



**KAMGARN DOKUMA KUMAŞLARIN  
YAPISAL PARAMETRELERİNİN ATKI  
EĞRİLİĞİ VE KENAR DALGALANMASI  
ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Duygu YAVUZKASAP AYAKTA**

**Doktora Tezi**

**Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. H. Ziya ÖZEK  
2020**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**KAMGARN DOKUMA KUMAŞLARIN YAPISAL  
PARAMETRELERİNİN ATKI EĞRİLİĞİ VE KENAR  
DALGALANMASI ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Duygu YAVUZKASAP AYAKTA**

**TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: PROF. DR. H. ZİYA ÖZEK**

**TEKİRDAĞ-2020**

**Her hakkı saklıdır.**



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde eksiksiz biçimde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Duygu YAVUZKASAP AYAKTA

İMZA

Prof. Dr. H. Ziya ÖZEK danışmanlığında, Duygu YAVUZKASAP AYAKTA tarafından hazırlanan “Kamgarn Dokuma Kumaşların Yapısal Parametrelerinin Atkı Eğriliği ve Kenar Dalgalanması Üzerine Etkilerinin Araştırılması” başlıklı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından 20.01.2020 tarihinde Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul/red edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Berk Ömer BERKALP

*İmza:*

Üye : Prof. Dr. Pelin GÜRKAN ÜNAL

*İmza:*

Üye : Prof. Dr. Özer GÖKTEPE

*İmza:*

Üye : Doç. Dr. Hakan ÖZDEMİR

*İmza:*

Üye : Prof. Dr. Hikmet Ziya ÖZEK

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç.Dr. Bahar UYMAZ  
Enstitü Müdürü

# ÖZET

Doktora Tezi

KAMGARN DOKUMA KUMAŞLARIN YAPISAL PARAMETRELERİNİN ATKI EĞRİLİĞİ VE KENAR DALGALANMASI ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

**Duygu YAVUZKASAP AYAKTA**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. H. Ziya ÖZEK

Dokuma kumaşların genel yapısal özellikleri ve davranış biçimleri üzerine yapılan çalışmalar, benzer bulgular ve karakteristik özellikleri ortaya koymuşlardır. Bu tez çalışmasında dokuma kumaşların yapısal davranışları ve kumaş parametreleri arasındaki ilişkiler kamgarn dokuma kumaşlar özelinde ele alınmıştır. Tez çalışması, alanında dünyanın önde gelen yünlü kumaş üreticilerinden biri olan Yünsa firması ile yakın işbirliği içinde gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, genel teorik yaklaşımlar temelinde yapısal özelliklerin analizinin yanı sıra; tipik endüstriyel sorunlar olan atkı eğriliği ve kumaş kenarlarının dalgalanmasına yol açan etkenlerin incelenmesi bu tezin kapsamını oluşturmuştur. Son yıllarda, kamgarn kumaşlarda ekose ve çizgi efektlerinin moda akımları etkisiyle daha fazla talep görmesinden ötürü atkı eğriliğinden kaynaklanan sorunların artışı, Yünsa firması özelinde bu konuları öne çıkarmıştır. Özellikle atkı eğriliği ve dalgalanma üzerine yapılmış çalışmaların hem nicelik olarak, hem de deneysel uygulama içeriği itibariyle çok kısıtlı olmasının da bu konulara yoğunlaşma kararına önemli etkisi olmuştur. Literatürde eksikliği tespit edilen dokuma kumaş dalgalanma ölçüm yöntemi geliştirilmesi ve dalgalanma ölçüm cetvelinin tasarımı tezin önemli çıktılarından birisi olmuştur. Bu başlıkların yanı sıra, kamgarn kumaşlar bazında kıvrım değişim davranışı ile Poisson oranı arasında ilişkinin gözlenmesi ve analizi de bu tez kapsamına dâhil edilmiştir. Dokuma kumaşların kıvrım değerleri ve değişim miktarı ile Poisson oranı arasında yüksek oranda doğrusal bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur ve bulgular önceki çalışma sonuçları ile örtüşmektedir. Atkı eğriliğinde, zemin örgü ile kenar örgünün uyumunun önemli olduğu yapılan çalışmalarda net bir şekilde görülmüş, özellikle örgü faktörlerinin birbirine yakın olmasının atkı eğriliğini düzeltici yönde etki sağladığı belirlenmiştir. Tez çalışması kapsamında endüstriyel ölçekte de kayda değer ekonomik ve ulusal kazanımlar gerçekleşmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Dokuma kumaş konstrüksiyon, kamgarn, atkı eğriliği, dalgalanma, poisson oranı

2020, 215 sayfa

## **ABSTRACT**

PhD Thesis

### **A STUDY OF THE EFFECTS OF STRUCTURAL PARAMETERS OF WORSTED FABRICS ON SKEWNESS AND SELVEDGE WAVINESS**

**Duygu YAVUZKASAP AYAKTA**

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Textile Engineering

Supervisor: Prof. Dr. H. Ziya ÖZEK

Several studies on general structural properties and behavior of woven fabrics are in agreement that similar findings and characteristic features exist. In this thesis, the structural behavior of woven fabrics and relations between basic fabric parameters are discussed with reference to worsted fabrics. The work in the thesis was carried out in a close cooperation with one of the world's leading wool fabric manufacturers, Yünsa. Therefore, analysis of typical industrial problems of weft skewness and of waviness of fabric edges were included into the scope of the thesis, in addition to the analysis of structural properties on the basis of general theoretical approaches. The resultant problems of skewness due to the increasing demand of plaid and line effects in worsted woven fabrics because of fashion trends has generated a need for a detailed study in regard of the Yünsa, in particular. On the other hand, the fact that the studies on the waviness and skewness of woven fabrics are very limited in quantity and has almost no experimental content and data, imposed the decision of studying on these issues. One of the important outcomes of the thesis is the development of a woven fabric waviness measurement method and the design of a waviness measurement scale, which does not exist nor mentioned in the literature. In addition to these topics, an analysis of the relationship between crimp interchange behavior and Poisson's ratio on worsted fabrics were also included in this thesis. It was shown that there is a high positive correlation between the crimp values with the extent of crimp interchange and the Poisson's ratio. The findings are consistent with the results of the previous study. In skewness, it was clearly seen in the studies that the suitable matching of ground weave and edge weave is important. Within the scope of the thesis, considerable economic and sectoral benefits were also achieved in regard of Turkish wool textile industry.

**Key words:** Woven fabric construction, worsted, skewness, waviness, poisson ratio

**2020, 215 pages**

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	<b>v</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>6</b>
2.1. Yün Lifi Hakkında Genel Bilgiler .....	6
2.2. Yün İthalat Ve İhracat Bilgileri .....	10
2.3. Dokuma Kumaş Özellikleri .....	14
2.3.1. Dokuma kumaş yapısı.....	14
2.3.2. Yünlü dokuma kumaşlara uygulanan performans testleri .....	19
2.3.3. Dokuma kumaş mekanik özellikleri .....	19
2.3.4. Yünlü dokuma kumaşlarda bulunabilecek hatalar ve sınıfları .....	21
2.4. Çözü Gerilimi ve İplik Kıvrımına Yönelik Literatür Özeti .....	23
2.5. Kumaş Kayması Ve Atkı Eğriliğine Yönelik Literatür Özeti.....	28
2.6. Poisson Oranına Yönelik Literatür Özeti .....	38
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	<b>46</b>
3.1. Kullanılan İpliklerin Üretimi .....	46
3.2. Dokuma Kumaşların Üretimi .....	48
3.3. Kamgarn Dokuma Kumaşlara Uygulanan Testler.....	57
3.3.1. Dokuma kumaşlarda çözgü gerilim (tension) değerinin belirlenmesi.....	57
3.3.2. Dokuma kumaşlarda iplik kıvrım (crimp) değerinin belirlenmesi .....	59
3.3.3. Dokuma kumaşlarda kumaş gramajı (weight) değerinin belirlenmesi .....	61
3.3.4. Dokuma kumaşlarda sıklık (density) değerinin belirlenmesi .....	61
3.3.5. Dokuma kumaşlarda atkı eğriliği (skewness) değerinin belirlenmesi.....	62
3.3.6. Wira buhar çekme (steam shrinkage) değerinin belirlenmesi .....	62
3.3.7. Kumaş kalınlık (thickness) değerinin belirlenmesi .....	63
3.3.8. Hava geçirgenliğinin belirlenmesi .....	64
3.3.9. Dokuma kumaş kenarlarında dalgalanma (waviness) değerinin belirlenmesi .....	64

3.3.10. Kumaşlarda Poisson oranı (Poisson ratio) değerinin belirlenmesi .....	64
3.4. İstatistiksel Analiz Değerlendirme.....	69
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....</b>	<b>70</b>
4.1. İşletmede Yapılan Ön Çalışmalar .....	70
4.2. İşletmede Yapılan Ön Çalışmaların Pratik Kazanımları .....	71
4.3. Çözümlü Geriliminin Kumaş Konstrüksiyonuna Etkisinin İncelenmesi.....	76
4.3.1. Sıklık değişimi üzerine etkinin incelenmesi .....	76
4.3.2. Kalınlık ve gramaj üzerine etkinin incelenmesi .....	90
4.3.3. Hava geçirgenliği üzerine etkinin incelenmesi.....	93
4.4. Atkı Eğriliğini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi .....	97
4.4.1. Numunelerin sonuçlarının değerlendirilmesi .....	97
4.4.2. Atkı eğriliği sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	100
4.5. Buharlanmış Kumaşın Çekme Oranını Etkileyen Faktörler.....	107
4.6. Dalgalanma Ölçüm Yöntemi Geliştirilmesi .....	120
4.6.1. Dalgalanma grafiği üzerinde ölçümler yardımıyla değerlendirme.....	120
4.6.2. Dalgalanma genlik değerinin temas açısı ölçüm cihazından yararlanarak belirlenmesi ve değerlendirilmesi .....	126
4.6.3. Dalgalanma derecesinin standart kenar profil şablonu yardımıyla karşılaştırmalı belirlenmesi ve değerlendirilmesi .....	128
4.6.4. Geliştirilen dalgalanma ölçüm cetveli ile doğrulama çalışması .....	141
4.7. Çözümlü Ve Atkı Yönünde Uzama Ve Daralma Davranışının İncelenmesi.....	147
4.8. Poisson Oranı ve Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi.....	153
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>190</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>196</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>203</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>213</b>



## ÇİZELGE DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 2.1. Ham yünün kimyasal bileşenleri (Wulfhorst, Gries ve Veit, 2006).....	7
Çizelge 2.2. İncelik derecelerine göre yün kalitesi sınıflandırması (Humphries, 2004).....	9
Çizelge 2.3. En fazla ithalat yapan 15 ülkenin ithalat değerleri.....	11
Çizelge 2.4. En fazla ihracat yapan 15 ülkenin ihracat değerleri.....	13
Çizelge 2.5. Dokuma kumaşların özellikleri (Kadolph ve Langford, 2002).....	19
Çizelge 2.6. Yünlü dokuma kumaşlarda bulunabilecek hatalar ve sınıfları (TS 2793:2017).....	21
Çizelge 2.7. Bazı materyallerin Poisson oranları tablosu.....	41
Çizelge 3.1. Kullanılan ipliklerin teknik verileri.....	47
Çizelge 3.2. Deney planı G1 için özellikler.....	49
Çizelge 3.3. Deney planı G2 için özellikler.....	49
Çizelge 3.4. Deney planı A1 bağımlı ve bağımsız değişkenleri.....	51
Çizelge 3.5. Deney planı D1 için özellikler.....	52
Çizelge 3.6. Deney planı D2 ve D3 için özellikler.....	53
Çizelge 3.7. Deney planı D4 için özellikler.....	54
Çizelge 3.8. Deney planı D5 için özellikler.....	56
Çizelge 3.9. Deney planı PY için özellikler.....	57
Çizelge 3.10. Sensör seti için detaylı bilgiler.....	58
Çizelge 4.1. Maldive kalitesi tasarım raporunda çözümlü tel bilgisi.....	73
Çizelge 4.2. 6 aylık üretimde apre üretim miktarına karşılık atkı eğriliği oranları.....	75
Çizelge 4.3. Elektrik ve doğal gaz tasarrufu için hesaplanan ortalama aylık ve yıllık değerleri.....	75
Çizelge 4.4. Çözgü ham kumaş sıklığının varyans analizi (G1).....	77
Çizelge 4.5. Atkı ham kumaş sıklığının varyans analizi (G1).....	81
Çizelge 4.6. Çözgü gerilim değerleri (G2).....	85
Çizelge 4.7. Nominal sıklık sayım sonuçları (G2).....	87
Çizelge 4.8. Hava geçirgenliği varyans analizi (G1).....	101
Çizelge 4.9. Numunelerin çözgü kıvrımı varyans analizi sonuçları (A1).....	101
Çizelge 4.10. Numunelerin çözgü kıvrımı varyans analizi detaylı sonuçları (A1).....	102

Çizelge 4.11. Atkı eğriliği için varyans analizi (A1).....	103
Çizelge 4.12. Varyans sonuçları (G2).....	105
Çizelge 4.13. Çözüğü yönünde wira değerleri için varyans analizi (A1).....	115
Çizelge 4.14. Çözüğü yönünde wira değerleri için varyans analizi (G2).....	116
Çizelge 4.15. Atkı yönünde wira değerleri için varyans analizi (G2).....	119
Çizelge 4.16. Kenar tel dizimleri 6-6 olan numunede 300 gram alınan ölçüm değerleri (D1)..	123
Çizelge 4.17. Tukey testi ile yapılan tel dizim karşılaştırma sonuçları (D1).....	125
Çizelge 4.18. Tukey testi ile yapılan ağırlık karşılaştırma sonuçları (D1).....	126
Çizelge 4.19. Dalgalanma ölçümü varyans analizi (D2).....	130
Çizelge 4.20. Dalgalanma ölçümü varyans analizi (D3).....	132
Çizelge 4.21. Kenar dalgalanması varyans analizi (D4).....	137
Çizelge 4.22. Tukey testi ile yapılan atkı iplik karşılaştırma sonuçları.....	138
Çizelge 4.23. Tukey testi ile yapılan 200/192F için tel dizim karşılaştırma sonuçları .....	139
Çizelge 4.24. Tukey testi ile yapılan 200/72F tel dizim karşılaştırma sonuçları.....	140
Çizelge 4.25. Operatörler için varyans analizi (G2).....	141
Çizelge 4.26. Tukey ile yapılan operatör karşılaştırma test sonuçları (G2).....	142
Çizelge 4.27. Gage R&R analizi değerlendirme sonuçları (G2).....	143
Çizelge 4.28. Sayısal (Nicel) Gage R&R analizi değerlendirme tablosu (Durivage, 2015)...	143
Çizelge 4.29. Operatörler için varyans analizi (D5).....	144
Çizelge 4.30. Tukey ile yapılan operatör karşılaştırma test sonuçları (D5).....	145
Çizelge 4.31. Gage R&R analizi değerlendirme sonuçları (D5).....	145
Çizelge 4.32. PY- Deney planı numune kodları.....	147
Çizelge 4.33. Çözüğü yönünde boydaki değişim ile endeki değişim [%] miktarları .....	148
Çizelge 4.34. Atkı yönünde boydaki değişim ile endeki değişim [%] miktarları (PY).....	151
Çizelge 4.35. Numunenin uzama karşısında piksel değerleri ve değişim yüzde değerleri ....	154
Çizelge 4.36. Poisson oran ile gerilim kuvvet değerleri arasındaki ilişki .....	155
Çizelge 4.37. Ç24 kuru / Ç24 nemlendirilmiş numune için ölçüm değerleri.....	157
Çizelge 4.38. Ç26 kuru / Ç26 nemlendirilmiş numune için ölçüm değerleri.....	158
Çizelge 4.39. Ç28 kuru / Ç28 nemlendirilmiş numune için ölçüm değerleri.....	159
Çizelge 4.40. A24 kuru / A24 nemlendirilmiş numune için ölçüm değerleri.....	160
Çizelge 4.41. A26 kuru / A26 nemlendirilmiş numune için ölçüm değerleri.....	161

Çizelge 4.42. A26 kuru / A26 nemlendirilmiş numune için ölçüm değerleri.....	162
Çizelge 4.43. A24G35 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	166
Çizelge 4.44. A26G30 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	166
Çizelge 4.45. A26G35 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	167
Çizelge 4.46. A26G40 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	167
Çizelge 4.47. A28G30 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	168
Çizelge 4.48. A28G35 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	168
Çizelge 4.49. A28G40 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	169
Çizelge 4.50. B24G30 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	169
Çizelge 4.51. B24G35 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	170
Çizelge 4.52. B26G30 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	170
Çizelge 4.53. B26G35 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	171
Çizelge 4.54. B28G30 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	171
Çizelge 4.55. B28G35 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	172
Çizelge 4.56. C24G30 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	172
Çizelge 4.57. C24G35 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	173
Çizelge 4.58. C26G30 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	173
Çizelge 4.59. C26G35 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	174
Çizelge 4.60. C28G30 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	174
Çizelge 4.61. C28G35 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri.....	175
Çizelge 4.62. B28G40 kuru / B28G40 nemlendirilmiş numune için atkı yönünde ölçüm değerleri.....	183
Çizelge 4.63. C28G40 kuru / C28G40 nemlendirilmiş numune için atkı yönünde ölçüm değerleri.....	184
Çizelge 4.64. Poisson oranı varyans analizi.....	188
Çizelge 5.1. İncelenen özelliklerin etki parametrelerini gösteren özet tablo.....	194

## ŞEKİL DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 1.1. Ekose efektli kumaş örnekleri (Anonim, 2016).....	2
Şekil 2.1. Yün lifinin yapısı (Bunsell, 2009).....	7
Şekil 2.2. Strayhgarn (A) ve Kamgarn (B) ipliklerin görüntüsü (Cook, 2001).....	8
Şekil 2.3. Yün lifinin GWP değeri ( $CO_2$ eşdeğeri) karşılaştırma grafiği.....	10
Şekil 2.4. Yün elyafı ithalatçı ülkelerin dağılımı ve payları.....	12
Şekil 2.5. Yün elyafına ilişkin ihracatçı ülkelerin dağılım ve payları.....	12
Şekil 2.6. Farklı kumaş yapıları (Kumar ve Hu, 2018).....	14
Şekil 2.7. Bezayağı örgü (A: plan, B: örgünün gösterimi C: atkı boyunca kesit görünümü D: çözgü boyunca kesit görünümü).....	15
Şekil 2.8. Çeşitli dokuma kumaş kenar örnekleri (A:Kıvrırma (tuck-in) kenar B: Leno kenar, C:Eritme kenar D: Saçak kenar).....	16
Şekil 2.9. Kenar oluşturma cihazları (A: Leno kenar B: Tuck-in kenar) (Dornier, 2019).....	16
Şekil 2.10. Peirce'nin bezayağı örgü modeli (Peirce, 1937).....	17
Şekil 2.11. Dokuma çevriminde çözgü gerilim döngüsü.....	23
Şekil 2.12. Çözgü ve kumaş gerilim değişimi (Neogi, 2016).....	23
Şekil 2.13. İplik kıvrım oluşumu (Nasrun, Yahya, Ghani ve Ahmad, 2016).....	24
Şekil 2.14. Atkı eğrilik tipleri (Dickson, 2016).....	29
Şekil 2.15. Bozukluk tiplerine örnekler.....	29
Şekil 2.16. Eğrilik koşulları (ASTM D 3882:2006 Test standardı).....	30
Şekil 2.17. Atkı eğriliği ölçüm masası.....	31
Şekil 2.18. Atkı eğriliği yüzdesi hesaplaması (Kaswell, 1963).....	31
Şekil 2.19. Büküm yönünün atkı eğriliğine etkisi.....	33
Şekil 2.20. Atkı sıklıklarına karşı ölçülen atkı eğriliği değerleri.....	33
Şekil 2.21. Dokuma örgülerine göre atkı eğriliği değişim grafiği (Khatun vd., 2018).....	37
Şekil 2.22. Poisson oranı hesaplamasında kullanılan değişkenlerin şematik gösterimi .....	38
Şekil 2.23. Ters ve düz ilmeklerin dizilişi ile oluşturulan Auxetic kumaş (a) örme deseni (b) serbest halde kumaş (c) sabit durumda kumaş.....	39
Şekil 2.24. Pozitif ve negatif Poisson oranının şematik gösterimi.....	42
Şekil 2.25. Deney düzeneğinin şematik gösterimi.....	43

Şekil 2.26. Çözgü ve atkı yönünde poisson oranı karşılaştırması (Ezazshahabi vd., 2017).....	43
Şekil 3.1. Kamgarn iplik üretim aşamaları.....	47
Şekil 3.2. Strayhgarn iplik üretim aşamaları.....	48
Şekil 3.3 Numunelerin (A1) üretiminde kullanılan örgü türleri.....	50
Şekil 3.4. Ağırlık kalibrasyon seti.....	58
Şekil 3.5. Kalibresi yapılan sensörlerin montaj rayına geçirilerek hazırlanması ve kontrolü...	59
Şekil 3.6. Sensör sehpasının tezgâha yerleştirilmiş hali.....	59
Şekil 3.7. Çözgü ipliği kıvrımı test örnek boyutları.....	60
Şekil 3.8. James Heal kıvrım ölçüm cihazı.....	61
Şekil 3.9. Numune kesici.....	61
Şekil 3.10. Atkı eğriliği ölçümü.....	62
Şekil 3.11. Wira buhar çekme silindiri.....	63
Şekil 3.12. Kumaş kalınlık ölçüm cihazı.....	63
Şekil 3.13. Hava geçirgenliği test cihazı.....	64
Şekil 3.14. Bir malzemeye uygulanan yük doğrultusu ile gerilme düzlemine etkisinin gösterimi.....	65
Şekil 3.15. Kumaş kopma mukavemeti testi örnek boyutları (Yavuzkasap, 2011).....	65
Şekil 3.16. Hızlı kamera.....	66
Şekil 3.17. Paslanmaz çelikten imal edilen parça, numunenin makineye yerleştirilmesi ve kurulan düzenek.....	66
Şekil 3.18. Numunenin farklı uzama oranlardaki fotoğraf görüntüleri.....	67
Şekil 3.19. Görüntülenen numunelerin ölçüm alma sistematigi.....	68
Şekil 3.20. Mini fulard fotoğrafı.....	68
Şekil 4.1. Dokuma yedek gergi mandalı takılması .....	71
Şekil 4.2. Yeterli verim alınamayan tansiyon ekipmanları ve tezgâh üzerindeki konumu.....	72
Şekil 4.3. Ortalayıcının kontrolü.....	72
Şekil 4.4. Ramöz besleme fırça silindirlerinin hız farkının ortadan kaldırılması.....	73
Şekil 4.5. Çözgü geriliminin ham çözgü sıklık bazında karşılaştırılması (G1).....	76
Şekil 4.6. Çözgü ham kumaş sıklığı sonuçlarında etkileşimlerin grafiği (G1).....	78
Şekil 4.7. Atkı ipliği bükümü, örgü tipi, çözgü gerilimi bazında çözgü ham kumaş sıklığı ana etkiler grafiği (G1).....	79

Şekil 4.8. 17 atkı/cm nominal sıklıkta dokunan numunelerin atkı ham kumaş sıklık değerleri (G1).....	79
Şekil 4.9. 20 atkı/cm nominal sıklıkta dokunan numunelerin atkı ham kumaş sıklık değerleri (G1).....	80
Şekil 4.10. 23 atkı/cm nominal sıklıkta dokunan numunelerin atkı ham kumaş sıklık değerleri (G1).....	80
Şekil 4.11. Atkı ham kumaş sıklığı sonuçlarında etkileşimlerin grafiği (G1).....	82
Şekil 4.12. Merkez ve kenar konumda yer alan tekil çözgü tellerinin eş zamanlı gerilim diyagramları ve ortalama gerilim doğruları (Nominal çözgü gerilimi 48 cN - G1).....	83
Şekil 4.13. Nominal çözgü gerilimi 48 cN’de elde edilen çözgü gerilim çevrimi grafiği (G1).....	84
Şekil 4.14. Ortalama çözgü gerilim değerlerinin farklı çözgü gerilimleri ve atkı sıklığına göre değişimi (G2).....	86
Şekil 4.15. Gerçek atkı sıklığının atkı sıklığına göre durumu (G2).....	88
Şekil 4.16. Nominal çözgü gerilim değerlerinde nominal atkı sıklıklarının, atkı ham kumaş sıklık ortalamaları grafiği (G2).....	89
Şekil 4.17. Atkı sıklıkları ve çözgü gerilim ile kıvrım oranlarının değişimi (G2).....	89
Şekil 4.18. Atkı ipliği tipine göre atkı ipliği kıvrım oranlarının değişimi (G2).....	90
Şekil 4.19. Nominal çözgü gerilimi ve atkı sıklığının kumaş kalınlığına etkisi (G2).....	91
Şekil 4.20. Nominal çözgü gerilimin ve iplik türü bazında kalınlık ölçüm değerleri (G2).....	92
Şekil 4.21. Nominal çözgü gerilimi ve atkı sıklığının kumaş gramajına etkisi (G2).....	92
Şekil 4.22. Nominal çözgü geriliminde iplik bazında gramaj ölçüm değerleri (G2).....	93
Şekil 4.23. Nominal çözgü gerilim değerlerinde hava geçirgenliği ve örtü faktörü değerleri (G1).....	94
Şekil 4.24. Nominal çözgü gerilimi örgü tipi ve atkı büküm miktarının kumaş örtücülüğü ve hava geçirgenliği üzerindeki etkisi (G1).....	95
Şekil 4.25. Hava geçirgenliği sonuçlarının etkileşim grafiği (G1).....	97
Şekil 4.26. Kumaş zemin dokusunda kenar ve orta bölgede çözgü ipliği çözgü ipliği kıvrım ortalama değerleri (A1).....	98
Şekil 4.27. Kenar dokusunda tarak dizimi ve atkı ipliği tipinin çözgü kıvrımına etkisi (A1).....	98
Şekil 4.28. Zemin ve kenar örgüsü bazında ortalama % atkı eğriliği değişim (A1).....	99
Şekil 4.29. Konum ve durum nitelemesine göre elde edilen varyans karşılaştırma grafiği (A1).....	100
Şekil 4.30. Farklı çözgü geriliminde atkı eğriliği etkisi (G2).....	104

Şekil 4.31. Farklı atkı sıklıklarında atkı eğriliği sonuçları (G2).....	104
Şekil 4.32. Farklı atkı sıklıklarına göre atkı eğriliği karşılaştırma grafiği (G2).....	105
Şekil 4.33. Atkı sıklığı ve atkı eğriliği Tukey sonuç grafiği (G2).....	106
Şekil 4.34. Farklı ipliklere göre atkı eğriliği karşılaştırma grafiği (G2).....	107
Şekil 4.35. Örgü bazında elde edilen çözgü yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1).....	108
Şekil 4.36. Bezayağı ve 2/1 dimi örgü bazında elde edilen atkı yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1).....	109
Şekil 4.37. Bezayağı zemin örgüde elde edilen çözgü yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1).....	110
Şekil 4.38. Bezayağı zemin örgüde elde edilen atkı yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1).....	110
Şekil 4.39. 2/1 Dimi zemin örgüde elde edilen çözgü yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1).....	111
Şekil 4.40. 2/1 Dimi zemin örgüde elde edilen atkı yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1).....	111
Şekil 4.41. 4/2 Dimi zemin örgüde elde edilen çözgü yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1).....	112
Şekil 4.42. 4/2 Dimi zemin örgüde elde edilen atkı yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1).....	112
Şekil 4.43. Numunelerin çözgü yönünde wira çekme değerleri için atkı ipliği varyans analizi (A1).....	113
Şekil 4.44. Çözgü yönünde wira çekme değerleri için karışımların varyans analizi grafiği (A1).....	114
Şekil 4.45. Çözgü yönünde wira çekme değerleri için atkı ipliklerinin varyans analizi grafiği (A1).....	114
Şekil 4.46. Çözgü yönünde wira çekme değerleri için atkı sıklıklarının atkı ipliği ile etkileşim grafiği (A1).....	115
Şekil 4.47. Çözgü gerilimlerine göre çözgü yönünde wira değerleri karşılaştırma grafiği (G2).....	117
Şekil 4.48. Atkı iplik çeşitlerine göre çözgü yönünde wira değerleri karşılaştırma grafiği (G2).....	118
Şekil 4.49. Çözgü gerilimlerine göre atkı yönünde wira değerleri karşılaştırma (G2).....	119
Şekil 4.50. 300 gram ağırlıklı zemin kumaş kenarı profil fotoğrafı.....	121
Şekil 4.51. Dalgalanma ölçüm metodu için iş akış diyagramı.....	121

Şekil 4.52. 300 gram ağırlık altında 6-6 kenar dizimli kumaş kenarı profil eğrisi fotoğrafı...	122
Şekil 4.53. Kameram yazılım ekranında, piksel bazında genlik ölçümleri alınması.....	122
Şekil 4.54. Farklı ağırlık baskısı altında alınan ölçüm değerlerinin karşılaştırması (D1).....	124
Şekil 4.55. 4*4 tel dizime sahip olan numune fotoğraf kesiti (D1).....	124
Şekil 4.56. Tel dizim karşılaştırma Tukey sonuç grafiği (D1).....	125
Şekil 4.57. Uygulanan ağırlık karşılaştırma Tukey sonuç grafiği (D1).....	126
Şekil 4.58. Sentil çakısındaki 50 mm kalınlıktaki parçanın cihaza yerleştirilmesi ve Kameram marka yazılımda ölçülendirilmesi.....	127
Şekil 4.59. Kalınlık ölçümü alınan numune kumaşın farklı konumlarda ölçülendirilmesi.....	128
Şekil 4.60. Dalgalanma ölçüm sehpasında kumaş görüntülerinin alımı.....	129
Şekil 4.61. Dalgalanma ölçüm sonuçlarının etkileşim grafiği (D2).....	131
Şekil 4.62. Dalgalanma ölçüm sonuçlarının etkileşim grafiği (D3).....	132
Şekil 4.63. Tipik bir dalgalanma eğrisinin karakteristiği ve genlik ölçümü.....	133
Şekil 4.64. Tipik bir dalgalanma eğrisinin karakteristiği ve genlik ölçümü.....	134
Şekil 4.65. Tasarlanan cetvelin Solidworks® program çizimi.....	135
Şekil 4.66. CORELDRAW® X8 programında yapılan tasarım.....	135
Şekil 4.67. Tasarlanan kenar dalgalanma (marullanma) cetveli.....	136
Şekil 4.68. Dalgalanma (marullanma) cetvelinde değer okuma okuma örneği.....	136
Şekil 4.69. Atkı ipliği karşılaştırma Tukey sonuç grafiği.....	138
Şekil 4.70. Kenar tel dizim karşılaştırma Tukey sonuç grafiği.....	139
Şekil 4.71. Tel dizim karşılaştırma Tukey sonuç grafiği.....	140
Şekil 4.72. Operatör karşılaştırma Tukey sonuç grafiği (G2).....	142
Şekil 4.73. Gage R&R analiz grafiği (G2).....	144
Şekil 4.74. Tukey karşılaştırma grafiği (D5).....	145
Şekil 4.75. Gage R&R analiz grafiği (D5).....	146
Şekil 4.76. Numune Ç24'ün kuru ve nemlendirilmiş çözgü yönünde aksenal kuvvet altında boyuna ve enine değişim grafiği.....	149
Şekil 4.77. Numune Ç26'nın kuru ve nemlendirilmiş çözgü yönünde aksenal kuvvet altında boyuna ve enine değişim grafiği.....	149
Şekil 4.78. Numune Ç28'in kuru ve nemlendirilmiş çözgü yönünde aksenal kuvvet altında boyuna ve enine değişim grafiği.....	150



Şekil 4.79. Numune A24'ün kuru ve nemlendirilmiş atkı yönünde aksnel kuvvet altında boyuna ve enine değişim grafiği.....	152
Şekil 4.80. Numune A26'nın kuru ve nemlendirilmiş atkı yönünde aksnel kuvvet altında boyuna ve enine değişim grafiği.....	152
Şekil 4.81. Numune A28'in kuru ve nemlendirilmiş atkı yönünde aksnel kuvvet altında boyuna ve enine değişim grafiği.....	153
Şekil 4.82. Numunenin boyuna uzamasına karşın 7 farklı ölçüm konumunda enden değişim miktarları.....	154
Şekil 4.83. Boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranı karşılaştırma grafiği.....	155
Şekil 4.84. Kondisyonlama sonrası çözüğü yönünde Poisson oranları karşılaştırma grafiği (PY).....	164
Şekil 4.85. Nemlendirme sonrası çözüğü yönünde Poisson oranları karşılaştırma grafiği (PY).....	164
Şekil 4.86. Kondisyonlama sonrası atkı yönünde Poisson oranları karşılaştırma grafiği (PY).....	165
Şekil 4.87. Nemlendirme sonrası atkı yönünde Poisson oranları karşılaştırma grafiği (PY).....	165
Şekil 4.88. 30 cN nominal çözüğü gerilimindeki 26 atkı/cm numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği.....	176
Şekil 4.89. 30 cN nominal çözüğü gerilimindeki 28 atkı/cm numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği.....	177
Şekil 4.90. 35 cN nominal çözüğü gerilimindeki 24 atkı/cm numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği.....	178
Şekil 4.91. 35 cN nominal çözüğü gerilimindeki 26 atkı/cm numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği.....	178
Şekil 4.92. 35 cN nominal çözüğü gerilimindeki 28 atkı/cm numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği.....	179
Şekil 4.93. A ipliği ile 26 atkı/cm numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği.....	180
Şekil 4.94. B ipliği ile 30 cN nominal çözüğü gerilimli numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği.....	181
Şekil 4.95. C ipliği ile 30 cN nominal çözüğü gerilimli numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği.....	182
Şekil 4.96. B28G40 ve C28G40 numunelerin atkı yönünde uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği.....	185

Şekil 4.97. B28G40 ve C28G40 nmlendirilmiş numunelerin atkı yönünde uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği.....	186
Şekil 4.98. Poisson oranı ile çözüğü kıvrım ilişkisi (G2).....	187
Şekil 4.99. Poisson oranı ile atkı kıvrım ilişkisi (G2).....	187
Şekil 4.100. Atkı kıvrım ile çözüğü Poisson oranı ilişkisi sonuç grafiği (G2).....	189



## SİMGELER VE KISALTMALAR

ASTM	: American Society for Testing and Materials
AATCC	: American Association Of Textile Chemists And Colorists
c	: Kıvrım
C	: Programlama Dili
cm	: Santimetre
cm <sup>2</sup>	: Santimetre Kare
cN	: Santinewton
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
CV	: Coefficient Of Variation
D	: İplik Çapı
dk	: Dakika
Dpi	: Dots Per Inch
E	: cm Başına Düşen İplik
E <sub>1</sub>	: Çözü İplik Sıklığı
E <sub>2</sub>	: Atkı İplik Sıklığı
EN	: European Norm
FAST	: Fabric Assurance by Simple Testing
g	: Gram
GEP	: Genetic Expression Programing
GTİP	: Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu
GWP	: Global Warming Potential
h	: Kıvrım Genliği
HT	: High Temperature
ISO	: International Organization For Standardization
K <sub>1</sub>	: Çözü Yönünde Örtme Faktörü
K <sub>2</sub>	: Atkı Yönünde Örtme Faktörü
kpa	: Kilopaskal
KESF	: Kawabata Evaloution System For Fabrics
K.S	: Katsayı

l	: İki Atkılı İpliği Arasında Uzanan Çözümlü İpliğinin Uzunluğu
LM	: Light Microscopy
M.Ö	: Milattan Önce
p	: İki Ardışık İplik Arasındaki Boşluk
Pes	: Polyester
°	: Derece
m <sup>2</sup>	: Metrekare
µm	: Mikrometre
mm	: Milimetre
Ort	: Ortalama
PID	: Proportional - Integral – Derivative
RHT	: Sağ Yollu Dimi
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
SIROFAST	: A System for Fabric Objective Measurement and its Application in Fabric and Garment Manufacture
sn	: Saniye
Std	: Standart
T	: İplik Numarası [tex]
TDK	: Türk Dil Kurumu
TS	: Türk Standardı
TSE	: Türk Standardları Enstitüsü
USD	: Amerikan Doları
W	: Kumaş Gramajı
%	: Yüzde
$\epsilon_p$	: Endeki Değişim Miktarı
$\epsilon$	: Boydaki Değişim Miktarı
$\theta$	: Kumaş Ekseni İle İplik Ekseni Arasındaki Açık
$\emptyset_{pf}$	: Tekstil Malzeme Yoğunluğu

## TEŞEKKÜR

Araştırma geliştirme çalışmalarında üniversite sanayi işbirliğine olan inancı ile akademik hayatında birlikte çalıştığı öğrencilere ışık olan, doktora tez çalışmam süresince verdiği destek, öneri ve yorumları için değerli danışman Prof. Dr. Sayın H. Ziya ÖZEK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme jürisinde yer alan, sundukları katkı ve önerilerinden dolayı Prof. Dr. Sayın Berk Ömer BERKALP ve Prof. Dr. Sayın Pelin GÜRKAN ÜNAL'a teşekkür ederim.

Şirket hedeflerine uygun, yenilikçi fikirlerin ya da problemlerin üniversite işbirlikleriyle projelere dönüştürüldüğü; sürdürülebilir, öncü ve yaratıcı bir ortam ile doktora çalışmamı destekleyen Yünsa Yünlü Sanayi Ve Ticaret A.Ş Ar-Ge Merkezine tez çalışmam olan katkılarından dolayı teşekkür ederim. Çalışma süresince istatistiksel analizlerinde fikir alışverişinde bulunduğum arkadaşım Utku İNCE'ye, tez kapsamında gerçekleştirilen tasarımlarda desteklerini esirgemeyen Yünsa mekanik atölye sorumlusu Serdar ÇALIŞIR'a teşekkür ederim.

Kızım, can şenliğim Zeynep Ada AYAKTA, eşim, yol arkadaşım sevgili Fatih AYAKTA'ya sabırları, sevgileri, güvenleri ve destekleri ile yaşam kaynağım canım aileme teşekkür ederim.

Son olarak, annem Aysel GERGİN ve babam Tefik YAVUZKASAP olmak üzere eğitim öğretim hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürü borç bilirim.

Aralık, 2019

Duygu YAVUZKASAP AYAKTA  
Tekstil Yüksek Mühendisi

## 1. GİRİŞ

Tekstil endüstrisi liflerin, ipliklerin ve kumaşların üretim, boyama, terbiye ve kalite kontrol ile dağıtımını kapsayan kompleks bir endüstridir. Çoğu zaman konfeksiyon süreçleri de tekstil sektörü içinde değerlendirilir. Çok çeşitli makine parkuru ve kimyasal maddelerin kullanımı ile üretim gerçekleştirilmektedir. Tekstil, genel olarak gerek yoğun enerji kullanımı gerekse de kirlilik kaynaklarının çokluğu nedeniyle çevresel etkisi yüksek bir endüstri koludur.

Tekstil, köken olarak Latince ‘texere’ kelimesinden gelmektedir, dokuma ya da dokumak kelimesinin karşılığıdır (Gürsoy, 2010). Eski zamanlardan beri barınak yapımında tekstil malzemeleri kullanılmıştır. Tarih öncesi çağlarda, bu malzemeler mağaralara alternatif olarak ilkel korunaklar ve çadırlar için kullanılmıştır. Araştırmacılar, hayvan derisinin M.Ö 30 bin yılında insanoğlu tarafından kullanıldığına dair kesin bulgular sunmuşlardır. (Yavuzkasap Ayakta ve Özek, 2018).

Tarih öncesi dönemlerden beri kullanılagelen tekstil malzemeleri ve üretim teknikleri, son yıllarda oldukça çeşitlenmiş ve büyük gelişim kaydetmiştir. Bu gelişmelere karşın geleneksel tekstil malzemeleri de pazarda var olmaya devam etmektedir. Örneğin, yünlü dokuma kumaşlar, yüz yıllardır kullanılmaktadır ve pazar payı azalmakla birlikte kullanılmaya devam edeceği öngörülmektedir.

Yünlü kumaşlarda kullanılan yün iplik üretim sistemleri; Strayhgarn, Kamgarn ve Yarı kamgarn üretim tekniklerini içermektedir. Kamgarn üretim süreçleri; liflerin tops formuna dönüşümü, melanjör, pasaj çekme (1-2-3), tarama (penyöz), hazırlama çekmesi, fitil, ring iplik eğirme, fikse, bobinleme, dokuma hazırlık, dokuma, ön terbiye, bitim işlemi, kalite kontrol ve performans değerlendirme şeklindedir. Konfeksiyon üretim süreçleri ise, özel bir farklılık içermez; stil tasarım, kalıp ve serileme, pastal serim, kesim, dikim ve kontrol aşamalarından oluşmaktadır. Bu aşamaların birinde yaşanan hata ve/veya hatalı bir durum bir ya da birkaç prosesin tekrarlanmasına; bazen de o ürünün kullanılmamasına dolayısıyla tamamıyla telef olmasına sebep olabilmektedir

Yün, tekstil endüstrisinde pahalı ve lüks lifler arasında yer aldığı için yünlü kumaşlar pahalıdır. Yünlü hazır giyim üretiminde; kaliteli kumaş, kaliteli astar ve malzemeden sonra en önemlisi işçiliktir. İyi bir işçiliğin basit ve gözle seçilebilen özellikleri vardır. Ceketin yakanın tam oturması, enseden açmaması, kolların tam oturmaması, yine bu kolların geride

veya önde olmaması, ceketin arkada kürek kemikleri hizasında hafif gode yapması, kalıbın biraz oturması, ne dar ne bol olması, yırtmaç var ise yırtmacın açmaması, önde bir yapışkan tela kabarıklığı veya göğüslerde herhangi bir kırılma olmamasıdır. Pantolonda da yan dikişlerin buruşmaması, tam ütülenmiş olması ve ceket ve pantolonu yatırdığınız zaman arka kısmının kalçaya tam oturması için biraz esnetilmiş olması, ütü ile kırıldıktan sonra yan dikişlerinin tam üst üste oturması gerekir (Gürsoy, 2015).

Özellikle kamgarn dokuma kumaşlarda Şekil 1.1’de yer aldığı gibi ekose ve çizgi efektleri her zaman talep gören bir eğilim göstermekle birlikte değişen moda akımlarıyla kayda değer talep artışları yaşanabilmektedir. Son yıllarda, bu tür desenlerin tüketiminin yaygınlaşması atkı eğriliğinden kaynaklanabilen sorunları öne çıkarmıştır. Konfeksiyonda pastalın düzgün serilememesi, kesim öncesi kayma nedeniyle fire oluşması, üretimde zaman kayıpları, desenlerin dikiş yerlerinde örtüşmemesi ve kullanıcı açısından da pantolon paça, ceket kol dönmesi şikâyetlerinde fark edilir artışlar olmuştur. Hazır giyim üretiminde, tüm giyim tarzlarında paça ve kol dönmesi sorunu ile karşılaşılması, atkı eğriliği probleminin sektör ölçeğinde ciddi bir kalitesizlik kaynağı olduğunu yansıtmaktadır.



Şekil 1.1. Ekose efektli kumaş örnekleri (Anonim, 2016)

Atkı eğriliği, dokuma kumaşlarda paralel olarak konumlanmış çözgü ve atkı ipliklerinin kesişme noktalarında 90 ° olması gereken açının sapma yapması sonucu ortaya çıkan bir

kusurdur. Dokuma kumaş üretiminde elde edilen kumaşın yapısal bütünlüğü ve stabilitesi dokuma öncesi ve dokuma sırasında belirlenen değişkenlerin uygun ve uyumlu olmasına bağlıdır, aksi durumda kullanım amacına elverişli kumaşlar elde edilememektedir. Atkı eğriliği, çözgü ve atkı olmak üzere bu iki grup ipliğin birbirlerine dik açıyla bağlanması ile oluşan dokuma kumaş yapısında atkı ipliğinin çözgü ipliği ile yaptığı 90 derecelik açının dokuma işlemi ya da terbiye işlemi nedeniyle bozulması ve düzeltilmemiş eğik, çarpık ve dalgalı görünümlü bir atkı hatası olarak tanımlanabilmektedir.

Dalgalanma, dokuma kumaş yapılarının kenar yapılarının formlarının düzensizliğinden, zemin kenar uyumsuzluğundan kaynaklanan dokuma kumaş yapılarında görülebilen kenar problemidir.

Eğrilik, konfeksiyon dikim esnasında güçlükler yaratır. Eğriliği olan kumaşlardan üretilen konfeksiyon ürünleri vücut üzerinde farklı davranırlar, sonuç olarak kumaş formunu kaybeder. Problem çözgü hazırlık, dokuma ve apre esnasında meydana gelebilir. Aprenin ramöz makine ile işlem aşamasındaki kumaş enindeki hız farkının varyasyonun olması ana nedenidir. Aprede ıslak kumaş ram tutacaklarına beslenirken sıcak hava kamaralarına besleme sırasında besleme silindir fırça hızları farklı ise veya 90° olarak hizalanamazsa, eğrilik meydana gelmektedir (Yazdi, 2004, 2005).

Dokuma kumaş üretiminde, temel dokuma parametrelerinin kumaş yapısı üzerindeki etkileri ve benzer şekilde bazı dokuma makinası ayarlarının kumaş yapısı, dokuma kalitesi ve performansı üzerinde etkileri üzerine, uzun yıllar boyunca, çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Dokuma kumaşların, genel yapısal özellikleri ve davranış karakteristiklerinin belirli bir eğilim içinde olduğu gözlemlenmiş ve çeşitli teorik ve ampirik modeller ile tanımlanmıştır. Literatürde, benzer çalışmalar, farklı malzemeler, farklı dokuma sistemleri ya da farklı yöntemler kapsamında da yinelenmiştir. Bu tez çalışmasında dokuma kumaşların yapısal davranışları ve kumaş parametreleri arasındaki ilişkiler kamgarn dokuma kumaşlar özelinde ele alınmıştır. Genel teorik yaklaşımlar bazında yapısal özelliklerin analizinin yanı sıra; tipik endüstriyel sorunlar olan atkı eğriliği ve kumaş kenarlarının dalgalanmasına yol açan etkenlerin incelenmesi bu tezin yoğunlaştığı ana konular olmuştur. Bu alanda yapılmış çalışmaların hem nicelik olarak, hem de deneysel uygulama içeriği itibariyle çok kısıtlı olmasının da bu konulara yoğunlaşma kararına önemli etkisi olmuştur. Tekstil sektöründe kalite sorunu olan atkı eğriliği probleminin oluşumu ve giderilmesine ilişkin sistematik bir yöntemin ortaya konulmadığı, kumaş zemin ve kenar örgü uyumsuzluğu ile meydana gelen dalgalanma probleminin yeterince



incelenmediği ve dolayısıyla dalgalanmanın ölçümü ile ilgili makul bir metodun da yer almadığı görülmüştür. Atkı eğrilini önlemek adına, dokuma işleminde boy cıbarı ve genel terbiye ve apre işlemlerinde atkı düzelticiler kullanılıyor olsa da, atkı eğriliği probleminin tümüyle giderilemediği ve bu probleminden ötürü, konfeksiyon serim ve kesim işleminde zorluk yaşandığı ya da kullanıcının ürünü kullanımı sırasında paça kol dönmesi gibi şikayetlerle karşı karşıya kaldığı gözlenmektedir. Bu tez çalışması ile hem atkı eğriliği hem de dalgalanma ile ilgili konulardaki eksikliklerin giderilmesine ve dalgalanma ölçümüne yönelik bir yöntem geliştirilmesi üzerine odaklanılmıştır. Bu başlıkların yanısıra, kamgarn kumaşları özelinde kıvrım değişim davranışı ile Poisson oranı arasında ilişkinin gözlenmesi ve analizi de tezin kapsamına dâhil edilmiştir.

