.20	114.64	142.40	31.30	65.22	86.20
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rç 2/2	10	79.00	111.26	145.30	75.10	106.91	144.50	112.40	149.73	182.50	87.28	122.44	157.60	34.70	59.70	91.50
	16	75.40	103.34	135.90	66.70	96.72	131.30	98.70	137.27	181.80	76.10	108.45	148.10	30.00	56.69	88.40
	22	68.44	102.52	136.60	61.40	90.89	124.20	96.10	134.26	170.30	73.50	103.21	143.90	27.10	52.37	81.50
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ra 2/2	10	78.30	103.92	143.60	74.90	109.90	157.30	100.80	132.46	178.60	87.20	114.49	161.10	37.10	59.79	96.60
	16	68.30	93.56	138.10	66.10	98.05	143.10	88.00	121.47	171.30	72.50	104.19	147.20	32.90	54.58	88.00
	22	66.00	90.17	128.70	65.10	93.39	135.00	86.70	115.27	161.40	72.10	98.51	142.40	32.00	53.54	87.40
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D 1/3	10	46.80	104.35	136.50	42.20	102.10	141.50	69.80	135.79	172.10	50.70	112.85	149.80	30.00	82.54	115.10
	16	39.80	92.62	126.70	38.60	93.40	125.70	69.40	124.23	160.60	38.70	97.47	136.50	25.90	76.51	107.60
	22	32.80	87.60	112.00	35.10	88.88	129.90	65.30	118.64	153.50	35.50	90.79	126.50	22.00	73.83	106.20
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D 2/2	10	58.70	104.57	144.80	61.50	115.13	163.30	78.60	129.38	179.40	57.10	103.07	159.60	32.90	74.21	114.90
	16	49.00	94.52	138.80	59.20	108.13	153.20	67.80	117.38	164.70	46.90	89.14	140.60	25.20	65.32	101.70
	22	39.80	83.61	124.70	51.30	95.88	144.20	67.40	116.33	162.30	43.60	87.39	143.30	23.20	64.27	101.50
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ek 10. Çözgü gerilim ölçüm değerleri(Ne 44/2)

Doku Tipi	Atkı sıklığı, Sa (atku/cm)	Gerilim (cN)														
		1.bölge			2.bölge			3.bölge			4.bölge			5.bölge		
		Min	Ort.	Max.	Min	Ort.	Max.	Min	Ort.	Max.	Min	Ort.	Max.	Min	Ort.	Max.
B 1/1	10	70.50	103.42	135.40	76.80	105.19	142.70	86.30	120.04	161.50	109.40	148.40	187.70	37.80	68.56	104.00
	16	64.60	93.86	127.60	64.40	93.71	139.40	72.20	104.76	141.60	101.90	138.44	176.40	32.00	59.23	95.10
	22	63.80	91.60	122.30	63.40	88.42	127.10	70.60	100.64	140.30	101.10	130.66	168.70	25.70	54.97	99.90
P 2/2	10	65.90	99.79	133.70	70.50	118.72	157.70	78.30	117.76	155.40	100.30	139.79	176.60	38.20	70.32	100.60
	16	55.10	88.86	129.60	78.30	115.10	149.00	65.60	106.83	153.90	90.00	128.85	163.70	36.40	68.98	99.70
	22	53.10	85.42	116.90	69.80	110.67	148.90	63.40	100.92	141.00	83.80	121.64	167.00	35.40	67.74	96.10
Rç 1/3	28	48.10	81.23	111.30	67.40	103.94	139.60	64.00	100.83	138.50	81.10	121.33	160.40	33.10	67.01	97.00
	10	63.70	105.18	126.00	88.59	137.92	161.20	80.70	128.34	158.00	96.20	144.34	174.70	35.70	73.31	94.10
	16	52.60	92.28	124.60	79.40	124.90	147.10	74.30	121.72	147.20	81.10	129.17	159.10	31.40	70.80	92.40
Rç 2/2	22	52.60	91.16	113.10	71.20	121.44	160.70	71.30	118.23	150.60	76.70	124.11	157.50	27.70	66.36	93.30
	28	52.40	89.81	112.10	74.90	118.47	141.10	71.10	114.24	137.90	77.10	123.90	151.00	27.10	64.89	86.40
	10	66.50	97.95	132.20	92.00	125.46	161.00	83.60	115.38	156.80	100.20	133.52	171.70	41.20	73.51	102.60
Ra 2/2	16	61.30	90.69	122.00	87.30	118.44	152.70	77.10	107.82	147.10	92.30	125.54	163.00	39.90	70.50	103.60
	22	58.20	85.54	118.50	82.80	113.39	147.90	73.10	104.77	142.40	87.10	119.26	156.70	37.00	65.58	99.50
	28	56.50	83.26	116.10	79.00	108.70	143.50	72.70	99.78	140.10	85.10	115.96	155.50	35.50	64.62	98.80
D 1/3	10	66.20	91.28	130.30	98.60	131.53	174.80	85.00	121.25	170.90	108.70	136.51	183.50	37.30	61.63	96.20
	16	53.20	78.14	117.30	92.30	123.47	166.30	78.20	109.93	160.20	97.50	127.50	170.00	33.10	59.19	95.90
	22	50.70	72.69	114.30	87.40	118.63	161.40	73.30	103.56	152.20	91.60	121.26	164.80	31.30	54.29	91.10
D 2/2	28	47.30	70.44	109.50	84.00	113.33	155.70	69.20	100.12	146.20	89.10	118.53	160.40	25.60	51.66	87.10
	10	42.80	91.28	123.70	57.00	117.31	155.80	80.34	119.72	159.10	75.00	141.11	182.30	18.90	69.27	100.50
	16	35.30	87.85	120.50	50.80	107.99	143.00	60.70	115.43	151.00	64.60	129.78	176.90	13.80	63.14	91.30
D 2/2	22	34.90	84.35	117.10	47.40	102.99	137.90	57.60	113.24	150.10	61.60	125.52	168.50	11.50	60.86	87.00
	28	30.90	81.25	114.10	46.80	100.18	139.90	56.80	111.48	148.70	61.10	122.28	167.50	11.10	58.94	84.10
	10	55.90	101.95	101.95	62.40	108.26	155.80	71.70	124.99	173.90	88.70	148.54	204.30	25.50	75.76	109.70
D 2/2	16	52.90	96.70	138.70	49.80	100.69	148.30	67.80	116.14	164.50	82.10	139.17	191.20	24.40	68.35	110.40
	22	48.10	91.52	133.50	48.30	96.63	143.30	65.00	113.20	160.00	77.80	133.66	183.60	21.70	63.43	102.30
	28	45.80	88.83	128.60	49.30	96.08	143.00	62.20	110.81	156.90	76.60	129.44	182.00	17.00	57.42	95.40