Dokuma işleminde kenar konstrüksiyonu belirleme işlemi operatör insiyatifinden çıkaracak bir sistematik yaklaşım geliştirme ve kumaş performansını artırma amacıyla gerçekleştirilen bu alandaki ilk akademik çalışma olma niteliğindedir. Dokuma kumaş kenar konstrüksiyon optimizasyonu ile; endüstriyel üretimde hammadde kazancı, yeniden üretim / düzeltme kaynaklı enerji tasarrufu, kenar dalgalanması (marullanması) ve atkı eğriliği kaynaklı şikayetlerin elimine edilmesi, bu tez çalışmasının sağladığı somut kazanımları olup dolayısıyla tezin özgün ve yenilikçi yönlerini olmuştur. Dokuma kumaşların yapısal özelliklerinin yanı sıra kıvrım değişimine bağlı davranış gösteren Poisson oranlarının kuru ve nemli numuneler bazında analiz edilmesiyle literatüre özgün akademik katkı sağlamanın yanında, kamgarn kumaş üreticilerinin yaş işlemler sırasında en-boy çekme toleranslarının teorik ve pratik olarak irdelenmiş olması da bu tez çalışmasının özgün çıktılarından biri olmuştur.

Tez çalışması, alanında dünyanın önde gelen yünlü kumaş üreticilerinden biri olan Yünsa firması ile yakın işbirliği içinde gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, Yünsa firması özelinde olduğu kadar tekstil sektöründe de önemli bir paya sahip olan atkı eğriliği problemi nedenlerinin belirlenmesi ve bunların minimuma indirilmesi, dokuma kenar yapılarında kenar zemin konstrüksiyon uyumunun sağlanabilmesi, kenar konstrüksiyonunda iplik tasarrufunun sağlanabilmesi bu çalışmanın odak noktası olarak belirlenmiştir. Ayrıca kenar yapılarında gözlenen dalgalanma sorununu ölçme ve derecelendirme üzerine; ilgili literatürdeki eksikliği de giderecek bir dalgalanma ölçüm cetveli tasarımının yapılması ve dalgalanma ölçüm yönteminin oluşturulması da amaçlanmıştır.

Tez çalışması kapsamında Yünsa özelinde, ekonomik ve ulusal kazanımlar da gerçekleşmiştir. Yünsa'nın, üretim ve satış sonrasında karşılaştığı sorunların çözümüne yönelik

yürütülen paralel çalışmada, üretim proseslerinde tekrarları azaltarak malzeme ve enerji tasarrufu sağlanmıştır. Kenar tel dizim optimizasyonu ile tel sayısında %20 düşme ve 872.470,9 TL/yıl iplik tasarrufu, terbiye sürecinde enerji tasarrufuyla TÜBİTAK Vizyon 2023 hedeflerine uyum ve apre kaynaklı atkı eğriliğinin %0.3'e indirilmesi sonucu 95.155,4 TL/yıl doğalgaz-elektrik tasarrufu, apre yeniden işleme alma oranının %0,3'e inmesiyle apre üretiminde %2-3 (yaklaşık 20.000 mt/ay) artış olanağı, %1-2 düşük maliyetle daha kaliteli kumaş üretimi gerçekleştirebilmesidir. Bu kazanımlar sektördeki diğer firmalara da uyarlanabilecek niteliktedir.



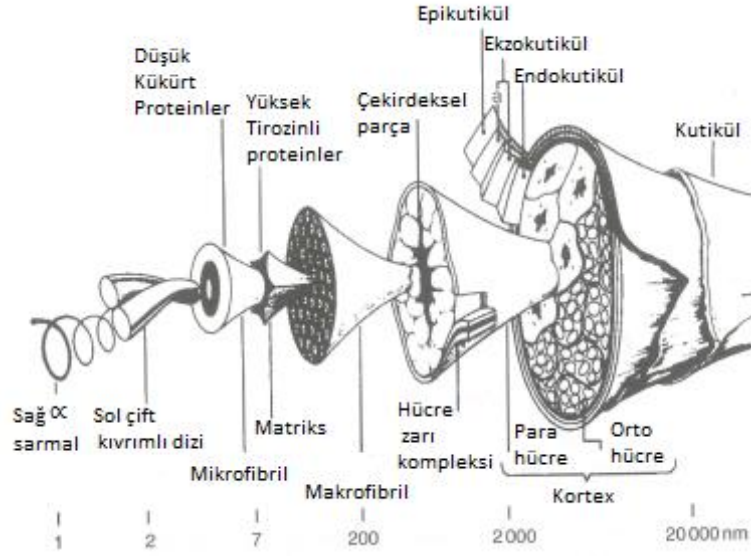
## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Yün Lifi Hakkında Genel Bilgiler

Doğal bir lif olan yün, hayvansal liflerin en çok bilinen ve en yaygın kullanılan türüdür. Yün lifi yapısı, epidermis, korteks, medula olmak üzere 3 tabakadan oluşmaktadır. Normal bir yün lifinin mikroskop altında görülebilen yapısı şematik olarak Şekil 2.1’de yer almaktadır (Bunsell, 2009). Epidermis tabakası; lifin dış yüzeyini kaplayan bu tabakaya kutikula dış çeper pul tabakası ve örtü hücreleri de denmektedir. Lifin dış etkenlerden korunmasını ve ayrıca keçeleşme özelliğini sağlamaktadır (Gürcan, 1992). Kutikulanın altında, nemi alabilen ve tutabilen iğ şeklindeki kortikal hücrelerden oluşan korteks bulunur. Bu hücreler iki tiptedir; orto-korteks ve para-korteks, lifin uzunluğu boyunca birbirine bükülü çift bileşenli yapıdadır (Humphries, 2004). Yün en emici elyaftır ve aynı zamanda higroskopiktir; nemi bir ıslaklık hissettirmeden alır. Orta kısımda siyah renkli olarak yer alan medula ise lifin deride meydana gelişi sırasında ortasında yer alan gevşek yapılı geniş hücrelerin sonradan kurumaları ile oluşmaktadır. Liflerin iplik olma kabiliyetlerini azaltır, ayrıca bu liflerin boya tutma ve boyama kabiliyetleri de zayıftır (Gürcan, 1992).

Yün lifi pahalı olduğu için; maliyeti azaltmak veya kullanımını uzatmak için genelde daha uygun fiyatlı liflerle karıştırılır. Kadolph ve Langford (2002), Federal Ticaret Komisyonu, yünlü kıyafet etiketleri için şartlarını aşağıdaki şekilde tanımlamaktadır.

- Saf yün, hiç işlenmemiş yün, bakir yün anlamına gelir, yararlı bir pazar aracıdır.
- Yün, yeni yün veya kamgarn iplik yapımında çıkan kırık iplik ve kısa liflerden, örgü atıklarından geri kazanılmış yün elyaflardır.
- Geri dönüştürülmüş yün, elyaf haline getirilen ve yeniden kullanılan yeni dokuma veya keçe kumaşların atıkları, kumaş artığı yünler, eski kıyafetlerden ve temizlenmiş, parçalanmış paçavralardan meydana gelmektedir.



Şekil 2.1. Yün lifinin yapısı (Bunsell, 2009)

Yün lifleri, 22 amino asidin polimerizasyonu sonucu bir araya gelmesiyle oluşmuş, keratin adı verilen protein yapıdan meydana gelmiştir. Protein makromoleküllerini oluşturan amino asitlerin cinsine, miktarına ve makromoleküller içindeki yerleşim durumuna göre, protein maddelerinin özellikleri de çok değişken olabilmektedir (Seventekin, 2004). Kimyasal yapısı nedeniyle yün lifleri, zincir içi ve zincirler arası güçlü bağlar sayesinde oluşan katlı olmaktan ziyade helisel formda bulunan bir zincir yapıdadır (Höcker, 2002).

Yün, karbon, hidrojen, oksijen, azot ve kükürt kimyasal elementlerden oluşan bir protein elyafıdır (Kadolph ve Langford, 2002). Yündeki yüksek kükürt içeriği, bir disulfid başına iki kükürt atomuna sahip olan bir amino asidin yüksek sistin içeriğinden kaynaklanmaktadır. Çizelge 2.1'de ham yünün kimyasal bileşenleri yer almaktadır (Wulfhorst, Gries ve Veit, 2006).

Çizelge 2.1. Ham yünün kimyasal bileşenleri (Wulfhorst, Gries ve Veit, 2006)

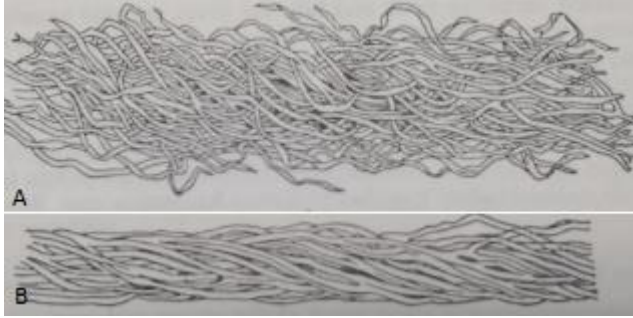
Kimyasal bileşen	Karbon	Hidrojen	Oksijen	Nitrojen	Sülfür	Kül
Oran [%]	50-52	6,5-7,5	22-25	16-17	3-4	0,5

Yünün eşsiz özelliği, yüksek higroskopikliğinden gelen üstün termal konforudur. Yün lifleri cep oluşturan kıvrım ve buklelere sahiptir, ısı yalıtımı için süngerimsi his vermektedir.

Yün elyaflar yüksek esnekliğe ve kıvrımlara sahiptir ve ağırlıklarından 30 kat daha fazla nemi emebilir. Bu özellik yün lifini oldukça konforlu bir giyim malzemesi yapmaktadır (Song, 2011).

Yün iplik, Strayhgarn, Kamgarn ve Yarı kamgarn iplik eğirme sistemlerinde eğrilebilmektedir. Elde edilen ipliklerin görselleri Şekil 2.2’de yer almaktadır (Cook, 2001). Strayhgarn hattında üretim akışı; hallaç (açıcı), yağlama, harman, kondisyonlama (loca bekletme), tarak, ring çekimi, bobinleme, fikse şeklindedir. Üretim sürecinde lifler gevşek tutulur, eğirme esnasında sınırlı büküm almaktadır. Elde edilen iplikler kalın, dolgun ve kıvrırcık olmaktadır, genellikle tüvit, palto ve battaniye ürünlerinde kullanılmaktadır.

Kamgarn hattı üretim akışı; liflerin tops formuna dönüşümü, melanjör, pasaj çekme (1-2-3), tarama (penyöz), hazırlama çekmesi, fitil, ring iplik eğirme, fikse ve bobinleme, şeklindedir. Kamgarn tarafında ring çekim çıkışı kıvrımı olması nedeniyle fiksesiz çalışılmamaktadır; bu nedenle kops fiksesi yapılmaktadır. Elde edilen iplikler daha sıkı ve pürüzsüz, dolayısıyla daha kaliteli olmaktadır. Etek, ceket, pantolon ve takım elbiselik ürünlerde kullanılmaktadır.



Şekil 2.2. Strayhgarn (A) ve Kamgarn (B) ipliklerin görüntüsü (Cook, 2001)

Kamgarn ipliklerin İngilizce dilindeki karşılığı olan “Worsted” sözcüğü Worstead isiminden evrilmiştir. Worstead; 14. Yüzyılın başlarında İngiltere’de üretilmiş olan ortalama kumaşlardan daha üstün kumaş üretimi yapan dokumacıların yaşadığı Norfolk’daki bir köyün ismidir (Simpson ve Crawshaw, 2002).

Ticari kullanımda yün inceliğinin eski İngiliz kamgarn iplik sayılarıyla (örneğin 50s, 70s gibi) tanımlanması daha yaygındır; Yünün incelik değerinin ifadesi olan s; bir libre ağırlığındaki elyaftan elde edilen 560 yardalık çilelerin sayısıdır. s değeri arttıkça lif incelik. Yün inceliği s yerine doğrudan kesit çapının mikron cinsinden değeri ile de ifade edilmektedir,

genellikle endüstride mikron incelik değeri ile bahsedilmektedir. İncelik derecelerine göre yün kalitesi sınıflandırması Çizelge 2.2’de yer almaktadır (Humphries, 2004).

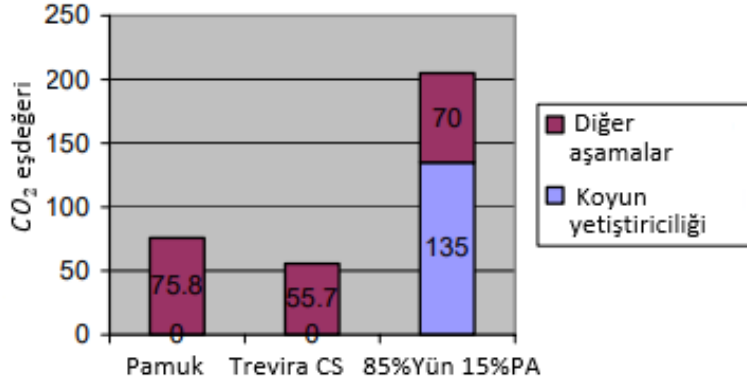
Çizelge 2.2. İncelik derecelerine göre yün kalitesi sınıflandırması (Humphries, 2004)

Yün sınıf	İncelik [ $\mu\text{m}$ ; $\mu$ ]	Uzunluk [mm; inch]	Kullanımı	Koyun soyu
Çok ince	15-18	<40; <1/2	kıyafet	Merino, some Rambouillet
İnce	18-24	40-110; 1½-4½	kıyafet	Merino, Rambouillet, çoğu kuzu yünü
Orta	24-31	110-150; 4½-6	kıyafet (palto,tüvit)	Crossbred, örneği; Corriedale
Kaba	31-70 (çoğu 31-40)	>150 ; >6	halı	Romney, Lincoln

Yün liflerinin işlenip, ticari bir ürün olabilmesini etkileyen parametreler, incelik, uzunluk, mukavemet, yabancı madde içeriği, yağ içeriği, nem içeriği şeklindedir. Üst segment yünlü kumaş üretiminde genellikle 25 mikron ve altındaki incelik değerlerinde yün kullanılmaktadır. İncelik değerine göre fiyat farklılığı gösterebilmektedir.

Yaz ve kış takım elbise için en uygun kumaş hiç kuşkusuz ki %100 yündür. Daha az yün kullanımı ile tek seferde doğru üretim sağlanabilmesi, hem karbon ayakizi düşürülmüş ürün sağlanabilmekte hem de kumaş üreticileri arasındaki mevcut konumunu koruyabilmesi ve gün geçtikçe pazardaki payını arttırabilmesi açısından çok önemlidir.

Yün, tüm tekstil lifleri içerisinde GWP (Global warming potential)’i en yüksek olan lifdir. Küresel Isınma Potansiyeli, farklı gazların küresel ısınma etkilerini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş bir ölçektir. Spesifik olarak, 1 ton karbondioksit ( $CO_2$ ) emisyonuna kıyasla, 1 ton gaz emisyon kütesinin belirli bir süre boyunca ne kadar enerji emeğine işaret eden bir ölçektir. Tekstil sektöründe yapılan bir araştırmada hammadde eldesinden üretim, kullanım aşamaları, atık haline geldikten sonra bertaraf edilme süreçlerinin tamamı yani tüm yaşam döngüsü, GWP açısından değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 2.3’de yer almaktadır. Grafik incelendiğinde yünün, koyun çiftliklerinden kaynaklanan metan salınımı dolayısıyla GWP’nin diğerlerinden çok daha fazla çıktığı gözlenmiştir. (Dahllöf, 2004)



Şekil 2.3. Yün lifinin GWP değeri (  $CO_2$  eşdeğeri) karşılaştırma grafiği (Dahllöf, 2004)

GWP ne kadar büyük olursa, belirli bir gaz dünyayı o zamana göre  $CO_2$ 'e kıyasla daha fazla ısıtır. GWP'ler için genellikle kullanılan süre 100 yıldır ([www.epa.gov](http://www.epa.gov) 2019).

## 2.2. Yün İthalat Ve İhracat Bilgileri

Tüm dünyada, her ülkenin gümrük tarife cetvelinin esasını Harmonize Mal Tanımı ve Kodlama Sistemi (The Harmonized Commodity Description and Coding Systems) oluşturmaktadır. Türkiye Gümrük tarife cetvelinde (GTİP) iki haneli kodla verilen Yapağı ve Yün, İnce veya Kaba Hayvan Kılı; At Kılından İplik ve Dokunmuş Mensucat için tanımlı Fasıl 51 için alt kırılımlar mevcuttur (Lebib Yalkın Yayınları, 2018). Yün ithalat ve ihracatı hakkında bilgi sahibi olabilmek için 51.01 - Yün ve yapağı (karde edilmiş veya taranmamış) GTİP kodu ile araştırma yapılmıştır.

İlk 15 ülke için oluşturulan tablo Çizelge 2.3'de yer almaktadır. Çizelgede yer alan ülke bazında ithalat miktarları incelendiğinde, 3,191,653 bin Amerikan doları ile toplam dünya ithalatının %66,2 kadarının Çin'e ait olduğu ve toplam 15 ülkenin tüm dünya ithalatının %95,7'sini oluşturduğu görülmektedir. Türkiye'nin ise %0,7'lik ithalat oranı ile 14. sırada yer aldığı görülmektedir.

Çizelge 2.3. En fazla ithalat yapan 15 ülkenin ithalat değerleri

İthalatçı Ülke	İthalat Toplamı 2018 [bin USD]	İthal Edilen Miktar [Ton]	Birim değeri [USD/ton]	2014-2018 yılları arasında değer olarak büyüme [%]	2014-2018 yılları arasında miktar olarak büyüme [%]	Dünya ithalatında payı [%]
Çin	3191653	362243	8811	7	2	66,2
Hindistan	316093	81994	3855	-3	-4	6,6
İtalya	299557	30807	9724	7	-2	6,2
Çek Cumhuriyeti	244792	33796	7243	7	1	5,1
Kore Cumhuriyeti	102268	8270	12366	7	0	2,1
Birleşik Krallık	90565	44881	2018	-9	1	1,9
Uruguay	66275	17064	3884	4	-2	1,4
Mısır	62339	19321	3226	3	36	1,3
Tayland	44766	4559	9819	5	7	0,9
Bulgaristan	34974	5768	6063	81	20	0,7
Japonya	34251	4713	7267	-3	-6	0,7
Almanya	33725	7699	4380	-5	-5	0,7
Türkiye	32696	34185	956	0	13	0,7
Taivan	30088	3180	9462	-1	-7	0,6
Litvanya	28369	9131	3107	-5	5	0,6

2018 yılı dünyada 5101 kodlu ürün yün elyafı ithalatı toplam 4,821,641 bin Amerikan doları kadardır. Şekil 2.4'de yün elyafına ilişkin ithalatçı ülkelerin harita bazlı görseli yer almaktadır. En fazla yün elyaf ithalatı yapan ülkelerin Çin, Hindistan, İtalya olduğu görülmektedir ([www.marketanalysis.intracen.org](http://www.marketanalysis.intracen.org) 2019).



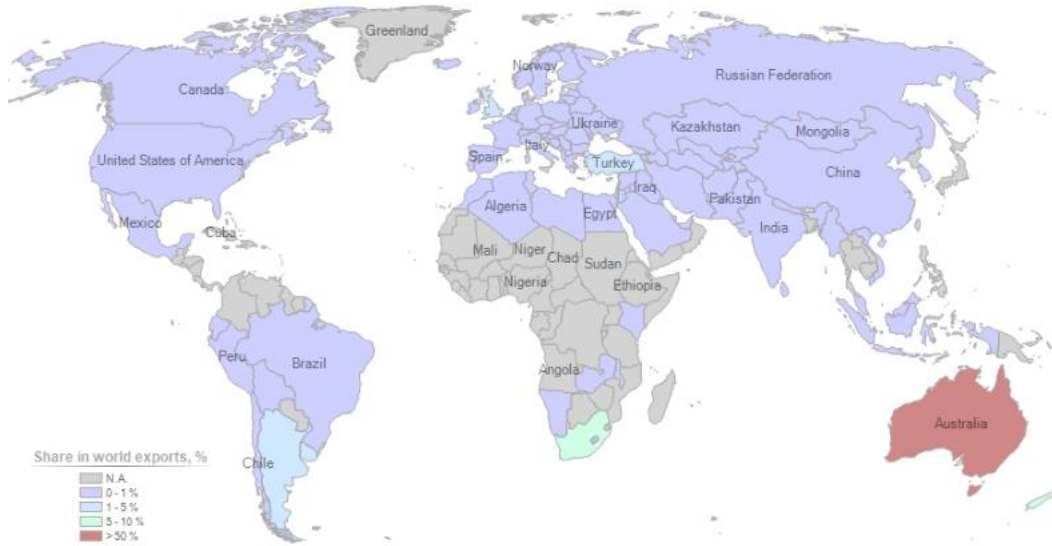
List of importing countries for the selected product in 2018  
Product : 5101 Wool, neither carded nor combed



Şekil 2.4. Yün elyafı ithalatçı ülkelerin dağılımı ve payları

2018 yılı dünya 5101 kodlu ürün yün elyafı ihracat toplam 4,578,263 bin Amerikan dolar olmuştur. Şekil 2.5’de yün elyafı ihracatı gerçekleştiren ülkelerin harita bazlı görseli yer almaktadır. En fazla yün elyaf ihracatı yapan ülkelerin Avusturalya, Güney Afrika, Yeni Zelanda olduğu görülmektedir ([www.trademap.org](http://www.trademap.org) 2019).

List of exporting countries for the selected product in 2018  
Product : 5101 Wool, neither carded nor combed



Şekil 2.5. Yün elyafına ilişkin ihracatçı ülkelerin dağılım ve payları

İlk 15 ülke için oluşturulan tablo Çizelge 2.4’de yer almaktadır. Ülke bazında ihracat miktarları incelendiğinde, 2,976,589 bin Amerikan doları ile toplam dünya ithalatının %65 kadarını Avusturalya’nın oluşturduğu görülür. Toplam 15 ülkenin de tüm dünya ihracatının %90,3 nü oluşturduğu görülmektedir. Türkiye ise %1,2 lik ihracat oranı ile 7. sırada yer almaktadır.

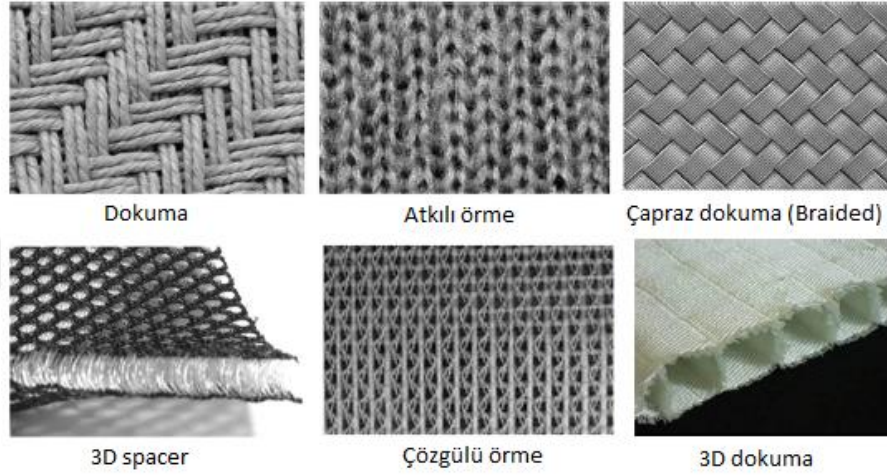
Çizelge 2.4. En fazla ihracat yapan 15 ülkenin ihracat değerleri

İhracatçı Ülke	İhracat Toplamı 2018 [bin USD]	İhraç Edilen Miktar [Ton]	Birim değeri [USD/ton]	2014-2018 yılları arasında değer olarak büyüme [%]	2014-2018 yılları arasında miktar olarak büyüme [%]	Dünya ihracatında payı [%]
Avusturalya	2976589	2969876	9638	9	0	65
Güney Afrika	398001	389914	8663	12	1	8,7
Yeni Zelanda	385811	384783	3567	-13	-5	8,4
Uruguay	104508	38233	6597	-2	-6	2,3
Arjantin	89885	89885	5863	11	-2	2
Birleşik Krallık	77072	-13493	2584	-12	-3	1,7
Türkiye	56898	24202	2210	3	12	1,2
İspanya	45561	38434	2923	3	-1	1
Çin	37701	-3153952	4118	-14	-12	0,8
Peru	35763	35598	3509	9	5	0,8
Belçika	29831	1754	2686	-6	-7	0,7
Brezilya	28415	26533	3930	-4	-8	0,6
Lesoto	28220	28070	11448	15	-18	0,6
Amerika Birleşik Devletleri	22000	4221	4171	5	-2	0,5
Almanya	19427	-14298	3407	-25	-23	0,4

## 2.3. Dokuma Kumaş Özellikleri

### 2.3.1. Dokuma kumaş yapısı

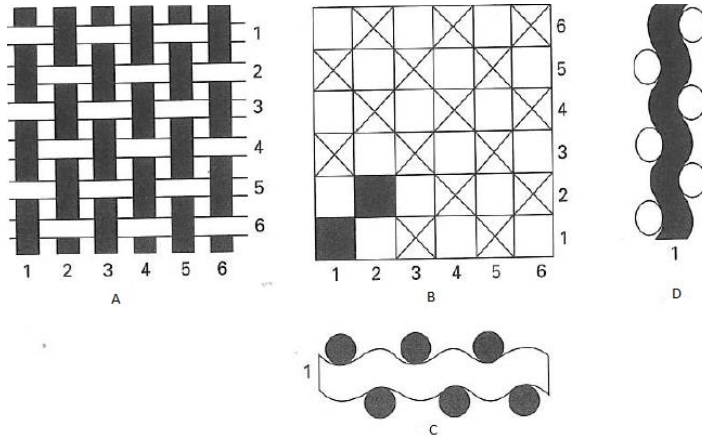
Temel ve teknik amaçlar için yaygın olarak kullanılan kumaş yapıları Şekil 2.6’da görülmektedir. Görülebildiği gibi dokuma kumaş, birbirlerine dik açılı olan çözgü ve atkı olmak üzere iki iplik setinin bağlantı yapmasıyla oluşan yapıdır. Çözgü kumaş boyunca uzanan, atkı ise kumaş enince uzanan ipliktir.



Şekil 2.6. Farklı kumaş yapıları (Kumar ve Hu, 2018)

Çözgü ve atkı iplik grubunun kesişim noktalarında belirli bir düzen içinde birbirleri ile bağlantı yapmaları sonucu oluşan yapıya dokuma kumaş, bağlantı düzenine de örgü denilmektedir. Bezayağı örgülerin en basitidir ve dünyadaki tüm dokuma kumaşların %70’inden fazlasını temsil etmektedir (Humphries, 2004), sağlamdırlar ve iplik kaymalarına karşı dayanıklıdırlar.

Bağlantı noktalarının çokluğu, dokunun sıkı olmasını ve çok mukavemetli kumaşlar elde etme olanağı sağlar. Şekil 2.7’de bezayağı örgünün rapor ve kesit görselleri yer almaktadır.



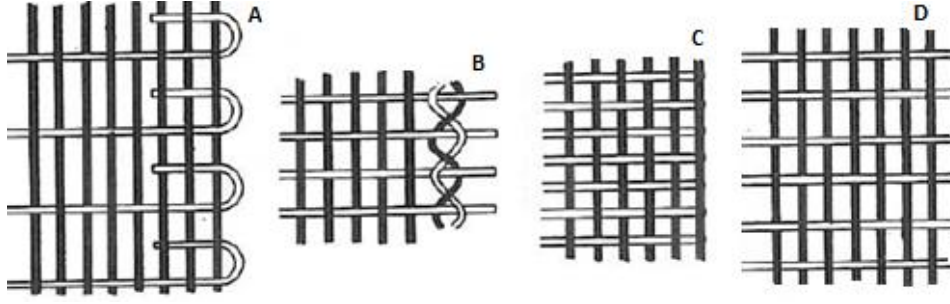
Şekil 2.7. Bezayağı örgü (A: plan, B: örgünün gösterimi C: atkı boyunca kesit görünümü D: çözgü boyunca kesit görünümü)

Kumaş yapısı sırasıyla aşağıdaki parametrelere bağlı olarak belirlenir (Özek, 2015).

- Lif yapısı ve özellikleri (lif tipi; lif karışımı; geometrik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikler)
- İplik yapısı ve özellikleri (iplik tipi; geometrik, fiziksel, mekanik ve yapısal özellikler; iplikçilikte teknolojik parametreler)
- Temel kumaş parametreleri ve özellikleri (iplik tip ve numarası, sıklıklar, kıvrım değerleri ve örgü ile bu temel parametrelere bağımlı gramaj, örtücülük, genişlik ve diğer fiziksel kumaş özellikleri)
- Renklendirme ve bitim işlemleri ile bezeme elemanları

Dokuma kumaşların dokuma ve devamındaki üretim aşamalarında uzama ve gerilimlere karşı kumaşın dağılması ve yırtılmasını engellemek amacı ile oluşturulan sağlam bir kenar yapısına ihtiyaç duyulur. Dokuma kumaş kenar yapıları, kumaşın zemin bölgesinden daha sık ve kuvvetli olmalıdır. Bu yapıyı sağlayabilmek için daha sıkı ve sağlam bir konstrüksiyon ya da daha sağlam çözgü iplikleri kullanılmalıdır.

Mekiksiz dokuma makinalarında dokunan kumaşların zamanla geliştirilen kenar yapıları, kıvrıma kenar, saçak kenar, leno kenar ve eritme kenar olarak sınıflandırılmaktadır (Demir, 2014). Şekil 2.8'de kenar yapıları şematik olarak yer almaktadır. Kamgarn kumaşlarda yaygın olarak kıvrıma (tuck-in) kenar ve leno kenar yapıları kullanılmaktadır. Kumaş kenarı oluşturmak için ekstra kenar çözgüleri ve çoğu kez ek taşıyıcı çözgüler (yalancı kenar) de kullanılır.



Şekil 2.8. Çeşitli dokuma kumaş kenar örnekleri (A:Kıvrırma (tuck-in) kenar B: Leno kenar, C:Eritme kenar D: Saçak kenar)

Kenar oluşturma ünite örnek görselleri sırasıyla leno kenar ve kıvrırma (tuck-in) kenar için Şekil 2.9’da yer almaktadır.



Şekil 2.9. Kenar oluşturma cihazları (A: Leno kenar B: Tuck-in kenar) (Dornier, 2019)

Dokuma kumaşın biçimsel yapısı, dokuma, iplik yoğunluğu, kıvrım ve iplik sayımı ile tanımlanır. Kumaş parametreleri arasındaki ilişki kumaşın geometrik bir modeli göz önüne alınarak elde edilebilir.

İpliklerin kumaş yapısında en önemli iki boyutsal parametresi iplik çapı ve birim örgü raporunda yer alan iplik uzunluğudur. Kumaşı tanımlayabilmek için gereken parametreler iki ana grupta toplanabilmektedir. Bunlar temel parametreler; örgü, çözgü ve atkı sıklıkları, çözgü ve atkı iplik numaraları, kıvrımı belirleyici uzunluk (modüler uzunluk). Bu değerler bir kumaşın yapısını karakterize etmek için yeterlidir. Yardımcı parametreler ise; temel parametrelere bağımlı olan kumaş birim ağırlığı, kumaş kalınlığı, kumaş genişliği, parti uzunluğu, örtme faktörü ve çeşitli fiziksel (örneğin; kopma yükü ve uzaması) özelliklerdir (Greenwood, 1975).

Çözü ve atkı sıklıkları, çözü ya da atkı iplikleri arasındaki uzaklığı çözü aralığı ya da atkı aralığı olarak tanımlamak mümkündür. Çözü ve atkı aralığı eşitlikleri mm cinsinden aşağıdaki gibidir.

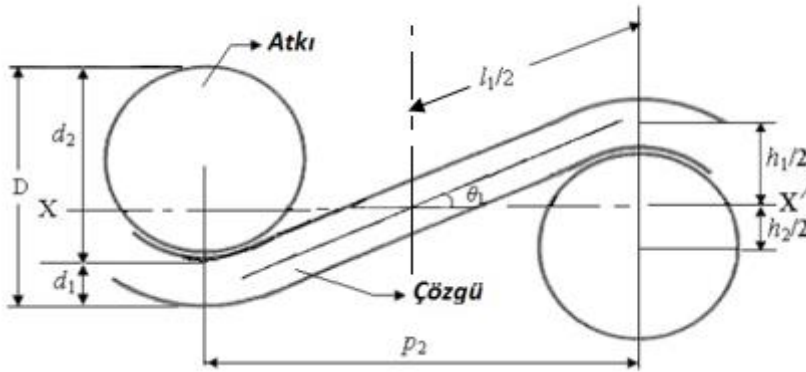
$n_1, n_2 =$  çözü ve atkı sıklıkları

$$\text{Çözü aralığı: } p_1 = \frac{10}{n_1} \text{ [mm]} \quad (2.1)$$

$$\text{Atkı aralığı: } p_2 = \frac{10}{n_2} \text{ [mm]} \quad (2.2)$$

İplik linear yoğunluğu tex birimiyle ifade edilmektedir. 1 metre iplik tex /1000 gram ağırlığındadır.

Basit geometrik formdan elde edilen matematiksel çıkarımlar ve bir araya getirilen ipliğin fiziksel özellikleri kumaşlardaki çeşitli olayların anlaşılmasına yardımcı olur. Geometrik model temel olarak, kumaşın çözü veya atkı kesitlerinde ipliğin aldığı şekil ile ilgilidir (Behera ve Hari, 2010). Temel Peirce esnek iplik geometrik modeli Şekil 2.10'da gösterilmiştir.



Şekil 2.10. Peirce'nin bezayağı örgü modeli (Peirce, 1937)

1937 yılında önerilen Peirce modelinde, modeli sadeleştirmek için;

1. İplikler tamamen esnektir, örneğin, eğilme rijitliği = 0,
2. İplikler dairesel kesitlere sahiptir.
3. İplikler sıkıştırılmazlar.

İplikler uzayamaz varsayımlarında bulunulmuştur. Fakat bu varsayımların hiç biri gerçekte geçerli değildir ancak analizi basitleştirir ve kumaş parametreleri arasında yararlı eşitliklerin elde edilmesini sağlamıştır. Bu varsayımlar sonucunda tanımlanan geometrik model sayesinde; aşağıda listelenen eşitlikler elde edilir.

$d$  = iplik çapları (1 ve 2 sırasıyla çözgü ve atkı indisleridir)

$p$  = iki ardışık iplik arasındaki uzaklıklar (aralık)

$h$  = kıvrım genlik değerleri ( $XX^1$ )

$\theta$  = kumaş eksenini ile iplik eksenini arasındaki açı

$l$  = iki atkı ipliği arasında uzanan çözgü ipliğinin uzunluğu

$c$  = kıvrım değerleri

$$d_1 + d_2 = h_1 + h_2 = D \quad (2.3)$$

$$c_1 = \frac{l_1 - p_2}{p_2} \quad (2.4)$$

$$c_2 = \frac{l_2 - p_1}{p_1} \quad (2.5)$$

$$p_2 = (l_1 - D \cos(\theta_1)) \cos(\theta_1) + D \sin(\theta_1) \quad (2.6)$$

$$p_1 = (l_2 - D \cos(\theta_2)) \cos(\theta_2) + D \sin(\theta_2) \quad (2.7)$$

$$h_1 = (l_1 - D \sin(\theta_1)) \sin(\theta_1) + D \cos(\theta_1) \quad (2.8)$$

$$h_2 = (l_2 - D \sin(\theta_2)) \sin(\theta_2) + D \cos(\theta_2) \quad (2.9)$$

Sonuç olarak 11 bilinmeyen ve 7 eşitlik elde edilmiştir. Genel olarak,  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $p_1$ ,  $p_2$  parametreleri basit kumaş analizi yapılarak kolayca elde edilebilir. Bu durumda kalan 7 bilinmeyen değişkenler, yukarıdaki denklemler çözülerek elde edilebilir (Kumar ve Hu 2018).

Pierce'in basit geometrik modelinin ardından, Kemp (1958) iplik yassılmasını dikkate almış ve yassılmış iplik kesitini bir koşu pisti biçiminde tanımlayarak yeni bir kumaş geometrisi ortaya koymuştur. Hamilton (1959) yassılma koşullarında ipliğin eliptik bir form alacağından ötürü büyük ve küçük çaplarının ölçülmesi için bir metot geliştirmiştir. Sonrasında (1964) Kemp tarafından, var olan geometrinin bezayağı dışındaki diğer örgülerde de uyarlanabilmesini sağlayan bir yaklaşım da geliştirmiştir (Başer, 2004).

### 2.3.2. Yünlü dokuma kumaşlara uygulanan performans testleri

Yünlü dokuma kumaşlar; saf yünlü (%100 yün lifinden oluşan), yünlü (en az %50 yün lifi ve geri kalanı diğer tekstil lifi veya liflerden oluşan), yün karışımı (en az %30 yün lifi ve geri kalanı diğer tekstil lifi veya liflerden oluşan) olmak üzere lif kompozisyonuna göre 3 sınıfa ayrılmaktadır (TS 2793:2017).

Yünlü dokuma kumaşların performans değerlendirilmesinde, dokuma kumaşlara uygulanan testlerin dışında TS 1009 ISO 1136 standardında Yün - Ortalama elyaf çapının tayini - Hava geçirgenliği metodu, TS 2374 standardında Dokunmuş ve örülmüş yünlü tekstil mamüllerinde gevşeme, sıkılaşıma ve keçeleşme nedeniyle meydana gelen boyut değişimlerinin tayini, TS EN ISO 137\* standardında Yün - Lif çapının tayini - Projeksiyon mikroskobu yöntemi uygulanabilmektedir (TS 2793:2017).

### 2.3.3. Dokuma kumaş mekanik özellikleri

Dokuma kumaş temel unsurlarını ifade eden örgü, çözgü ve atkı sıklıkları, çözgü ve atkı iplik numaraları ile ilişkiyi gösteren birçok çalışma vardır. Dokuma değişkenlerinden kaynaklanan kumaşın genel yapısını tanımlayan kumaş özellikleri Çizelge 2.5’de özetlenmiştir.

Çizelge 2.5. Dokuma kumaşların özellikleri (Kadolph vd., 2002)

Kumaş özelliği	Özellikleri
Yüksek örtücülük (iplik numarası)	Diri, dolgun, güçlü, iyi örtme, yoğun, sıkı, stabil, daha rijit döküm, rüzgar ve su itici, daha az kenar sökülmesi
Düşük örtücülük (iplik numarası)	Esnek, geçirgen, katlanabilir, daha yumuşak döküm, daha yüksek çekme potansiyeli, daha fazla kenar sökülmesi
Dengeli yapı	Daha az dikiş açılması, çözgü ve atkı eşit miktarda kullanım
Dengesiz yapı (genellikle çözgü daha fazla)	Düşük iplik numarası ile dikiş kayması; yüzey iplikleri önce aşınır, yarıklar ayrılır (yaygın olarak döşemelik kumaşlarda), görsel ve dokusal ilgi eklenir
Atlamalılar	Parlak, pürüzsüz, elastik, esnek, sökülebilir ve tel çıkabilir, düşük iplik numarası ile dikiş kayması



Behera, Militky, Mishra ve Kremenakova (2012), kumaşların temel parametrelerinde bağımlı olan kumaş ağırlığı, kumaş kalınlığı, örtme faktörü yardımcı parametreleri hesaplamaları aşağıdaki gibidir.

Kumaş kalınlığı; dairesel enine kesit iplik için  $h_1+d_1$  veya  $h_2+d_2$  eşitliğinden hangisi büyük ise kumaş kalınlığı olarak alınırken eşit çıkması durumunda ise minimum kalınlık (2.10) bağlantısındaki gibi verilir.

$$\text{Minimum kalınlık} = 1/2 (h_1+d_1+h_2+d_2)=D; h_1=D-d_1 \quad (2.10)$$

Böyle bir kumaş pürüzsüz bir yüzey oluşturur ve giyside düzgün aşınma sağlamaktadır. İki yönünde kaba ve ince iplikler olan bir kumaşta ve ince iplik gerginliğinin gerilmesi ile kaba iplik için maksimum kıvrım elde edilir. Bu durumda ise,  $h_{kaba}=D$  nedeniyle maksimum kalınlık (2.11) bağlantısındaki gibidir.

$$\text{Maximum kalınlık} = D + d_{kaba} \quad (2.11)$$

Dokuma kumaşı oluşturan ipliklerin kapladıkları yüzeye örtme oranına denir. Peirce (1937) tarafından geliştirilen örtme faktörü (K) ise; ipliklerin dairesel kesitli varsayıldığı pamuklu kumaşlar için geliştirilmiş ampirik bir formül olup aşağıda verilmiştir.

$$K = n \sqrt{T} \times 10^{-1} \quad (2.12)$$

$\emptyset_{pf}$  = lif malzeme yoğunluğu

T = iplik numarası (tex)

n = cm başına düşen iplik sayısı = 1/p

$$d = \frac{1}{280,2} \sqrt{\frac{\text{Tex}}{\emptyset \cdot pf}} \quad (2.13)$$

$K_1, K_2$  = çözü ve atkı örtme faktörü

$$\text{Kumaş örtme faktörü} = K_1 + K_2 - (K_1 K_2 / 28) \quad (2.14)$$

Kumaş gramajı (W); g/m<sup>2</sup> cinsinden (2.15) eşitliği ile hesaplanmaktadır.

$n_1 n_2$  = çözü ve atkı iplik sıklıkları

$T_1 T_2$  = iplik numaraları (tex)

$C_1 C_2 =$  çözgü ve atkı kıvrımları

$$W = \frac{n_1 x (1+c_1) x T_1}{10} + \frac{n_2 x (1+c_2) x T_2}{10} \quad (2.15)$$

#### 2.3.4. Yünlü dokuma kumaşlarda bulunabilecek hatalar ve sınıfları

Yünlü dokuma kumaşlarda görülen hataların çoğu genel dokuma hataları kapsamında yer alır. Yün lifinin doğasından kaynaklanan higral genişleme özelliğinden ötürü, yaş çekme ve kumaş eni ayarlarında ekstra kalite sorunları yaşanabilmektedir. Ayrıca genelde üst giyimde kullanılan pahalı kumaşlar olmaları nedeniyle, kalite kontrol aşamasında cımbız dairesinde yapılan düzeltme amaçlı işlemlerin kapsamı ve önemi daha fazladır. Çizelge 2.6'da dış giyim için yünlü dokuma kumaşta bulunabilecek hatalar ve sınıfları verilmektedir.

Çizelge 2.6. Yünlü dokuma kumaşlarda bulunabilecek hatalar ve sınıfları (TS 2793:2017)

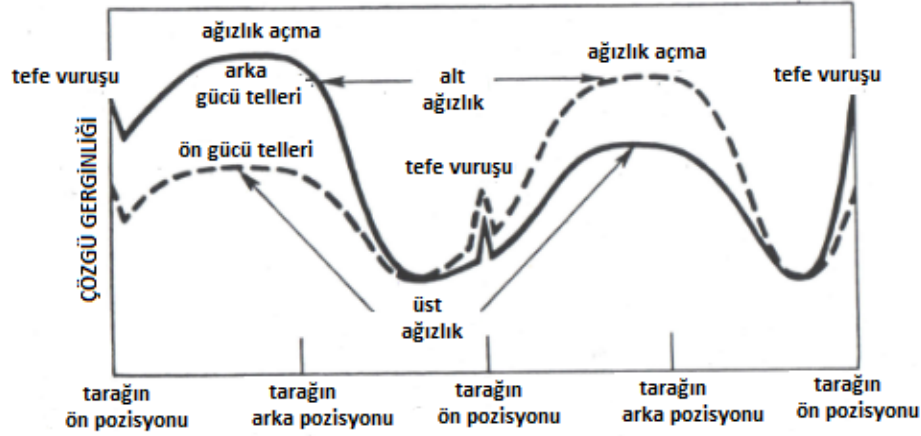
Hatanın adı	Açıklama		Sınıflandırma		
			Kritik	Büyük	Küçük
Kalın veya ince çözgü veya atkı	Kumaşta diğer çözgü ve atkı tellerine göre gözle seçilebilen daha kalın ve daha ince çözgü ve atkı teli	45 cm ve daha uzun tel/teller		X	
		45 cm'ye kadar tel/teller			X
Gevşek çözgü veya atkı, gergin çözgü veya atkı (*)	Diğer çözgü/atkı tellerinden daha fazla gergin ve gevşek çözgü/atkı teli	45 cm ve daha uzun tel/teller		X	
		45 cm'ye kadar tel/teller			X
Çözgü veya atkı kaçığı, boş çözgü veya atkı atlaması	Yan yana iki ve daha fazla tel		X		
	45 cm ve daha uzun tek tel			X	
	45 cm'den daha kısa tek tel				X
Atkı eğikliği, atkı deformasyonu	Açıkaç görülebilenler			X	

Çizelge 2.6. Yünlü dokuma kumaşlarda bulunabilecek hatalar ve sınıfları (TS 2793:2017) devamı

Hatanın adı	Açıklama		Sınıflandırma		
			Kritik	Büyük	Küçük
Tarak izleri	Tarak dişi aralıklarının eşitsizliğinden doğan çözü boyunca uzanan farklı ve sürekli aralıklar	45 cm ve daha uzun		X	
		45 cm'ye kadar			X
Tahar, desen, doku raporu hataları	Açıkça görülebilenler			X	
Nope	2 m'de 3 adet veya daha fazla			X	
	2 m'de 3 adetten az				X
Atkı ilmeği (*)	Atkı ipliklerinin kendi üzerinde kıvrılarak ufak ilmekler yapması	10 cm'den daha uzun	X		
		(5-10) cm		X	
		5 cm'den daha kısa			X
Havlanma	Açıkça görülebilenler			X	
Patlak, delik, yırtık, kesik	Herhangi bir boyutta		X		
Gevşek ve gergin kenar, mandal (klape) kaçığı, kıvrık kenar, bozuk kenar, çekik kenar (*)	10 cm ve daha uzun			X	
	10 cm'den daha kısa				X
Kir, leke, yağ veya küf	3 cm <sup>2</sup> büyüklüğe kadar			X	
	3 cm <sup>2</sup> ve daha büyük		X		
Kafes	Çözgü veya atkı yönlerinden herhangi birinde 3 ve daha çok telin oluşturduğu kafes			X	
	Çözgü veya atkı yönlerinden herhangi birinde 3'ten daha az telin oluşturduğu kafes				X
Sürtünme izi (*)	Kumaş yüzeyindeki sürtünmeden kaynaklanan görünüm bozuklukları	45 cm ve daha uzun		X	
		45 cm'ye kadar			X
Boyama hatası (Abraj) (*)	Hatalı boyama nedeniyle farklı tondaki (renk dalgalanmaları) bölgeler	45 cm ve daha uzun		X	
		45 cm'ye kadar			X
Düğüm	Metrekarede 3 adet veya daha fazla			X	
	Metrekarede 3 adetten daha az				X
Yağlı çözgü, yağlı atkı (*)	10 cm ve daha uzun			X	
	10 cm'den kısa				X
Parça boyu	Herhangi bir toptaki kumaş parçasının belirtilen en küçük parça boyundan kısa olması			X	
Parça sayısı	Bir toptaki parça sayısının belirtilenden çok olması			X	

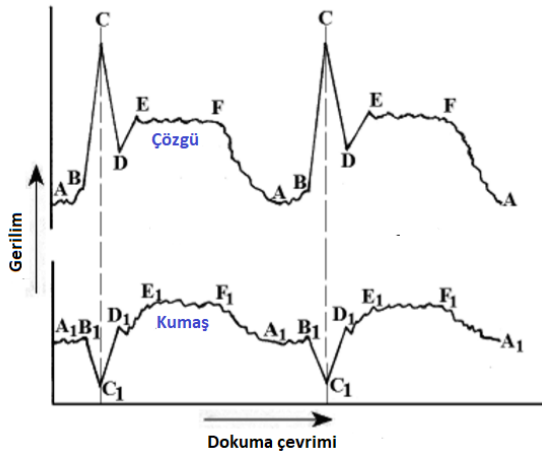
## 2.4. Çözgü Gerilimi ve İplik Kıvrımına Yönelik Literatür Özeti

Dokuma sırasında, çözgü gerilimi çeşitli dokuma hareketlerinden etkilenir, bunların başlıcaları; ağızlık açma pozisyonu, tefe vuruşu, kumaş çekmedir. Bu nedenle tek bir çözgü gerilimi değerinden söz etmek mümkün değildir. Şekil 2.11’de gösterilen bir döngü değişikliğinden geçmektedir (Greenwood, 1975).



Şekil 2.11. Dokuma çevriminde çözgü gerilim döngüsü (Greenwood, 1975)

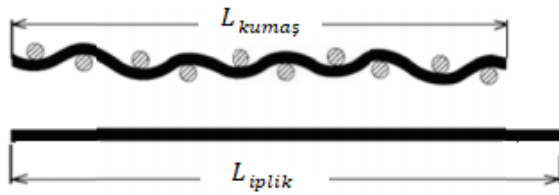
Şekil 2.12’de dokuma çevriminde çözgü ve kumaş gerilimi değişimi verilmiştir. Çözgü gerilim değişimi sonuçlarında tefe vuruşu ve ağızlık açma gerilimleri açıkça görülmektedir. E den F’ye ağızlık açma gerilimi görülürken keskin tepe gerilimi olan C, tefe vuruş gerilimini göstermektedir.



Şekil 2.12. Çözgü ve kumaş gerilim değişimi (Neogi, 2016)

Kıvrım, üretilen dalgalanma miktarıdır, kumaş formunda dokuma sırasında iplik içerisinde üretilen dalganın miktarıdır. Kıvrım  $c$  sembolü ile ölçülerek elde edilir, dokuma halindeki bir ipliğin uzunluğu  $L_{kumaş}$ , aynı ipliğin kumaştan çıkarıldıktan ve gerilimsiz uzatıldıktan sonraki uzunluğu  $L_{iplik}$  ile aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Afroz ve Siddika, 2014). Şekil 2.12 kıvrım oluşumuna yol açan iplik kıvrılma doğasını göstermektedir. Şekil 2.13 kıvrım oluşumuna yol açan iplik kıvrılma doğasını göstermektedir.

$$c = \frac{L_{iplik} - L_{kumaş}}{L_{kumaş}} \quad (2.16)$$



Şekil 2.13. İplik kıvrım oluşumu (Nasrun, Yahya, Ghani ve Ahmad, 2016)

Ağızlığı oluşturan iki çözümlü ipliğinin arasından atılan atkı ipliği üzerine kapanması ve atkının kumaşa tefe vuruşu sırasında önce çözümlü sonra atkı ipliklerine kıvrım uygulanmış olmaktadır. Çözümlü salma mekanizması ile uygun bir biçimde kontrol edilen çözümlü gerilimi, genellikle atkı geriliminden daha fazla olmaktadır.

Dokuma kumaş üretiminde yaşanan kenar gerginliği, atkı eğriliği problemi için boy cımbazları kullanılmasına rağmen, çözümlü gerilim farklılığı nedeniyle ham kalite kontrolde dalgalı ya da atkı eğriliğine sahip kumaş yapıları gözlenebilmektedir. Terbiye işletmesinde kumaşın yapısına göre gaze ve ardından yıkama işlemine tabi tutulan kumaşlar kurutma işlemi öncesinde ramöz girişinde atkı düzelticilerden geçirilebilmektedir. Bu makineler belli silindirlerden geçirilerek kumaşın ramöze düzgün bir şekilde beslenmesini sağlamaktadır.

Atkı eğriliği ya da kumaş eni boyunca dalgalanmanın söz konusu olması durumunda özellikle desenli tasarımlarda, konfeksiyon üreticisi ve müşteri için ciddi kalite ve maliyet problemleri teşkil etmektedir.

Dokumada verimliliği ve dokunan kumaşın kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden birisi çözümlü gerilimi ve çözümlü ipliği kopuşlarıdır. Huttl (1989) çözümlü ipliği kopuşlarının

dokuma tezgâhının üç ayrı bölgesinde %65'nin lameller-tefe vuruş noktası arasında, %25'inin arka köprü-lamel arasında, %10'unun da kenar ipliklerinde meydana geldiğini belirtmiştir.

Turhan ve Eren (2004), yaptıkları çalışmada elektronik çözü salma ve kumaş çekme mekanizması, ağızlık açma mekanizması kamlı olan hava jetli bir dokuma makinesinde belli bir atkı sıklığında çalışırken daha yüksek bir atkı sıklığında dokumaya geçildiğinde çözü ipliği gerginliklerini ve kumaş çizgisi mesafesini ölçmüşlerdir. Kumaş çizgisinin kalıcı duruma geldiği dokuma miktarı saptanmış ve son olarak, dokunmuş olan bu miktara kadar ölçülen ipliği gerginlikleri analiz edilmiştir. Elektronik kumaş çekme ve çözü salma mekanizmasına sahip dokuma makinesinde değişken atkı sıklıklı bir kumaş dokunması sırasında dokuma süreci içerisinde ortalama çözü gerginliğini koruma açısından bir sorun yaşanmadığı gözlemlenmiştir. Ancak dokunması istenilen herhangi bir atkı sıklığına geçişlerde atkı sıklığı miktarı arttıkça kalıcı duruma geçiş periyodu daha uzun sürmekte dolayısıyla dokunması istenilen sıklığa kadar sıklık hatası oluşmaktadır.

Eren ve Özkan (2004), yük hücrelerine sahip bir elektronik çözü salma mekanizmasına ait matematiksel model geliştirmiştir. Her tezgâh devrinde başlangıçta belirlenen geometrik koşullar, fiziksel büyüklükler, makine ve kumaş parametreleri (makine devri, atkı sıklığı), dokuma bölgesine beslenen çözü miktarını, arka köprüde değişen serbest çözü uzunluğunu, çözü gerginliği değerini arka köprünün yeni pozisyonu ve istenen çözü gerginliğini sağlayacak şekilde çözü leventinin sahip olması gereken hızı hesaplamaktadır. Ağızlık açma ve tefe vurma işlemlerinden dolayı her makine devrinde ortaya çıkan periyodik bozucular göz önüne alınmakta, periyodik olmayan bir bozucu olan çözü leventi çapındaki azalmanın çözü salma mekanizması performansına etkisi simülasyon yöntemi kullanılarak belirlenmektedir. Dolu leventten boş levende kadar çözü gerginliği değişimi hesaplanmakta ve sonuçlar analiz edilmektedir. Arka köprüye ilişkin geometrik ilişkilerdeki ve denge denklemlerindeki basit değişkenliklerle bu çalışmada geliştirilen matematiksel analiz değişik elektronik çözü salma mekanizmalarının matematiksel analizine uygulanabilir sonucu elde edilmiştir.

Dayık (2007), dokuma sırasında dokuma makinasının ana milinin bir devrinde 360° çözü ipliği üzerinde oluşan gerilim değerlerin cross-validation yöntemi kullanarak gruplandırılması ile GEP (Genetic Expression Programing) algoritmasında çözü olarak gerçek değerlere yakın sonuçlar elde edilebilecek bir fonksiyon türetilmiştir. GEP algoritması ile elde edilen çözü gerilimi fonksiyonu deneysel değerlere %99 oranında yaklaşan başarılı sonuçlar elde edilerek çözü gerilimi üzerinde oluşan maksimum gerilim değeri 45 cN'a düşürülmüş

aynı zamanda tefeleme ve ağızlık hareketi sırasında meydana gelen gerilim değişimi minimize edilmiştir. Elde edilen bu fonksiyonun dokuma işlemi sırasında kontrol ünitesine giriş değişkeni olarak girilmesi ile çözgü ipliği üzerinde oluşan gerilimin daha etkin ve kolay bir şekilde kontrolünün gerçekleştirilmesi sağlanabilecektir. Böylece çözgü üzerinde oluşan gerilim büyüklüğü ve değişim aralığı azaltılarak çözgü kopuşlarının sayısı azaltılabilecektir. Dolayısıyla dokuma veriminin yükseltilmesi ve kumaş kalitesinin de iyileşmesi sağlanabilecektir.

Çakmak, Kayacan (2007), C Programlama dilinde hazırlanan program modülleri ile çözgü salma sistemi farklı kontrol yöntemleri ile dokuma deneyleri yapmıştır. Konvansiyonel bir makinenin çözgü salma sistemine bağlanan servo motor aracılığıyla konvansiyonel, PID, Bulanık mantık algoritmalar kullanılarak dokunan pamuklu kumaşların fiziksel özellikleri test edilerek birbiriyle karşılaştırılmıştır. Çözgü salma sisteminde servo motorun kullanılması ile sistemin cevap verme hızı artarak kararsızlık süresi azalmıştır. Bundan dolayı çözgü geriliminin kontrolü daha etkin bir şekilde yapılmıştır. Bulanık mantık kontrol yöntemi çözgü salma sisteminin daha hızlı ve çevik olarak çalışmasında çok büyük rol oynamıştır. Dokuma gerilim değişim değerinin yapılan test sonuçlarına göre kumaşlara kontrol yöntemine göre belirgin değişim göstermesine rağmen atkı ve çözgü kopma mukavemeti, atkı ve çözgü yönünde kumaş yırtılma mukavemeti, kumaş kısalma oranı, sıklık ve kopma uzaması özelliklerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Süle (2008), tezgâh eni boyunca çözgü gerginliğinin değişimini incelenmiştir. Çözgü gerginliğinin kenar ve orta bölge de, kenar bölgelerinde daha düşük, orta bölgelerinde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Toplam ortalama çözgü gerginliği arttıkça atkı sıklığı düştükçe ve atkı ipliği incelidikçe tezgâh eni boyunca daha yüksek çözgü gerginlik değişimi oluşmaktadır.

Süle (2008), tezgâh eni boyunca çözgü gerginliği değişimine iki farklı çözgü gerginliği ile üç farklı atkı sıklığı ve üç farklı atkı ipliği numarasında bu parametrelere bağlı olarak hesaplanan atkı örtme faktörünün etkisi deneysel olarak gözlemiştir. Atkı sıklığı düştükçe, atkı ipliği incelidikçe ve bunlara bağlı olarak da atkı örtme faktörü azaldıkça tezgâh eni boyunca ortalama çözgü gerginliğindeki değişimin (%CV) daha büyük olduğu görülmüştür.

Süle (2009), Ham kumaştaki çözgü gerginliği kıvrım ilişkisi Başer'e (1982) ait yaklaşık ve kesin teoriler esas alınarak incelenmiş deneysel çalışma ile karşılaştırma yapmıştır. Kumaşlar farklı çözgü gerginliklerinde, farklı atkı sıklıklarında, farklı atkı ipliği numaraları ile

hava jetli dokuma tezgâhında dokunmuştur. Deneysel çalışma sonuçları, çözgü gerginliği arttıkça ham kumaşta çözgü kıvrımının azaldığı, atkı kıvrımının ise arttığını göstermiştir. Kesin ve yaklaşık teoriden elde edilen sonuçlar çözgü gerginliğindeki artışa bağlı olarak gösterdikleri eğilime göre deneysel sonuçlarla karşılaştırıldığında ham kumaştaki çözgü kıvrım değişimi açısından yaklaşık teorinin, ham kumaştaki atkı kıvrım değişimi açısından kesin teorinin uygun sonuçlar verdiği görülmüştür. Elde edilen ham kumaştaki kıvrım verileri ile deneysel veriler arasındaki korelasyon analizi sonuçlarını incelemiştir. Kesin teoriye ait ham kumaştaki çözgü kıvrım verileri ile deneysel veriler arasındaki korelasyon oldukça yüksek olmasına karşın katsayının negatif işaretli olması ilişkinin ters yönlü olduğunu göstermektedir.

Haque (2009), yaptığı çalışmada, kumaş özellikleri ile dokuma performansını etkileyen en önemli parametrelerin iplik numarası ve iplik sıklığı olduğunu ileri sürmüştür. Bu çalışma da farklı pamuk atkı ipliği ile farklı atkı sıklıklarında dokuz farklı kumaş hazırlanmıştır. Atkı ipliklerinin dayanım ve uzamalarına, kıvrımlarına, örtme faktörlerine bakılmıştır. Kıvrım ölçümlerinde formül olarak, Gerilim[gm]=(0,2 x tex numara)+4 kullanılmıştır. Sonuçlar, dokuma performansı üzerinde atkı ipliği sıklığı önemli etkiye sahiptir. Atkı ipliği numarası hem çözgü hem atkı kıvrımını önemli derecede etkiler. Atkı ve çözgü sıklıklarının veya atkı ve çözgü iplik numaralarının artması ile diğer bütün parametreler aynı kaldığı durumda atkı ve çözgü tüketiminin arttığı gözlenmiştir. İncekteki sıklık arttığı zaman kumaş dayanımının da arttığı fakat yüksek iplik sıklığında fayda sağladığı gözlenmiştir.

Akgün, Alpay ve Becerir (2012), dokuma işlemi öncesi ve sonrası çözgü ve atkı ipliklerinin reflektans özellikleri ve bu özellikleri etkileyen parametreler araştırmıştır. Çözgü ipliği numarası, çözgü sıklığı sabit olmak üzere farklı atkı ipliği filament sayısı, farklı atkı sıklıklarında, farklı örgüde kumaşlar dokunmuştur. Kumaş oluşumu sonrası kumaş yapısal parametrelerine bağlı olarak ipliklerin aldığı kıvrım miktarının ipliklerin reflektans değerleri üzerindeki etkisi incelendiğinde çözgü ipliklerinin reflektans değerlerinin kumaşa dâhil olmadan önce ve dâhil olduktan sonra reflektans arasındaki değişimin yüksek olduğu gözlenmiştir. Kumaş yapısı içindeki çözgü  $\%R_{wa}$  ile kumaşı oluşturan çözgü ipliklerinin  $\%R_{wa (bobin)}$  reflektans arasındaki bu değişimin atkı ipliği sıklığı ve iplik kesişim sayısı attırıldıkça arttığı ve yapı içinde dâhil olan çözgü ipliklerinin reflektans değerlerinin bobin halinden alınarak ölçülen reflektans değerlerine göre azalma gösterdiği görülmüştür. Kumaş yapısı içindeki çözgü ipliklerinin kumaş yapısal parametrelerindeki değişime bağlı olarak aldığı



kıvrım sonucunda çözgü ipliklerine göre reflektans değerlerinin önemli derecede etkilendiği ve değişime uğradığını göstermiştir.

Syed, Jhatial ve Peerzada (2013), bu çalışmada farklı çözgü tansiyonlarında bezayağı ve 2/2 dimi örgülü olmak üzere aynı numara ve sıklıkta çözgü ve atkı iplikleri kullanılarak pamuklu dokuma yapmıştır. Tüm numunelerin HT boyama ve yıkama kurutma işlemleri aynı koşullarda yapılmıştır. 3 farklı tansiyon için arka silindirin kendi pozisyonu 2,5 cm yukarı, 2,5 cm aşağı olmak üzere konumlanma sağlanır. Dokunan kumaşların gramajları, sürtme haslığı, beyazlık derecelerine, emiciliğine ve boya alımlarına bakılır. Uygunsuz çözgü iplik tansiyonu boya alımı, beyazlık derecesi ve emiciliğin düşük olmasına neden olduğu görülmüştür. Arka silindirin 2,5 cm pozisyonunda olması durumunda kendi pozisyonuna göre dokunan kumaşlar ile kıyaslandığında kumaşların boyama özelliklerinde varyasyonun daha fazla olduğu görülmüştür. Bu nedenle ilk seferde doğru boyama için dokuma kontrol şartlarının programlanması tavsiye edilmektedir. Aksi halde dokuma hataları uygunsuz ve düzgün olmayan boyama prosesine neden olabilmektedir.

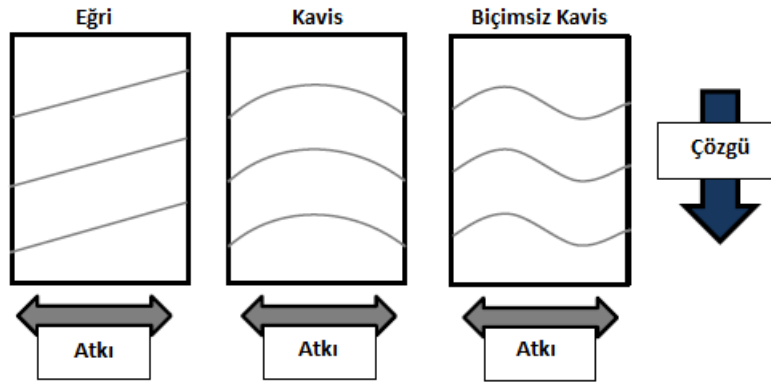
Bir başka çalışmada, kumaşta çözgü ve atkı kıvrımı ölçmek için yeni bir yöntem önerilmiştir (Mertova, Neckar ve Ishtiaque, 2015). Bu method iplik gerilme özelliklerinin analizine dayanmaktadır. Önerilen bu method önceden belirlenmiş mesafe ile kumaştan çıkarılan iplikler herhangi bir ön gerilim olmaksızın çok amaçlı mukavemet (Instron) cihazında çeneler arasına sıkıştırılır. İplik kıvrımı ölçülür. Bu sonuçlar mevcut diğer (görüntü analizi ve tel tel ayırma) iki yöntem ile karşılaştırılmıştır. Kumaşın çözgü ve atkı yönünde iplik kıvrımının sonuçları, uygulanan kuvvet aralığının seçimine duyarlı olduğu bulunmuştur. Peirce'ın bezayağı modeli, iplik kıvrımının tahmin değerlerinden kumaş kalınlığı tahmin etmek için kullanılmıştır. Ölçülen ve tahmin edilen kumaş kalınlığının istatistiksel olarak anlamlı korelasyona sahip olduğu görülmektedir. Çalışmada 3 farklı numarada polyester çözgü, 2 farklı numarada atkı ipliği ile farklı sıklıklarda 30 numune hazırlanmıştır. Görüntü analizi metodu ile elde edilen iplik eksen eğrileri değerlendirilmiştir. Ayrıca aynı uzunluktan çekilen iplik kıvrımı ölçülerek de elde edilen değerler diğer iki yöntemlerin sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

## **2.5. Kumaş Kayması Ve Atkı Eğriliğine Yönelik Literatür Özeti**

Atkı ipliği 90 dereceden başka bir açıda olduğunda eğrilik oluşur, genellikle bitim işleminde kumaşın bir tarafı diğerine göre daha önde gittiğinde oluşmaktadır. Kavis ise atkı

ipliklerinin kumaşın tam ortasında eğim yaptığında oluşur. Genellikle terbiye sırasında iki tarafın arkasında kaldığında meydana gelmektedir (Kadolph vd., 2002).

Dickson (2016), kavis/eğri ve desen bozulmaları için yayınlanan teknik bültene göre, deformasyonlar Şekil 2.14’de görüldüğü üzere farklı şekilde olabilmektedir. NF G07-163 standardına göre açısal fark ölçümü yapılmaktadır. Kalite kontrol ölçümlerine örnek olarak Kamgarn kumaşlarda potansiyel ortalamalar ile hesaplamalara Şekil 2.15’de yer verilmiştir.



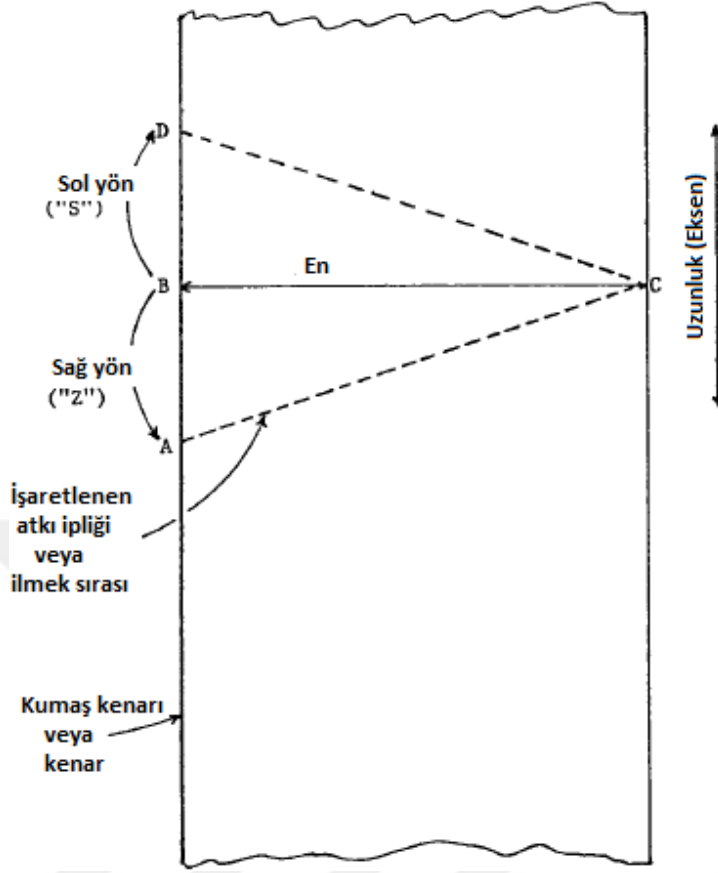
Şekil 2.14. Atkı eğrilik tipleri (Dickson, 2016)

Bozukluk Tipi	EĞRİ	KAVIS		BİÇİMSİZ KAVIS		
Kalite Kontrol Ölçümleri						
Açısal farkın hesaplanması (EA)	EA=a/bx100	a1/b1x100	a2/b2x100	a1/b1x100		
		eğer a2/b2 >a1/b1, EA=a2/b2		a2/b2x100		
		eğer a1/b1 >a2/b2, EA=a1/b1		a3/b3x100		
Pratik Uygulama hesaplanması (EA)	a=2 cm b=150 cm 1,33%	a1=2 cm b1=100 cm 2%	a2=1 cm b2= 50 cm 2%	a1=0,5 cm b1=30 cm a1/b1x100	a2=1,5 cm b2=80 cm a2/b2x100	a3=1 cm b3=40 cm a3/b3x100
				EA= 3 değerın en yüksekı		
				1,66%	1,88%	2,50%

\*Yün/Polyester harmanda 55/45 oranda, ortalama 200 g/m<sup>2</sup> kalite üzerinde yapılmıştır

Şekil 2.15. Bozukluk tiplerine örnekler

ASTM 3882:2006 test standardına göre dokuma ve örme kumaşlarda gerçekleşebilen eğrilik koşulları görseli Şekil 2.16’da yer almaktadır.



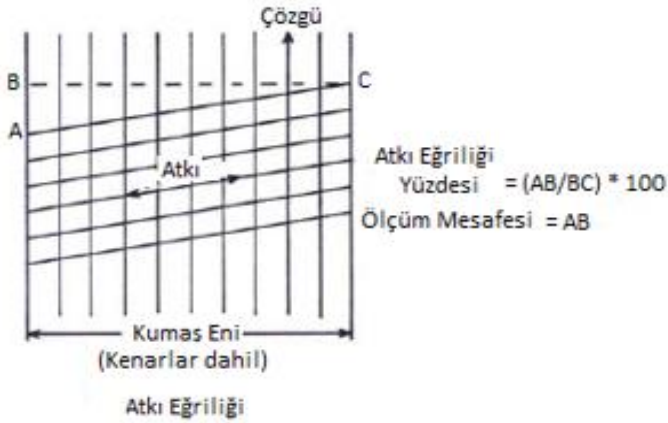
Şekil 2.16. Eğrilik koşulları (ASTM D 3882:2006 test standardı)

Atkı eğriliği ipliklerin birbirlerine dik açı ile olmayan çözü ve atkı iplikleri ile meydana gelmektedir. Ölçümü için öncelikle kumaşların eni boyunca düzeltilmiş olması gerekmektedir. Aynı atkı ipliği boyunca kesilmesi pek pratik ya da mümkün olmadığından genellikle bir kenarından makas atılıp atkı boyunca yırtılması yapılmaktadır. Ölçüm için Şekil 2.17'de görülen atkı eğriliği ölçüm masası kullanılmaktadır. Köşesi tam 90 ° olarak ayarlanmış atkı eğriliği ölçüm masasının kısa kenarına, kumaşın kenar örgüsünün bitim yerinin çakıştırılıp uzun kenarı ile masanın uzun kenarında kumaşın değdiği nokta tespit edilip kumaş eni boyunca yataydaki çizgiden farklı olan kısım tespit edilip arada kalan mesafenin en geniş olduğu noktadan cetvel ile ölçüm alınır.



Şekil 2.17. Atkı eğriliği ölçüm masası

Alınan ölçüm değeri atkı eğriliği yüzde değeri olarak Şekil 2.18'de görseli yer alan formül ile hesaplaması yapılarak elde edilir.



Şekil 2.18. Atkı eğriliği yüzdesi hesaplaması (Kaswell, 1963)

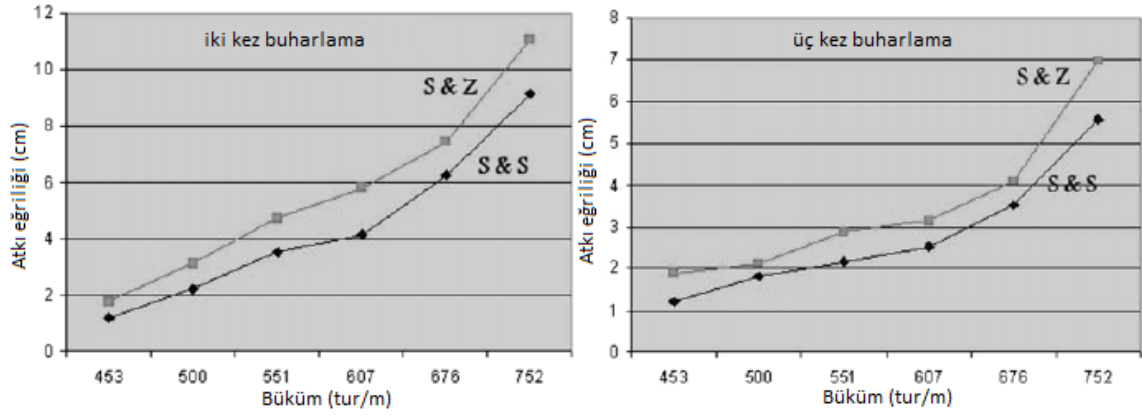
Atkı eğriliği, kumaş oluşum aşamaları (iplik çözgü hazırlama, dokuma), çözgü levendi boyunca tansiyon (gerilim) varyasyonundan meydana gelebilir. Çözgü hazırlamada kalba açısındaki hata, her bir bandın tansiyonun doğru olmaması eğriliğe neden olabilir. Dokuma makinelerinde eğrilik çözgü salma ve kumaş sarma mekanizmalarının uyumsuz hızlarda olması ile gerçekleşir. Bu, dokuma kumaşta her iki tarafta da düzgün olmayan gerilime neden olur. Dokuma kumaş yapılarında gözlenen atkı eğriliği problemi örgülü kumaş yapılarında da

görülebilmektedir. Apre prosesleri boyunca otomatik atkı düzelticiler ile dokuma ve örme kumaşlarda bu problemi hafifletmek için kullanılır.

Yazdi (2004), aynı makine ve şartlarda özellikle farklı örgülerde üretilen dokuma kumaş yapılarının dokuma sonrası 24 saat dinlendirme sonrası ASTM 3882 standardına göre atkı eğriliklerini ölçmüştür. Elde edilen sonuçlara göre dimi örgülerin dimi yönünde kayma riski vardır. İpliklerin örgü atlamaları, ipliklerin arasındaki boşluklar atkı eğriliğini etkileyen unsurlardır. Balıksırtı veya zikzak dimi türleri, kumaşın eğilme riskini ortadan kaldırır. Bunun nedeni, bu tür dokumalarda atlamaların birbirine karşı hareket etmeleridir.

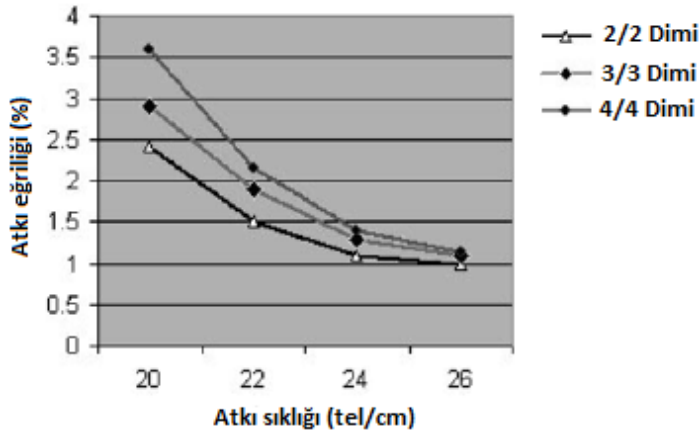
Yazdi (2005), eğri dokuma kumaşların kayma özellikleri üzerine Nm 48/2 %45 yün %55 polyester iplikler ile 2/2 dimi örgü dokuma kumaş yapıları üzerinde çalışmıştır. Kayma özellikleri için Konsantre yükleme yöntemi (Concentrated Loading Method) ve Kawabata Tensile and Shear Tester-FB1 ile ölçüm yapılmıştır. Sonuçlar doğrudan bir ilişki göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre, kayma davranışı, çözgü ve atkı hizalama ile ilgilidir, eğrilik arttıkça kayma rijitliği artmaktadır. Konsantre yükleme yönteminin kayma davranışlarını değerlendirmek için, dokuma kumaş ürünlerinin kalitesi, üretim parametrelerinin üretimdeki etkisini kontrol etmek için kullanılabileceği sonucu elde edilmiştir.

Yazdi ve Khojasteh (2006), altı farklı büküm değerlerinde (hem s yönünde, hem z yönünde) Nm 48/2 %45 yün %55 polyester karışımı iplik üretimleri tamamlandığında on beş gün dinlendirme işlemi yaparak çözgü hazırlık ve dokuma işlemleri yapmıştır. Karşılaştırmalarda aynı yönlü ve farklı yönlü olmak üzere ayrı ayrı numune kombinleri hazırlanarak, incelemeler yapılarak analizler yapılmıştır. Şekil 2.19'da sırasıyla çözgü ve atkı; s ve z yönlü iplikli dokunan numuneler ile çözgü ve atkı s ve s yönlü iplikli numunelerin iki kez ve üç kez buharlama işlemli hallerinin atkı eğriliği [cm] karşılaştırması yapılmıştır. Çalışmada büküm miktarı ile atkı eğriliğinin doğrusal ilişkisi ve buharlama sayısının atkı eğriliğine olumlu etkisinin olduğu ortaya koyulmuştur.



Şekil 2.19. Büküm yönünün atkı eğriliğine etkisi (Yazdi vd., 2006)

Yazdi (2008), atkı sıklığının farklı atlama oranlarına sahip dimi kumaşlarda atkı eğriliği üzerine etkisi incelemiştir. Farklı örgülerde elde edilen yüzde atkı eğriliği sonuçları Şekil 2.20'de yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, atkı sıklığının artırılması yüzde atkı eğriliği değerini azaltmaktadır. Bu azalışın sebepleri atkı sıklığı arttıkça atkı ipliklerinin hareket alanlarının azalması, atkı sıklığının artması nedeniyle çözgü atlamalarının boyunun kısılması ile çözgü düzlemindeki hareket kabiliyetinin azalması, atkı sıklığının artması ile daha yüksek kayma rijitliği (kendine özgü kayma hareketini engellemektedir) olarak verilmiştir.



Şekil 2.20. Atkı sıklıklarına karşı ölçülen atkı eğriliği değerleri (Yazdi, 2008)

Yıldırım ve Başer (2011), çalışmada temassız bir biçimde doğrudan kumaş çizgisi pozisyonunu ölçmek için bilgisayar destekli analiz metodu sunmaktadır. Bu metot dokuma tezgâhında kumaş çizgisi içeren çözgü bölgesi üzerine monte edilmiş bir kamera aracılığıyla kumaş çizgisi pozisyonunu ölçmektedir. Laser ışığı çizgileri referans çizgisi olarak kullanılmıştır. Referans çizgisi içeren görüntü, kumaş ve çözgü sistemi dalgacık dönüşümü

kullanılarak ayrılmaktadır. Referans çizgi pozisyonlarının kumaş üzerinde aynı kalması nedeniyle kumaş çizgisi pozisyon değişiklikleri referans çizgisi ve kumaş çizgisi arasındaki mesafe ölçülerek hesaplanabilir. Pixel sayısına göre ölçülen referans çizgisi ve kumaş çizgisi pozisyonu arasındaki mesafenin değişimi, kalibrasyon aracı gibi referans çizgileri arasında bilinen mesafeyi kullanarak gerçekleştirilebilmektedir. Çalışmada farklı atkı sıklıklarında bezayağı kumaşlar hazırlanmıştır. Kumaşlar için görüntü analiz metodu ve manuel ölçümler karşılaştırılmıştır. Duruş hataları ortadan kaldırılarak doğru tezgâh ayarları gibi kumaş oluşum üzerinde teorik analizleri için gerekli hassasiyet ile temassız direk tarafından atkı ayarlarının pratik aralık dâhilinde varyasyon ve kumaş çizgisi pozisyonu ölçmek için vasıta sağlayan gelişmiş bir yöntem olduğu sonucuna varılabilir.

Lin, Zeng, Sherburn, Long ve Clifford (2011), otomatik yaklaşım (Tex Gen), tekstil yapısının geometrik modeli için ileri sürmüştür. Bu model bütün dokuma tipleri için, iplik modeli ve iplik kesişiminin tanımlamak için genel bir yaklaşım sağlamaktadır. Tex Gen bağımsız olarak iplik enine kesiti ve iplik yolu belirtilerek herhangi bir tekstil kumaş geometrisini oluşturur. Tex Gen herhangi bir iki boyutlu ve üç boyutlu kumaş yapısı için kolayca genellemeye izin vermektedir. Tex Gen geometrik modellemede iplik yolu, kumaş kalınlığı, iplik aralığı, iplik enine kesiti, kumaş yapısı gibi başka parametreler ile genellikle belirlenir. Pratikte iplikler iyi tanımlanmış merkezi ile sabit enine kesiti ve simetrik olarak başlangıçta modellenir. Daha sonra iplik enine kesiti deneysel görüntülere dayanarak bölgesel olarak modifiye edilir. İplik enine kesiti iplik yolu teğet bir dik düzlem tarafından kesildiğinde ipliğin iki boyutlu şekli gibi tanımlanır. İki boyutlu eşitlik parametreleri kullanılarak enine kesit taslağı tanımlanır. Peirce'in elips tasarımı, Hearle ve Shanahan'ın power elips ve merceksel tasarımı gibi çeşitli iplik çeşitleri için standart formül Tex Gen de gerçekleştirilmiştir. Çözüğü ve atkının örgüde alt ve üst konumuna göre 1 ve 0 kodlama, çözüğü üstte ise 1, altta ise 0 şeklinde kullanılır. Farklı materyal ve geometrik özelliklere sahip atkı ve çözüğü ile ayrı ayrı modellenir. İplik enine kesitleri lazer kesici kullanılarak kesilir, SEM (Scanning electron microscope) veya LM (Light microscopy) ile iplik enine görüntüleri elde edilir. Kumaş kalınlığı için 0,05 kpa da Kawabata Evaloution system for fabrics (KESF) kullanılarak ölçülmüştür. Bu modelin bir başka özelliği, sınır şartları, malzeme oryantasyonu ve temas tanımı bir mesh üreterek sonlu elemanlar simülasyonu için ön işlemci gibi davranmasıdır. Bu çalışma tanımlanan model teknikleri algoritmaları ve konseptleri Tex Gen de uygulanmıştır. İki boyutlu ve üç boyutlu ticari kumaşlar dizisi için onların uygulanması işlevsel olarak incelenmektedir. Gerçek kumaşlar ile modellenen kumaş yapıları arasındaki karşılaştırma doğrulamıştır, yazılım, çeşitli

iplik enine kesitleri ile büküm dahil komplike kumaş yapılarını modelleyebilir. Tex Gen modelleme Abaqus mekanik tahminleme ile mühendisler ve tasarımcılar için etkili olabildiğini göstermiştir.

Bilişik (2012), yaptığı çalışmalarda iplik çekme metoduna göre kumaş kaymasını belirlemektir. Farklı hammaddeler ile farklı boyutta çok amaçlı mukavemet ölçer cihazında, sırası ile farklı iplik uç sayısı test edilmiştir. Ölçüm prensibi kumaş numunesinden 15 cm saçak oluşturacak şekilde ipliklerin sökülmesi ve saçığın ortasında kalan ipliklerden bir grubun kumaştan yukarı doğru çekilmesi şeklindedir. Çalışmasının birinde özgül kayma rijitliği (direnci) kullanılan polyester, para-aramid, e-glass hammaddeleri açısından karşılaştırıldığında en yüksek değerin para-aramidde iplik uç sayısının en fazla olduğu sekiz iplik olanda görülmüştür. İkinci çalışmada polyester kumaşlar, üçüncü çalışmada ise para-amid kumaşların test edildiği görülmektedir. Kayma kuvveti ölçüm cihazı ile bulunmuştur. Kayma açısı kayma yer değiştirmesine dayanarak hesaplanmıştır. Kayma rijitliği basit kayma prensibine dayanarak analitik model geliştirilerek hesaplanmıştır. Çalışmalarının sonunda kumaş en/boy oranı azaldığında kayma rijitliği değeri artmıştır. Kayma limit açılarının iplik uç sayısının bir fonksiyonu olduğu bulunmuştur. Çekilen iplik sayısı arttıkça ölçülen kayma direnci yükselmiştir. Kumaşın bölgesel kayma özellikleri kumaşın çeşitli bölgelerinden iplik çekilerek belirlenebilir sonucu elde edilmiştir.

Yıldırım (2013), çalışmada, projeksiyon profil analizine dayanarak dokuma kumaş görüntüsü için verevlik açısı bulma metodu sunulmuştur. Dokuma kumaşların yatay ve dikey projeksiyon profilleri (VPPs), kenar görüntülerine göre yatay ve dikey hizalanmış pozisyonuna çarpık görüntü rotasyon yaklaşımları gibi önemli büyüklüklerde dalgalanma eğilimindedir. Açılar bir dizi aracılığıyla döndürülür ve yatay veya VPPs her bir açıda hesaplanırlar. Verev açısını belirlemek için fark değerleri projeksiyon profillerin komşu elementlerinden hesaplanmıştır. Her bir açı için farklı değerlerin standart sapması test edilen verev açılarının bir kriteri gibi kullanılmıştır. Deneysel sonuçlar, dokuma kumaş görüntüsünün verev açı tahmini için projeksiyon profil analizinin uygun olduğunu göstermiştir. Önerilen metodun performansını açıklamak için farklı kumaşlar kullanılmıştır. 600 dpi çözünürlüğünde tarama yapılmıştır. 700x700 piksel boyutlu taranan dokuma kumaş görüntü alanı keyfi olarak seçilmiştir. 0° verev açılı görüntü elde etmek için dokuma kumaşlar dikkatlice cam tarayıcı üzerine yerleştirilmiştir. Toplamda dokuz farklı kumaş deseninde, toplam 255 görüntü elde edilmiştir. Görüntülerin aynı bölgesi daha fazla veri ve daha iyi detaylandırmak için 75,100,



150, 300, 600, 1000 ve 1200 dpi ile taratılmıştır. Çeşitli sabit kuvvet esneme ölçülerinin gözlemlerine dayalı belirli bir kumaşta, viscoelastik ve plastik bileşenlerin birbirine orantılı ve oranlarının zamanla değişmeyen olduğu varsayımında bulunmuştur. Deneysel çalışmada genel beklentiler ile önerilen method eşleşmesiyle üretilmiştir.

Üren ve Okur (2014), belirli yönde kuvvetlere maruz kalan bir yüzeyin, yüzey içi hareketler ile yeniden şekil alabilme yeteneğini, yüzeyi oluşturan materyalin kayma davranışını belirlemektedir. Kayma davranışı başta dökümlülük, şekil alabilme ve tutum olmak üzere pek çok kumaş özelliğini etkilemektedir. Kayma direnci, dokuma kumaşların eğilme ve mukavemet özelliklerini etkilemektedir. Kayma deformasyonu kumaşların dökümlülük, katlanabilirlik ve tutumunu etkileyen önemli bir parametredir. Bu çalışmada kayma deformasyonunun anlaşılabilmesi fizikte kesme zoru (kayma gerilmesi), kesme zorlanması (kayma deformasyonu) ve kesme modülü (kayma direnci) kavramlarından başlanarak, tekstillerin kayma deformasyonu, kayma deformasyonunun modellenmesi, kayma deformasyonun ölçülme yöntemleri (Basit kayma testi, Çapraz yönlü uzama testi, Kayma çerçevesi testi, İplik çekme testi) anlatılmıştır. Kayma deformasyonu ölçmeye yönelik tasarlanan en yeni yöntem iplik çekme yöntemidir. Bu yöntem için özel olarak tasarlanan kumaş tutucu aparata sabitlenen kumaş numunesinde saçak oluşturacak şekilde sökülen ipliklerden bir kısmı standart çekme cihazı tarafından çekilerek kumaşta kayma deformasyonu meydana getirilir. İplik çekme yönteminin çeşitli dokuma kumaşlarda uygulanabilirliği araştırmalarla doğrulanmıştır. Kayma deformasyonu ölçümüne yönelik geliştirilen bu yönteme ilişkin çalışmalar günümüzde devam etmektedir.

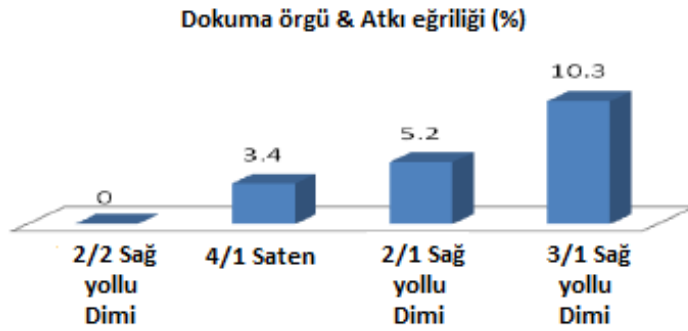
Jung, Lee, Kim ve Ryu (2016), pamuk, ipek, denim, nylon ve polyester olmak üzere beş kumaş test edilmiştir. Fiziksel olarak kumaş simülatörüne dayanan şartlarda kumaş esneme deformasyonunda esnek olmayan bileşenler modeli için bir model önerilir. Similatör gelişimin amacı için herhangi bir yükleme ve yükün kaldırılması olayında ve herhangi bir deformasyon aşamasında analiz (gruplara ayırma) mümkün olmalıdır.

Değirmenci (2016), farklı örgü yapılarında polyester ve pamuk hammaddelerinde iplik numaralarda farklı elastan kullanımları ile numuneler hazırlanarak hava geçirgenliği, patlama mukavemeti, boncuklanma, eğrilik, boyutsal değişimleri test edilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlarda patlama mukavemeti üzerinde iplik numarası ve hammadde farkının etkisi görülürken, hava geçirgenliği üzerinde iplik numarası farkı

görülebilmektedir. Fakat eğrilik ve boyutsal değişim üzerinde belirleyici etkilerin gözlenemediği sonucu elde edilmiştir.

Yıldırım ve Eren (2016) izdüşüm profili analizi ile bezayağı ve dimi dokuma kumaşların görüntü analizi üzerine çalışmıştır. Gri çizgi profil yöntemi olarak adlandırılan kumaş yoğunluğunun otomatik ölçümü için kullanılan sistem ile çözgü ve atkı iplikleri dikey izdüşüm ve yatay izdüşüm profilleri olarak varsayılmaktadır. Görüntüler herhangi bir ön işleme tabi tutulmadan gerçek renkte taratılmıştır. Dokuma kumaş yoğunluğu tahmini için kullanılan Projeksiyon profil analizi üzerinde hata [%], yamulma açısının etkisini değerlendirmek için kullanılır. Analiz ve araştırma açıkça göstermektedir ki, bir iplik setinin eğriltilmesi  $1^{\circ}$ - $1,5^{\circ}$  dereceyi aşıyorsa bu yöntemler hatalı sonuçlara yol açmaktadır.

Khatun, Bhuiyan, Hossain, Sultana ve Arafat (2018) denim kumaşlarda çekme ve atkı eğriliği üzerinde kumaş gramajı, kumaş eni ve dokuma konstrüksiyonu etkisi analiz etmiştir. 2/1 RHT (Sağ yollu dimi), 2/2 RHT, 3/1 RHT ve 4/1 Saten örgüler ile çalışılmıştır. İlgili ölçümler yıkama öncesi ve sonrası olarak alınmıştır. Şekil 2.21’de yer alan yüzde atkı eğriliği sonuç grafiğinde görülebildiği gibi 3/1 sağ yollu dimi de en yüksek değerdeyken 2/2 sağ yollu dimi en düşük seviyededir.



Şekil 2.21. Dokuma örgülerine göre atkı eğriliği değişim grafiği (Khatun vd., 2018)

Çekme sonuçlarında ise en yüksek 4/1 satende en düşük ise 2/2 sağ yollu dimi elde edilmiştir. Denim kumaşın eğriliğinin genişlikten etkilendiği görülmüştür, daha küçük genişliğe sahip kumaş için daha düşük eğrilme gösterirken, daha geniş endeki kumaş için daha yüksek olduğu görülmüştür. Ancak kumaşın çekmesi en düşük genişlik için en yüksek, en yüksek genişlikteki kumaş için en düşük olmuştur. Kumaş genişliği ile atkı eğriliği ve çekme arasında

doğrusal bir ilişki vardır. Benzer şekilde, kumaşın eğrilmesi ve çekmesi kumaş ağırlığı ile orantılıdır.

## 2.6. Poisson Oranına Yönelik Literatür Özeti

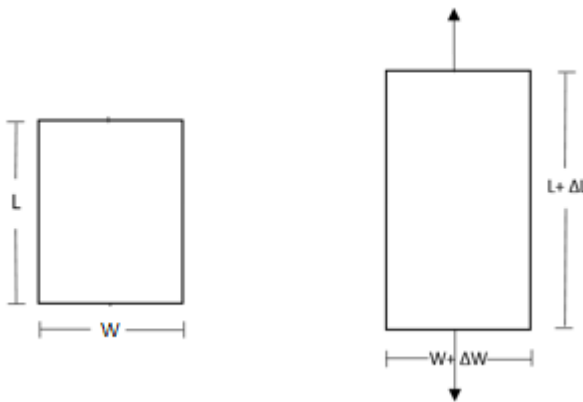
Poisson oranı, Fransız bilim adamı Simeon Denis Poisson tarafından ortaya atılan ve kendi adını taşıyan günümüzde çoğu mühendislik alanında malzemenin yapısını belirlemeye yarayan önemli özelliklerden biridir (Uzun, 2017). Bir malzeme, bir yönde gerildiğinde, bu gerilme yönüne dik doğrultuda daralmaya eğilim göstermektedir. Bu olguya, Poisson etkisi denilir. Poisson oranı, Poisson etkisini gösteren bir grafikdir, uygulanan yükün doğrultusunda oluşan uzama gerginliğine kıyasla daralma gerginlik oranıdır (Öztürk, 2015).

Kısaca, tek eksenli gerilim altında; enine kısalmanın boyuna uzamaya oranıdır. Poisson oranı; kumaş üzerindeki gerilme kuvvetinin keyfi hareket yönü ile ilgili olarak endeki değişim ( $\epsilon_p$ ), boydaki değişim ( $\epsilon$ ) oranının negatifi olarak tanımlanmaktadır (Penava, Penava ve Knezic, 2014). Poisson oranı hesabı için kullanılan denklemler aşağıda yer almaktadır. Şekil 2.22 'de şematik gösterimi yer almaktadır.

$$\epsilon_p = \frac{\Delta W}{W} \quad (2.17)$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.18)$$

$$\nu = -\frac{\epsilon_p}{\epsilon} \quad (2.19)$$

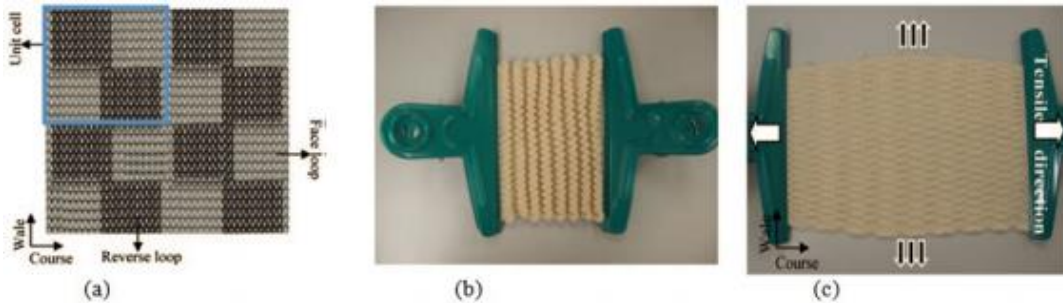


Şekil 2.22. Poisson oranı hesaplamasında kullanılan değişkenlerin şematik gösterimi

Postle, Pan ve Sun (2005), Poisson'ın oranlarını hesaplamak için uzayabilir ipliklerden yapılmış bir dokuma kumaş için mekanik bir model geliştirmiştir. Teorik sonuçlar mevcut deneysel verilerle karşılaştırılmıştır. İpliklerin çeşitli mekanik özelliklerinin ve kumaşların yapısal parametrelerinin Poisson'ın dokuma kumaş oranı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Genel olarak, atkı aralığı oranı ve iplik çapı oranı, Poisson'ın dokuma kumaş oranı üzerinde, Young modülünün oranından daha önemli etkiye sahiptir.

Boubaker, Assidi ve Ganghoffer (2010) çalışmasında Poisson oranı, iplik mekanik özellikleri ve koruyucu geometri olması nedeniyle bir dokuma kumaşın temel mekanik özelliklerinden biri olduğu ve dokuma kumaşlar için Poisson oranının büyüklüğü  $[0, 1/2]$  aralığı dışındaki değerler elde edilebileceği belirtilmektedir.

Darja, Tatjana ve Alenka (2013) çalışmasında geleneksel hammaddeden yapılan tekstil yapılarının Auxetic potansiyeli birçok araştırmacının ilgisini çektiği belirtilmektedir. Örne teknolojisi, çeşitli örgü düzlemsel yapıların ve yardımcı potansiyeli olan katlanabilir üç boyutlu yapıların tasarımına olanak tanıdığından bu araştırma alanı büyük ölçüde genişlemiştir. Şekil 2.23'de Auxetic kumaş görselleri yer almaktadır.



Şekil 2.23. Ters ve düz ilmeklerin dizilişi ile oluşturulan Auxetic kumaş (a) örme deseni (b) serbest halde kumaş (c) sabit durumda kumaş (Darja vd., 2013)

Shahabi, Saharkhiz ve Varkiyani (2013), farklı örgü yapılarında (2/2 dimi, 3/1 dimi, 2/2 panama), farklı atkı sıklıklarında kamgarn numuneler üretilip incelemiştir. Uzama sırasındaki kumaş deformasyonu dijital olarak kaydedilip, gerekli bazı uzantılarla ilgili görüntüler kaydedilen videolardan elde edilmiştir. Grafik ve CAD yazılımı yardımıyla yakalanan görüntüler analiz edilip, işlenmiş ve belirli bir uzamadaki kumaşın boyutsal değişimi ölçülmüştür. Son olarak, Poisson oranı excel yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır. Her bir örnek grup için, beş örneğin ortalama değeri rapor edilmiştir. Numuneler tek eksenli olarak atkı

yönünde uzatılmış ve Poisson'un çeşitli uzanmalardaki kumaş oranı ölçülmüştür. Kumaşın uzaması sırasında çözgü ve atkı kıvrımları arasında korelasyon olduğu bulunmuştur. Atkı ipliği yoğunluğu yüksek olan kumaşlar, Poisson oranının daha yüksek değerine sahiptir. Poisson oranının değeri yüksek değerden düşük değere doğru; 2/2 dimi, 3/1 dimi, 2/2 panama olarak devam etmektedir. Kıvrım değişim oranı ile Poisson oranı arasında yüksek oranda doğrusal bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

Tkalec, Penava ve Penava (2015) çalışmada kumaşlar kaplamadan önce ve bir, iki ve üç kaplamadan sonra test etmiştir. Numuneler atkı ve çözgü yönünde çekme kuvveti ile gerilir ve kumaş gerilme, çözgü ve atkı Poisson oranının farklı ölçülen değerlerine dayanarak hesaplanır. Tüm numunelerin gerilme özellikleri, kopma dayanımı test cihazında kumaş mukavemetini ölçmek için şerit metodu kullanılarak ISO13934-1: 2008 standardına uygun olarak test edilmiştir. Her numunenin genişliği üç noktada ölçülmüştür. Tüm numuneler kamera tarafından kaydedildikten sonra enine gerilme elde edilmektedir. Adobe Premiere yazılım paketi tarafından işlenen görüntülerin hızlı ve doğru şekilde düzenlenmesini sağlamıştır. Kaplanmış kumaşların nispi büzülme değerlerinde meydana gelen değişim, Poisson oran eğrisinin şeklini etkilemiştir. Atkı yönünde, Poisson'un kaplanmış kumaşlar oranının değerleri, aynı nispi uzantıda kaplanmış katmanların sayısının artmasıyla azalmaktadır. Çözgü yönünde, Poisson'un kaplanmış kumaşlar oranının değerleri, aynı nispi uzantıda kaplanmış katmanların sayısının artmasıyla artmaktadır.

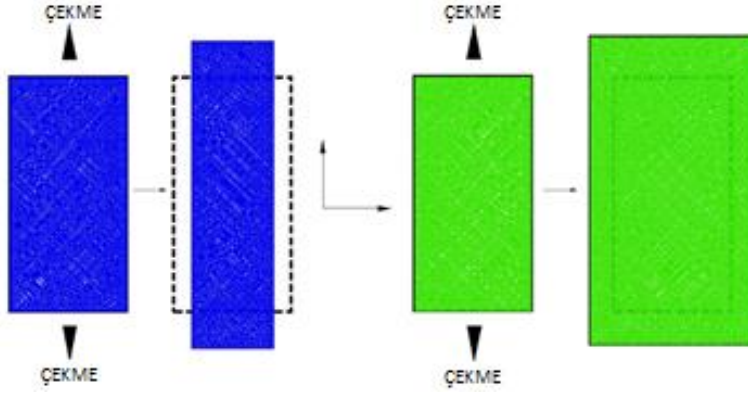
Mühendislikte kullanılan malzemelerin çoğu pozitif poisson oranına sahip olmakla birlikte sınırlı sayıdaki malzemelerin negatif poisson oranına sahip oldukları ve Auxetic malzeme olarak adlandırıldığı bilinmektedir (Lim 2015).

Uzun (2017), Poisson oranı, elastik eşyönlü (izotropik) malzemeler için teorik olarak -1 ile 0.5 arasında değişmektedir. Lastik ve kauçuk gibi elastik malzemelerde oran pozitif yönde artarken daha katı malzemelerde sıfıra yakındır. Çizelge 2.7'de bazı malzemelerin poisson oranı değerleri yer almaktadır.

Çizelge 2.7. Bazı materyallerin Poisson oranları tablosu

<b>Materyaller</b>	<b>Poisson Oranı</b>
Alüminyum	0,334
Bakır	0,355
Bronz	0,14
Buz	0,33
Beton (yüksek performanslı)	0,13-0,16
Cam	0,24
Çelik (yumuşak)	0,27-0,3
Çelik (yüksek dayanımlı)	0,3
Epoxy Reçine	0,38-0,40
Gümüş	0,37
Kauçuk	0,48-0,50
Naylon	0,4
Kükürt	0,21-0,34
Polistiren	0,34
Porselen	0,208
Polivinil Klorür	0,35
Teflon	0,399
Şişe Mantarı	0
Seramik	0,29

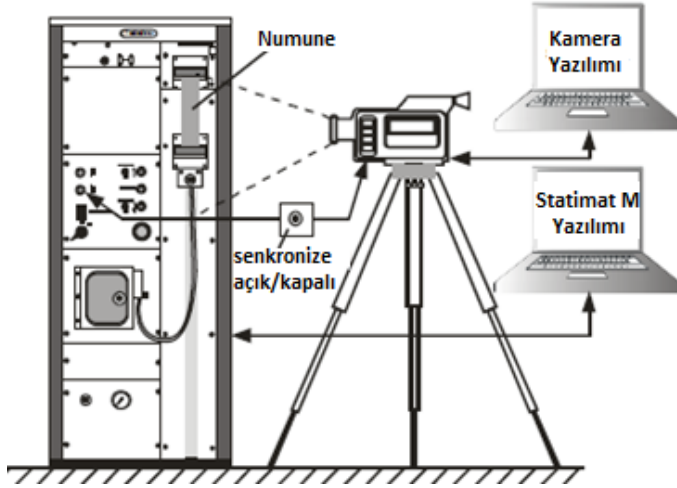
DesingCAD 3D MAX 23 yazılımı ile çizilen şekilde pozitif ve negatif Poisson oranına sahip yapılar karşılaştırılmaktadır. Şekil 2.24’de pozitif Poisson oranında malzeme boyuna yönüne çekildikçe enine incelmekte, negatif Poisson oranına sahip malzemelerde ise boyuna çekilen malzeme bilinenin aksine incelmek yerine kalınlaşmaktadır. Bu malzemeler Auxetic malzemeler olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 2.24. Pozitif ve negatif Poisson oranının şematik gösterimi

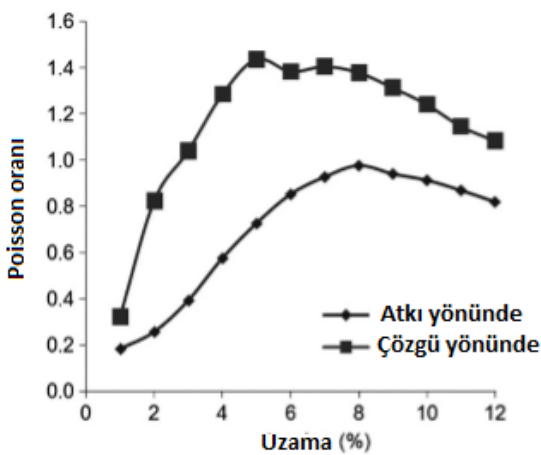
Hursa, Rolich ve Ercegovic Razic (2016), pamuklu kumaşlarda bezayağı ve 3/1 dimi örgülerde hazırlanan numunelerde kopma mukavemet cihazına yerleştirilmeden önce numunelerin üzerinde kare şeklinde bölgeler işaretlenerek dijital video kamera ile belirli düzende %1'lik gerilim altında test edilerek video kayıtları alınıp daha sonra MATLAB programına işlemiştir. Sözde (Pseudo) Poisson'ın dokuma kumaş oranının dijital bir görüntü korelasyon yöntemi ile belirlenmesi sağlanmıştır. Bezayağı dokumada Poisson'un oranı 3/1 dimi örgülü numunelere göre daha yüksek çıkmıştır. Sözde Poisson'ın oranının değerinin dokuma örgü yapısına ve kumaştaki iplik sıklığına bağlı olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Penava, Penava ve Knezic (2017) deneysel çalışması, dokuma kumaş örneklerinin kopma kuvvetine kadar çekme kuvveti etkisi altında ölçmesi ile gerçekleştirilmiştir. Şekil 2.25'de çekim için kurulan düzenek gösterilmektedir. Çekme kuvveti, çözgü ve atkı yönünde kesilmiş numunelere etki etmektedir. Çekme kuvvetinin uzama ile ilgili değerleri ölçülmüştür. Poisson'un dokuma kumaş oranı, test sonuçları kullanılarak hesaplanmıştır. Pamuk ve yün farklı hammaddeleri bezayağı örgüde numuneler üzerinde çalışma yapılmıştır. ISO ISO13934-1:2008 standardına göre Texttechno Statimat cihazında şerit metotunda kopma mukavemetleri test edilmiştir.



Şekil 2.25. Deney düzeneğinin şematik gösterimi

Ezazshahabi, Varkiyani ve Sharkhiz (2017) çalışmasında %45 yün %55 polyester kamgarn iplikler ile 3/1 dimi, 2/2 dimi, 2/2 panama örgülerde 3 farklı atkı sıklığında hazırlanan kumaşların Instron cihazında kumaşın uygulanan yük yönünde ve yüklemeye dik yönde boyutsal değişiklikleri izlenmiştir. Kumaştaki farklılıklar Poisson'un, çözgü ve atkı yönlerindeki farklı kumaş grupları için kumaşa uygulanan çekme yüküne göre oranı incelenmiştir. Poisson'un çözgü yönünde denenen örnekler için hesaplanan oranının her zaman atkı yönünden daha yüksek olduğunu görülmüştür. Şekil 2.26'da 2/2 dimi, 19 atkı/cm kumaş numunesi için çözgü ve atkı yönünde Poisson karşılaştırma grafiği verilmiştir.



Şekil 2.26. Çözgü ve atkı yönünde poisson oranı karşılaştırması (Ezazshahabi vd., 2017)

Poisson'ın çözgü doğrultusundaki oranı, atkı yönüne kıyasla daha düşük uzantı değerlerinde gerçekleşir. Her iki yöndeki bu farklılıklar, kumaşı belirli bir amaç için doğru



yönde kullanmak için yardımcı olabilir. İplik sıklığı ve örgü yapısı gibi kumaş yapısal parametreleri Poisson'un oranı üzerinde %95 güven düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Akademik literatürde, temel dokuma parametrelerinin kumaş yapısı üzerindeki etkileri ve benzer şekilde bazı makina ayarlarının kumaş yapısı, dokuma kalitesi ve performansı üzerinde etkileri üzerine çok sayıda çalışmaların yer aldığı ifade edilmiştir. Dokuma kumaşların iplik tipi ve numarası, sıklık ve örgü gibi temel parametrelerinin genel yapısal özellikleri ve davranış karakteristikleri üzerindeki etkilerinin belirli bir eğilim içinde olduğu bilinmektedir. Literatürde bu alanda yapılmış çalışmaların özet bilgilerinde de bu sonuçlar gözden geçirilmiştir. Bu tez çalışmasında dokuma kumaşların yapısal davranışları ve kumaş parametreleri arasındaki ilişkiler kamgarn dokuma kumaşlar özelinde ele alınmıştır.

Kamgarn dokuma kumaşlar bazında, temel değişkenlerin ve çözgü geriliminin kumaş konstrüksiyonuna etkisi analiz edilerek literatürdeki benzer çalışmalar ile karşılaştırılmıştır. Tez genelinde, farklı deney planları uygulayarak, bağımlı değişken sayısı artırılmıştır. Literatürde, tipik endüstriyel sorunlar olan atkı eğriliği ve kumaş kenarlarının dalgalanmasına yol açan etkenlerin incelenmesi üzerine yapılmış çalışmaların sayıca çok az olması ve de deneysel içeriklerinin çok kısıtlı olması nedeniyle; tez çalışması daha çok bu konulara yoğunlaşmıştır. Tez kapsamında endüstriyel bir firmanın Ar-Ge merkezi ile işbirliği içinde olmanın da bu konuda önemli etkisi olmuştur. Hem literatürdeki eksikliği gidermek hem de firmanın kalite sorunlarına sistematik bir yaklaşım içinde pratik çözümler üretmek tez çalışmasının temel hedefleri olmuştur. Dokuma kumaş kenar konstrüksiyonu ile zemin örgü arasındaki uyumsuzluğun, kenar gerginliğindeki varyasyonların ve bu süreçte yer alan kontrolsüz işlemlerin hem dokuma sürecinde, hem de sonrasında genel terbiye süreçlerinde önemli kalite problemlerine yol açtığı bulgu ve tespitleri üzerine bu konuların detaylı incelenmesi ihtiyacı oluşmuştur. Kenar düzgünsüzlüğü ve atkı eğriliğinin ekose ve çizgili kumaşlarda yarattığı kalite hatalarının görünürlüğünün daha yüksek olması bu sorunun önemini daha da arttırmaktadır. Atkı eğriliğini önlemek amacıyla, dokuma işleminde boy cıbarı ve genel terbiye ve apre işlemlerinde atkı düzelticiler kullanılıyor olsa da, atkı eğriliği probleminin tümüyle giderilemediği ve bu problemten ötürü, konfeksiyon serim ve kesim işleminde zorluk yaşandığı ya da kullanıcının ürünü kullanımı sırasında paça kol dönmesi gibi şikayetlerin sürdüğü bilinmektedir. Kumaş kenarında oluşan dalgalanma probleminin de literatürde yeterince incelenmediği ve dolayısıyla dalgalanmanın ölçümü ile ilgili makul bir metodunda

yer almadığı görülmüştür. Kotler ve Rath (1984) tasarımın özünde temel tasarım elemanlarını kullanarak müşteri memnuniyetini ve şirket karlılığını optimize etmek amacıyla geçirilen bir araştırma süreci olduğunu belirtmiştir. Bu yaklaşıma paralel olarak, kalite sorunu kumaş tasarım elemanları arasında uyum sağlama bazında ele alınmıştır. Bu tez çalışması ile hem atkı eğriliği hem de dalgalanmayla ilgili, deneysel veriler bazında sistematik analiz ile etkileyen unsurların ortaya konulması ve çözüme yönelik denemeler yapılması planlanmıştır. Kenar dalgalanmasının değerlendirilmesine yönelik standart bir ölçüm yöntemi olmadığı için; bu eksikliği giderecek bir yöntem geliştirme arayışı da tezin kapsamına dâhil edilmiştir.

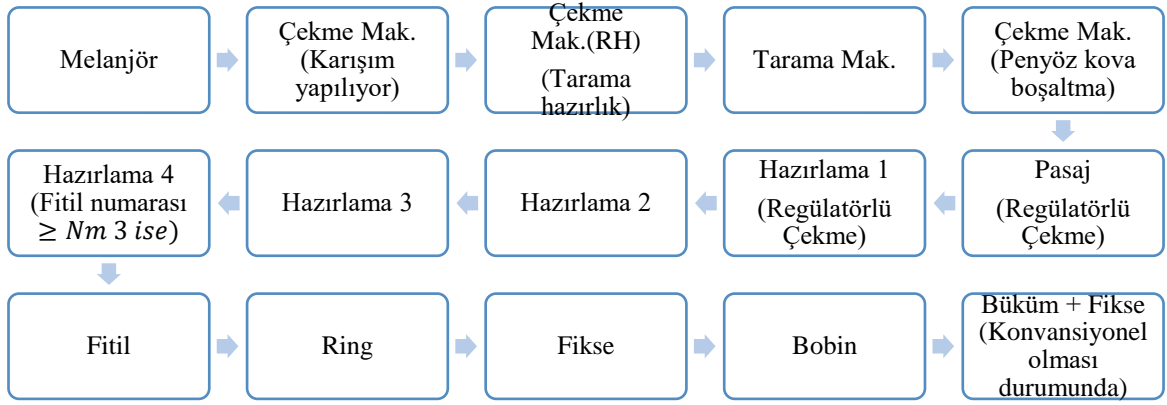
Dokuma kumaşlarda çözgü ve atkı iplikleri arasında kıvrım değişimi, üretim ve kullanma süreçlerinde sık ortaya çıkan bir olgudur. Özellikle bitim işlemlerinin son aşamasında ramöz makinasında en tespiti sırasında kıvrım değişimi limitleri içinde en ve boyda düzeltme ya da değişiklikler yapılmaktadır. Bu karakteristik özelliği Poisson oranı bazında ele almak ve kamgarn dokuma kumaşlar özelinde kıvrım değişim davranışı ile Poisson oranı arasında etkileşimi incelemek ve analiz etmek de tezin kapsamına dâhil edilmiştir. Dokuma kumaşların yapısal özellikleri yanı sıra kıvrım değişimine bağımlı olan Poisson oranı değerlerinin kuru ve nemli numuneler bazında analiz edilmesi ile; kamgarn kumaş üreticilerinin yaş işlemler sırasında en-boy çekme toleranslarına teorik ve pratik limitleri belirleyebilmek amaçlanmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışması kapsamında yürütülen çalışmalar yüzde atkı eğriliğini etkileyen unsurların araştırılması, zemin ve kenar uyumsuzluğunun ortaya çıkardığı dalgalanma problemi sebeplerinin ortaya çıkarılması, ölçüm metodunun geliştirilmesi, kamgarn kumaşlarda wira buhar çekmelerinin gözlenmesi, kamgarn dokuma kumaş yapılarında poisson oranı hakkında fikir sahibi olabilmek için deney planları çıkarılarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Deney planı bazında yapılan tüm üretim aşamaları, imal edilen ekipman ve aparatlar, test kontrollerinin tamamı Yünsa Yünlü Sanayi ve Ticaret AŞ.'de gerçekleştirilmiştir. Bu tez YÜNSA tarafından 7575 numaralı özkaynak Arge proje ile desteklenmiştir. Genel olarak kod sistemi oluşturulmuş ve deney planları harfler ile adlandırılmıştır. Deney planları, harfler kullanılırken G: gerilim, A: atkı eğriliği, D: dalgalanma şeklinde kurgulanmıştır. Harf yanında yazılı olan sayı ise deney planının sıra sayısını ifade etmektedir. G2 deney planı kapsamında gerçekleştirilen Poisson çalışmalarına için ilave yapılan %100 yün numunelerde hazırlanan deney planı için PY kodu kurgulanmıştır.

#### 3.1. Kullanılan İpliklerin Üretimi

Yün üretim hattın da ağırlıklı Kamgarn iplik üretiminden ipliklerin üretildiği tez çalışmasında bir grup için de Strayhgran iplik üretim hattından üretilmiş iplikler kullanılmıştır. Kamgarn iplik üretim hattında üretilen Kamgarn ipliklerin numaraları takım elbiselik kalitelerinde ağırlıklı olarak kullanılan yün ve yün/polyester harman bilgileri, tek kat ve çift kat iplik numaraları baz alınarak ilerlenmiştir. Tamamı Yünsa Yünlü Sanayi ve Ticaret AŞ fabrikasında üretilen Kamgarn ipliklerin üretildiği kamgarn üretim aşamalarında Şekil 3.1'de yer almaktadır.



Şekil 3.1. Kamgarn iplik üretim aşamaları

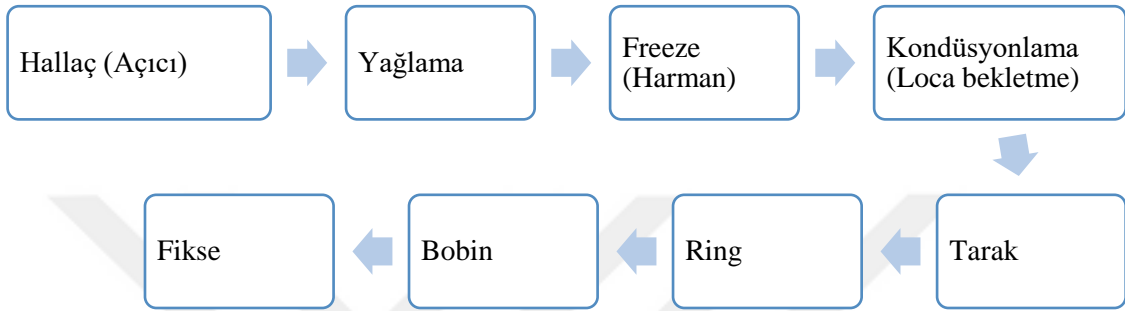
İpliklerin üretim aşamasından da görüldüğü gibi uygun hazırlama pasajlarından geçirilerek elde edilen iplikler üç pasaj ve dört pasaj geçişi sağlanarak üretim yapılmıştır. Çizelge 3.1’de çalışmalarda kullanılan ipliklerin teknik verileri yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Kullanılan ipliklerin teknik verileri

Nm	Harman	Büküm [tur/m]	Pasaj sayısı
48/1	%45 yün %55 polyester	600 Z	3
48/1	%100 yün	704 Z	4
56/1	%45 yün %55 polyester	704 Z	3
56/1	%100 yün	704 Z	4
60/2	%45 yün %55 polyester	600 S	3
60/2	%45 yün %55 polyester	667 S	3
60/2	%45 yün %55 polyester	721 S	3
64/2	%100 yün	600 S	4
64/2	%100 yün	667 S	4
64/2	%100 yün	721 S	4
76/2	%100 yün	750 S	4
80/2	%45 yün %55 polyester	750 S	4

\*Yün çapı 21 mikron, polyester incelik 2,4 dtex, uzunluğu 75-77 mm

Yün iplik üretim hattında üretilen Strayhgarn ipliklerin tamamının üretildiği Strayhgarn üretim aşamaları da Şekil 3.2’de yer almaktadır. Dalgalanma ölçümü kapsamında doğrulama çalışmaları bölümünde ağır gramajlı kumaşların üretimi için tasarlanmıştır. Strayhgarn iplik üretim hattında üretilen ipliklerin numaraları paltoluk kalitelerinde ağırlıklı olarak kullanılan yün harman bilgilerine göre düzenlenmiştir.



Şekil 3.2. Strayhgarn iplik üretim aşamaları

### 3.2. Dokuma Kumaşların Üretimi

G1- Deneş planı için, farklı çöşgü dokuma gerilimlerinde kumaş konstrüksiyonunda inceleme yapılabilmesi adına aynı partiden üretim yapılarak Nm 64/2 %100 yün (çapı 21 mikron) 3 farklı büküm değeriinde aynı koşullar altında iplik üretimi sağlanmıştır, aynı tezgâhta bezayağı ve 3/1 dimi örgüde olmak üzere 36 adet numune tasarlanmıştır.

A1 grubu numunelerin dışındaki tüm numuneler Dornier HTV6/SD tip 1990 model sert şiş kancalı, armür donanımlı dokuma makinesinde aynı koşullarda 300 devir/d’da, 60 cm tarak eninde, düz tahar düzeninde, dokunmuştur. Numunelerin kenar ipliklerinin gerilim değeri 15 cN ayarlanarak üretim gerçekleştirilmiştir. Konstrüksiyon üzerindeki etkinin gözlenebilmesi için sıklık, hava geçirgenliği testi yapılarak ön değerlendirme yapılmıştır. Örneğın G1 deneş planında; çöşgü gerilim denemesi için yapılan deneş grubunun 1. si yer almaktadır. Çizelge 3.2’de G1-Deneş planı için özellikler yer almaktadır.

Çizelge 3.2. Deney planı G1 bağımlı ve bağımsız değişkenleri

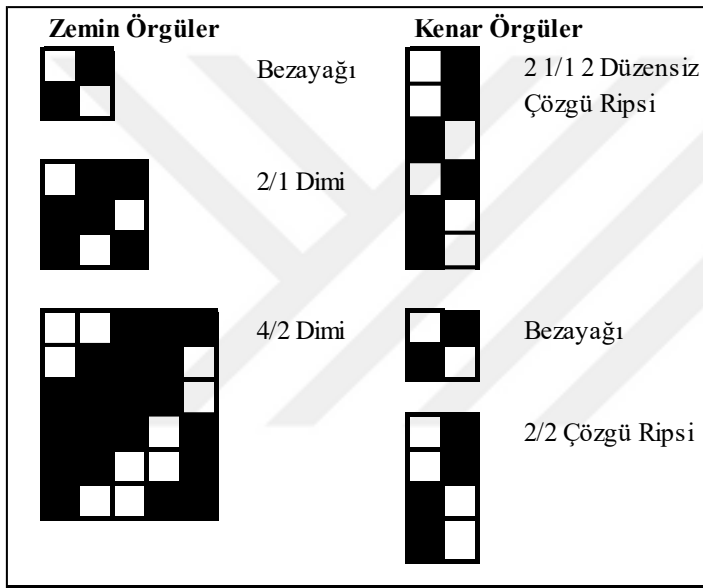
Değişken Adı	Değerler
Tarak eni [cm]	60
Tarak no [dm/tel]	85/3
Atkı sıklık [atkı/cm]	17; 20; 23
Atkı ipliği bükümü	600s; 667s; 721s
Örgü tipi	Bezayağı 3/1 Dimi
Çözgü gerilimi [cN]	43 cN için tezgâhta seçilen aralık 15-50 48 cN için tezgâhta seçilen aralık 15-55

G2 - Deney planı için, Nm 80/2 %45 yün %55 polyester 750 s ekrü çözgü ipliğinde 125/2 tarak numarasında 60 cm tarak eninde 3 farklı çözgü nominal geriliminde, 3 farklı atkı iplikleri ile 3 farklı atkı sıklığında toplam 27 adet numune hazırlanmıştır. Dokuma işlemleri önceki numunelere benzer koşullar altında Dornier HTV6/SD tip sert şiş kancalı dokuma makinesinde 60 cm tarak eninde dokunmuştur. Çizelge 3.3'de G2-Deney planı için özellikler yer almaktadır.

Çizelge 3.3. Deney planı G2 için özellikler

Çözgü Gerilimi g[cN]/iplik		30			35			40		
Atkı ipliği sıklığı (tel/cm)		24	26	28	24	26	28	24	26	28
Atkı İplik Bilgileri	Nm 48/1 45/55 yün/polyester 600z	A24G30	A26G30	A28G30	A24G35	A26G35	A28G35	A24G40	A26G40	A28G40
	Nm 56/1 50/50 yün/polyester 704 z	B24G30	B24G30	B24G30	B24G35	B26G35	B28G35	B24G40	B26G40	B28G40
	Nm 56/1 %100 yün 704z	C24G30	C24G30	C24G30	C24G35	C26G35	C28G35	C24G40	C26G40	C28G40

A1- Deney planı için, numuneler sert şiş ve kancalı atkı atım sistemine sahip Dornier HTVS6/S tip 1998 model armürlü tezgâhta, 180 cm tarak eninde (boy cımbarı ile), 60/3 tarak numarasında, 350 devir/dk'da 6 çerçeve düz tahar düzeninde, leno kenar yapısında 15 cN leno kenar iplik geriliminde üretim yapılmıştır. Numunelerde zemin örgü olarak; bezayağı, 2/1 dimi, 3/1 dimi, 4/2 dimi kullanılırken kenar yapılarında, leno kenar yapısında 2 1/ 1 2 düzensiz çözgü ripsi, bezayağı, 2/2 çözgü rips kenar örgüleri tasarlanmıştır. Ağırlıklı olarak problem yaşanması nedeniyle leno kenar yapıları kenarlarda çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Dokumadan alınan kumaşların kontrolleri için kondisyonlama işlemleri sonrasında kontrolleri yapılmıştır. Şekil 3.3'de A1-Deney planında kullanılan örgü çeşitleri yer almaktadır.



Şekil 3.3. Numunelerin (A1) üretiminde kullanılan örgü türleri

A1 deney planı kapsamında hazırlanan numunelerin deney planı Çizelge 3.4'de yer almaktadır. Yün/pes oranları 45/55 şeklindedir. Hazırlanan numunelerin çözgü kıvrım, atkı eğriliği, wira çekme değerleri kontrol edilerek, değerlendirme yapılarak, istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Çizelge 3.4. Deney planı A1 bağımlı ve bağımsız değişkenleri

Kumaş Kodu	Çözü Gerilimi g[cN]/iplik	Nominal Atkı sıklığı [atki/cm]	Atkı ipliği [Nm]	Atkı ipliği Büküm Miktarı	İplik Tanımı
A24G30	30	24	48/1	600	Nm 48/1 45/55 yün/polyester
A24G30	30	24	48/1	600	Nm 48/1 45/55 yün/polyester
A24G30	30	24	48/1	600	Nm 48/1 45/55 yün/polyester
A24G30	30	24	48/1	600	Nm 48/1 45/55 yün/polyester
C24G30	30	24	56/1	704	Nm 56/1 %100 yün
C24G30	30	24	56/1	704	Nm 56/1 %100 yün
C24G30	30	24	56/1	704	Nm 56/1 %100 yün
C24G30	30	24	56/1	704	Nm 56/1 %100 yün
B24G30	30	24	56/1	704	Nm 56/1 50/50 yün/polyester
B24G30	30	24	56/1	704	Nm 56/1 50/50 yün/polyester
B24G30	30	24	56/1	704	Nm 56/1 50/50 yün/polyester
B24G30	30	24	56/1	704	Nm 56/1 50/50 yün/polyester
A26G30	30	26	48/1	600	Nm 48/1 45/55 yün/polyester
A26G30	30	26	48/1	600	Nm 48/1 45/55 yün/polyester
A26G30	30	26	48/1	600	Nm 48/1 45/55 yün/polyester
A26G30	30	26	48/1	600	Nm 48/1 45/55 yün/polyester
C26G30	30	26	56/1	704	Nm 56/1 %100 yün
C26G30	30	26	56/1	704	Nm 56/1 %100 yün
C26G30	30	26	56/1	704	Nm 56/1 %100 yün
C26G30	30	26	56/1	704	Nm 56/1 %100 yün
B26G30	30	26	56/1	704	Nm 56/1 50/50 yün/polyester
B26G30	30	26	56/1	704	Nm 56/1 50/50 yün/polyester



D1- Deney planı, kenar dalgalanma probleminin detaylı incelenebilmesi adına dalgalanmanın görüntü analizi ile değerlendirilmesi için kurgulanmıştır. Çalışma aynı şartlar altında aynı tezgâhta bezayağı zemin ve kenar örgüye sahip 11 adet numune tasarlanmıştır. Numuneler öncekilere benzer şekilde aynı tezgâhta dokunmuştur. Üretilen numunelerin kenar dalgalanmaları ile ilgili fikir sahibi olabilmek için, tasarlanan sehpa düzeneğinden yararlanarak, fotoğraf çekimleri alınarak 10'ar ölçüm alımı yapılarak ortalama değerler hesaplanmıştır. Bölüm 4.6.3'de detayları paylaşıldığı şekilde değerlendirme yapılmıştır. Çizelge 3.5'de üretilen numune özellikleri görülmektedir.

Çizelge 3.5. Deney planı D1 bağımlı ve bağımsız değişkenleri

Değişken Adı	Değerler
Tarak eni [cm]	60
Tarak no [dm/tel]	110/2
Atkı sıklığı [atkı/cm]	24
Örgü tipi	Bezayağı
Çözgü ipliği	Nm 80/2 45/55 yün/polyester 750 s
Atkı İpliği	Nm 80/2 45/55 yün/polyester 750 s
Kenar denemeleri	6_6, 6_5, 6_4
	5_4, 4_4, 4_3
	4_2, 3_2, 2_2
	2_1, 1_1

\*Yün çapı 21 mikron, polyester incelik 2,4 dtex, uzunluğu 75-77 mm

D2- Deney planı, kenar dalgalanma probleminin nedenlerini bulabilmek ve ölçüm yöntemi geliştirilmesi adına çözgü seti hazırlanarak aynı koşullar altında aynı tezgâhta bezayağı zemin örgü, Panama kenar örgü ile 63 adet numune tasarımları yapılmıştır. Numuneler öncekilere benzer şekilde aynı tezgâhta dokunmuştur. Çizelge 3.6'da üretilen numune özellikleri görülmektedir. D3- Deney planı ise D2'den farklı olarak çözgü ipliği Nm 60/2 olarak hazırlanmıştır.

Çizelge 3.6. Deney planı D2 ve D3 bağımlı ve bağımsız değişkenleri

Değişken Adı	Değerler
Tarak eni [cm]	60
Çözümlü iplik ve sıklık değeri [tel/cm]	Nm 40/2 45/55 yün/polyester 550 s 21
	Nm 60/2 45/55 yün/polyester 550 s 21
Atkı iplikleri ve sıklık değeri [atkı/cm]	Nm 56/1 45/55 yün/polyester 600 z 24,26,28
	Nm 48/1 45/55 yün/polyester 600 z 22,24,26
	Nm 70/1 45/55 yün/polyester 750 z 26,28,30
Kenar denemeleri	6_6, 6_5, 5_5
	5_4, 4_4, 4_3
	3_3

\*Yün çapı 21 mikron, polyester incelik 2,4 dtex, uzunluğu 75-77 mm

D4- Deney planı, dalgalanma %100 polyester (ekru ve bobin boyalı) kumaşlarda da gözlem yapabilmek adına 90/4 tarak numarasında 60 cm tarak enine ayarlı, 5 farklı kenar dizim ile dokunan numunelerde kenar yapılarını gözlemleyebilmek için deney planı 6 ile toplam 30 numune tasarlanmıştır. Numuneler öncekilere benzer şekilde aynı tezgâhta dokunmuştur. Çizelge 3.7’de üretilen numune özellikleri görülmektedir.

Çizelge 3.7. Deney planı D4 bağımlı bağımsız değişkenleri

Kumaş no	Kenar dizim	Atkı ipliği [denye]	Nominal atkı sıklığı [atkı/cm]	Renk
1-3	6-6	200/192F	22-25-28	ekru
4-6		200/72F		renkli
7-9	6-5	200/192F	22-25-28	ekru
10-12		200/72F		renkli
13-15	5-5	200/192F	22-25-28	ekru
16-18		200/72F		renkli
19-21	4-4	200/192F	22-25-28	ekru
22-24		200/72F		renkli
25-27	3-3	200/192F	22-25-28	ekru
28-30		200/72F		renkli

Peirce (1937) bezayağı örgü esnek iplik modeline göre genelleştirilmiş iplik çap formülü ile iplik çapları hesaplanmıştır. Hesaplama iplik tipleri için paketleme faktörlerinden yararlanılmıştır. Kamgarn iplik sisteminde üretim yapıldığı için 0,6 paketleme faktöründen yararlanılarak hesaplama yapılmıştır.

$$d = \frac{1}{280.2} \sqrt{\frac{tex}{\phi \rho_f}} (cm) \quad (3.1)$$

$\rho_f$ =lif yoğunluğu

$\phi$ = iplik paketlenmesi

d= iplik çapı

Ne= İngiliz pamuk sisteminde numara, tex= metrik sisteminde iplik numara

$$Nm = Ne \cdot 1,69 = \frac{9000}{denye} = \frac{1000}{tex} \quad (3.2)$$

(3.2) eşitliğinden 200 denye iplik numarası için tex numarası 22,22 elde edilmiştir. Elde edilen iplik numarası Polyester yoğunluğu 1,38 g/cm<sup>3</sup> değeri, iplik paketleme faktörü 0,6 değeri alınarak (3.1) denkliğinde yerinde konulduğunda;

$$D = \frac{1}{280.2} \sqrt{\frac{22,22}{1,38 \cdot 0,6}} \text{ (cm)} = 0,0185 \text{ cm elde edilmiştir.}$$

$$D = d_1 + d_2 \quad (3.3)$$

(3.3) eşitliğinden D = 0,0370 değeri elde edilmiştir.

$p_1 =$  Çözümlü aralığı,  $p_2 =$  Atkı aralığı

$$p_1 = 1/36 = 0,02777$$

$$\sqrt{1 - \left(\frac{P_2}{D}\right)^2} + \sqrt{1 - \left(\frac{P_1}{D}\right)^2} = 1 \quad (3.4)$$

Maximum sıklık değeri 28,7 çıkmıştır. Bu değer baz alınarak, atkı sıklık değerleri deneme yapılarak dokunabilir sıklıklar baz alınmıştır.

Yünsa Ürün-Geliştirme departmanında yapılan tasarımlardaki optimum sıklık bilgisi hesaplamasında, aşağıdaki eşitlikten yararlanılmaktadır.

$$\text{Optimum sıklık [tel/cm]} \cong \frac{\sqrt{442 \times Nm} \times \text{Örgü Faktörü (K)} \times K.S}{2,54} \quad (3.5)$$

K.S = Katsayı

Optimum atkı sıklığı için (3.5) denklemde bezayağı örgü faktörü 0,5 değeri, yerine koyulmuştur. Katsayı değeri için kalitenin hammaddesinde göre belirleme yapılmaktadır. %100 yün için 0,90, yün/polyester karışımları için 0,95, yün/lycra karışımları için 0,85 değeri dikkate alınmaktadır. Çok sık kullanılmayan polyester kaliteler için ise 1 katsayısı kullanılmıştır. (3.5) eşitliğinden  $27,76 \cong 28$  değeri elde edilmiştir. Sıklık değerlerinde farklılığı görebilmek için, 28, 25, 22 değerleri alınmıştır.

D5- Deney planı, daha kalın gramajlı kumaşların dalgalanma konusunda kenar yapılarında gözlem yapabilmek adına Nm 9/1 %100 yün ipliğin hem çözgü hem atkı yönünde

kullanılması ile hazırlanmıştır. Numuneler öncekilere benzer şekilde aynı tezgâhta dokunmuştur. Çizelge 3.8’de üretilen numune özellikleri görülmektedir.

Çizelge 3.8. Deney planı D5 bağımlı bağımsız değişkenleri

Değişken Adı	Değerler
Tarak eni [cm]	60
Tarak no [dm/tel]	58/2
Çözümlü iplik	Nm 9/1 % 100 yün 480 z
Atkı iplik	Nm 9/1 % 100 yün 480 z
Atkı sıklık değeri [atkı/cm]	10,5
Kenar denemeleri	8_8, 8_7, 7_7
	6_7, 6_6, 6_5
	5_5, 5_4, 4_4
	4_3, 3_3, 3_2
	2_2

\*Kullanılan yünün %70’i 28 mikron %30’i 25 mikron

PY- Deney planı, Poisson oranı hesaplamalarında yün kumaşların karakteristiğini görebilmek adına kurgulanmıştır. İlgili deney planında Poisson oranları için hem çözgü hem atkı yönünde hem kuru hem ıslak halleri ile görüntü analizleri üzerinden ölçümleri alınmıştır. Numuneler öncekilere benzer şekilde aynı tezgâhta dokunmuştur. Çizelge 3.9’da üretilen numune özellikleri görülmektedir.

Çizelge 3.9. Deney planı PY bağımlı bağımsız değişkenleri

Değişken Adı	Değerler
Tarak eni [cm]	60
Tarak no [dm/tel]	125/2
Çözgü iplik	Nm 76/2 % 100 yün 750 s
Atkı iplik	Nm 48/1 % 100 yün 704 z
Atkı sıklık değeri [atkı/cm]	24
	26
	28

\* Kullanılan yün çapı 21 mikron





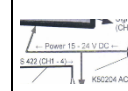

### 3.3. Kamgarn Dokuma Kumaşlara Uygulanan Testler

Üretimleri tamamlanmış numuneler 48 saat standart atmosfer koşullarında ( $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklık,  $\%65\pm 2$  bağıl nem) bekletilerek kondisyonlama yapılmıştır. TSE-ISO-EN ISO 9001:2015 Kalite Yönetim Sistemi, ISO 14001:2004 Çevre Yönetim Sistemi, İSG-OHSAS 18001:2007 İşçi Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemine uygun olarak çalışma süresince elde edilen çıktılara ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak yürütülmüştür. Ana hatlarıyla testler ASTM D 3883:1999 İplik kıvrım testi, TSE 251 gramaj tayini, TSE 250 EN 1049-2 sıklık tayini, ASTM 3882:2006 Atkı eğriliği kontrolü, ISO 3005 Wira buhar çekme testi, EN ISO 5084 kumaş kalınlık ve TS 391 EN ISO 9237 hava geçirgenliğinin ölçümü uygulanmıştır. Dalgalanma değerinin belirlenmesi için ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Poisson oranı belirlenmesinde TSE EN ISO 13934-1 kopma mukavetinin şerit metodundan faydalanılarak video çekimi yapıp seçilen fotoğraflar üzerinden Kameram yazılımda ölçümleri alınarak analiz edilmiştir.

#### 3.3.1. Dokuma kumaşlarda çözgü gerilim (tension) değerinin belirlenmesi

Menşei Almanya olan Hans Schmidt marka sensör seti ekipmanları için detaylı bilgiler Çizelge 3.10'da yer alan sensör setleri satın alınmıştır. Sensörlerin kalibrasyonları için Şekil 3.4'de görülen F1 sınıfı ağırlık kalibrasyon seti kullanılmıştır.

Çizelge 3.10. Sensör seti için detaylı bilgiler

<b>Eşyanın Resmi</b>						
<b>Ticari Adı</b>	TENSION SENSOR MBZD-200-A10-MA	TENSION SENSOR MBZD-500-A10-MA	PANEL MOUNT DISPLAY SC-PM4-A2	MOUNTING RAIL K08100	ADAPTER K50204	SOFTWARE "Tension Inspect 3" for max. 4 Sensors SW-TI3-4
<b>Kullanım Alanı</b>	İplik gerginliğini ölçümü için iplik ve dokuma işletmesinde kullanım	İplik gerginliğini ölçümü için iplik ve dokuma işletmesinde kullanım	Görüntüleme ünitesi olarak iplik ve dokuma	İplik gerginliği ölçen sensörün takılabilmesi için ara parçadır	Görüntüleme ünitesinde elektrik adaptörü	Tansiyon yazılım olarak iplik ve dokuma da
<b>Özelliği</b>	Nikel kaplama çelik	Nikel kaplama çelik	Plastik	Çelik	Dışı plastik ve içerisinde elektrik aksamı	Yazılım
<b>Çalışma Şekli</b>	İplik gerginliğini ölçen sensördür	İplik gerginliğini ölçen sensördür.	Ölçülen gerginlik değerlerini görüntüleme ünitesidir	Montaj rayı olarak kullanılır	Görüntüleme ünitesi elektrik adaptörüdür	Ölçüm verilerinin bilgisayara aktarılmasını sağlayan yazılımdır



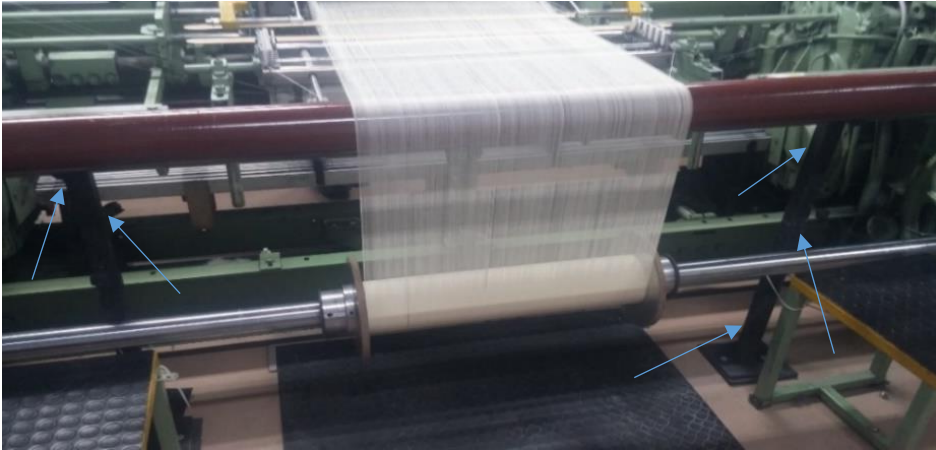
Şekil 3.4. Ağırlık kalibrasyon seti

Şekil 3.5'deki fotoğrafta da görüldüğü üzere kalibresi yapılan sensörlerin üçü de montaj rayına geçirilmiştir.



Şekil 3.5. Kalibresi yapılan sensörlerin montaj rayına geçirilerek hazırlanması ve kontrolü

İlgili montaj rayı tezgâhın arka kısmında yerleştirilip çalışmaların daha sağlıklı yürütülebilmesi için sehpa benzeri bir düzeneğe ihtiyaç duyulmuştur. İhtiyaç duyulan düzenek için taslak olarak çizim yapılmış ardından Yünsa bünyesindeki mekanik atölyede kutu profiller ile yüksekliği çözgü köprüsüne göre ayarlanabilir olacak şekilde üretimi yapılmıştır. Tasarlanan sensör sehpasının tezgâha yerleştirilmiş hali ise Şekil 3.6'da yer almaktadır.



Şekil 3.6. Sensör sehpasının tezgâha yerleştirilmiş hali

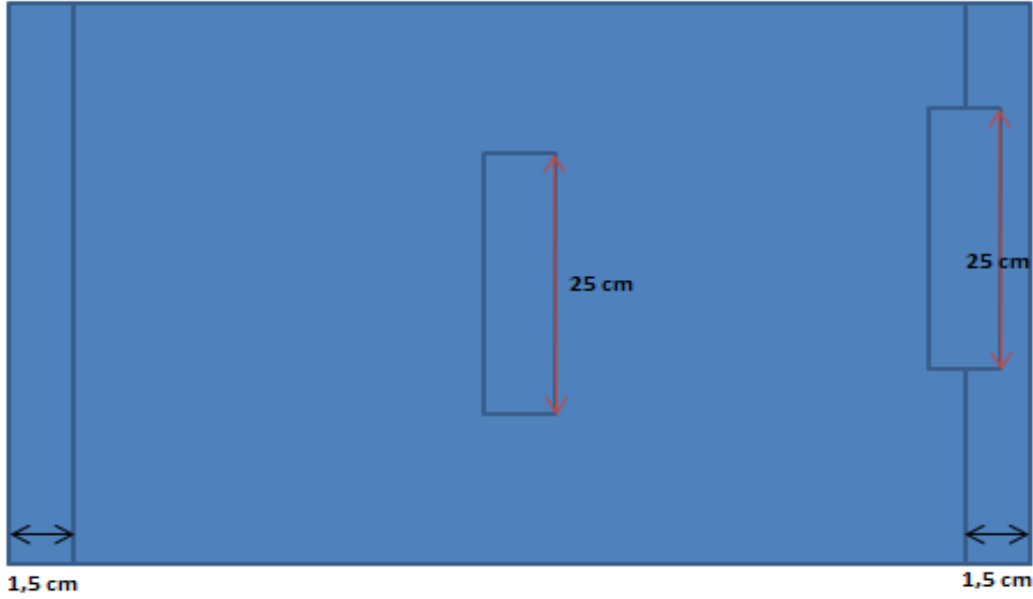
### 3.3.2. Dokuma kumaşlarda iplik kıvrım (crimp) değerinin belirlenmesi

ASTM D 3883:1999 standardına göre numunelerin fizik laboratuvarında kondisyonlaması yapılmıştır. Kumaşların kenar örgü, kenara yakın yerden ve orta kısımdan



olmak üzere toplam da 3 bölgeden Şekil 3.7’de gösterildiği gibi numune alımı yapılmıştır. 10’ar adet iplik kıvrım ölçümü için iplikler ayrılmıştır. Hazırlanan ipliklere kıvrımı açmak için uygulanan kuvvet değeri çözümlü iplik numarasına göre standartta belirtilen aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Kuvvet değeri [g]} = \text{İplik numarası [tex]} * 0,25 \quad (3.6)$$



Şekil 3.7. Çözümlü ipliği kıvrımı test örnek boyutları

Şekil 3.8’de görülen James Heal kıvrım ölçer test cihazında ondalıklı hassasiyeti bulunmadığı için yuvarlama yapılarak gram olarak alınmış ve testlerde hesaplanan gram değeri dikkate alınmıştır. 25 cm’lik çene aralığına yerleştirilen numunelerin hesaplanan gramlık kuvvet değerine ulaşmıncaya kadar çene aşağıya indirilerek test edilmiştir. Hesaplanan gram değerinde okunan değer kaydedilmiştir. Elde edilen değerlerle yüzde kıvrım aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır. (3.7) eşitliğindeki C; % kıvrım değeri,  $Y_{ort}$  : Ölçüm yapılan değer, F değeri ise numune boyu (25 cm) ifade etmektedir.

$$C = 100 * (Y_{ort} - F) / F \quad (3.7)$$



Şekil 3.8. James Heal kırım ölçüm cihazı

### 3.3.3. Dokuma kumaşlarda kumaş gramajı (weight) değerinin belirlenmesi

TSE 251 standardına göre numunelerin fizik laboratuvarında kondisyonlaması yapılmıştır. Kumaşların gramajı tayini, 100 cm<sup>2</sup>'lik numuneler kesilerek hassas terazide tartılarak yapılmıştır. Her bir numuneden 3'er adet alınan gramajlar ortalamaları alınarak değerleri bulunmuştur. Şekil 3.9'da numune kesme aparatı görülmektedir.



Şekil 3.9. Numune kesici

### 3.3.4. Dokuma kumaşlarda sıklık (density) değerinin belirlenmesi

Numunelerin fizik laboratuvarında kondisyonlamasının yapılmasının ardından, kumaşların sıklıkları TS 250 EN 1049-2 standardına göre hem çözgü hem atkı yönünde 1 cm ölçü baz alınarak her bir numune için 3'er adet olmak üzere sayım yapılmıştır.

### 3.3.5. Dokuma kumaşlarda atkı eğriliği (skewness) değerinin belirlenmesi

ASTM D 3882:2006 standardına göre fizik laboratuvarında kondisyonlanan numunelerden 40 cm tam en numune düzgün olması adına yırtılarak numune alınmıştır. Özel gönyeli masaya serilerek kumaşın sağ kenarı referans çizgisi ile karşılaştırılıp, gözlem yapılmış, kumaş eni boyunca kayma söz konusu ile kaymanın cetvel ile ölçülmesi sağlanmıştır. Ölçülen değer atkı eğriliği değeri için aşağıdaki formül kullanılır. Şekil 3.10'da ölçüme ait fotoğraf yer almaktadır. Yapılan ölçüm kumaşın eni boyunca her iki yönü için de yapılmış ve büyük değer dikkate alınmıştır. Bölüm 2'de yer alan Şekil 2.18 'deki yer alan atkı eğriliği yüzde hesaplamasına göre değerler hesaplanılmıştır. Formül (3.8) denkleminde yer almaktadır.

$$\% \text{ Atkı eğriliği} = (\text{kayma miktarı} / \text{kumaş tam eni}) * 100 \quad (3.8)$$



Şekil 3.10. Atkı eğriliği ölçümü

### 3.3.6. Wira buhar çekme (steam shrinkage) değerinin belirlenmesi

ISO 3005:1978 standardına göre fizik laboratuvarında kondisyonlanan numuneler wira şablonu kullanılarak 30 cm x 5 cm ebatında atkı ve çözgüden olmak üzere numuneler kesilerek şablon üzerinde işaretli deliklerden çizgi çizilir. 2 çizgi arası mesafe 25 cm'dir. Şekil 3.11'de resmi bulunan cihazı ışığı söndüncüye kadar su alan wira çekme silindiri, zamanlaması 30 sn'ye ayarlanmıştır. Buhar çıkışı başlayınca hazırlanan numuneler özel tel aparat ile cihaz içine yerleştirilmiştir. İşlem bittiğinde otomatik olarak durup sesli ikaz veren cihazdan numuneler çıkartılır, dış ortamda 30 sn süreyle bekletilmiştir. Bu işlem 3 kere tekrarlanmıştır. İşlem

tamamlandığında numuneleri 4 saat laboratuvar şartlarında bekletip, wira şablonu ile çekme yüzde olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.11. Wira buhar çekme silindiri

### 3.3.7. Kumaş kalınlık (thickness) değerin belirlenmesi

Kondisyonlanan kumaşların kalınlık değeri hakkında fikir almak için, Hans Schmidt marka kalınlık ölçüm cihazı kullanılmıştır. İlgili test yapılırken EN ISO 5084:1997 standardına göre 20 cm<sup>2</sup> tutucu ile 1 kPa ile çalışılmıştır. Şekil 3.12’de kalınlık cihazı fotoğrafı yer almaktadır.



Şekil 3.12. Kumaş kalınlık ölçüm cihazı

### 3.3.8. Hava geçirgenliğinin belirlenmesi

Hava geçirgenliği ölçümü için SDL Atlas marka hava geçirgenliği test cihazı ile TS 391 EN ISO 9237 standardı baz alınarak kumaşlarda ölçüm yapılmıştır. Ölçümler tüm kumaş tipleri için 3 ölçüm alınarak, ortalamaları alınmıştır. Bu çalışmada 20cm<sup>2</sup> ölçüm kafası ile 100 Pa basınçta 1/m<sup>2</sup>/s cinsinden hava geçirgenliği değerleri elde edilmiştir. Şekil 3.13'de cihaz fotoğrafı yer almaktadır.



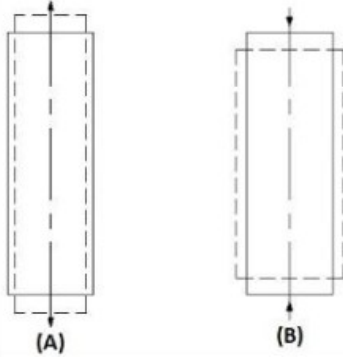
Şekil 3.13. Hava geçirgenliği test cihazı

### 3.3.9. Dokuma kumaş kenarlarında dalgalanma (waviness) değerinin belirlenmesi

Dokuma kumaşlarda dalgalanma ölçülürken serbest ya da basınç altında alınmasının uygunluğu üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Literatürde yer almayan dalgalanma ölçümü için çalışmalar neticesinde yöntem oluşturulmuş ve ilgili yöntem için Patent başvuruları gerçekleştirilmiştir.

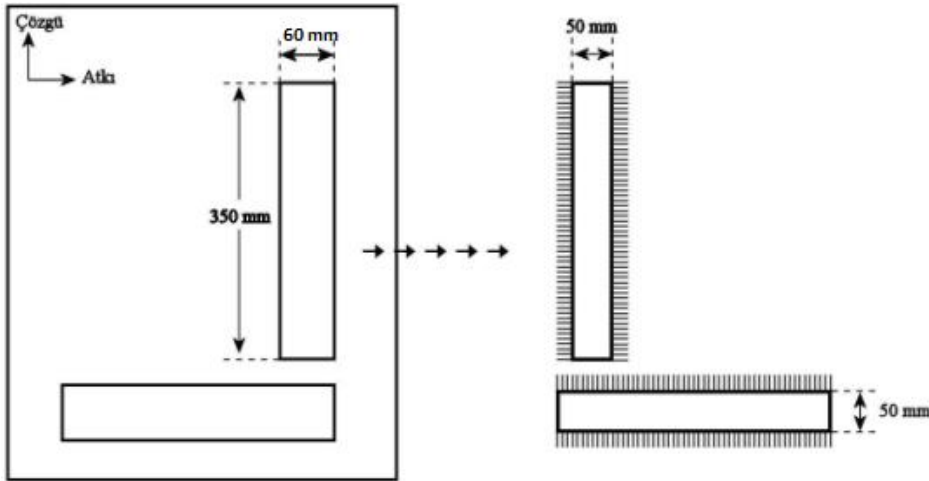
### 3.3.10. Kumaşlarda Poisson oranı (Poisson ratio) değerinin belirlenmesi

Poisson oranı, tek yönlü bir gerilme halinde bu yöne dik eksenine gerilme ile eksenel gerilme oranının negatif işaretlisi olarak tanımlanmaktadır. Şekil 3.14'de gösterildiği gibi yükün uygulandığı doğrultuda (gerilme düzlemine dik olacak şekilde) uzaması, basma yükü altında ise eksenel boyut gösterildiği gibi azalması muhtemeldir.



Şekil 3.14. Bir malzemeye uygulanan yük doğrultusu ile gerilme düzlemine etkisinin gösterimi

Kumaşlarda poisson oranları konusunda fikir sahibi olabilmek için çok amaçlı mukavemet ölçer cihazından yararlanılmıştır. Numune ebatı ve değerlendirme için TSE EN ISO 13934-1 test standardının göre şerit metodundan faydalanılmıştır. Her numune atkı ve çözgü yönde beş adet olmak üzere, 60×350 mm boyutlarında kesilerek, ardından 50×350 mm boyutunda olacak Şekil 3.15’de gösterilen sökme işlemi yapılarak şerit metoduna göre hazırlanmıştır. Zwick marka çok amaçlı mukavemet test cihazında 200 mm ölçüm aralığında ve 100 mm/dk çekme hızında numuneler koparılmıştır.



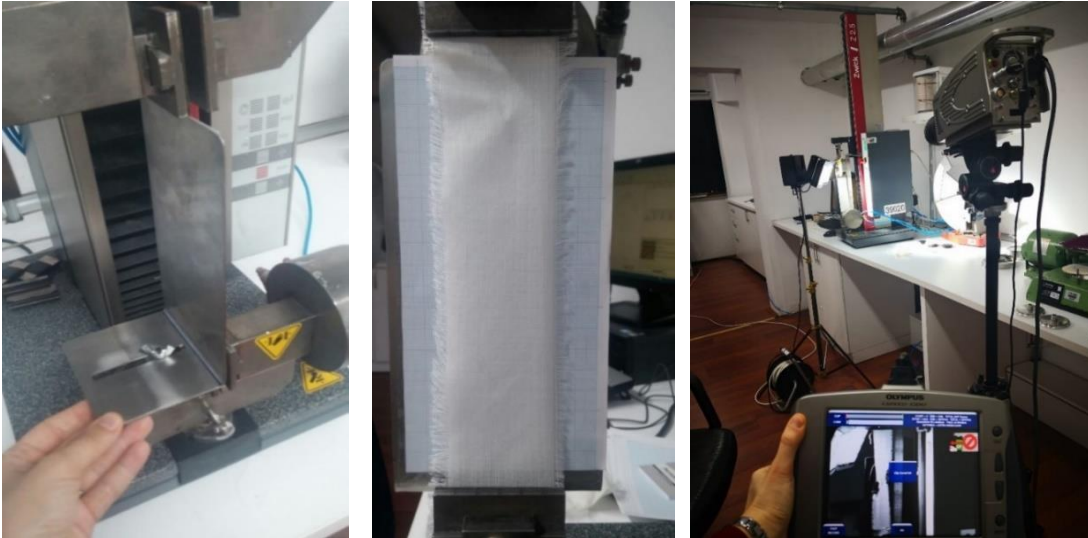
Şekil 3.15. Kumaş kopma mukavemeti testi örnek boyutları (Yavuzkasap, 2011)

Hazırlanan numune test düzeneği Şekil 3.16’da görünen Olympus marka hızlı kamera ile tüm görüntü ayarları sağlanarak çekim yapılarak numunenin kopartılması kayıt altına alınmıştır.



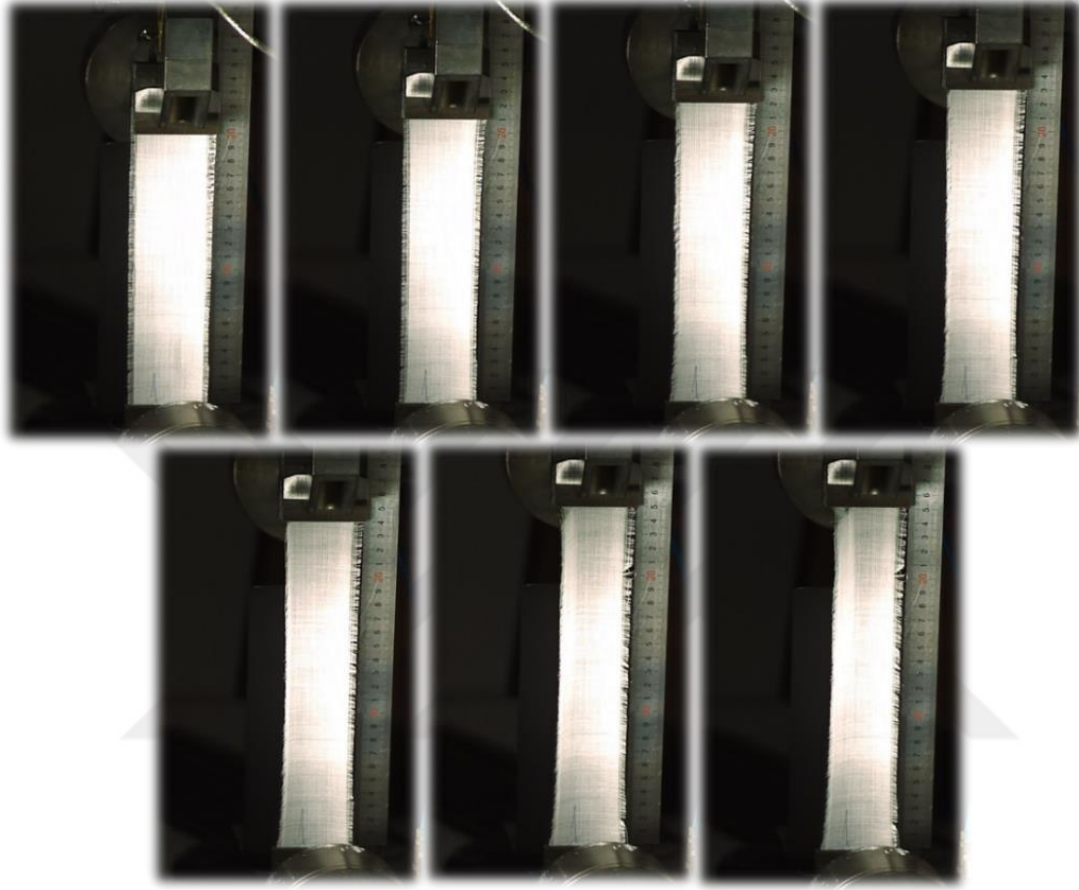
Şekil 3.16. Hızlı kamera

Alınan görüntülerde hız ayarı 200 yani saniyede 200 kare çekim yapılmıştır. Ekru numunenin siyah zeminde daha iyi çıkabileceği için zemin siyah karton ile kapatılmış numunenin sağ tarafına metal cetvel koyularak çekimin daha iyi olacağı düşünülmüştür. Cihazda kumaşın daha düzgün görünebilmesi Şekil 3.17’de yer alan paslanmaz çelikten bükülerek tasarlanmış imal parça, kumaş parçası ve görüntü alımı için kurulan düzenek fotoğraflarına yer verilmiştir. Zwick marka çok amaçlı mukavemet ölçer cihazında sabit konumlanan alt çenenin yanında uygun bir yere vida ile takıp çıkarılabilir şekilde Yünsa mekanik atölyede tasarlanmış ve test süresince takılı olarak kullanılmıştır. Yeni düzen ile tekrar deneme çekimleri yapılmıştır.



Şekil 3.17. Paslanmaz çelikten imal edilen parça numunenin makineye yerleştirilmesi ve kurulan düzenek

Yapılan çekimler için alınan tüm görüntüler incelenmiş ve seçimler belli oranda gösterdiği uzama oranlarına göre örneğin, %0, %10, %15, %20, %25, %26 (kopma oranına yakın) gibi alınmıştır. Seçilen oranların fotoğrafları Şekil 3.18’de yer almaktadır.



Şekil 3.18. Numunenin farklı uzama oranlardaki fotoğraf görüntüleri

Seçim yapılan fotoğraflar Kameram marka analiz yazılımı aracılığıyla ölçüm değerleri elde edilmeye çalışılmıştır. Ölçüm sıralaması olarak bütün görüntülerde aynı sıralama ile gidilmiştir. Bunun için her numune boyunun yarısı olan orta noktadan başlanmıştır. Orta noktasında yer alan değer sonrasında sırayla 2,5 cm’er düşerek, 3 adet orta noktanın aşağı bölgesinden, ardından 2,5 cm artarak, 3 adet orta noktanın yukarı bölgesinden ölçümler alınmıştır. Görüntülerden öncelikle eni boyunca alınan ölçümlerde bazı numunelerde açılma oldukça tel kaymaları olduğu için daha iyi bir ölçüm değerleri elde edebilmek amacıyla 5 cm’lik numune eni 4 cm’lik kısmı yani kenarlarından yarımşar cm kalacak şekilde ayarlama yapılmıştır. Şekil 3.19’da numunelerin ölçüm alma sistematigi yer almaktadır. Ölçüm sıralaması değerlendirme sıralamasına çevrilerek değerler incelenmiştir.





Ölçüm sıralaması	Değerlendirme sıralaması
7	1
6	2
5	3
1	4
2	5
3	6
4	7

Şekil 3.19. Görüntülenen numunelerin ölçüm alma sistematığı

Numunenin uzama karşısında en ölçüm değerleri, numunenin uzama karşısında enden değişim miktarları, Poisson oran ile gerilim kuvvet değerleri hesaplanmıştır. Boydaki uzama oranlarında gerilim kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği elde edilmiştir.

Poisson oranlarının hesaplanmasında %100 yün kumaşlarda hem çözgü hem atkı yönünde değişimi, kuru ve nemli olarak değişimi gözlemleyebilmek adına son olarak PY deney planındaki numuneler hazırlanmıştır. Ölçüm değerlerinde belli bir nem alımı ile değişimi gözleyebilmek için Ataç marka mini fulard makinesinde fulard haznesine 25 °C su doldurularak 5 milibar basınç altında 0,5 m/dk hızla geçirilerek ıslak hale getirilmiştir. Şekil 3.20'de mini fulard fotoğrafı yer almaktadır.



Şekil 3.20. Mini fulard fotoğrafı

Poisson oranları ölçüm değerleri, numunelerin kondisyonlama sonrası kuru hali ve fulard sonrası ıslak halleri ile alınmıştır. Sonuçlar karşılaştırma yaparak değerlendirilmiştir.

### **3.4. İstatistiksel Analiz Değerlendirme**

Doktora tez kapsamı boyunca istatistiksel çalışmaların tamamı için Minitab 17 ve 19 versiyonları kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Oluşturulan deney planlarındaki parametrelerin kumaşların özelliklerine etkisini incelemek için %95 güven seviyesinde Varyans analizleri yapılarak, Levene test, Tukey karşılaştırma grafikleri çizdirilmiştir. Aynı programla bu tablolara ait grafikler çizdirilmiştir.

Geliştirilen dalgalanma ölçüm sisteminin tekrar edilebilirliğini kontrol etmek için Gage R & R “Repeatabilty & Reproducibility - Yinelenebilirlik & Yeniden üretilebilirlik” analizi uygulanmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. İşletmede Yapılan Ön Çalışmalar

Belirli kumaş kalitelerinde bazı hata ya da uyumsuzlukların daha belirgin olması beklenir. Moda eğilimlerine dayalı talep artışı yaşanan ekose ve düz çigili kumaşlar da, bu tür etki yaratan kaliteler arasında yer alır. Tez çalışması kapsamında işbirliği yapılan Yünsa Yünlü Sanayi ve Ticaret A.Ş Arge Merkezi ile firmaya ulaşan müşteri şikâyetleri konusunda çözüm üretmeye işletmede gözlem ve tespitler yapılarak başlanmıştır. Çalışmalar kapsamında müşteri siparişlerinde kenar yapıları incelenmiş ve işletme içerisindeki tanımlı iş akış rotalarındaki ilerlemeler gözlem yaparak analiz edilmiştir. Leno kenar ağırlıklı çalışan dokuma işletmesinde, kenar yapılarında zemin tarak dizimlerinin 2 katı olarak sabitlenerek çalışılan kenar yapılarında zemin ve kenar gerilim farklılığı yaşandığı, ilgili kumaşların apre prosesinde ısıl işlemdeki beslemelerin kontrollü verilmeye çalışılması durumunda bile mamül kumaşta gergin kenar ya da atkı eğriliği problemlerinin ortaya çıktığı net bir şekilde görülmüştür. Bu nedenle çalışmalar dokuma dairesinde ve apre dairesinde olmak üzere iki ayrı kol üzerinden ilerlemiştir. Dokuma kumaşlarda yapılan incelemelerde, kenar dalgalanma problemi üzerine literatürde yeterli kaynak olmadığı ve aynı zamanda herhangi bir ölçüm metodu da olmadığı fark edilmiştir. Bu konunun kapsamlı ele alınması ve problemin detaylı incelemesinin akademik alanda da katkı sağlayacağı görülmüştür.

Dokuma dairesinde leno kenar yapılarında leno kenar ipliği için gerilim optimizasyon çalışması yapılarak optimum gerilim değeri aralığı belirlenmiştir, bu uygulama işletme geneline yaygınlaştırılarak kontrollü üretim yapılması sağlanmıştır. Leno kenar yapılarında en sık kullanılan bezayağı örgü tipinde kenar tel dizimleri ile analiz edilerek kenar konstrüksiyonunda tel adetlerinin azaltılması sayesinde hammadde tasarrufu sağlanmıştır.

Apre dairesinde kumaşların ramöz makinasına beslemelerinde operatör inisiyatifinin varlığı gözlenmiştir. Bu uygulama, kalite açısından risk potansiyeli taşıdığı için ramöz makinasında besleme fırça silindir hızlarının eş zamanlı olmasını denetleyerek beslemelerin daha kontrollü yapılabilmesi sağlanmıştır. Operatörlere tek nokta eğitimleri verilerek farkındalıkları artırılmıştır. İşletmede yeniden işleme miktarının azalması ile elektrik ve doğalgaz sarflarında iyileştirmeler sağlanmıştır. Yapılan çalışmaların olumlu çıktıları işletme rutin programlarına dahil edilerek kazanımların kalıcı olması sağlanmıştır. Pratik kazanımlar izleyen bölüm 4.2’de detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

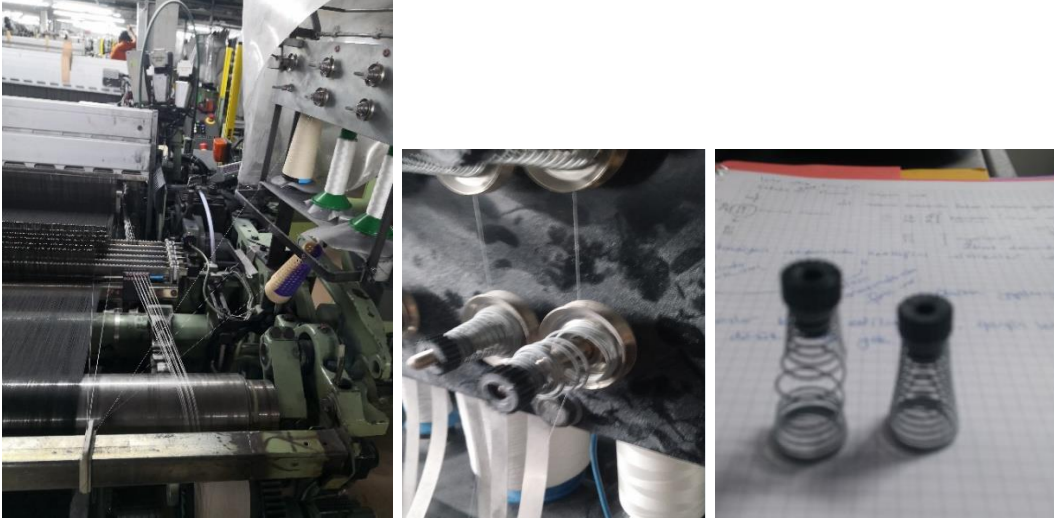
## 4.2. İşletmede Yapılan Ön Çalışmaların Pratik Kazanımları

Yapılan ön çalışmalarda; leno kenar yapılı dokuma kumaş üretimi sonrasında apre proseslerinin ön ya da arka yüze yapılmasının rastgele tercihlere dayalı olduğu ve karışıklığın önüne geçebilmek için dokuma üretimi sırasında kullanılan ön yüz işaret ipliği kullanılması öngörülmüştür. Bu işaret çözgü telinin çözgü köprüsünden geçirilişinde, sürekli titreşimden kaynaklı gerilim farkı oluştuğu görülmüştür. Bu nedenle, gergi mandalından sonra yedek gergi mandalından geçirilmiş olması gerilim farkını ortadan kaldıracığı düşünüldüğü yedek gergi mandalı ilave edilip makineye takılmıştır. Şekil 4.1’de fotoğraf görünütüsü yer almaktadır. Gerginliklerin sağ ve sol kenarlarda birbirlerine eşit olması gereken leno kenar ipliklerde yapılan denemelerde; iplik gerginliğinin 15-20 cN arasında problemsiz olduğu gözlenmiştir. Yapılan numuneler ile kontrol sağlanmıştır.



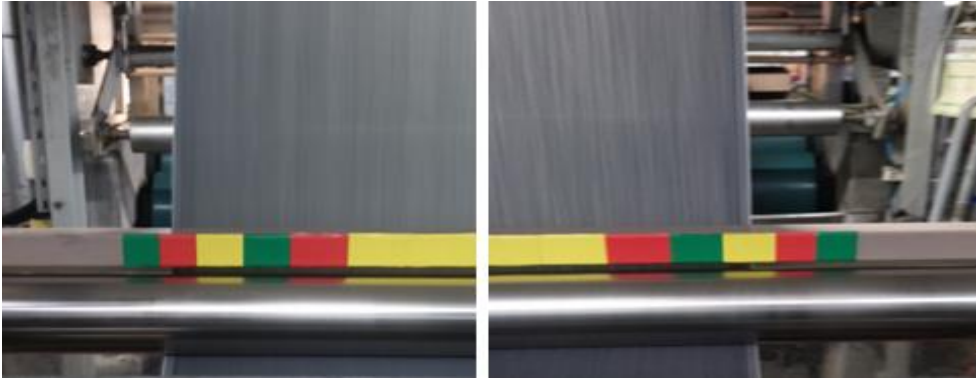
Şekil 4.1. Dokuma yedek gergi mandalı takılması

Kullanılan yaylı tansiyon sistemi hem kullanışsız hem de gerilim seviyesi hakkında fikir vermediği için yenileri ile değiştirilmesi sağlanmıştır. Şekil 4.2’de verim alınamayan tansiyon ekipmanları ve tezgâh görüntüsü yer almaktadır.



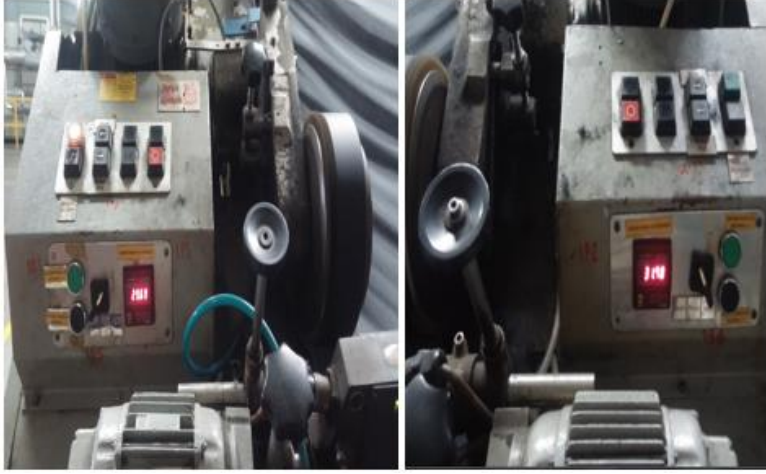
Şekil 4.2. Yeterli verim alınamayan tansiyon ekipmanları ve tezgâh üzerindeki konumu

Apré işletmesinde Ramöz makinesi önlerinde bulunan Mahlo atkı düzenleyicisi öncesinde bulunan ortalayıcıların kontrolünün önemi ve kontrollerinin görsel kolaylık sağlayan renklere göre yapılabilmesi, eğer kontrolsüz farklı renklere ilerleyiş söz konusu ise gerekli ayarların operatör tarafından yapılabilmesi ve tek nokta eğitimlerinin yapılması sağlanmıştır. Şekil 4.3’de ram önünde yer alan ortalayıcıya ait kumaş yerleşimi ve akışı yer almaktadır.



Şekil 4.3. Ortalayıcının kontrolü

Literatür çalışmalarında (Yazdi 2004, 2005) yer aldığı gibi Ramöz besleme fırçası hızlarının eşit olmasına dikkat edilmesi gerektiği konusunda operatörlere eğitim verilmiştir. Kişi inisiyatifi ortadan kaldırmak için 2 adet Endüktif sensör PNP NO M8, 2 adet MP5W-4N tip devir göstergesi ile tek motordan eş zamanlı beslemeli fırça hareketi sağlanmıştır. Şekil 4.4’de fırça besleme silindirlilerinin sağlı sollu fotoğrafları yer almaktadır.



Şekil 4.4. Ramöz besleme fırça silindirlerrinin hız farkının ortadan kaldırılması

Üretimde yapılan incelemeler ve ön çalışmalar kapsamında, işletme içerisinde leno kenar yapıllı dokuma kumaşlarda kenar denemeleri yapılmış ve bu kumaşların kenar yapıları ve atkı eğrilikleri düzenli olarak adım adım takip edilmiştir. Zemin örgü tarak dizimlerinin 2 katı olarak sabitlenen kenar tarak dizimlerinde 4-4 dizim düzeninin standart bir uygulama olduğu belirlenmiştir. Oysaki hatalı kumaş örnekleri incelendiğinde; bu standart uygulamanın hatalara neden olabilmesi için incelenmesi uygun bulunmuştur. İşletmede sipariş olarak üretilen partilerde yapılan denemelerin sonucunda; 2-2 zemin dizimlerinde, kenar tarağında 4-4 yerine 2-3 dizimin kullanılması durumunda, her adımda gerçekleştirilen kontrollerde uygun kenar formunun sağlanabildiği gözlenmiştir. Sonuç itibariyle, mamül kumaşlarda, kenar zemin gerilim probleminin ortadan kaldırılması sağlanmış, uygun olmayan atkı eğriliği değeri de gözlenmemiş ve kalite kontrol ölçütleri başarı ile gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.1’de denemeye ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Maldive kalitesi tasarım raporunda çözgü tel bilgisi

Çözgü tel durumu	Diş	Tel	Toplam tel
Kenar	14	4	56
Zemin	1862	2	3724
Kenar	14	4	56

Yapılan deneme üretimlerinde bir kenar için 7 diş x 2 tel =14 ve 7 diş x 3 tel =21 tel adetlerinden toplam 35 tel ve her iki kenar için toplam 70 tel ile ilerleme kaydetilebilmiştir. Bu deneme öncesinde standart uygulama olan toplam 112 adet kenar çözgü tel yerine 70 adet kullanılması öngörülmüştür. Elde edilen iplik tasarrufundan kaynaklanan yıl bazında kazançları belirlemek için hesaplamalar yapılmıştır. Hesap için adımlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

1. Çözgü bazında Aralık ayında çözülen toplam metre alınmıştır.
2. Atılan toplam tel adedi x Çözülen toplam metreden; atılan toplam metre bilgisi elde edilmiştir.
3. Atılan toplam metre, ortalama Nm verisi kullanılarak kilograma dönüştürülmüştür,
4. Ortalama Nm, Aralık ayında çözülen çözgülerin Nm verilerinden metreye göre ağırlıklı ortalamadan yararlanarak bulunmuştur.
5. Ekstra atılan kenar tel adedi x toplam metre / ortalama Nm x 1000) = $40 * 1000000 / 34000 = 1176,470588 \text{ kg} \cong 1176,471 \text{ kg}$
6. Bulunan kilogram x Yün (hammadde) kilogram fiyatı /hammadde =  $1176,471 \times 103 = 121176,513 \text{ TL/ay}$
7. Bulunan fiyat x 0,6 (bezayağı oranı) =  $121176,513 \times 0,6 = 72705,91 \text{ TL/ay}$
8. Ortalama atılan tel adedi de, online dokumada çalışan işlerin rapor verisi ile ortalama 40 adet olduğu görülmüştür.

Hesaplamalar sonucu yapılan yaygınlaştırma ile yıllık olarak  $72705,91 \text{ TL/ay} \times 12 \text{ ay} = 872.470,9 \text{ TL/yıllık}$  ile hammadde kârı sağlanmıştır.

Yapılan yaygınlaştırma ile apre yeniden işleme alınma miktarının azaltılmasıyla apre üretiminde yaklaşık %2-3 oranında (ykl. 20.000-30.000 mt/ay) üretim artışı sağlanmıştır. Apre aşamasında yeniden işleme alınma kaynaklı atkı eğriliği hataları azaltılarak proste kullanılan doğalgaz ve elektrik enerji giderlerinde tasarruf sağlanması hedeflenmiş buna istinaden son 6 aylık veriler incelenerek işletme içerisindeki atkı eğriliği oranları raporlanmıştır. Atkı eğriliği kaynaklı hatalarda gerçekleşen düşmeyi yansıtan veriler Çizelge 4.2'de özetlenmiştir. Söz konusu değerler yeniden işleme alınan kumaş metre bilgileridir.

Çizelge 4.2. 6 aylık üretimde apre üretim miktarına karşılık atkı eğriliği oranları

Dönem	Apre üretim [m]	Atkı Eğriliği [m]	Oran [%]	Oran
Eylül	990888	22525	2,27	0,02270
Ekim	1094556	20864,55	1,91	0,01910
Kasım	1057946	9103	0,86	0,00860
Aralık	1176173	10860,66	0,92	0,00920
Ocak	1224740	7185,5	0,59	0,00590
Şubat	1196287	3852,7	0,32	0,00320

Yapılan çalışma ile sağlanan elektrik ve doğal gaz tasarrufu fabrika tüketim fiyat bilgileri sırasıyla 0,4319 TL/kwh ve 0,1544 TL/kwh olarak dikkate alınarak, hesap yapılmıştır. Hesaplama sonucu elde edilen ortalama aylık ve yıllık değerler Çizelge 4.3’de yer almaktadır. Değerlendirme sonucunda ortalama 95.155,4 TL/yıl değerinde tasarruf sağlanmıştır.

Çizelge 4.3. Elektrik ve doğal gaz tasarrufu için hesaplanan ortalama aylık ve yıllık değerleri

Dönem	Apre üretim [m]	Atkı eğriliği oranı	Elektrik [kw]	Sarf [TL]	TL	Doğalgaz [kw]	Sarf [TL]	TL
Eylül	990888	0,023	362.782,5	156.359,3	3.549,4	2.629.547,8	406.002,2	9.216,2
Ekim	1094556	0,019	446.991,8	192.653,5	3.679,7	3.486.026,7	538.242,5	10.280,4
Kasım	1057946	0,009	447.467,7	192.858,6	1.658,6	3.645.795,2	562.910,8	4.841,0
Aralık	1176173	0,009	463.740,4	199.872,1	1.838,8	3.803.684,5	587.288,9	5.403,1
Ocak	1224740	0,006	439.285,1	189.331,9	1.117,1	4.011.513,9	619.377,7	3.654,3
Şubat	1196287	0,003	433.058,2	186.648,1	597,3	3.525.355,9	544.314,9	1.741,8
Aylık Ort.					2.073,5			5.856,2
Yıllık toplam					<u>24.881,6</u>			<u>70.273,8</u>

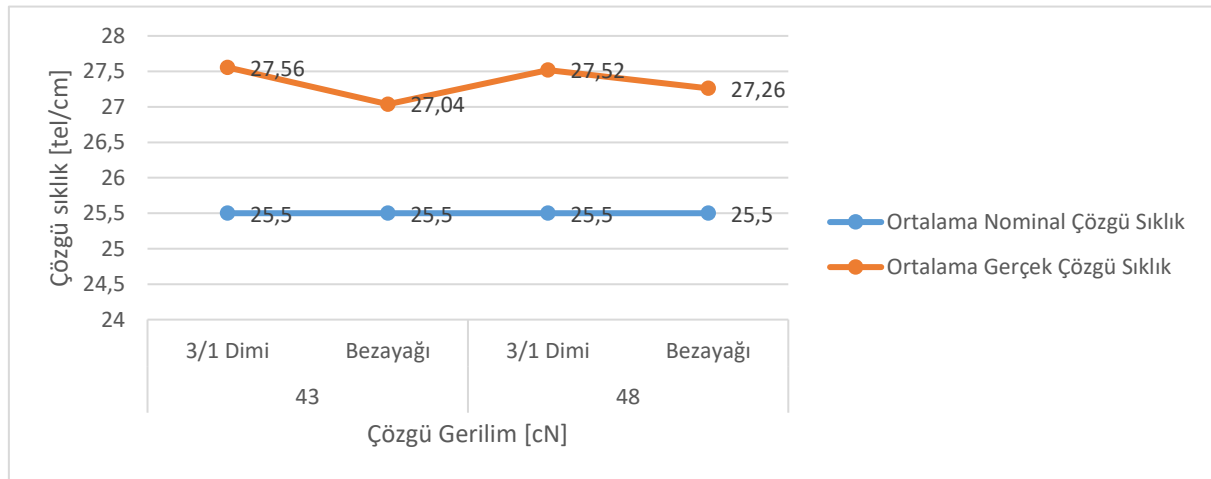


### 4.3. Çözgü Geriliminin Kumaş Konstrüksiyonuna Etkisinin İncelenmesi

Dokumada kullanılan ipliklerin fiziksel özellikleri örneğin; çözgü ipliğinin mukavameti, elastikiyeti ve gerginlik uzama karakteristikleri ile dolaylı ilişkili olarak ipliklerde gerilim farkları ortaya çıkmaktadır. Çözgü ipliğinin dokuma işlemi boyunca maruz kaldığı gerilim düzeyi ve kumaşın pek çok temel unsuru üzerinde belirleyici bir etki yapmaktadır. Dokuma makinesinde doğru çözgü ayarlarının yapılması ile hem dokuma verimliliği hem de kumaş özellikleri iyileştirilmiş olmaktadır.

#### 4.3.1. Sıklık değişimi üzerine etkinin incelenmesi

Dokuma kumaş yapısında, çözgü gerilim değerinin çözgü ve atkı sıklık değerleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Dokuma makinası üzerinde belirlenen nominal çözgü gerginlik değerlerinde farklı deney planları çerçevesinde dokunan kamgarn kumaş numunelerinde çözgü geriliminin etkisi sıklık ve diğer kumaş değişkenleri bazında analiz edilmiştir. G1- Deney planı kapsamında sensör kontrolü ile yapılan denemelerde tezgâh çıkışından sonra kondisyonlama işlemi sonrasında çözgü sıklıkları 3'er adet olmak üzere sayılmıştır. Çözgü geriliminin, ham kumaş çözgü sıklıklarına etkisi iki farklı örgü yapısında karşılaştırmalı olarak Şekil 4.5'de yer almaktadır. Konsiyonlama yapılan kumaşlarda ölçülen ham sıklık değerleri ile nominal çözgü sıklıkları arasında bir miktar fark olduğu görülmüştür. Ölçülen çözgü sıklıkları, beklenildiği üzere, ham kumaşın tezgâh dışına çıkması sonrasında çözgü ve atkı yönünde yaşanan gerilim düşmesi nedeniyle artmış ve çözgü sıklığında bir artışa yol açmıştır. Gerilimde değerlerinin etkisi değerlerin birbirine yakın olması nedeniyle gözlenemediği düşünülmektedir.



Şekil 4.5. Çözgü geriliminin ham çözgü sıklık bazında karşılaştırılması (G1)

Çizelge 4.4’de bağımsız değişkenlerin ham kumaş çözgü ipliği bağımlı değişkenine göre yapılan %95 güven seviyesinde varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Örgü tipi ve atkı ipliği bükümü\*örgü tipi, örgü tipi\*atkı sıklık, örgü tipi\*çözgü gerilimi\*atkı sıklık etkileşimlerinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

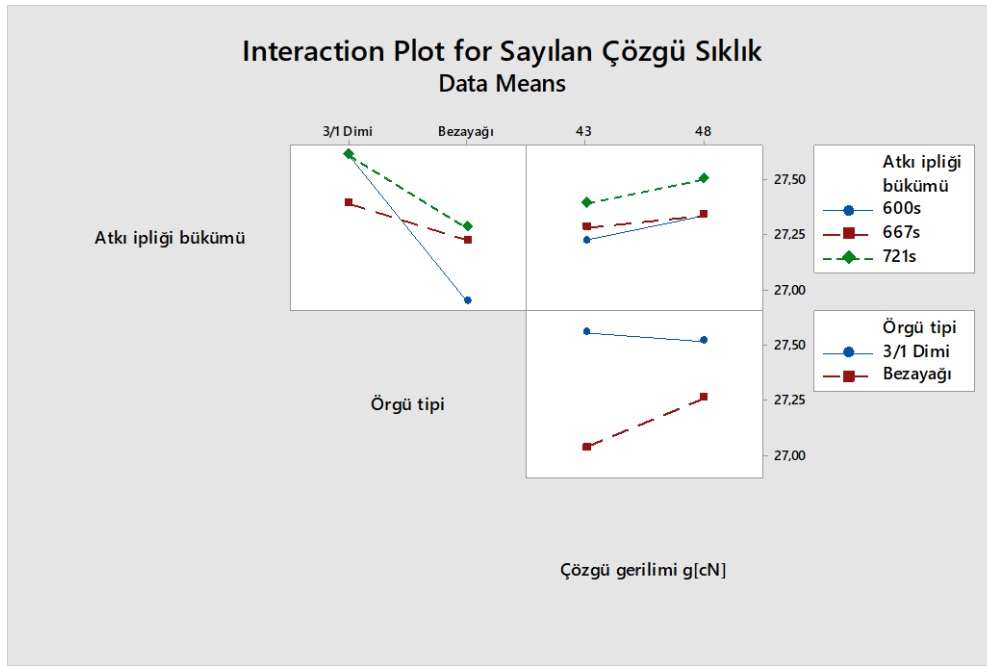
Çizelge 4.4. Çözgü ham kumaş sıklığının varyans analizi (G1)

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	p değeri
Atkı ipliği bükümü	2	0,169
Örgü tipi	1	0,000*
Çözgü gerilimi	1	0,229
Atkı sıklık	2	0,200
Atkı ipliği bükümü*Örgü tipi	2	0,029*
Atkı ipliği bükümü*Çözgü gerilimi	2	0,943
Atkı ipliği bükümü*Atkı sıklık	4	0,280
Örgü tipi*Çözgü gerilimi	1	0,094
Örgü tipi*Atkı sıklık	2	0,010*
Çözgü gerilimi*Atkı sıklık	2	0,395
Atkı ipliği bükümü*Örgü tipi*Çözgü gerilimi	2	0,469
Atkı ipliği bükümü*Örgü tipi*Atkı sıklık	4	0,145
Atkı ipliği bükümü*Çözgü gerilimi*Atkı sıklık	4	0,172
Örgü tipi*Çözgü gerilimi*Atkı sıklık	2	0,002*
Atkı ipliği bükümü*Örgü tipi*Çözgü gerilimi*Atkı sıklık	4	0,280

\*%95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli

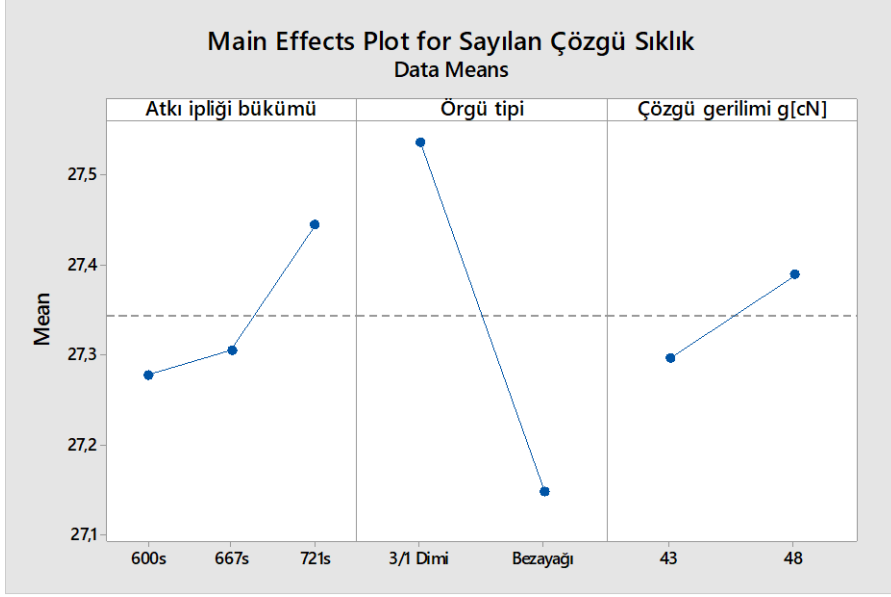
Şekil 4.6’da numunelerin çözgü ham kumaş sıklık sonuçlarında tüm etkileşimlerin görüldüğü Etkileşim (Interaction Plot) grafiği çizdirilmiştir. Aynı çözgü sıklığında hazırlanmış fakat farklı çözgü gerilim değerlerinde dokunmuş numuneler karşılaştırıldığında; 43 cN nominal çözgü geriliminde dokunan numunelerin çözgü sıklıklarının 48 cN nominal çözgü

geriliminde dokunan numunelerdeki çözgü sıklıklarından daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu durum yüksek gerilim altındaki çözgülerin, karşı iplik atkı üzerinde daha fazla baskı ve kıvrıma neden olmaları ve kumaş tezgâh dışında serbest hale geldiğinde daha çok toplaması nedeniyle görülmektedir. Örgü bazında karşılaştırma yapıldığında bezayağı örgünün maksimum bağlantılardan ötürü sıkı olması nedeniyle atlamaları daha fazla olan 3/1 dimi örgüye göre az toplama yaparak ölçülen çözgü sıklıklarının 3/1 dimi örgüye göre daha düşük çıktığı gözlenmiştir.



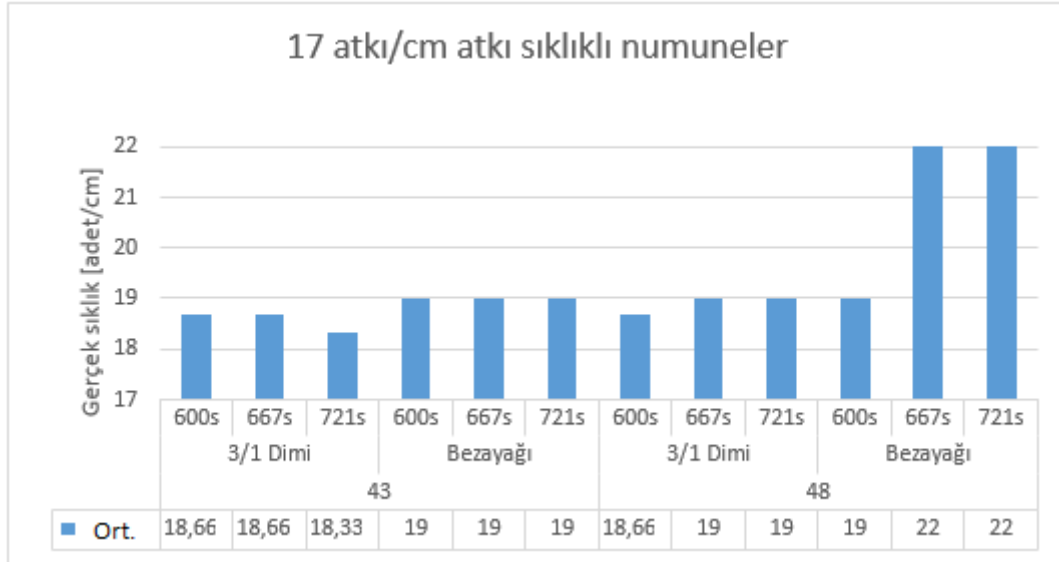
Şekil 4.6. Çözgü ham kumaş sıklığı sonuçlarında etkileşimlerin grafiği (G1)

Şekil 4.7'de ise atkı ipliği bükümü, örgü tipi, çözgü gerilimi bazında atkı ham kumaş sıklığı için Ana etkiler (Main effects plot) grafiği çizdirilmiştir. Grafikte atkı ipliği büküm değerlerinin ortalamalarına bakıldığında atkı ipliği büküm değeri arttıkça ölçülen çözgü ham kumaş sıklığının daha yüksek çıktığı görülmüştür. Bunun sebebi ise, büküm miktarı artan atkı ipliklerinin daha ince ve rijit forma ulaşması ile çözgü iplikleri üzerinde daha fazla baskı uygulayıp daha yüksek kıvrım oluşumuna ve sonrasında fazla toplanmasına sebebiyet vermesi ile açıklanabilir.

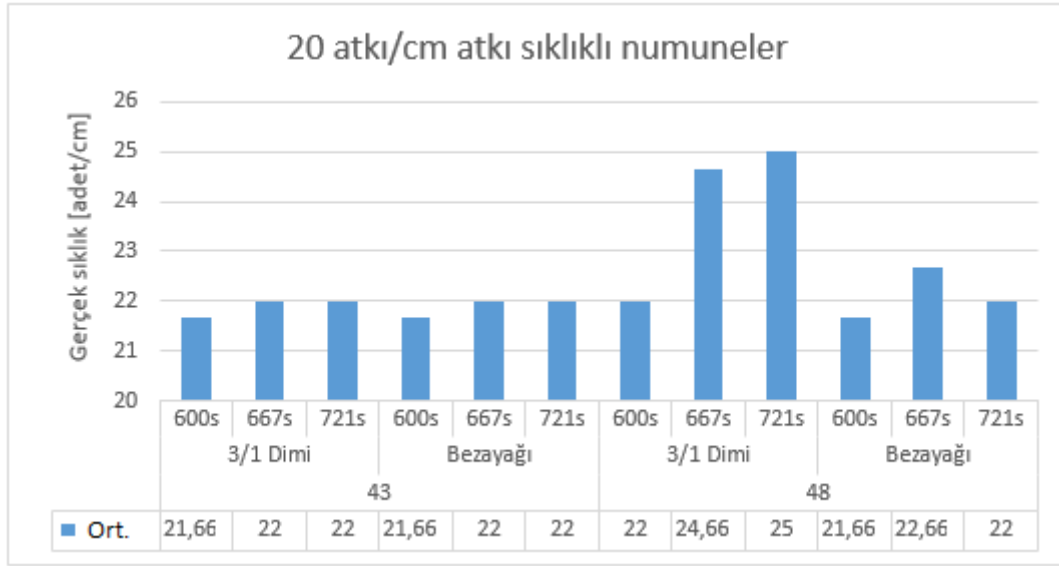


Şekil 4.7. Atkı ipliği bükümü, örgü tipi, çözgü gerilimi bazında çözgü ham kumaş sıklığı ana etkiler grafiği (G1)

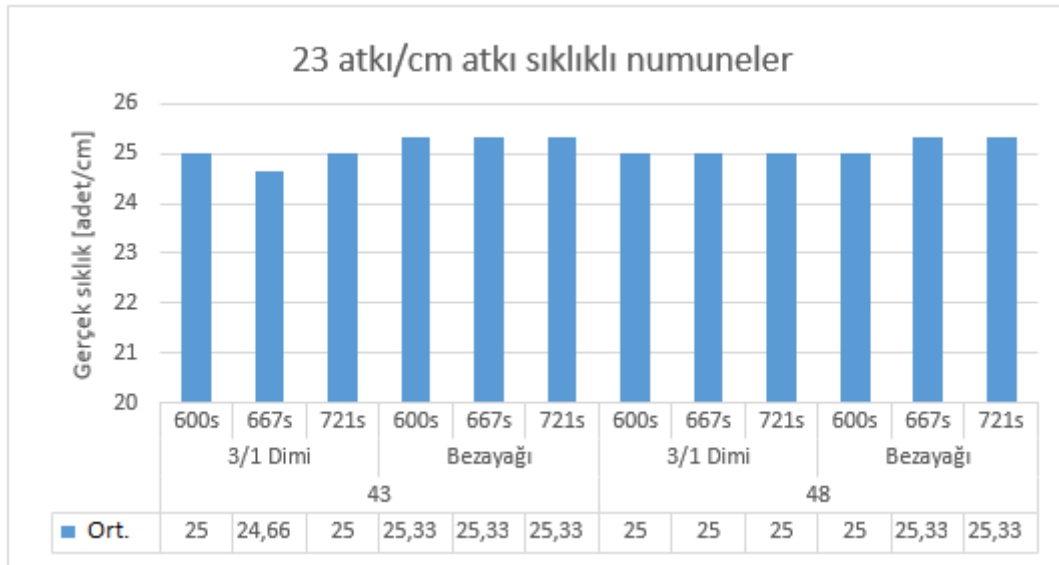
Sensör kontrolü ile yapılan G1-Deney planı denemelerinde tezgâh çıkışından sonra kondisyonlama işlemi sonrasında atkı sıklıkları 3'er adet olmak üzere sayılmıştır. Çözgü geriliminin farklı numunelerin atkı sıklıkları üzerindeki etkileri, 3 farklı nominal atkı sıklığı bazında karşılaştırılması Şekil 4.8, 4.9, 4.10'da yer almaktadır.



Şekil 4.8. 17 atkı/cm nominal sıklıkta dokunan numunelerin atkı ham kumaş sıklık değerleri (G1)



Şekil 4.9. 20 atkı/cm nominal sıklıkta dokunan numunelerin atkı ham kumaş sıklık değerleri (G1)



Şekil 4.10. 23 atkı/cm nominal sıklıkta dokunan numunelerin atkı ham kumaş sıklık değerleri (G1)

Farklı çözgü gerilimlerinde aynı çözgü sıklığında hazırlanan numuneler karşılaştırıldığında 43 cN nominal çözgü geriliminde dokunan numunelerin ham kumaş atkı sıklıkları 48 cN nominal çözgü geriliminde dokunan numunelerdeki atkı sıklıklarından daha düşük çıktığı gözlenmiştir. Bu durumun gerilim kuvveti fazla olan çözgü ipliklerinin, atkı sıklığı üzerinde pozitif etki yaratmasıyla açıklanabilir.

Çizelge 4.5’de bağımsız değişkenlerin ham kumaş atkı ipliği bağımlı değişkenine göre sonuçları yer almaktadır. Atkı ipliği bükümü, örgü tipi, çözgü gerilimi, atkı sıklığı, atkı ipliği bükümü\*çözgü gerilimi, atkı ipliği bükümü\*atkı sıklık, örgü tipi\*atkı sıklık, çözgü gerilimi\*atkı sıklık etkileşimleri, atkı ipliği bükümü\*örgü tipi\*atkı sıklık, atkı ipliği bükümü\*çözgü gerilimi\*atkı sıklık, örgü tipi\*çözgü gerilimi\*atkı sıklık etkileşimleri ve 4lü etkileşimin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

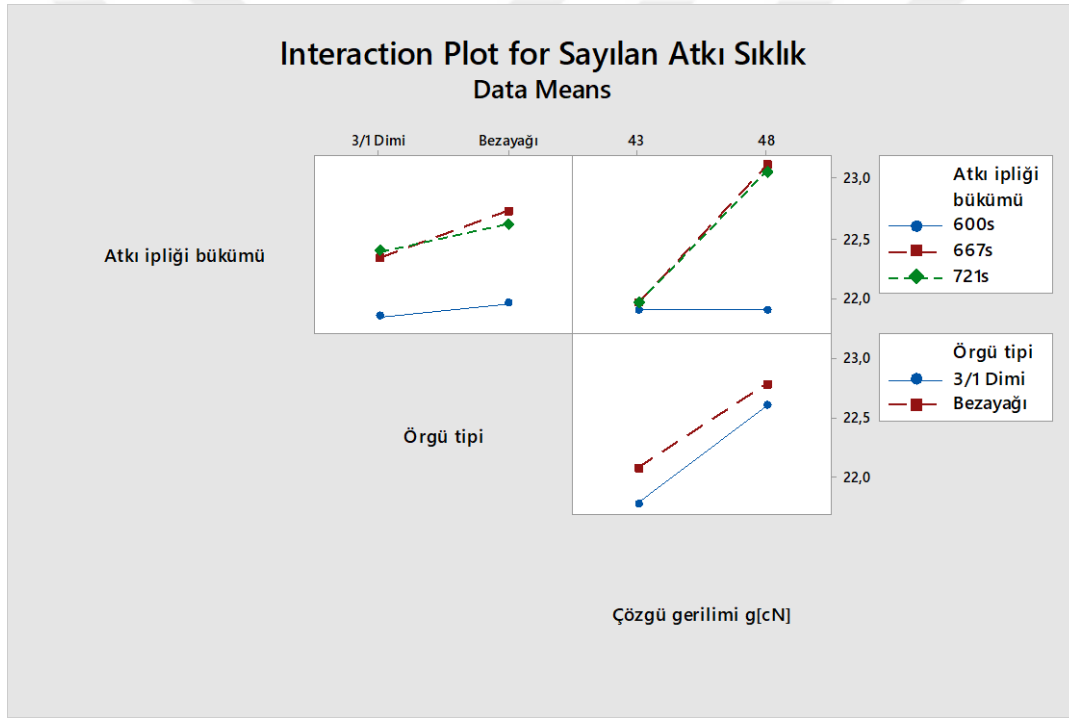
Çizelge 4.5. Atkı ham kumaş sıklığının varyans analizi (G1)

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	p değeri
Atkı ipliği bükümü	2	0,000*
Örgü tipi	1	0,001*
Çözgü gerilimi	1	0,000*
Atkı sıklık	2	0,000*
Atkı ipliği bükümü*Örgü tipi	2	0,288
Atkı ipliği bükümü*Çözgü gerilimi	2	0,000*
Atkı ipliği bükümü*Atkı sıklık	4	0,000*
Örgü tipi*Çözgü gerilimi	1	0,441
Örgü tipi*Atkı sıklık	2	0,000*
Çözgü gerilimi*Atkı sıklık	2	0,000*
Atkı ipliği bükümü*Örgü tipi*Çözgü gerilimi	2	0,552
Atkı ipliği bükümü*Örgü tipi*Atkı sıklık	4	0,000*
Atkı ipliği bükümü*Çözgü gerilimi*Atkı sıklık	4	0,002*
Örgü tipi*Çözgü gerilimi *Atkı sıklık	2	0,000*
Atkı ipliği bükümü*Örgü tipi*Çözgü gerilimi *Atkı sıklık	4	0,000*

\*%95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli

Şekil 4.11’de numunelerin atkı ipliği ölçüm sonuçlarında tüm etkileşimlerin görüldüğü Etkileşim (Interaction plot) grafiği çizdirilmiştir. Ölçülen atkı sıklıklarında 43 cN nominal çözgü geriliminde dokunan numunelerin, 48 cN nominal çözgü geriliminde dokunan numunelere göre daha düşük çıktığı görülmektedir. Gerilme kuvveti fazla olan çözgü

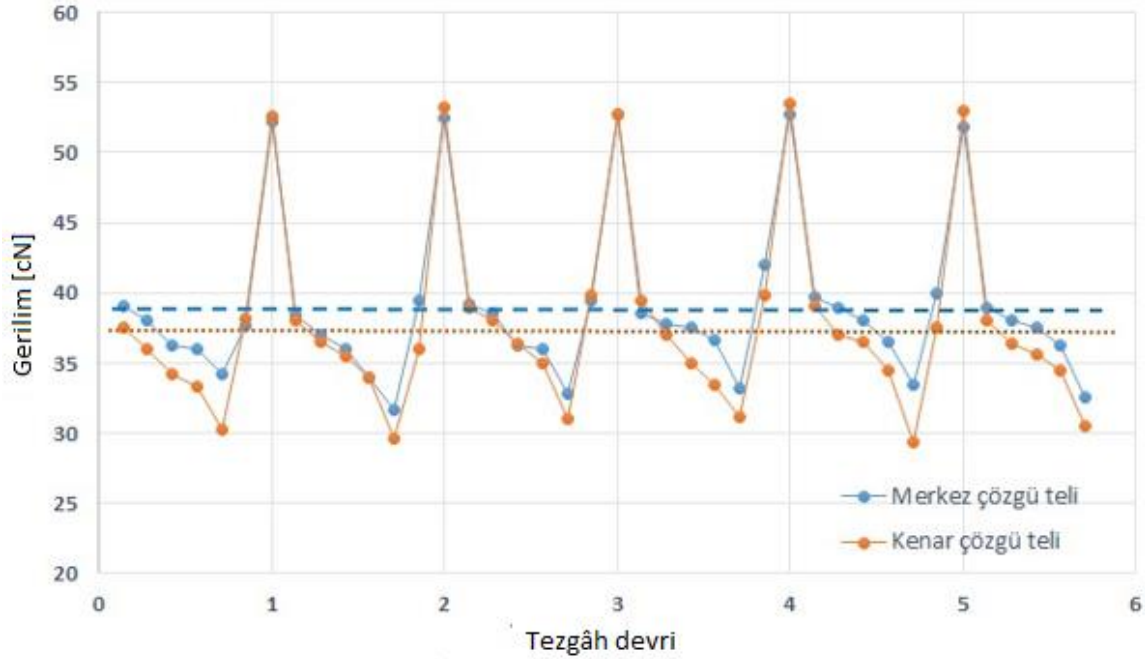
ipliklerinin serbest hale geldiğinde daha çok toplaması nedeniyle görülmektedir. Çözgü gerilimlerinin farkı ölçülen atkı sıklıkları kontrol edildiğinde; 43 cN nominal çözgü gerilimde dokunan 3/1 dimi numunelerde ortalama 21,7, bezayağında dokunan numunelerde ortalama 22,07, 48 cN nominal çözgü gerilimde dokunan 3/1 dimi numunelerde ortalama 22,59 bezayağında dokunan numunelerde ortalama 22,77 elde edilmiştir. Bezayağı örgüye sahip olan numunelerin daha düşük çıkması beklenirken çok az bir farkla daha yüksek çıkmıştır. Bu durumun yüksek sıklıklara ulaşılmadığı için etkili olmadığı düşünülmektedir. Grafik incelendiğinde atkı ipliği bükümlerinin artışı ile atkı sıklıklarının arttığı görülmektedir. Bu durum büküm miktarı artan ipliklerin daha ince forma sahip olması ve artan rijitliğinin etkisiyle daha iyi yerleştirilmesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.11. Atkı ham kumaş sıklığı sonuçlarında etkileşimlerin grafiği (G1)

Çözgü gerilimindeki değişimlerin ölçüldüğü dokuma tezgâhı 300 d/dk hızla çalışmaktadır. Tezgâh kontrol paneli üzerinde 43 cN nominal çözgü gerilimi seçeneği ile çalışırken sensör verileri kayıt alınmıştır. Şekil 4.12’de merkez ve kenar konumda yer alan tekil çözgü tellerinin eş zamanlı gerilim diyagramları ve ortalama gerilim doğruları yer almaktadır. Elde edilen değerlerde merkez ve kenar tellerinin gerilimleri karşılaştırıldığında; kapalı ağızlık konumundaki minimum gerilim değerleri arasında daha belirgin fark olduğunu ama

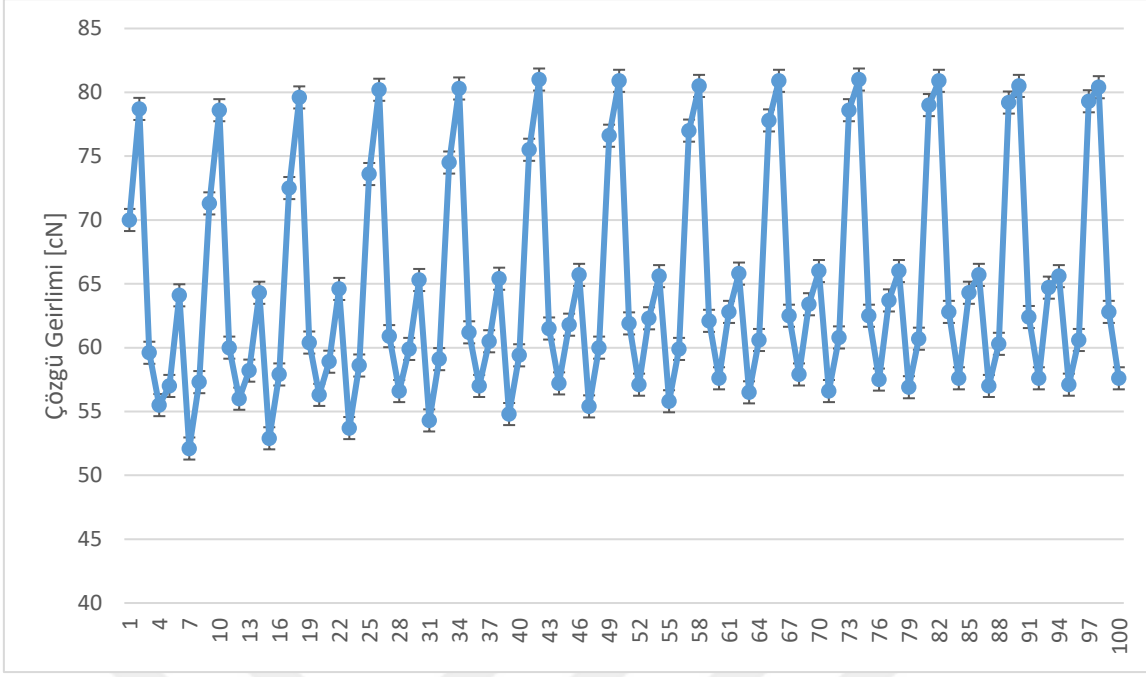
ortalamaların merkez çözü 39 cN, kenar çözü 37,5 cN olarak birbirine yakın olduğunu görülmüştür.



Şekil 4.12. Merkez ve kenar konumda yer alan tekil çözü tellerinin eş zamanlı gerilim diyagramları ve ortalama gerilim doğruları (Nominal çözü gerilimi 43 cN - G1)

Ölçüm 2 olarak alınan kayıta, min 52,1, ortalama 64,75, maks ise 81 cN olarak okunmuştur. Şekil 4.13'de 48 cN nominal çözü gerilimi seçeneği ile çalışırken kaydedilen verilerden 100 adet ardışık ölçüm değeri yer almıştır. Grafik bir öncekine benzer bir karakteristikte olup en düşük değeri kapalı ağızlık konumunda, en yüksek değeri de tefeleme anındaki gerilim değerini ifade etmektedir. Aynı koşullarda çalışırken alınan 18 dakikalık kayıt verilerinin analizi sonucunda minimum ve maksimum değerler 50 ve 90,5 cN, ortalama gerilim değeri de 66,40 cN olarak bulunmuştur.





Şekil 4.13. Nominal çözümlü gerilimi 48 cN’de elde edilen çözümlü gerilim çevrimi grafiği (G1)

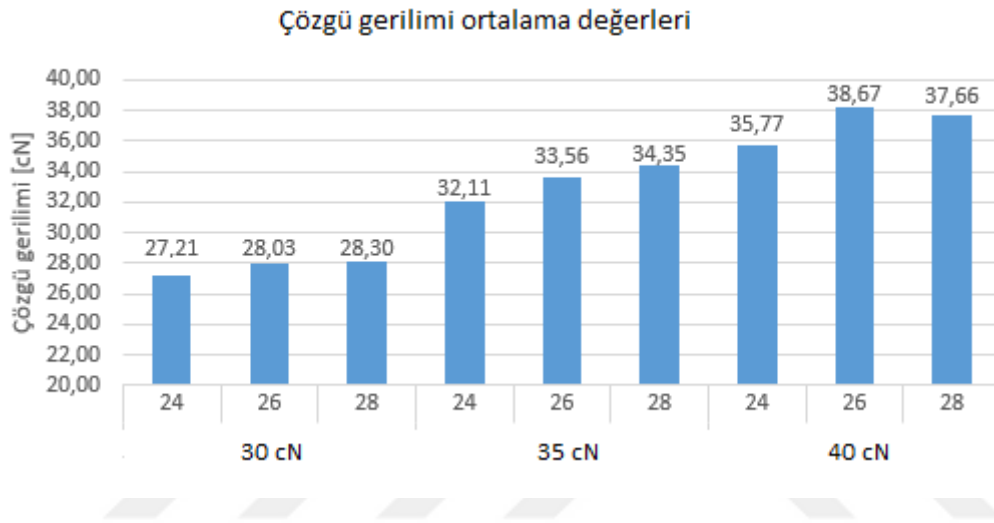
Gerilim sensörü ile alınan ölçümler ile tezgâh kontrol paneli üzerinde ayarlanan nominal gerilim değerleri arasında anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir. Bu farkın ölçüm hassasiyeti ve ölçme noktaları seçimindeki farklılıktan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Nominal değerler, tefeleme anındaki gerilim değerleri ile daha yakın ilişki içinde olup, tefeleme anındaki tek çözümlü telinin yaklaşık gerilim değerlerini ifade etmektedir. Ölçülen değerlere zaman zaman referans yapılsa da, sonuçlar nominal tezgâh değerleri ile sunulmuştur.

G2- Deney planı kapsamında Yünsa mekanik atölyesinde tasarlanan sensör sehpa yardımıyla, Hans Schmidt marka sensör seti ekipman ve yazılımı ile numunelerin dokuma aşamasında çözümlü gerilim değerleri kayıt altına alınmıştır. G2-Deney planı üretim aşamasında her numuneden kayıt alacak şekilde ayarlama yapılarak veriler toplanmıştır. Toplanan 146.210 veri üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Çizelge 4.6’da numunelerin dokunması sırasında kayıt edilen verilerin analiz sonuçlarına göre özet değerler yer almaktadır. Tabloda maksimum ve minimum değerlerin dışında özellikle kümelenen yani en az 3 veri tekrarı olan gruplar gösterilmiştir. Kümelenen maksimum değerler ilgili numunenin tefeleme anındaki çözümlü gerilim değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.6. Çözümlü gerilim değerleri analiz sonuçları (G2)

<b>Kumaş Kodu</b>	<b>Ortalama [cN]</b>	<b>Maximum gerilim değeri [cN]</b>	<b>Minimum gerilim değeri [cN]</b>	<b>Kümelenme olan maximum gerilim değeri [cN]</b>	<b>Kümelenme olan minimum gerilim değeri [cN]</b>
A24G30	27,62	35,8	17,7	35,6	17,9
A26G30	28,28	37	18,8	36,8	18,9
A28G30	28,03	45,2	15,3	37	15,3
B24G30	26,88	35,1	13,5	34,5	13,7
B26G30	27,67	35,9	16,2	35,2	16,3
B28G30	28,39	37,5	14,7	36,9	14,7
C24G30	26,76	35,1	18	34,2	19
C26G30	27,59	35,2	20,5	34,8	20,8
C28G30	28,57	36,7	21,4	36,3	22,1
A24G35	32,85	42,7	25,4	42,5	25,8
A26G35	33,82	43,5	26,1	42,7	26,4
A28G35	35,29	44,7	26,9	44,3	27,3
B24G35	31,28	51,7	24	39,5	24,1
B26G35	32,01	39,6	25,8	38,8	26,1
B28G35	34,05	64,2	24,8	44,4	25,5
C24G35	32,23	32,23	24,6	39,8	24,7
C26G35	33,51	43	25,2	42,5	25,3
C28G35	33,87	58,3	25,6	47,9	25,8
A24G40	38,65	47,8	23,5	47,5	30,5
A26G40	40,06	50,3	29,6	50	29,8
A28G40	39,54	51,3	24,4	50,2	24,4
B24G40	35,62	45,8	27,2	45,8	27,7
B26G40	38,99	49,3	28,5	49	28,7
B28G40	38,72	48,6	25,1	48,1	25,2
C24G40	32,61	41,9	24,5	41,5	26,2
C26G40	36,98	58,3	28,3	47,3	29
C28G40	35,82	47,2	21,8	47	21,9

Şekil 4.14’de G2-Deney planı numune üretimi sırasında kayıt edilen gerilim değerlerinin numune tipi bazında ortalamalarını karşılaştıran bir grafik yer almaktadır. Çözgü gerilim değerleri, nominal tezgâh gerilim ayarlarından genelde daha yüksek ölçülmüş ve atkı sıklıkları bazında incelendiğinde; artan atkı sıklıklarının ortalama çözgü gerilim değerlerini artırdığı gözlenmiştir. 40 cN nominal çözgü gerilim ayarında 26 atkı sıklıklı numune ortalamasının, çok az bir miktar da olsa ortalaması 28 atkı sıklığından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bunun ölçümden kaynaklı bir hata olabileceği düşünülmüştür.



Şekil 4.14. Ortalama çözgü gerilim değerlerinin farklı çözgü gerilimleri ve atkı sıklığına göre değişimi (G2)

Yapılan gerilim ölçümlerinin analizi sonucu elde edilen sınır değerler, nominal tezgâh gerilim ayarına göre aşağıda verilmiştir.

<u>Nominal Tezgâh Ayarı</u>	<u>Minimum Ölçülen</u>	<u>Maksimum Ölçülen</u>
30 [cN]	13,5 cN	45,2 cN
35 [cN]	24,0 cN	64,2 cN
40 [cN]	23,5 cN	58,3 cN

Fakat elde edilen maximum ve minimum değerlerin kümelenme davranışı kontrol edildiğinde bu değerlerin 30 cN nominal gerilimde minimum ve maksimum 13,7 ve 34,2 cN, 35 cN’de minimum ve maksimum 24,1 ve 47,9 cN olduğu, 40 cN nominal gerilim ayarında da minimum ve maksimum 21,9 ve 50 cN olduğu gözlenmiştir. Ölçümler sırasında çeşitli

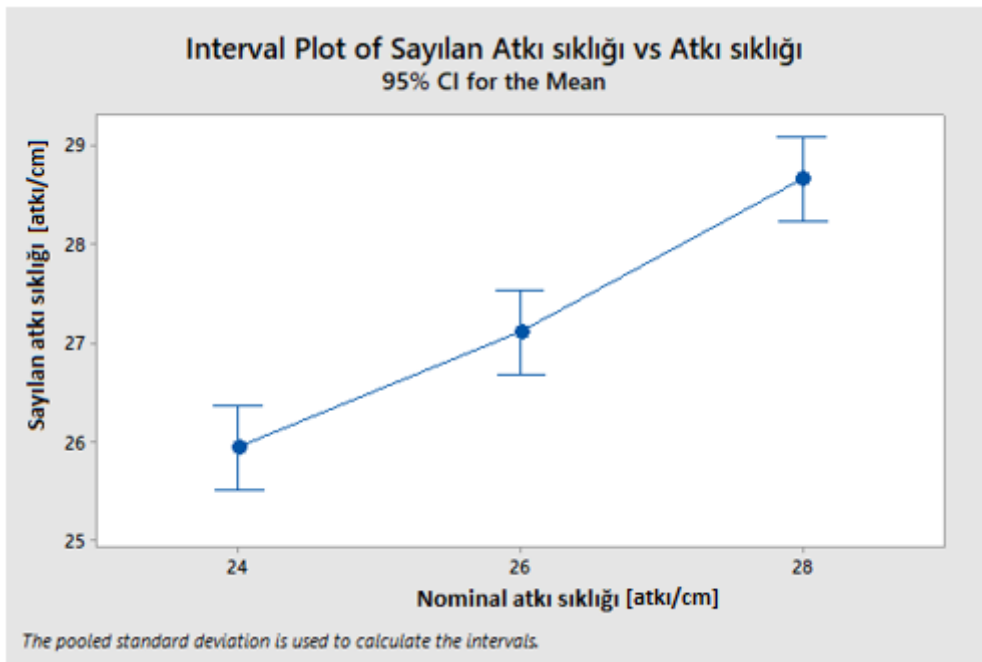
etkenlerden dolayı oluşabilecek standart dışı değerleri ayıklamak için, veri yığnında tekrarlayan değerler kümelenmesi dikkate alınmıştır. Dokuma işlemi sonrasında kondisyonlama yapıldıktan sonra çözgü ve atkı sıklıkları sayımı yapılmıştır. Elde edilen test sonuçları Çizelge 4.7’de yer almaktadır.

Çizelge 4.7. Nominal sıklık sayım sonuçları (G2)

Kumaş kodu	Nominal sıklık ortalaması [tel/cm] (Çözgü / Atkı)	Ham kumaş sıklık ortalaması [tel/cm] (Çözgü / Atkı)	Standart hata
A24G30	25 / 24	27 / 26,5	0,58 / 0,29
A26G30	25 / 26	28 / 29	0 / 0,58
A28G30	25 / 28	27 / 29,6	0 / 0,33
B24G30	25 / 24	27,6 / 26	0,33 / 0
B26G30	25 / 26	27 / 26,6	0,58 / 0,33
B28G30	25 / 28	28,6 / 28	0,33 / 0
C24G30	25 / 24	29,3 / 26,3	0,33 / 0,33
C26G30	25 / 26	28,6 / 28	0,33 / 0
C28G30	25 / 28	28,3 / 28,6	0,33 / 0,33
A24G35	25 / 24	28 / 26,3	0,58 / 0,33
A26G35	25 / 26	28 / 26	0 / 0
A28G35	25 / 28	29 / 29,6	0,58 / 0,33
B24G35	25 / 24	27 / 23,6	0,58 / 0,33
B26G35	25 / 26	28,6 / 27	0,33 / 0
B28G35	25 / 28	27,6 / 28,3	0,33 / 0,33
C24G35	25 / 24	27 / 25,3	0 / 0,33
C26G35	25 / 26	28,3 / 28	0,33 / 0
C28G35	25 / 28	28,3 / 27,6	0,33 / 0,33
A24G40	25 / 24	28,6 / 25,6	0,33 / 0,33
A26G40	25 / 26	28 / 27,6	0,58 / 0,33
A28G40	25 / 28	27,3 / 29	0,33 / 0,58
B24G40	25 / 24	27,3 / 26,3	0,67 / 0,33
B26G40	25 / 26	27 / 26,3	0,58 / 0,67
B28G40	25 / 28	28 / 28	0 / 0,58
C24G40	25 / 24	27,3 / 27,3	0, 67 / 0,88
C26G40	25 / 26	28,3 / 26	0,33 / 0,58
C28G40	25 / 28	28,3 / 29	0,88 / 0

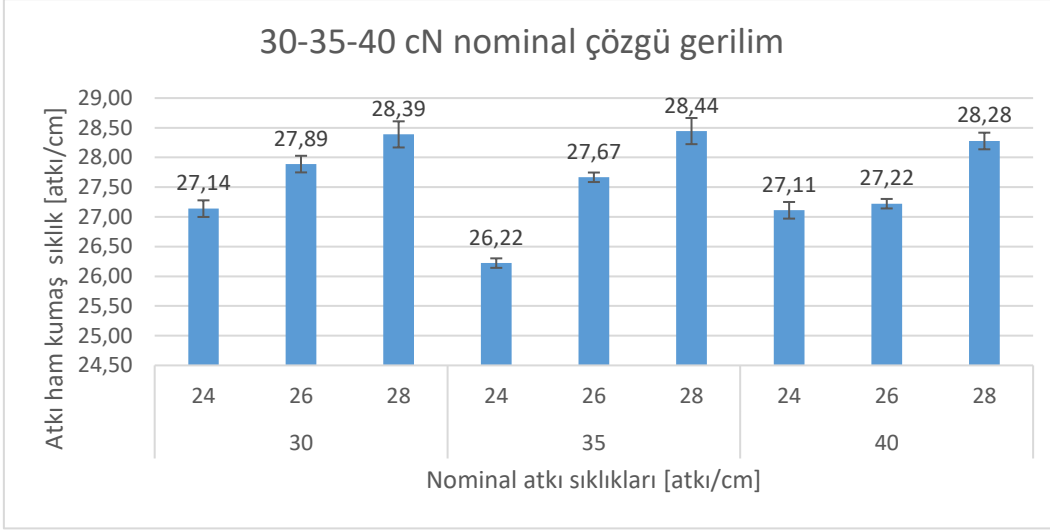
Atkı ham kumaş sıklık sonuçları için çözgü ve atkı boyunca değişim değerleri baz alınarak, değerlendirme yapılması adına normal dağılımına bakılmıştır. Değerlendirmelerde, ortalamalar arasında fark olma durumunu değerlendirebilmek adına hipotez kurulmuştur. Kurulan hipotez;  $H_0 = \mu (1) = \mu (2)$  ve  $H_1 = \mu (1) \neq \mu (2)$  şeklindedir.

p değeri 0,05 den küçük olduğu için  $H_0$  reddedilir. Buna göre varyansların birbirine eşit olmadığını ifade eder, en az biri farklıdır. Alternatif hipotez kabul edilir. Atkı ham kumaş sıklığı durumu kontrol edildiğinde, dokuma sıklığı ile sayım konusunda doğrusal bir ilişki görülmüştür. Şekil 4.15’de grafiği yer almaktadır.



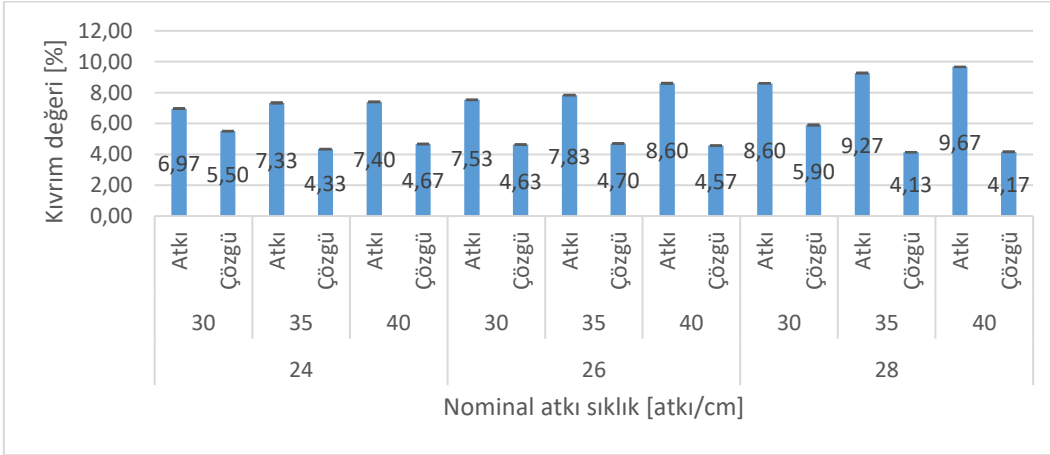
Şekil 4.15. Atkı ham kumaş sıklığının atkı sıklığına göre durumu (G2)

Hammaddeden bağımsız olarak ham kumaş sıklığının çözgü gerilimi ve atkı sıklığına göre değişimi için elde edilen değerler incelendiğinde atkı ham kumaş sıklıklarının arttıkça arttığı gözlenmiştir (Şekil 4.16)



Şekil 4.16. Nominal çözgü gerilim değerlerinde nominal atkı sıklıklarının, atkı ham kumaş sıklık ortalamaları grafiği (G2)

G2 –Deney planına ait numunelerin kıvrım değerleri 10’ar adet ölçülerek ortalama kıvrım değerleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çözgü ipliklerinin kıvrım değerlerinin ortalaması %4,73, Atkı ipliklerinin kıvrım değerleri ortalaması ise, %8,13 elde edilmiştir. Atkı iplikleri kendi aralarında sıklık bazında incelendiğinde cm’deki tel adedi arttıkça kıvrım oranının arttığı görülmüştür (Şekil 4.17).

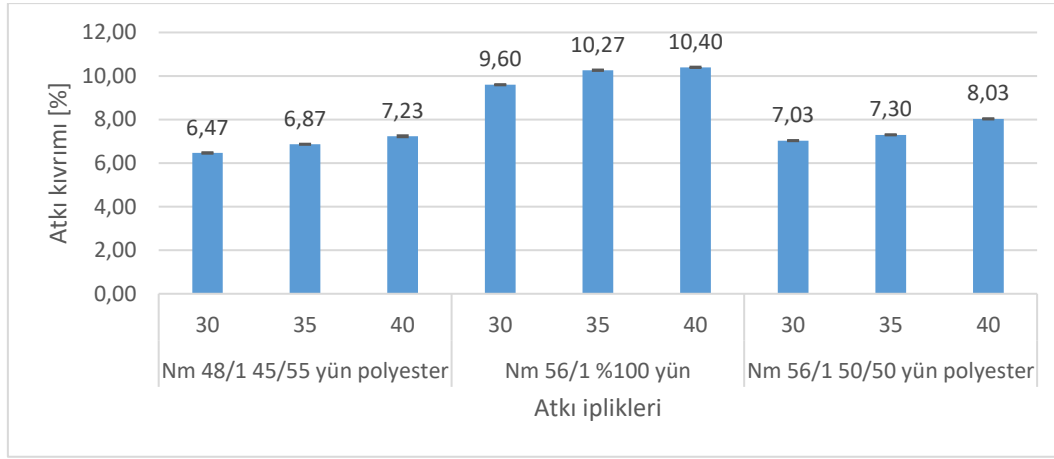


Şekil 4.17. Atkı sıklıkları ve çözgü gerilim ile kıvrım oranlarının değişimi (G2)

Nominal çözgü gerilim farklılığına göre kıvrım değerleri incelendiğinde, atkı ipliklerinin kıvrım değerlerinin nominal çözgü gerilimi ile arttığı gözlenmiştir. Nominal artan çözgü gerilimi ile çözgü kıvrımının ise azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu durum

gerilen çözgü ipliğinin daha az kıvrım alma eğiliminden kaynaklanmaktadır. Artan gerginlik nedeniyle atkı kıvrımları artmıştır.

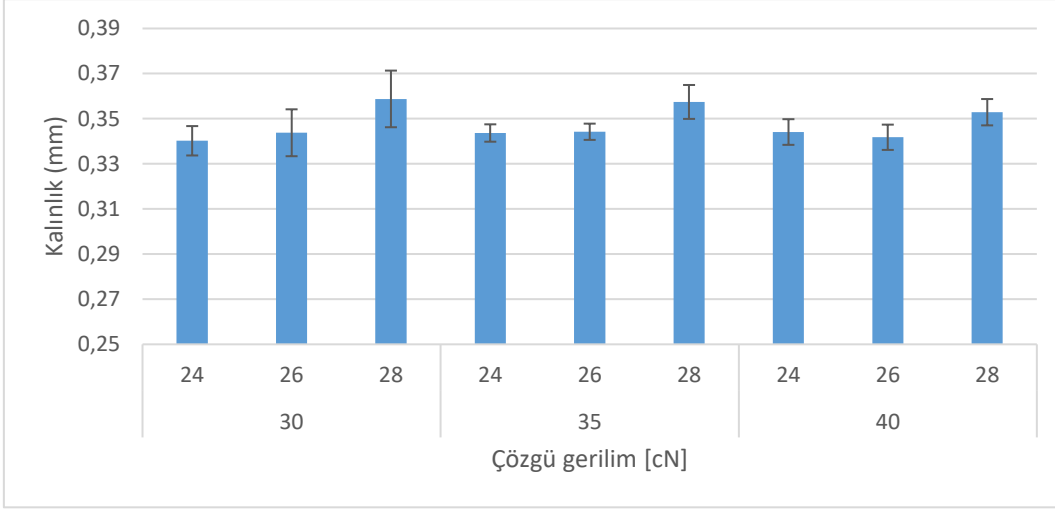
Atkı ipliği tipine göre atkı kıvrım değişimi incelendiğinde; Nm 48/1 %45 yün %55 polyester ile Nm 56/1 %50 yün %50 polyester karşılaştırıldığında ince iplik numarasında daha fazla kıvrım değeri elde edilmiştir. İnce iplik çapında çözgü geriliminin etkisi daha belirleyici olmuştur. Nm 56/1 ipliklerinde %50 yün %50 polyester ile %100 yün karşılaştırması yapıldığında %100 yün olan atkı ipliklerinin yüzde kıvrım değerleri ortalaması daha yüksek çıkmıştır (Şekil 4.18). Bilindiği üzere yün liflerinin kıvrım sabitliği çok yüksektir. Yün lifinin daha fazla kıvrım almasının, lifin esnekliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.18. Atkı ipliği tipine göre atkı ipliği kıvrım oranlarının değişimi (G2)

#### 4.3.2. Kalınlık ve gramaj üzerine etkinin incelenmesi

G2-Deney planına ait numunelerin nominal çözgü gerilim değerlerine ait kalınlık sonuçları her bir gerilim değerinde ortalama 0,35 mm olarak elde edilmiştir. Kalınlık değerlerinin nominal atkı sıklıkları bazında karşılaştırması Şekil 4.19'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde nominal atkı sıklık değerinin artması ile kumaş kalınlık değerinin arttığı gözlenmiştir. Artan atkı sıklığıyla atkı kıvrımlarında gerçekleşen artışın, modüler uzunluğu kıvrım genliklerini artırması doğal olarak kumaş kalınlığını da artırmıştır.

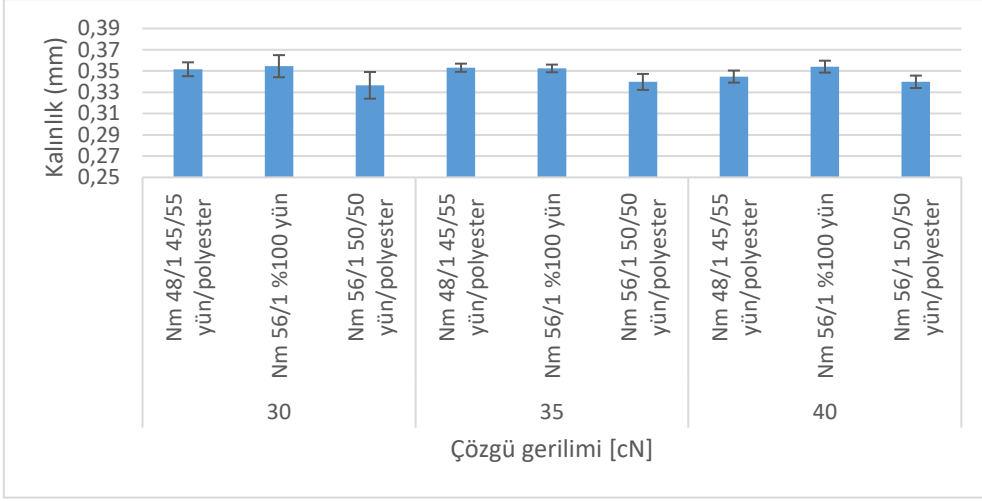


Şekil 4.19. Nominal çözgü gerilimi ve atkı sıklığının kumaş kalınlığına etkisi (G2)

Aynı grafikte nominal çözgü gerilim değerinin çok belirgin olmasa da kumaş kalınlığını düşürme eğilimi gösterdiği söylenebilir. Bu durum gergin çözgülerin daha küçük kıvrım genliği değeri oluşmasına yol açmasından kaynaklanmaktadır.

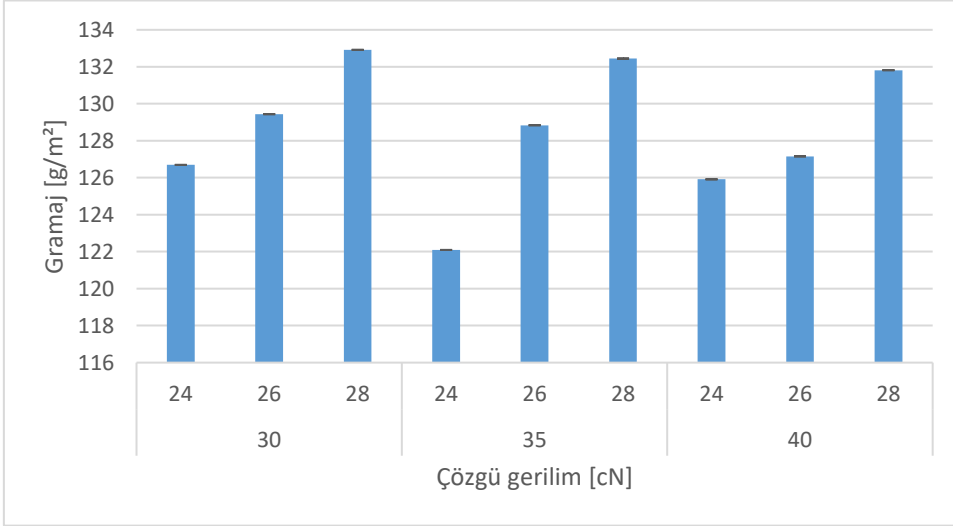
G2-Deney planı ait numunelerin nominal çözgü gerilim değerlerine atkı iplik bazında kalınlık değerleri karşılaştırması Şekil 4.20'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlarda Nm 48/1 %45 yün %55 polyester atkı ipliği ile dokunan numunelerin Nm 56/1 %50 yün %50 polyester atkı ipliği ile dokunan numunelerden daha kalın olduğu görülmüştür. İplik numarasının kalınlaştıkça kumaş kalınlığına etkisi doğru orantılı olarak artması beklenen bir durumdur. Nm 56/1 %100 yün atkı ipliği ile dokunan numunelerin Nm 56/1 %50 yün %50 polyester atkı ipliği ile dokunan numunelere göre daha yüksek kalınlığa sahip olduğu görülmektedir. Bu durum %100 yün içeriğe sahip olan atkı iplikli numunelerde,%50 yün %50 polyester içerikli atkı iplikli numunelere göre daha fazla kıvrımın olmasına bağlı olarak, hacimli yapı nedeniyle çapın artması, kalınlığın daha yüksek ölçülmesine sebep olması ile açıklanabilmektedir.





Şekil 4.20. Nominal çözü gerilimin ve iplik türü bazında kalınlık ölçüm değerleri (G2)

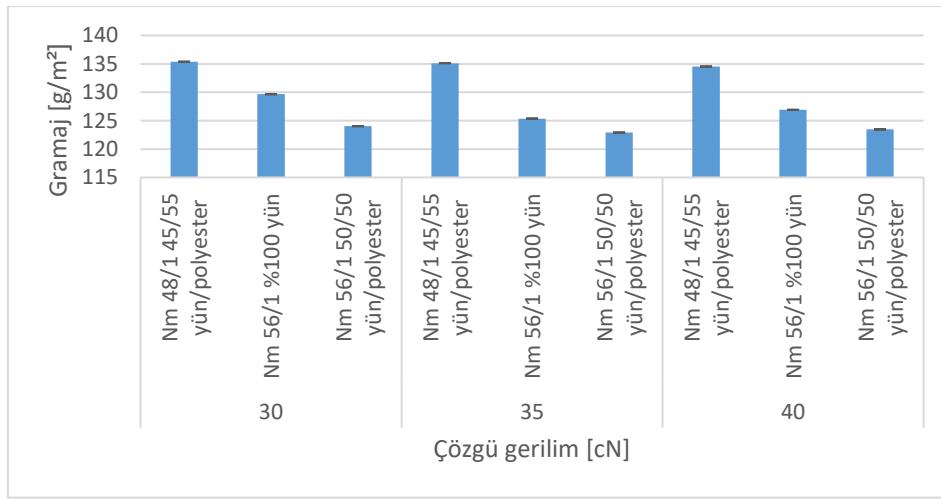
G2-Deney planına ait numunelerin nominal çözü gerilim değerlerine ait gramaj sonuçları Şekil 4.21’de yer almaktadır. Elde edilen grafik görüldüğü gibi atkı sıklıklarının artması ile beklenildiği üzere gramaj değerlerinde artış gözlenmiştir. Numunelerin nominal çözü gerilim değerinin arttıkça kumaş gramajında azalma eğilimi olduğu söylenebilmektedir.



Şekil 4.21. Nominal çözü gerilimi ve atkı sıklığının kumaş gramajına etkisi (G2)

Şekil 4.22’de G2-Deney planında ait gramaj değerinin iplik türü bazında incelenmesi yer almaktadır. Elde edilen sonuçlarda Nm 48/1 %45 yün %55 polyester atkı ipliğine sahip numunelerin gramajları Nm 56/1 %50 yün %50 polyester atkı ipliğine sahip olan numunelere göre daha yüksek çıkmıştır. Atkı ipliklerinin daha kalın olması nedeniyle daha fazla gramaj

değerleri elde edilmiştir. Nm 56/1 %100 yün atkı iplikli numuneler ortalama 127,3 g/m<sup>2</sup> gramaj değerine sahip iken, Nm 56/1 %50 yün %50 polyester atkı iplikli numunelerde ortalama 123,5 g/m<sup>2</sup> gramaj değerine sahip olduğu görülmüştür. Grafikte de her nominal çözgü geriliminde de görüldüğü üzere Nm 56/1 %100 yün atkı iplikli numunelerin Nm 56/1 %50 yün %50 polyester atkı iplikli numunelerden daha ağır olduğu görülmektedir. İlgili numunelerin atkı kıvrım değerlerine bakıldığında Nm 56/1 %100 yün numunelerin atkı ipliği yüzde kıvrım değeri ortalaması 10,8 iken, Nm 56/1 %50 yün %50 polyester numunelerin atkı ipliği yüzde kıvrım değeri ortalaması 7,45'dir. Kıvrım değerinin fazla olması nedeniyle Nm 56/1 atkı iplikli numunelerde %100 olanların daha yüksek gramaj değerine sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.22. Nominal çözgü geriliminde iplik bazında gramaj ölçüm değerleri (G2)

#### 4.3.3. Hava geçirgenliği üzerine etkinin incelenmesi

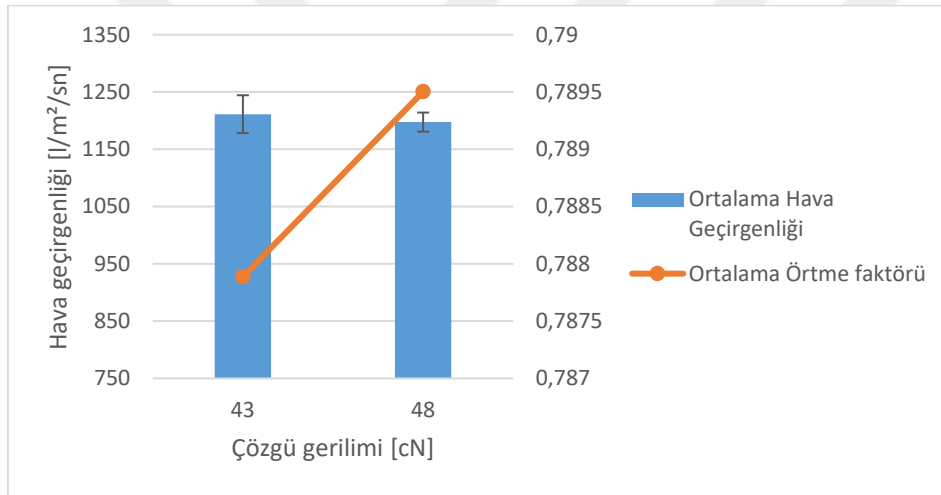
Dört mevsim takım elbiseliklerde, kullanılan yün liflerinin mümkün olduğunca kıvrımlı olması istenmektedir, bunun içinde en yüksek kıvrıma sahip merinos koyunlarının yünleri tercih edilir. Çok kıvrımlı yünlerde lifler iplik yapılmak amacıyla birbiri üzerine sarıldıklarında kıvrımlar karşı karşıya gelir. Bu durumda kıvrımları birbirine yaklaştırmak mümkün olmadığından arada hava boşlukları kalır. Durgun hava çok iyi bir yalıtkan olduğundan ve kıvrımlı yünlerle yapılmış iplikler arasında da çok miktarda hava bulunduğundan ısı yalıtkanlık performansları iyidir.

Şekil 4.23'de G1-Deney planı kapsamında hazırlanan numunelerde nominal çözgü gerilim değerlerinde hesaplanan örtü faktör değerleri karşılaştırıldığında nominal çözgü gerilim değeri arttıkça hava geçirgenliği değerlerinin ortalamasının azaldığı görülmektedir.

Turan (2012) tarafından da vurgulandığı gibi; kumaş hava geçirgenliğine karar vermede önemli iki faktörün iplikler arası gözeneklilik ya da toplam örtme faktörü olduğu bilinmektedir. Yüksek örtme faktörüne sahip kumaşların sık dokusu ve küçük gözenek boyutu havanın geçişini doğal olarak engellemektedir.

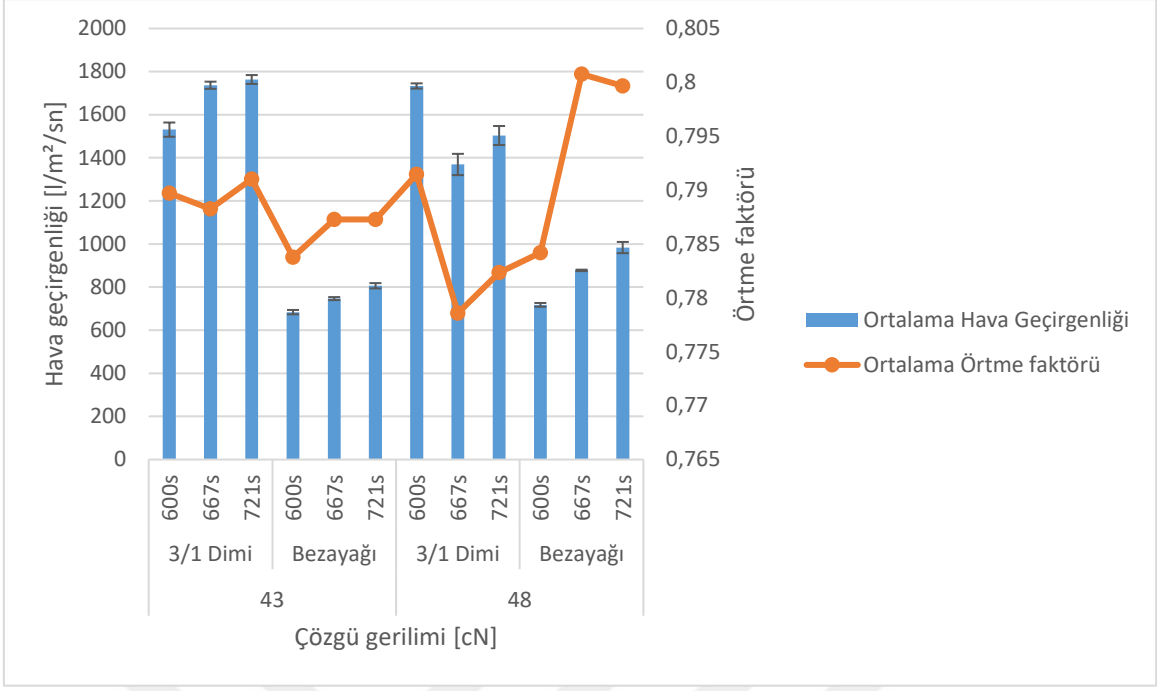
Farklı nominal çözgü gerilim değerlerinde hava geçirgenliği değerleri kontrol edildiğinde artan nominal çözgü gerilim değerlerinin hava geçirgenliği miktarını beklendiği gibi düşürdüğü görülmektedir. Artan nominal çözgü gerilim değerlerinde toplam örtme faktörü değerlerinin ise beklenildiği gibi arttığı görülmektedir.

Harper ve Ruppenicker (1987), yaptıkları çalışmada; en düşük hava geçirgenliğine sahip olan kumaşların, örtme faktörü en çok olan kumaş olduğunu gözlemlemiştir.



Şekil 4.23. Nominal çözgü gerilim değerlerinde hava geçirgenliği ve örtü faktörü değerleri (G1)

Şekil 4.24'de nominal çözgü gerilim değerlerinde örgü tipi ve büküm miktarı karşılaştırması grafiği yer almaktadır. Elde edilen sonuçlarda örgü atlamalarının fazla olduğu 3/1 dimi örgülerle hazırlanmış numunelerde, bezayağı örgülü numunelere göre hava geçişi için daha fazla boşluk olması nedeniyle hava geçirgenlik değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. İplik büküm miktarı ile ilgili bir kıyaslama yapıldığında genel olarak büküm miktarının artması ile hava geçirgenliği değerinin artma eğiliminde olduğu söylenebilmektedir. Bunun sebebi ise artan büküm miktarı ile daha ince ve daha rijit forma dönüşen iplik yapısının kumaş içinde daha az yer kaplamasından kaynaklanmaktadır olduğu söylenebilmektedir. (Paek, 1995)



Şekil 4.24. Nominal çözgü gerilimi örgü tipi ve atkı büküm miktarının kumaş örtücülüğü ve hava geçirgenliği üzerindeki etkisi (G1)

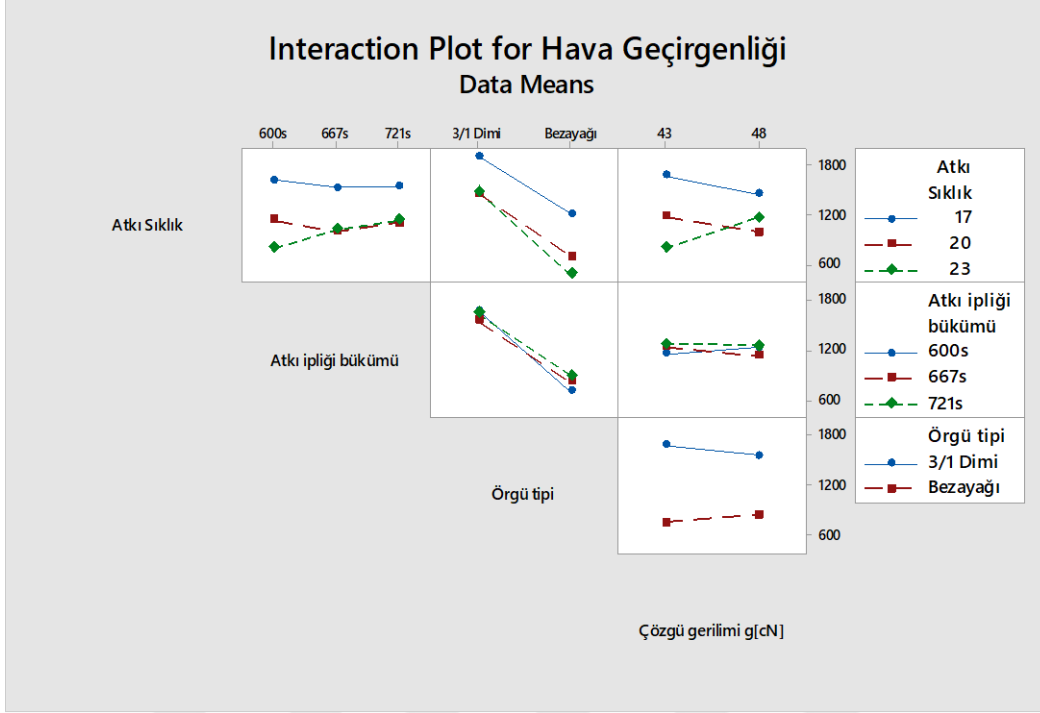
Çizelge 4.8’de bağımsız değişkenlerin hava geçirgenliği sonuçlarına göre yapılan %95 güven seviyesinde varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Tablodaki veriler incelendiğinde atkı ipliği bükümü, örgü tipi, atkı sıklık ve bütün 2’li, 3’lü ve 4’lü etkileşimlerinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. p değeri 0,05’den küçük olanlar; istatistiksel olarak önemli olduğu görülenlerin p değerlerinin yanına \* işareti koyulmuştur.

Çizelge 4.8. Hava geçirgenliği varyans analizi (G1)

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	p değeri
Atkı ipliği bükümü	2	0,000*
Örgü tipi	1	0,000*
Çözümlü gerilimi	1	0,09
Atkı sıklık	2	0,000*
Atkı ipliği bükümü*Örgü tipi	2	0,000*
Atkı ipliği bükümü*Çözümlü gerilimi	2	0,000*
Atkı ipliği bükümü*Atkı sıklık	4	0,000*
Örgü tipi*Çözümlü gerilimi	1	0,000*
Örgü tipi*Atkı sıklık	2	0,000*
Çözümlü gerilimi*Atkı sıklık	2	0,000*
Atkı ipliği bükümü*Örgü tipi*Çözümlü gerilimi	2	0,000*
Atkı ipliği bükümü*Örgü tipi*Atkı sıklık	4	0,000*
Atkı ipliği bükümü*Çözümlü gerilimi*Atkı sıklık	4	0,000*
Örgü tipi*Çözümlü gerilimi*Atkı sıklık	2	0,000*
Atkı ipliği bükümü*Örgü tipi*Çözümlü gerilimi*Atkı sıklık	4	0,000*

\*%95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli

Şekil 4.25’de numunelerin hava geçirgenliği sonuçlarında tüm etkileşimlerin görüldüğü Etkileşim (Interaction Plot) grafiği çizdirilmiştir.



Şekil 4.25. Hava geçirgenliği sonuçlarının etkileşim grafiği (G1)

Elde edilen kumaşların yapısına etkisini gözlemleyebilmek adına yapılan hava geçirgenliği test sonucunda çözgü geriliminin etkileşimlerde %95 güven seviyesinde etkin olduğu; fakat tek başına %95 güven seviyesinde istatistiksel olarak etkili olmadığı görülmektedir. Bu sonucun çözgü gerilim değerlerinin birbirine yakın olmasından ve farklı bükümlü atkı iplikleri ile örgü farkı üzerindeki etkisinin sınırlı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

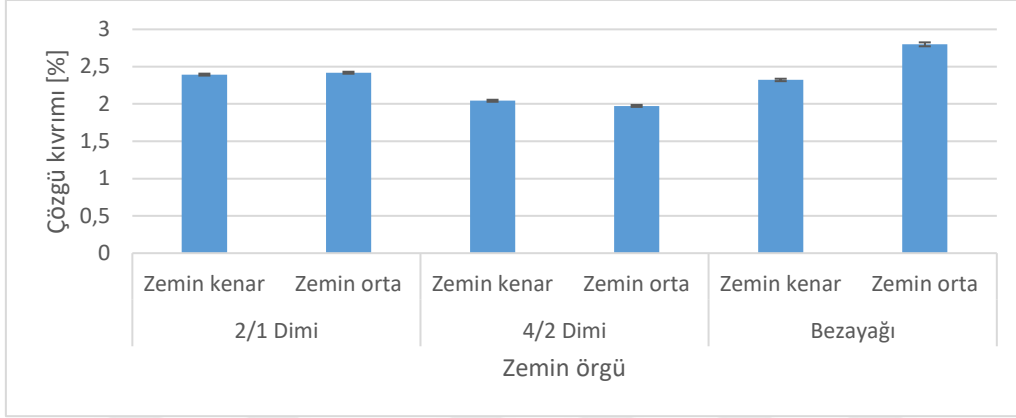
#### 4.4. Atkı Eğriliğini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi

##### 4.4.1. Numunelerin sonuçlarının değerlendirilmesi

A1- Deney planı kapsamında hazırlanan numunelerin çizgi, kenar, orta olarak tanımlanan 3 farklı bölgenin her birinden 10'ar tane ölçüm alınarak elde edilen değerlerin ortalaması alınmıştır.

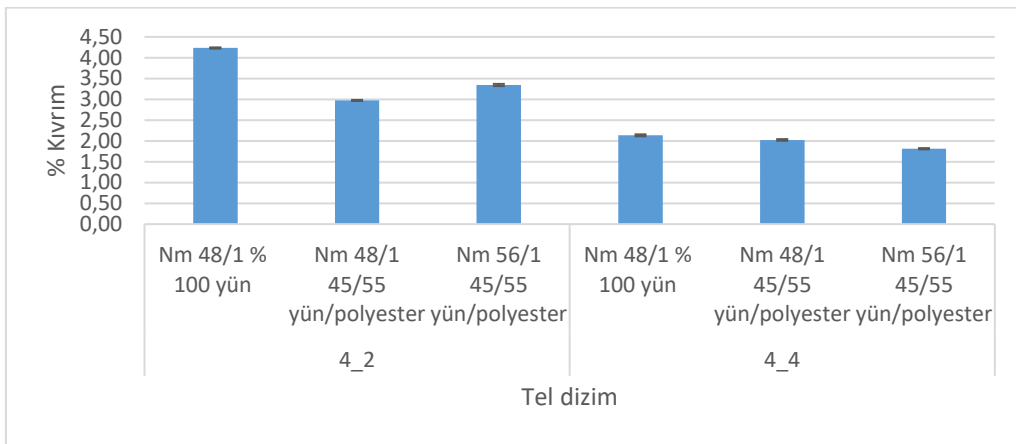
Şekil 4.26'da elde edilen ölçüm sonuçlarına göre, zemin örgü ve numune alındığı bölge bazında çözgü ipliği kıvrım değerleri ortalamaları sonuçları yer almaktadır. Bütün zemin örgüler karşılaştırıldığında çözgü ipliği kıvrım değeri en yüksek olan bezayağı, daha sonra 2/1 dimi, daha sonra ise 4/2 dimi şeklindedir. Kıvrım değerleri beklenildiği üzere örgü yapısındaki

bağlantı sıklığına bağlı artış göstermektedir. Zemin kenar ve zemin orta arasındaki kıvrım farklılığı tezgâh eni boyunca çözgü gerilim değişiminden kaynaklanmaktadır. Süle (2008)'in yaptığı çalışmada da çözgü gerginliğinin kenar ve orta bölge de, kenar bölgelerinde daha düşük, orta bölgelerinde daha yüksek olduğunu görülmüştür.



Şekil 4.26. Kumaş zemin dokusunda kenar ve orta bölgede çözgü ipliği kıvrım ortalama değerleri (A1)

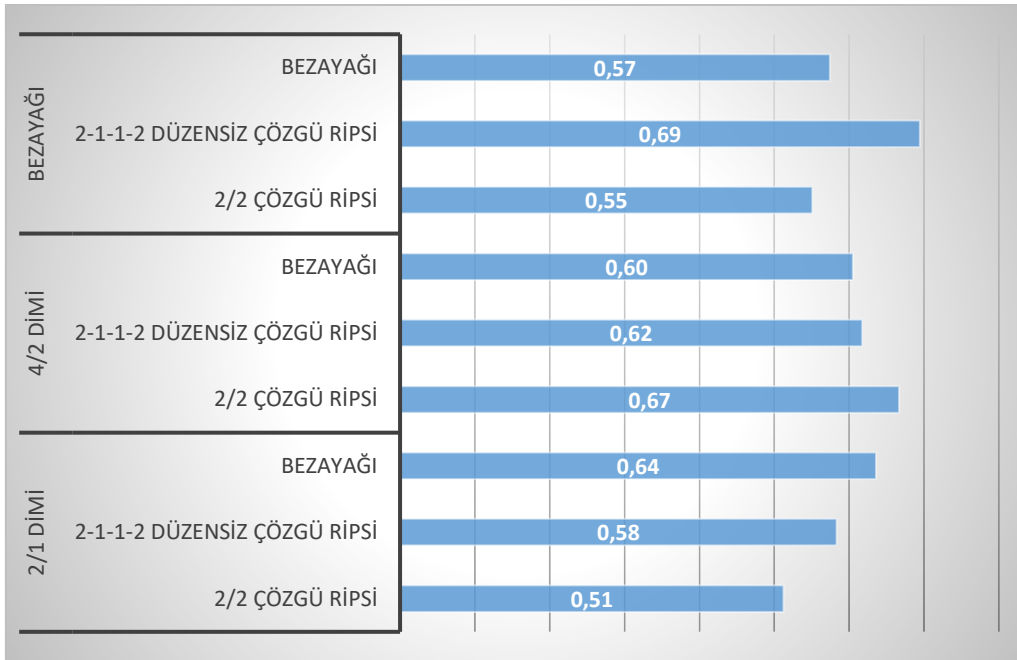
Şekil 4.27’de kenar bölgeye ait çözgü ipliği kıvrım sonuçları yer almaktadır. Elde edilen sonuçlarda 4-4 tarak dizilimine sahip numunelerde 4-2 tarak dizilimine göre daha düşük kıvrım ortalamaları elde edildiği görülmektedir. 4-4 kenar tarak dizilimindeki çözgü gerilimi daha yüksek, dolayısıyla kıvrımları daha az olmaktadır. Atkı sıklıkları konstrüksiyon nedeniyle farklılık gösterdiği için birebir karşılaştırma yapılamamaktadır. Kenar doku genişliği çok dar olduğu için atkı ipliği numarasının belirgin bir etkisi gözlenememiştir.



Şekil 4.27. Kenar dokusunda tarak dizimi ve atkı ipliği tipinin çözgü kıvrımına etkisi (A1)

ASTM D3882 standardına göre ölçülüp, hesaplanan sonuçlara göre yüzde atkı eğriliği değerleri %1'in altında, ortalama değeri 0,58, maksimum değeri 0,94, minimum değeri ise 0,28 olduğu görülmüştür.

Şekil 4.28'de örgü bazında yüzde atkı eğriliği değerleri yer almaktadır. Zemin örgüler karşılaştırıldığında, en düşük yüzde atkı eğriliği ortalamaları 0,58 ile 2/1 dimi, daha sonra 0,61 ile bezayağı, daha sonrasında ise 0,63 ile 4/2 dimi olduğu görülmüştür. Zemin örgülerin örgü faktörleri; bezayağı 0,5, 2/1 dimi 0,6, 4/2 dimi 0,75'dir. Kenar örgülerin örgü faktörleri; 2 1/ 2 düzensiz çözgü ripsi 0,54, bezayağı 0,5, 2/2 çözgü ripsi 0,58'dir.



Şekil 4.28. Zemin ve kenar örgüsü bazında ortalama yüzde atkı eğriliği değişim (A1)

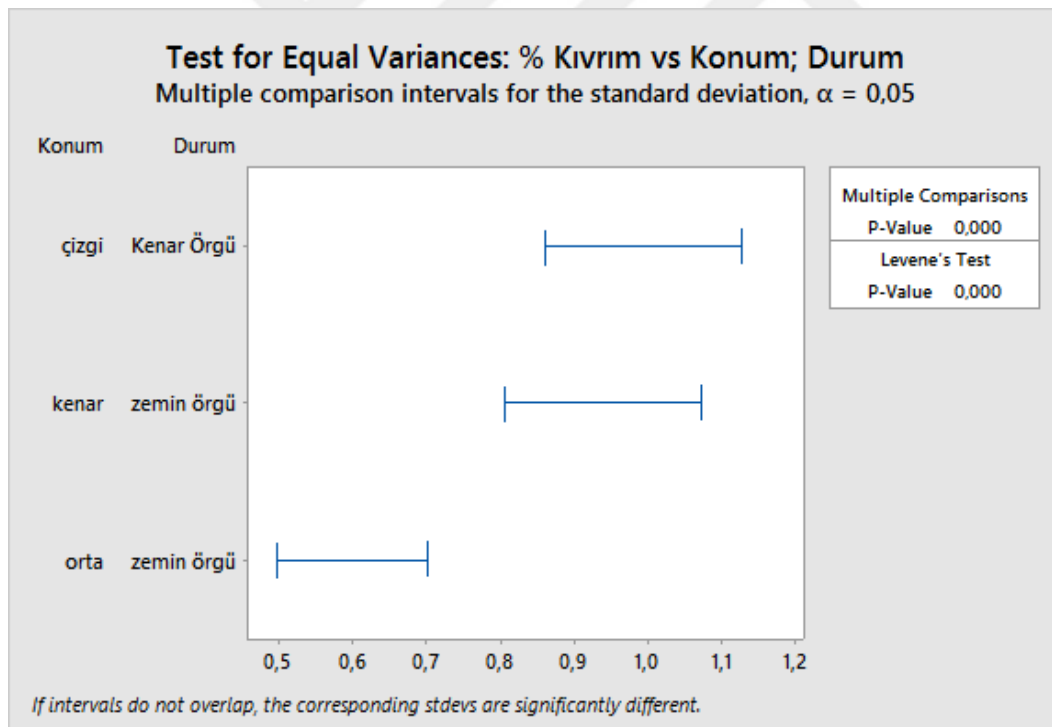
Örgü bazında atkı ipliklerine göre farklılık gösteren atkı eğriliğinin önlenmesi için özellikle örgülerin örgü faktörlerinin birbirine yakın olması, eğer zemin örgüler dimi örgüler ise 2/2 çözgü ripsi gibi dengeleyebilecek örgüleri seçmenin daha rahat çalışma imkânı sağladığı net bir şekilde görülmüştür. Ön çalışmalar kapsamında kenar örgü denemeleri yapılarak en düzgün kenar formları sağlayan örgülerin bezayağı, 4/4 dimi ve 2/1 dimi örgü kenar örgüleri bazında değerlendirilebileceği ekosekülerde %2, düz kumaşlarda %3 olan kabul aralığında elde edilen sonuçlar ile de doğrulanmıştır.



#### 4.4.2. Atkı eğriliği sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi

A1- Deneysel planı kapsamındaki numuneler değerlendirmesinde kolaylık olması adına; konum için; çizgi: kumaş kenarı, kenar: zemin kenarı, orta: kumaş kenarı ve durum için; kenar örgü, zemin örgü nitelemesi yapılmıştır. Numunelerin alındığı bölgeyi temsil eden konum ve alınan numunenin örgü tipini ifade eden durum, çözgü kıvrım değerleri açısından varyans analizi yapılarak durum ve konumun kıvrım varyansları karşılaştırılmıştır. Hipotez testi kurulmuştur. Kurulan hipotez;  $H_0$ : Varyans (konum kıvrım) = Varyans (durum kıvrım) ve  $H_1$ : Varyans (konum kıvrım)  $\neq$  Varyans (durum kıvrım) şeklindedir.

Levene testi sonucu p değeri 0,05'den küçük 0,000 olduğu için  $H_0$  reddedilir, buna göre en az 1'i farklıdır sonucu çıkarılmaktadır. Elde edilen varyans karşılaştırma grafiği Şekil 4.29'da yer almaktadır. Levene testine göre de, orta zemin örgü kıvrım değeri, kenar zemin örgü ve çizgi kenar örgü değerlerinden daha küçük bir varyansa sahiptir ve değişkenliği de daha küçüktür diye yorumlanabilir.



Şekil 4.29. Konum ve durum nitelemesine göre elde edilen varyans karşılaştırma grafiği (A1)

Çizelge 4.9'da bağımsız değişkenlerin, çözgü ipliği kıvrımı bağımlı değişkenine göre yapılan %95 güven seviyesinde varyans analizi sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.9 incelendiğinde Örgü ve 3'ü (konum\*durum\*örgü), 4'lü (atkı ipliği\*konum\*durum\*örgü) ve

5'li (tarak dizim\*atkı ipliği\*konum\*durum\*örgü) etkileşimlerinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Detaylı gösterimi ise Çizelge 4.10'da yer verilmiştir.

Çizelge 4.9. Numunelerin çözgü kıvrımı varyans analizi sonuçları (A1)

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	p değeri
Örgü	4	0,000*
Durum*Örgü	1	0,850
Konum*Durum*Örgü	3	0,003*
Atkı ipliği*Konum*Durum*Örgü	13	0,042*
Tarak dizim*Atkı ipliği*Konum*Durum*Örgü	6	0,000*

\*%95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.10'da veriler incelendiğinde örgü bağımsız değişkenleri ile bu değişkenin 3'lü (konum\*durum\*örgü), 4'lü (atkı ipliği\*konum\*durum\*örgü) ve 5'li (tarak dizim\*atkı ipliği\*konum\*durum\*örgü) etkileşimlerinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.10. Numunelerin çözgü kıvrımı varyans analizi detaylı sonuçları (A1)

<b>Terim</b>	<b>p değeri</b>
Sabit	0,000
<b>Örgü</b>	
2-1-1-2 düzensiz çözgü ripsi	0,017*
2/1 dimi	0,386
2/2 çözgü ripsi	0,000*
4/2 dimi	0,000*
<b>Durum (Örgü)</b>	
Kenar Örgü (bezayağı)	0,085
<b>Konum(Durum; Örgü)</b>	
Kenar (zemin örgü; 2/1 dimi)	0,326
Kenar (zemin örgü; 4/2 dimi)	0,722
Kenar (zemin örgü; bezayağı)	0,000*
<b>Atkı İpliği(Konum; Durum; Örgü)</b>	
48/1 Nm pes/yün (çizgi; kenar örgü; 2-1-1-2 düzensiz çözgü ripsi)	0,840
48/1 Nm yün (çizgi; kenar örgü; 2-1-1-2 düzensiz çözgü ripsi)	0,425
48/1 Nm pes/yün (kenar; zemin örgü; 2/1 dimi)	0,886
48/1 Nm yün (kenar; zemin örgü; 2/1 dimi)	0,647
48/1 Nm pes/yün (orta; zemin örgü; 2/1 dimi)	0,240
48/1 Nm yün (orta; zemin örgü; 2/1 dimi)	0,725
48/1 Nm pes/yün (çizgi; kenar örgü; 2/2 çözgü ripsi)	0,153
48/1 Nm yün (çizgi; kenar örgü; 2/2 çözgü ripsi)	0,008*
48/1 Nm pes/yün (çizgi; kenar örgü; bezayağı)	0,494
48/1 Nm pes/yün (kenar; zemin örgü; bezayağı)	0,503
48/1 Nm yün (kenar; zemin örgü; bezayağı)	0,881
48/1 Nm pes/yün (orta; zemin örgü; bezayağı)	0,502
48/1 Nm yün (orta; zemin örgü; bezayağı)	0,009*
<b>Tarak Dizim(Atkı İpliği; Konum; Durum; Örgü)</b>	
4_2 (48/1 Nm pes/yün; çizgi; kenar örgü; 2-1-1-2 düzensiz çözgü ripsi)	0,056
4_2 (56/1 Nm pes/yün; çizgi; kenar örgü; 2-1-1-2 düzensiz çözgü ripsi)	0,000*
4_2 (48/1 Nm pes/yün; çizgi; kenar örgü; 2/2 çözgü ripsi)	0,000*
4_2 (56/1 Nm pes/yün; çizgi; kenar örgü; 2/2 çözgü ripsi)	0,000*
4_2 (48/1 Nm pes/yün; çizgi; kenar örgü; bezayağı)	0,128
4_2 (56/1 Nm pes/yün; çizgi; kenar örgü; bezayağı)	0,000*

\*%95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.11’de A1 deney planında atkı eğriliği değerleri için varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Tablo sonuçlarına göre p değerleri zemin örgü, kenar örgü, kenar tarak dizim, atkı ipliği ve etkileşimlerinin istatistiksel açıdan önemli değildir, sonucu elde edilmiştir. Bu durumun atkı sıklığı verisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü denemelerde farklı iplik numarası ve örgü faktöründen dolayı farklı sıklıklarda dokuma yapılmıştır.

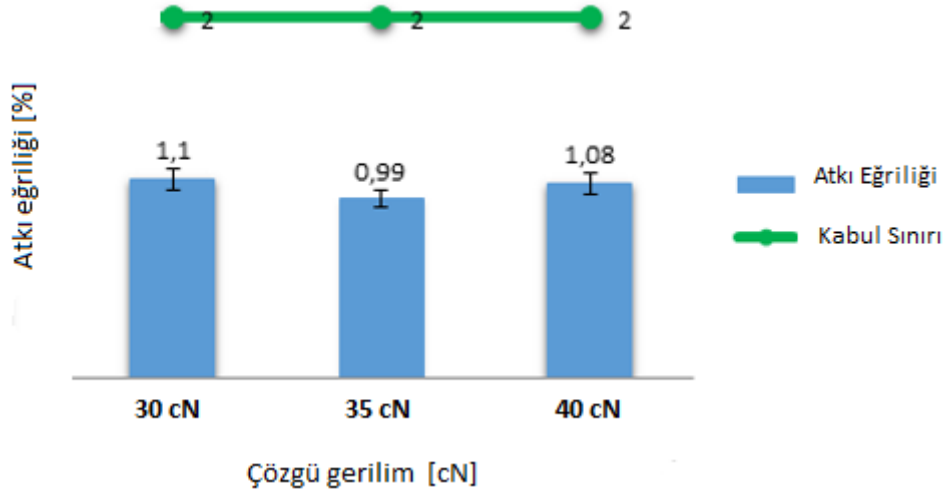
Çizelge 4.11. Atkı eğriliği için varyans analizi (A1)

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	p değeri
Zemin örgü	2	0,765
Kenar örgü	2	0,555
Kenar tarak dizim	1	0,209
Atkı ipliği	2	0,763
Zemin örgü*Kenar örgü	4	0,135
Zemn örgü*Kenar tarak dizim	2	0,579
Kenar örgü*Kenar tarak dizim	2	0,876
Kenar örgü*Atkı ipliği	4	0,359
Zemin örgü*Kenar örgü*Kenar tarak dizim	4	0,439

\*%95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli

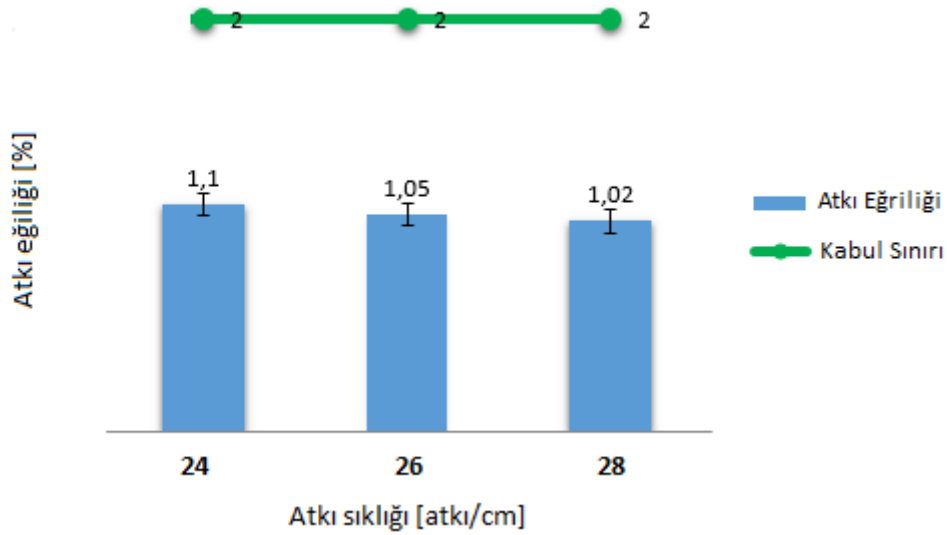
G2- Deney planı; bezayağı zemin örgüde bezayağı kenar örgü ile hazırlanan numune grubu için yapılan atkı eğriliği test sonuçları elde edilmiştir. Elde edilen atkı eğriliği test sonuçları %0,5 ile %1,83 arasında yer alarak, ekoselelerde %2, düz kumaşlarda %3 kabul aralığını sağlamaktadır.

G2 deney planında elde edilen sonuçlar incelendiğinde, tamamı %2 kabul aralığının altında çıkmıştır. Çözgü gerilim bazında en yüksek değer ortalaması %1,1 değeri ile 30 cN çözgü geriliminde olanlar, en düşük değer ortalaması %0,99 değeri ile 35 cN çözgü gerilimine sahip olanlardır (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Farklı çözü geriliminde atkı eğriliğine etkisi (G2)

Atkı sıklıkları bazında incelendiğinde atkı sıklığı arttıkça atkı eğriliği değerlerinin daha düşük yani daha iyi değerde oldukları gözlenmiştir (Şekil 4.31). Atkı sıklığının artması daha yüksek kayma rijitliğine yol açmakta ve böylece kendine özgü kayma hareketine engel olmaktadır. Elde edilen sonuçlar literatürde yer alan Yazdi'nin (2008) çalışması sonuçlarıyla örtüşmektedir.



Şekil 4.31. Farklı atkı sıklıklarında atkı eğriliği etkisi (G2)

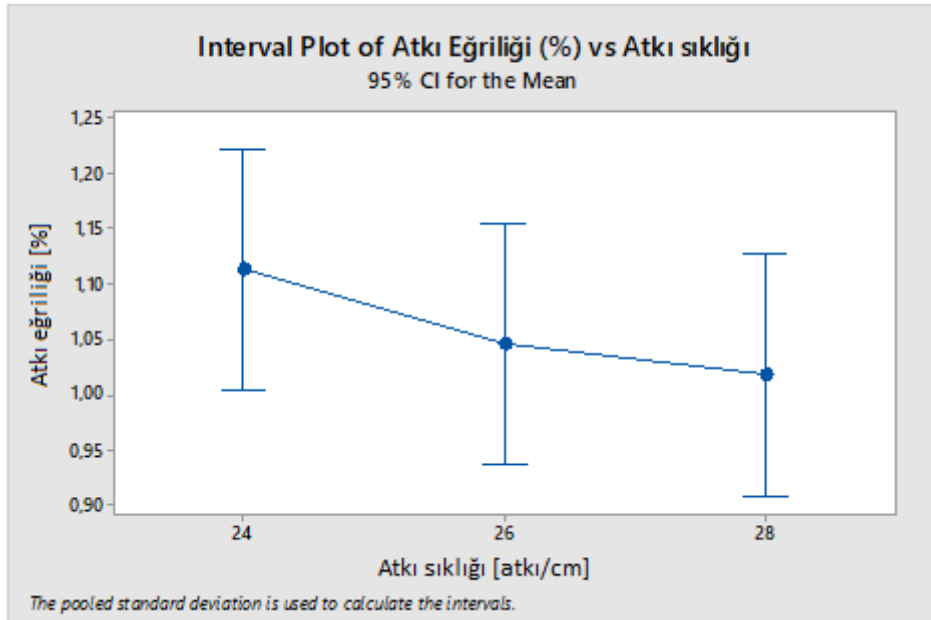
Çizelge 4.12'de G2 deney planı atkı eğriliği sonuçlarının varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Tablodaki veriler incelendiğinde çözü gerilimi\*atki sıklığı etkileşiminin etkilerinin istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.12. Varyans analizi sonuçları (G2)

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	p değeri
Çözgü gerilim	2	0,243
Atkı sıklığı	2	0,395
İplik tanımı	2	0,464
Çözgü gerilim*Atkı sıklığı	4	0,004*
Çözgü gerilim*İplik tanımı	4	0,270
Atkı sıklığı*İplik tanımı	4	0,325
Çözgü gerilim*Atkı sıklığı*İplik tanımı	8	0,129

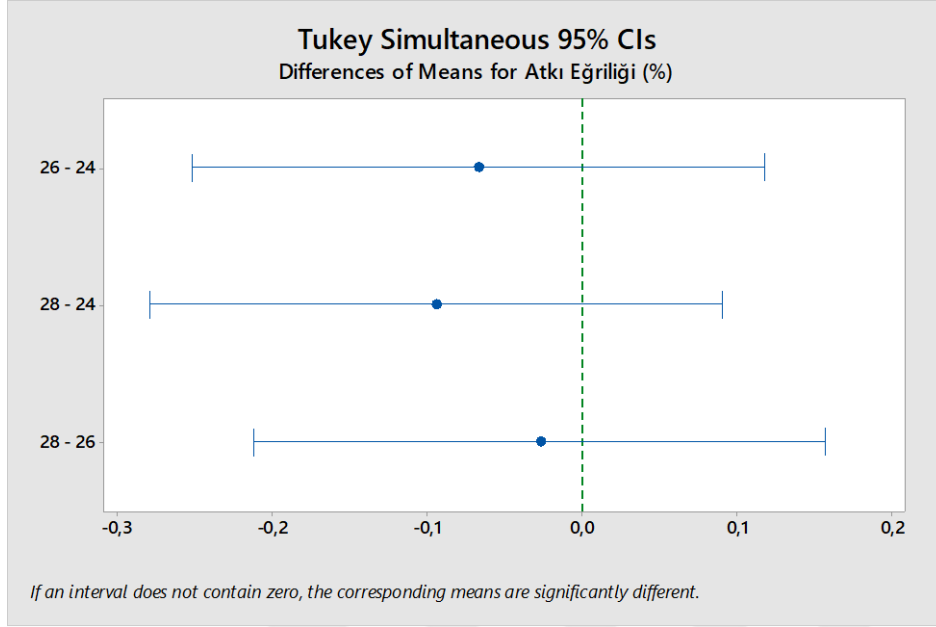
\*%95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli

Karşılaştırma ve Tukey sonuçları elde edilmiştir (Şekil 4.32, 4.33). Şekil 4.32’de yer alan farklı atkı sıklıklarına göre atkı eğriliği karşılaştırma grafiği incelendiğinde; atkı sıklığı arttıkça atkı eğriliğinin azaldığı görülmektedir.



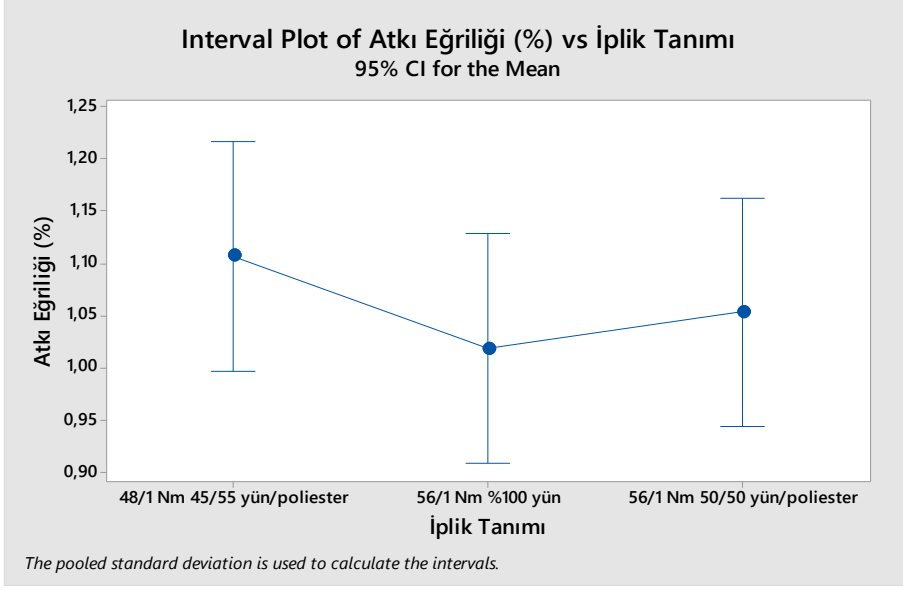
Şekil 4.32. Farklı atkı sıklıklarına göre atkı eğriliği karşılaştırma grafiği (G2)

Şekil 4.33’de yer alan atkı sıklığı bazında atkı eğriliği sonuçlarının Tukey karşılaştırma grafiği incelendiğinde ilgili sıklıkların atkı eğriliği açısından birbirinden farkı olmadığı yani istatistiksel açıdan atkı sıklıklarının atkı eğriliği üzerinde etkisi olmadığı görülmektedir.



Şekil 4.33. Atkı sıklığı ve atkı eğriliği Tukey sonuç grafiği (G2)

Atkı eğriliği değerleri için karşılaştırma grafiği Şekil 4.34’de yer almaktadır. Verilere bakıldığında tüm değerlerin kabul sınırı içerisinde olduğu görülmektedir. Farklı atkı ipliklerinin atkı eğriliği üzerinde etkisi incelendiğinde en düşük atkı eğriliğinin, %100 yün atkı iplikli numunelerde birbirine yüksek kıvrım nedeniyle daha iyi tutunabilmesine bağlı olarak daha düzgün bir form sağlayabilmesi ile açıklanabilmektedir.



Şekil 4.34. Farklı ipliklere göre atkı eğriliği karşılaştırma grafiği (G2)

Atkı eğriliği sonuçlarında sıklık değerlerinin arttıkça iplik tipinin farkı daha belirgin olabilmekte birlikte, özellikle yün harmanlarına polyester eklenmesinin eğriliği olumsuz etkilediği %100 yün iplik yapısının daha düzgün bir yapıda birbirine kıvrım nedeniyle daha iyi tutunabildiğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Atkı eğriliği sonuçlarını iplik inceliğine göre değerlendirdiğimizde; iplik kalınlığının artması kesitteki lif sayısının daha fazla olmasına bağlı olarak, az miktardaki kayma durumu bile daha fazla eğriliğe sebebiyet vermesi söz konusu olacaktır.

#### 4.5. Buharlanmış Kumaşın Çekme Oranını Etkileyen Faktörler

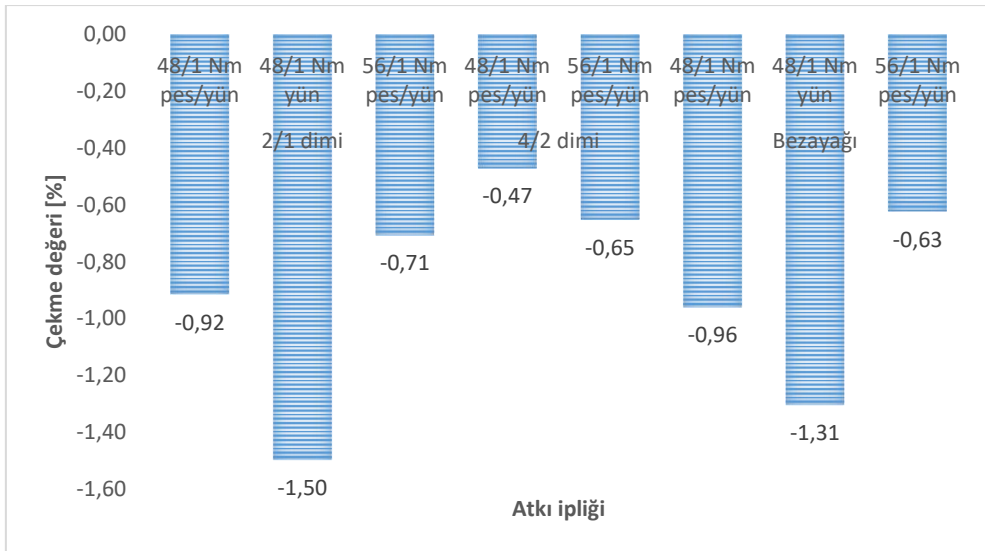
ISO 3005 standardına göre wira buhar silindiri ile teste tabi tutulup ölçülen yüzde çekme değerleri atkı ve çözgü yönünde ayrı ayrı olmak üzere elde edilmiştir. Sonuçların bir kısmı negatif yönde çıkarken bir kısmı pozitif yönde çıkmıştır. Eksi değer daralmayı, artı değer ise genişlemeyi ifade etmektedir. Elde edilen değerler çözgü yönünde -2,5 ile +1 aralığında, atkı yönünde -3,75 ile +1,25 aralığında değişmektedir. 48/1 Nm %100 yün atkı ipliği kullanılan numunelerin tamamında hem çözgü hem de atkı yönünde negatif yöndeki bir çekme yani daralma olmuştur.

Yün lif yüzeyinin hidrofob (su itici) bir özellik göstermesine rağmen, nem tutma yeteneği yüksektir. Su molekülleri yün liflerinin miseller arası bölgelerine nüfuz ederek, liflerin özellikle enine kesitlerinin %25 kadar artmasına yol açarlar. Bu durum lifleri oluşturan



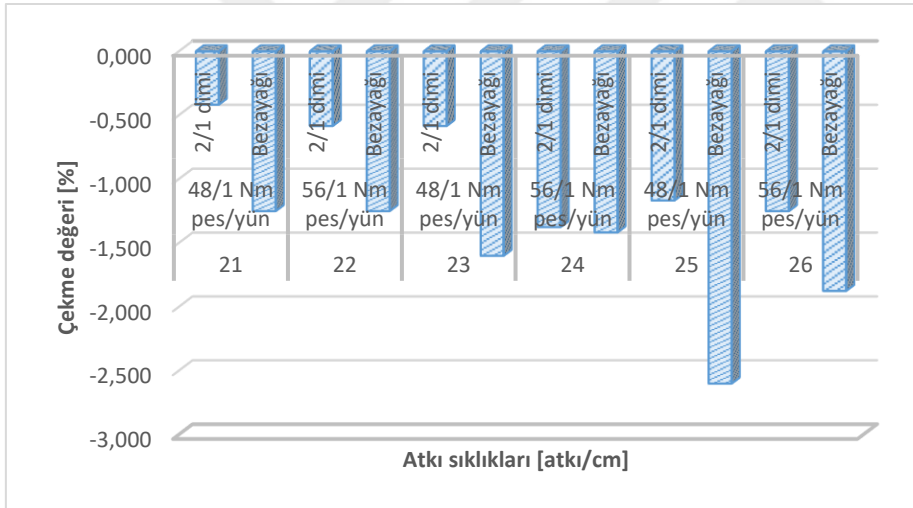
makromolekül ve fibrillerin tek başlarına bulunmayıp, çeşitli çekim kuvvetleri ile birbirine bağlı olmalarıyla yakından ilgilidir. İsoiyonik bölgede (ph 5-7) tuz köprüleri en fazla olduğundan şişme de en az olmaktadır. Suyun etkisiyle makromoleküller arasındaki H köprüleri ve tuz köprüleri kısmen koptuğundan, yün liflerinin yaş kopma dayanımları kuru kopma dayanımlarına nazaran daha düşüktür (%78-96,5) (Seventekin, 2004). Bu durumda yün lifleri daha kolay şekil alacak hale gelir. Sıcak su ve su buhar etkisi kalkınca kopan bağlar yeniden oluşur, şekil kalıcı olur. %100 yün atkı ipliği kullanılmış olan numunelerin negatif yönde çekmeye sahip olması bu durumdan kaynaklanmaktadır. Yün liflerinin kıvrırcıklaşma isteğine kolaylıkla uyaraktan büzülmesi ve boylarının kısılması ile açıklanabilmektedir.

Çözgü yönü çekme değerleri ortalama sonuçları Şekil 4.35’de yer almaktadır. Elde edilen bütün sonuçlar çözgü yönünde ortalama wira çekme değerleri Nm 48/1 21 mikron %100 yün atkı ipliği kullanılan numunelerde ortalamaları daha yüksek çıkmıştır. 4/2 dimi örgüde %100 yün atkı kullanımı olmadığı için ortalamanın çözgü yönünde daha düşük çıktığı düşünülmektedir. 21 mikron inceliğinde yün kullanılan 55/45 pes/yün oranına sahip olan atkı iplikli, aynı sıklılara sahip 2/1 dimi ve bezayağı örgülü numuneler incelendiğinde; Nm 48/1’in Nm 56/1’e göre çözgü yönünde ortalama daha fazla çekme değerine sahip olduğu görülmektedir. Çapı daha geniş olan Nm 48/1’de daha geniş olduğu için daha fazla su buharı çekip daha daralma; toplama göstermesi ile açıklanabilir.



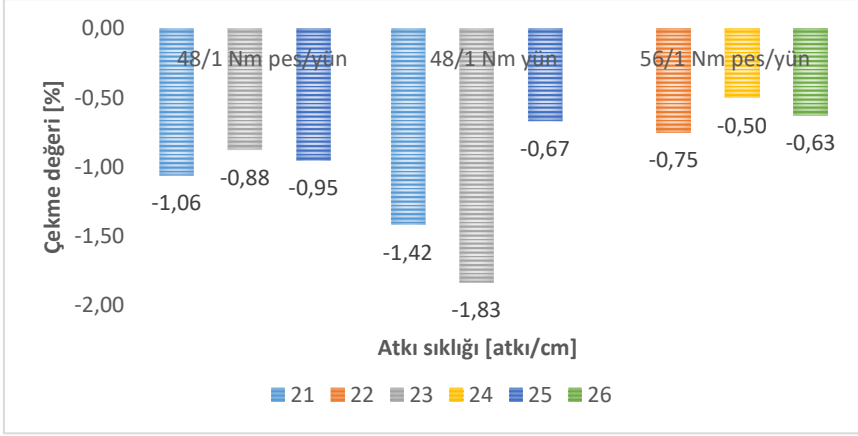
Şekil 4.35. Örgü bazında elde edilen çözgü yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1)

Hazırlanan numunelerde 4/2 dimi örgü faktörü nedeniyle farklı sıklıklarda dokunduğu için aynı sıklıkta, aynı atkı ipliği ile dokunan bezayağı ile 2/1 dimi örgüler karşılaştırılmıştır. İlgili karşılaştırmanın atkı yönü çekme özet sonuçları Şekil 4.36’da yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre aynı sıklıkta aynı numara pes/yün iplik ile dokunmuş numunelerde bezayağı örgününün 2/1 dimi örgüden negatif yönde daha fazla çekme değerine sahip olduğu görülmüştür. Örgülerin çözgü yönünde kıvrım değerlerine bakıldığında, bezayağı örgüde en yüksek kıvrım değeri çıkarken bu değeri 2/1 dimi arkasından 4/2 dimi takip etmektedir. Buna istinaden çözgü kıvrımının atkı yönünde çekmeye etki ederek kıvrım transferi ile bezayağı örgününün daha fazla toplaması muhtemel olabilmektedir. Bezayağı ve 2/1 dimi örgü bazında; aynı atkı ipliği ve aynı örgüde dokunmuş numuneler de atkı sıklığı arttıkça çekme değerinin negatif yönde arttığı görülmüştür. Birim cm’deki yün miktarı artması yani sıklık artışı ile daha gergin bir formda olan atkı iplikleri, daha seyrek formda duran atkı ipliklerine göre daha fazla büzülme göstermesi yünün kimyasal yapısında meydana gelen; süper büzülme olayı ile açıklanabilmektedir.



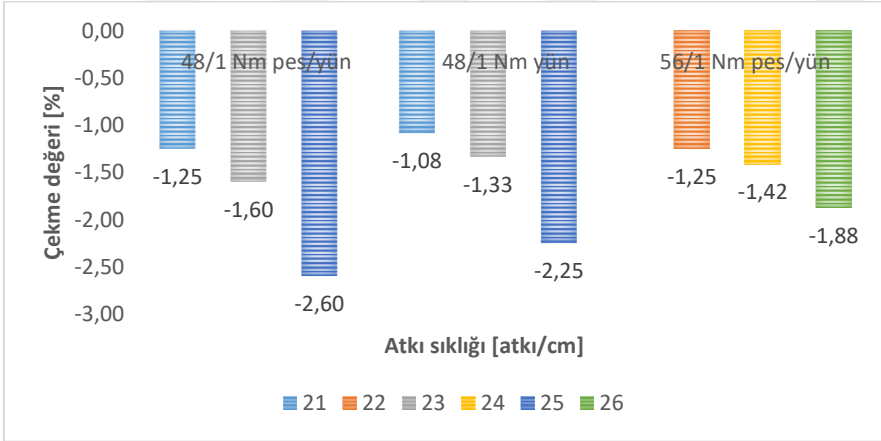
Şekil 4.36. Bezayağı ve 2/1 dimi örgü bazında elde edilen atkı yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1)

Örgü bazında incelendiğinde bezayağı zemin örgüde elde edilen çözgü yönünde wira çekme değerleri Şekil 4.37’de yer alan sonuçlarda Nm 48/1 yün -1,31 ortalama değeri ile en fazla çekme değeri göstermiştir. Polyester/yün karışımli ipliklerde Nm 48/1 ve Nm 56/1 karşılaştırıldığında Nm 48/1 pes/yün iplikli numunelerde -0,96 değeri ile daha fazla çekme değeri gözlenmiştir. İplik çapı Nm 48/1’de daha geniş olduğu için daha fazla su buharı çekip daha fazla büzülme; toplama göstermesi ile açıklanabilir.



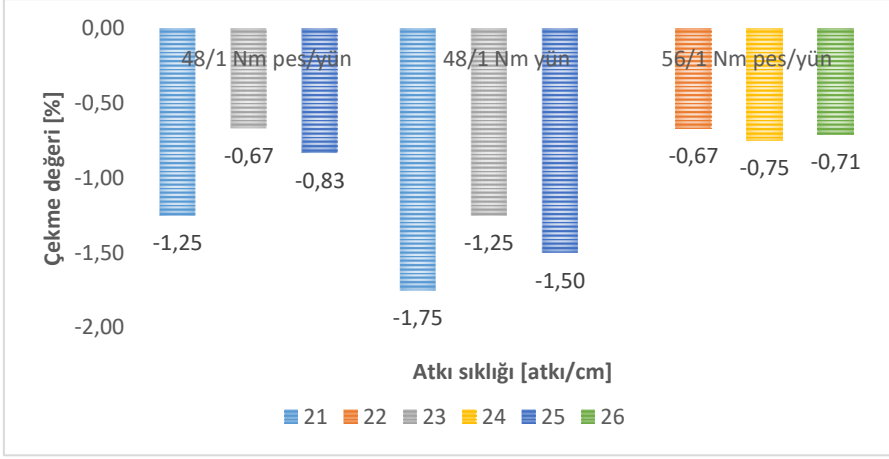
Şekil 4.37. Bezayağı zemin örgüde elde edilen çözgü yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1)

Şekil 4.38’de atkı yönünde wira çekme değerleri yer almaktadır. Elde edilen sonuçlarda atkı sıklığı arttıkça çekme değeri negatif yönlüdür, daralma olmuştur. Yün liflerinin iplik kesit alanına düşen miktarı arttığı için daha gergin formda duran atkı iplikleri daha seyrek formda duran atkı ipliklerine göre su buharına tutulduğunda daha fazla daralma göstermesi nedeniyle atkı yönünde çekme değeri daha fazla olmuştur.



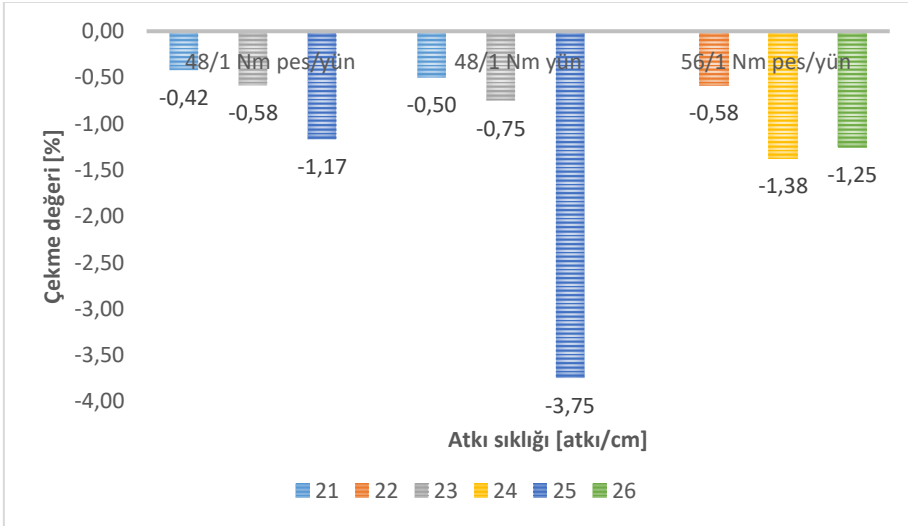
Şekil 4.38. Bezayağı zemin örgüde elde edilen atkı yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1)

Şekil 4.39’da 2/1 dimi zemin örgüde elde edilen çözgü yönünde wira çekme değerleri verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde Nm 48/1 yün ve Nm 48/1 polyester/yün olan aynı iplik numarası ile aynı sıklıkta dokunmuş numunelerde Nm 48/1 yün atkı iplikli olanlarda -1,50 değeri ile daha yüksek çözgü yönünde çekme değeri olduğu görülmüştür.



Şekil 4.39. 2/1 Dime zemin örgüde elde edilen çözgü yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1)

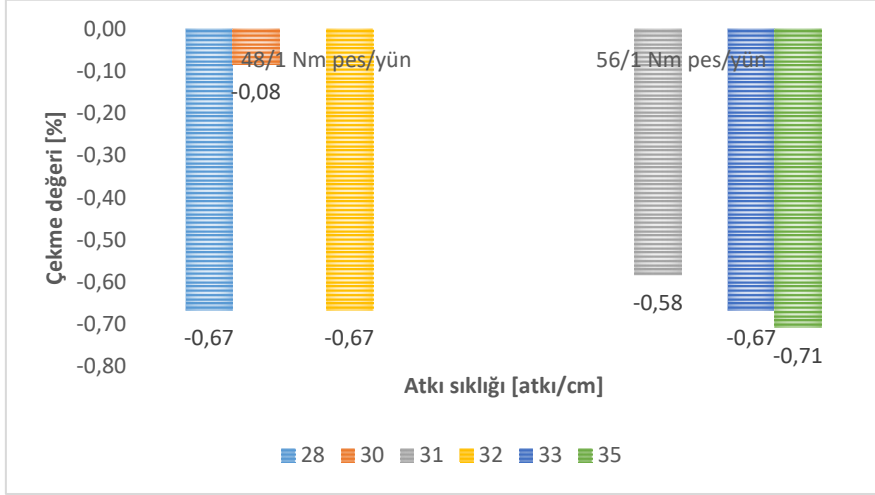
Şekil 4.40'da 2/1 dime zemin örgüde elde edilen atkı yönünde wira çekme değerleri verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde Nm 48/1 yün ve Nm 48/1 polyester/yün olan aynı iplik numarası ile dokunan numunelerde sıklık arttıkça çekme değerinin yükseldiği görülmektedir. Genel ortalamalara bakıldığında en yüksek çekme değerinin -1,67 değeri ile Nm 48/1 yün atkı ipliği ile dokunmuş numunelerde olduğu, polyester/yün karışımli numunelerin ortalamaları karşılaştırıldığında Nm 56/1 polyester/yün de -1,07 değeri ile Nm 48/1 polyester/yün olanlara göre daha fazla çekme olduğu görülmüştür.



Şekil 4.40. 2/1 Dime zemin örgüde elde edilen atkı yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1)

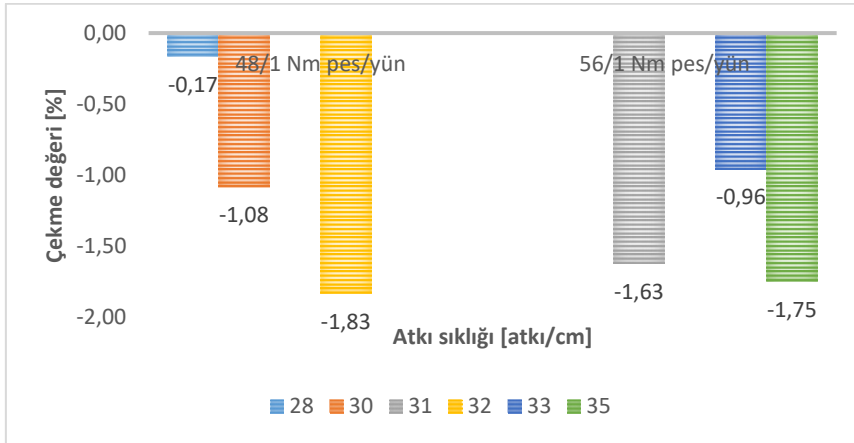
Şekil 4.41'de 4/2 dime zemin örgüde elde edilen çözgü yönünde wira çekme değerleri yer almaktadır. Elde edilen sonuçlarda Nm 56/1 polyester/yün atkı ipliği ile dokunanlarda sıklık

arttıkça çekme değerinin negatif yönde arttığı görülmüştür. Genel ortalamalar karşılaştırıldığında Nm 48/1 polyester/yün atkı ipliği ile dokunanların ortalamalarının daha düşük çıktığı görülmüştür.



Şekil 4.41. 4/2 Dimi zemin örgüde elde edilen çözgü yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1)

Şekil 4.42’de 4/2 dimi zemin örgüde elde edilen atkı yönünde wira çekme değerleri yer almaktadır. Elde edilen sonuçlarda Nm 56/1 polyester/yün atkı iplikli numunelerde ortalama -1,44 değeri ile çekme daha yüksek çıktığı görülmüştür.



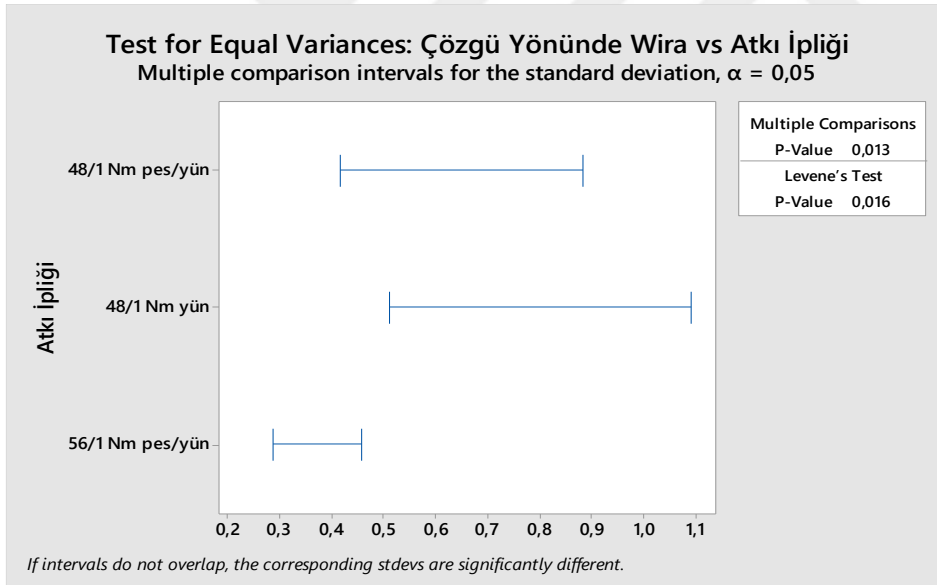
Şekil 4.42. 4/2 Dimi zemin örgüde elde edilen atkı yönünde ortalama wira çekme değerleri (A1)

A1- Deney planı atkı sıklığı için hipotez kurulur. Kurulan hipotez;  $H_0$  : Varyansları eşit ve  $H_1$  : Varyanslardan en az biri farklı şeklindedir. %95 güven seviyesinde göre Levene testi

yapılarak elde edilen p değeri 0,05'den büyük 0,956'dır. Buna göre atkı sıklıkları arasında istatistiksel olarak önemli herhangi bir fark yoktur diye yorumlanabilmektedir.

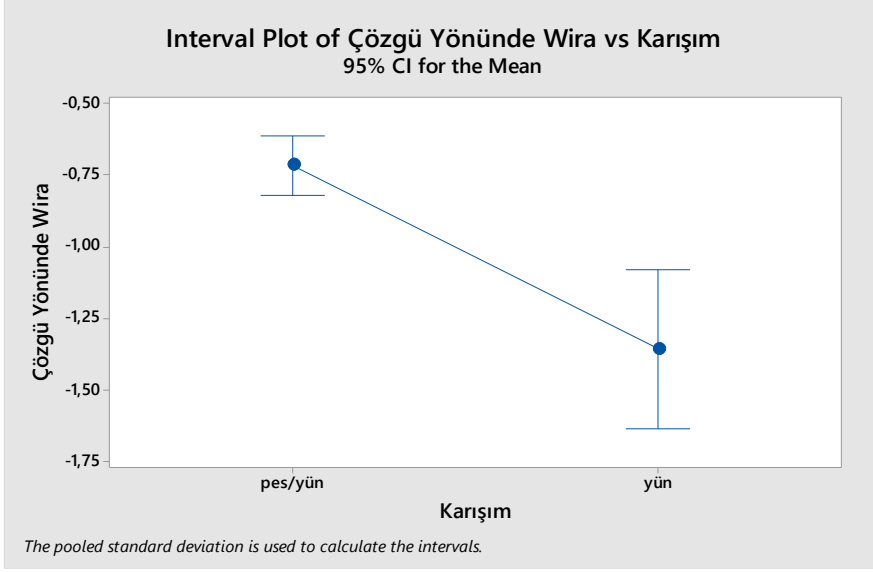
Tarak dizim için hipotez kurulur. Kurulan hipotez;  $H_0$  : Varyansları eşit ve  $H_1$  : Varyanslardan en az biri farklı şeklindedir. %95 güven seviyesinde göre Levene testi yapılarak elde edilen p değeri 0,05'den büyük 0,155'dir. Buna göre tarak dizimleri arasında istatistiksel olarak önemli herhangi bir fark yoktur diye yorumlanabilmektedir.

Atkı ipliği için hipotez kurulur. Kurulan hipotez;  $H_0$  : Varyansları eşit ve  $H_1$  : Varyanslardan en az biri farklı şeklindedir. %95 güven seviyesinde göre Levene testi yapılarak elde edilen grafikte de yer aldığı gibi p değeri 0,05'den küçük 0,016 olduğu için  $H_0$  reddedilir. Buna göre atkı ipliklerinden en az biri farklı diye yorumlanabilmektedir. Şekil 4.43'de yer alan numunelerin çözgü yönünde wira çekme değerleri için elde edilen karşılaştırma grafiği incelendiğinde Nm 56/1 polyester/yün diğerlerinden daha farklı; daha küçük olduğu görülmektedir.



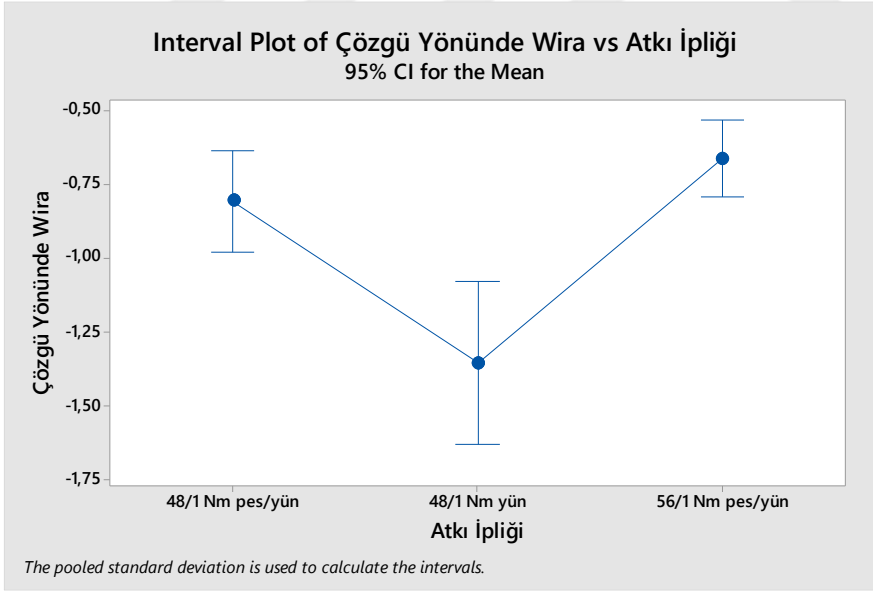
Şekil 4.43. Numunelerin çözgü yönünde wira çekme değerleri için atkı ipliği varyans analizi (A1)

Atkı ipliği karışımı için hipotez kurulur. Kurulan hipotez;  $H_0$  : Varyansları eşit ve  $H_1$  : Varyanslardan en az biri farklı şeklindedir. p değeri 0,05'den küçük 0,000 olduğu için  $H_0$  reddedilir. Alternatif hipotez kabul edilir. Buna göre atkı iplikleri karışımları arasında en az biri farklıdır diye yorumlanabilmektedir. Şekil 4.44'da karşılaştırma grafiği görülmektedir.



Şekil 4.44. Çözümlü yönde wira çekme değerleri için karışımların varyans analizi grafiği (A1)

Şekil 4.45’de karşılaştırma grafiği görülmektedir. En fazla çözümlü yönde çekenlerin; Nm 48/1 yün olduğu ardından Nm 48/1 polyester/yün geldiği en az değer ise Nm 56/1 polyester/yün olduğu görülmektedir.



Şekil 4.45. Çözümlü yönde wira çekme değerleri için atkı ipliklerinin varyans analizi grafiği (A1)

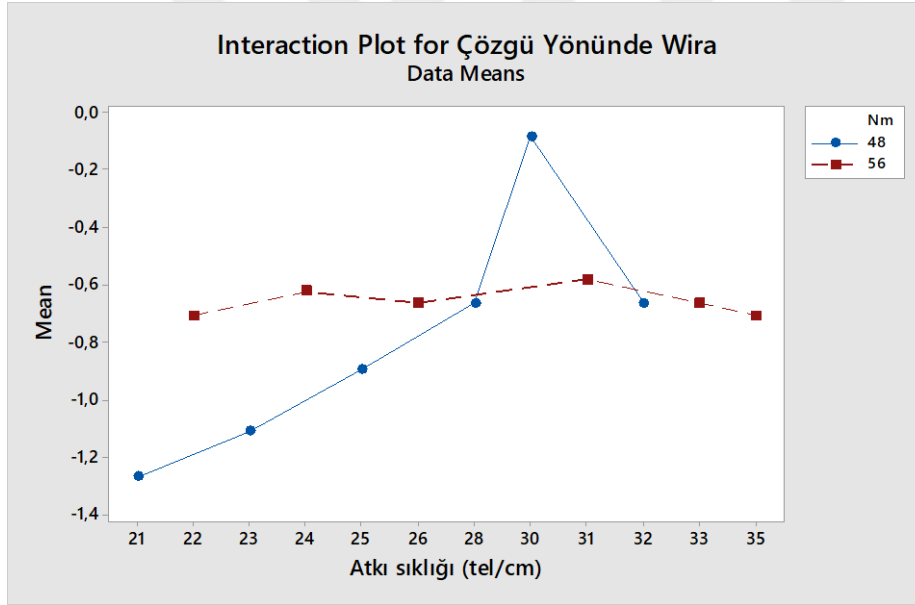
Atkı ipliği ile atkı ipliği sıklık arasındaki etkileşimlerinin etkisine bakmak için varyans analizi yapılır. Çizelge 4.13’de yer alan varyans analizi sonuçlarına göre p değeri  $\leq 0,05$  olan

atkı sıklığının %95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Şekil 4.46'da Etkileşim (Interaction Plot) grafiği yer almaktadır.

Çizelge 4.13. Çözümlü yönünde wira değerleri için varyans analizi (A1)

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	p değeri
Atkı sıklığı	2	0,005*
Atkı ipliği (Atkı sıklığı)	4	0,065
Zemin örgü (Atkı ipliği; Atkı sıklığı)	8	0,780

\*%95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli



Şekil 4.46. Çözümlü yönünde wira çekme değerleri için atkı sıklıklarının atkı ipliği ile etkileşim grafiği (A1)

G2 – Deney planı kapsamında hazırlanan numunelerin wira buhar silindiri yöntemine göre çekme test sonuçları elde edilmiştir. Wira değerlendirmesinde standarta göre kabul aralığı likrasız kumaşlarda sınır değeri  $\pm\%2$ , likralı kumaşlarda sınır değeri  $\pm\%3$ 'dür. Elde edilen değerler -2 ile 0,5 arasında kabul aralığındadır.



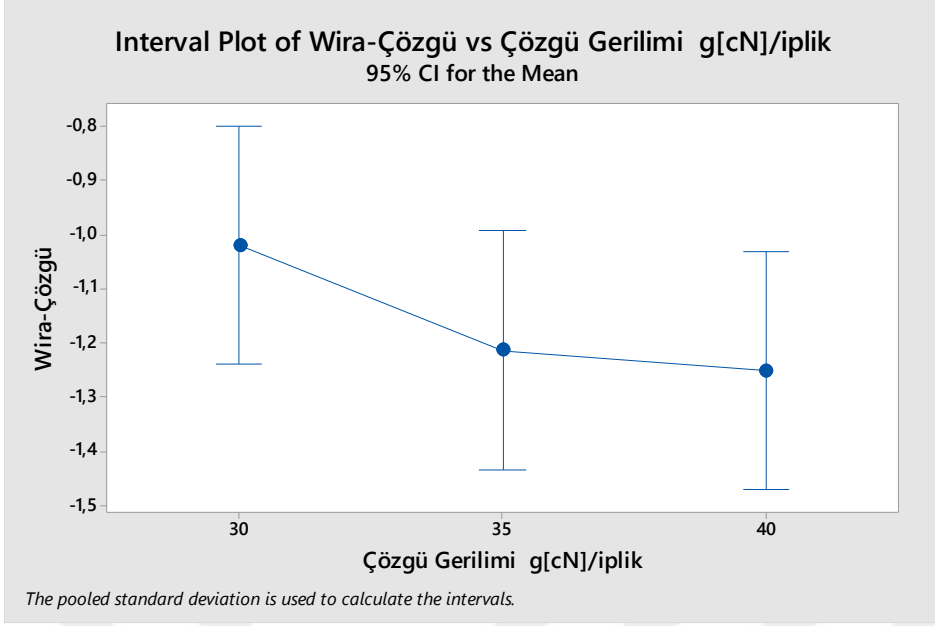
Çözgü yönünde wira değerleri için varyans analizi yapılmıştır. Bağımsız değişkenlerin ham kumaş değişim oranları bağımlı değişkenine göre yapılan %95 güven seviyesinde varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14’de yer almaktadır. Veriler incelendiğinde iplik tanımı\*çözgü gerilimi, iplik tanımı\*atkı sıklığı, çözgü gerilimi\*atkı sıklığı ikili etkileşimleri ve iplik tanımı\*çözgü gerilimi\*atkı sıklığı üçlü etkileşimleri istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. [%66,81 R-sq(adj)]

Çizelge 4.14. Çözgü yönünde wira değerleri için varyans analizi (G2)

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	p değeri
İplik tanımı	2	0,245
Çözgü gerilimi	2	0,310
Atkı sıklığı	2	0,185
İplik tanımı*Çözgü gerilimi	4	0,001*
İplik tanımı*Atkı sıklığı	4	0,003*
Çözgü gerilimi*Atkı sıklığı	4	0,000*
İplik tanımı*Çözgü gerilimi*Atkı sıklığı	8	0,000*

\*%95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli

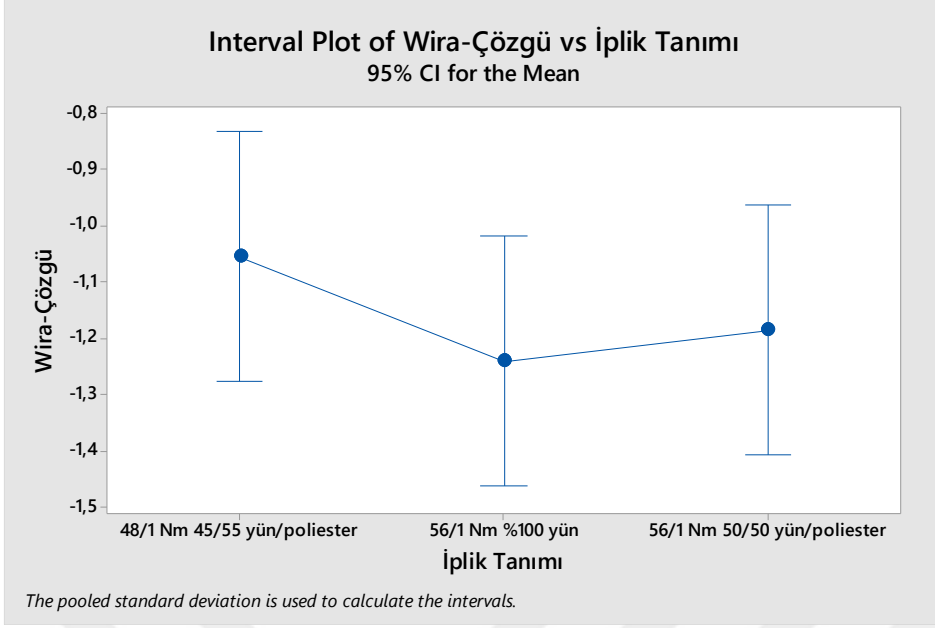
Şekil 4.47’de çözgü yönünde wira çekme değerlerin çözgü gerilimi ile değişimine bakıldığında çözgü gerilimi arttıkça çözgü yönünde wira çekme değerlerinin azaldığı görülmektedir.



Şekil 4.47. Çözgü gerilimlerine göre çözgü yönünde wira değerleri karşılaştırma grafiği (G2)

Çözgü yönünde wira çekme değerlerinin atkı ipliklerine göre değişimine bakıldığında en az değişimin en kalın iplik numarası olan Nm 48/1 atkı iplikli numunelerde olduğu, 56/1 Nm atkı iplikleri arasında kıyaslama yapıldığında ise 50/50 yün/polyester içerikli numunelerin %100 yün içerikli numunelere göre daha az toplama yaptıği görülmüştür (Şekil 4.48). Yün liflerinin %20-50 uzama oranları ile en yüksek elastik-uzamaya sahip olması nedeniyle 30 sn buharlı, 30 sn dış ortam olmak üzere 3 kez tekrarlanan işlem periyodu ile gerçekleştirilen wira buhar çekme test sonuçlarında da %100 yün atkı iplikli numunelerde kumaşların daha fazla toplanması beklenen sonuçtur.

Suyun etkisiyle makromoleküller arasındaki H köprüleri ve tuz köprüleri kısmen koptuğundan, yün liflerinin yaş kopma dayanımları kuru kopma dayanımlarına nazaran daha düşüktür. Sıcak su ve su buhar etkisi kalkınca kopan bağlar yeniden oluşur, şekil kalıcı olur. İşte bu yüzden %100 yün atkı ipliği kullanılmış olan numunelerin, yün liflerinin kıvrıcıklaşma isteğine kolaylıkla uyarak büzülmesi ve boylarının kısalması ile açıklanabilmektedir.



Şekil 4.48. Atkı iplik çeşitlerine göre çözgü yönünde wira değerleri karşılaştırma grafiği (G2)

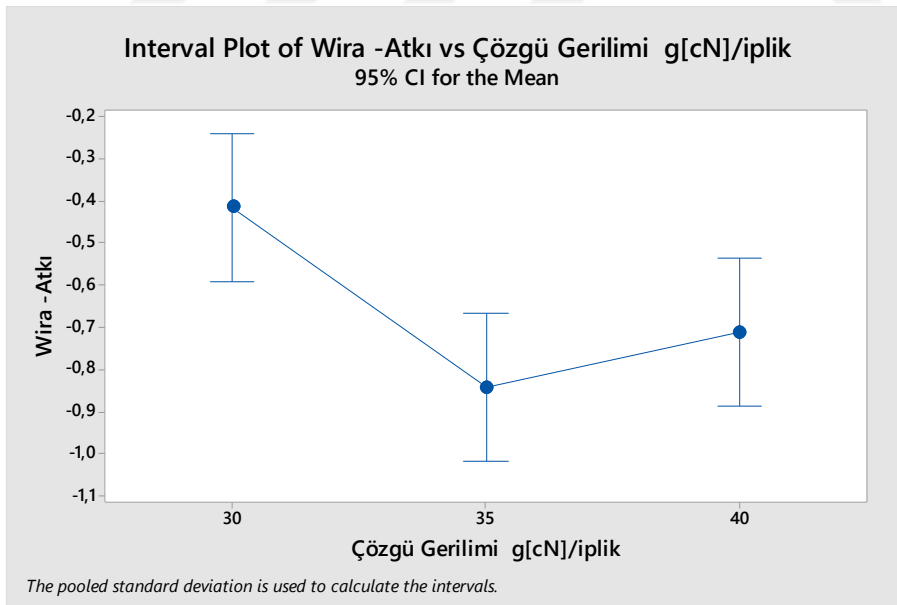
Atkı yönünde wira değerleri için varyans analizi yapılmıştır. Çizelge 4.15’de bağımsız değişkenlerin ham kumaş değişim oranları bağımlı değişkenine göre yapılan %95 güven seviyesinde varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Veriler incelendiğinde çözgü gerilimi, atkı sıklığı, iplik tanımı\*çözgü gerilimi, iplik tanımı\*atkı sıklığı, çözgü gerilimi\*atkı sıklığı ikili etkileşimleri ve iplik tanımı\*çözgü gerilimi\*atkı sıklığı üçlü etkileşimleri istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde p değeri 0,05’den küçük olanlar; istatistiksel olarak önemli olduğu görülenlerin p değerlerinin yanına \* işareti koyulmuştur. [%79,37 R-sq(adj)]

Çizelge 4.15. Atkı yönünde wira değerleri için varyans analizi (G2)

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	p değeri
İplik tanımı	2	0,074
Çözümlü gerilimi	2	0,000*
Atkı sıklığı	2	0,000*
İplik tanımı*Çözümlü gerilimi	4	0,009*
İplik tanımı*Atkı sıklığı	4	0,000*
Çözümlü gerilimi*Atkı sıklığı	4	0,085*
İplik tanımı*Çözümlü gerilimi*Atkı sıklığı	8	0,000*

\*%95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli

Atkı yönünde wira çekme değerlerin çözümlü gerilimi ile değişimine bakıldığında çözümlü gerilimi arttıkça düzenli değişim gözlenmezken 35 cN çözümlü geriliminde en fazla toplama görülmektedir (Şekil 4.49)



Şekil 4.49. Çözümlü gerilimlerine göre atkı yönünde wira değerleri karşılaştırma (G2)

Normal dağılım gösteren çözümlü ve atkı yönünde boyut değişim değerleri incelendiğinde, atkı sıklığı arttıkça atkı yönünde boyut değişimi azalma trendi gösterse de istatistiksel olarak

herhangi bir fark yoktur sonucu görülmüştür. Çözgü yönünde boyut değişim incelendiğinde en fazla çözgü yönünde çekenlerin; Nm 48/1 yün olduğu ardından Nm 48/1 pes/yün geldiği en az değer ise Nm 56/1 pes/yün olduğu ve atkı ipliği ile atkı ipliği sıklık arasındaki etkileşimlerinin etkisine bakmak için varyans analizi yapıldığında, p değeri  $\leq 0,05$  olan atkı sıklığının %95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Çekme değerleri işletme şartları açısından değerlendirildiğinde lycrasız kumaşlarda  $\pm\%2$  2 iken, lycralılarda  $\pm\%3$  olmaktadır. Üretilen tüm değerlerin için  $\pm\%2$  sınırları içerisinde olduğu görülmektedir.

#### **4.6. Dalgalanma Ölçüm Yöntemi Geliştirilmesi**

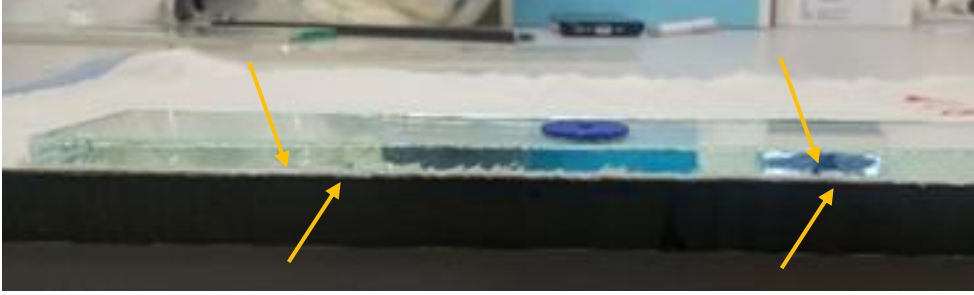
Dokuma kumaşlarda kenar dalgalanması (marullanması) istenmeyen bir kusur olmasına karşın, bunu objektif bir yöntemle derecelendirip ölçebilen ya da sınıflandıran genel bir yöntem olmadığı bilinmektedir. İşletmeler bu sorunu, kendi bünyelerinde gözleme dayalı farklı yaklaşımlar ile göreceli olarak değerlendirmeye tabii tutmaktadırlar.

Kenar dalgalanmasını analiz edebilmek için, doğal olarak bir değerlendirme yöntemi belirleme gereksinimi doğdu. Dalgalanma derecesi ölçümü sırasında kumaşın serbest halde mi, yoksa belirli bir yük altında mı olması gerektiği ortaya çıkan ilk belirsizliklerden birisi olmuştur. Objektif ve tekrarlanabilir bir çözüm üretebilmek için çeşitli denemeler yapılmış ve farklı yöntemler geliştirilerek değerlendirme yapılmıştır.

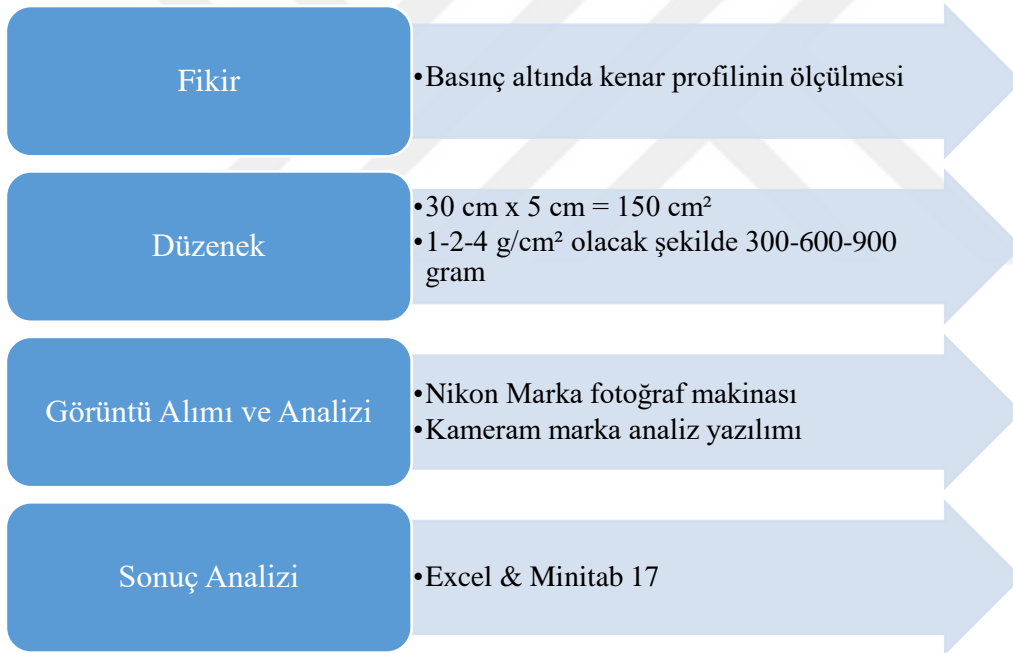
##### **4.6.1. Dalgalanma grafiği üzerinde ölçümler yardımıyla değerlendirme**

Kenar dalgalanma (marullanma) probleminin analizi için D1- Deney planı kapsamında numuneler hazırlanmıştır. Daha önce de ifade edildiği gibi, literatürde herhangi bir ölçüm metodu bulunmadığı için basit bir ölçme yöntemi belirleme ihtiyacı oluşmuştur. Kumaş kenarlarının serbest haldeki profilleri üzerinden bir ölçüm yapılmasına öncelik verilmiştir. Ancak farklı özellikte kumaşlar arasında önemli varyasyonlar oluşabileceği kaygısıyla, belirli bir basınç altında ölçümler yapılmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür. Uygulanacak basınç değerleri için SiroFAST-1, kumaş kalınlığı ölçümünde kullanılan yükleme değerleri referans alınmıştır. Bu yaklaşım çerçevesinde kumaş kenarlarına standart yüklerde baskı uygulayacak 30 cm x 5 cm (150 cm<sup>2</sup> alan) ebatlarında cam levha hazırlanmıştır. Bu levhanın üzerine 300-600-900 gram ağırlığında yükleme yapacak ek ağırlıklar hazırlanmış ve

dolayısıyla kumaş kenarı yüzeyine 1, 2 ve 4 g/cm<sup>2</sup> değerlerinde basınç uygulanabilmesi sağlanmıştır. Kurulan ölçüm düzeneğinde 300, 600, 900 gram ağırlık alınan fotoğraf görüntüleri değerlendirilmiştir. Şekil 4.50'de zemin kenarı profil fotoğrafı yer almaktadır. Şekil 4.51'de iş akış diyagramı yer almaktadır.

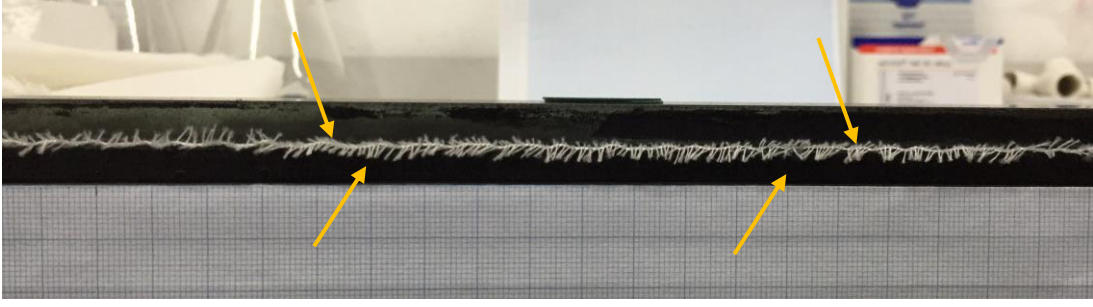


Şekil 4.50. 300 gram ağırlıklı zemin kumaş kenarı profil fotoğrafı



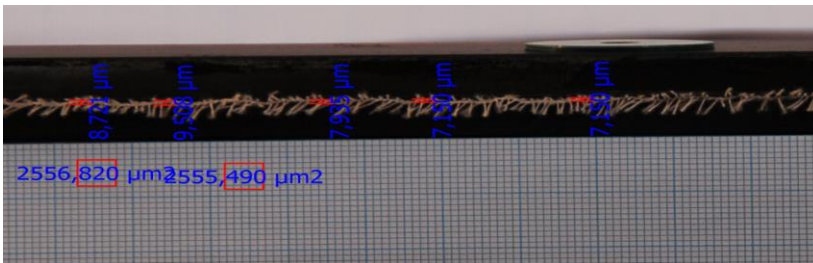
Şekil 4.51. Dalgalanma ölçüm metodu için iş akış diyagramı

Ham kumaş numunesinin ekru renkte olması nedeniyle, cam tabaka altındaki kumaş kenar eğrisinin görünürlüğünü artırmak ve daha düzgün görüntü alabilmek adına; cam levha mat cam sprej boyası ile siyaha boyanmıştır. Şekil 4.52'de 300 gram yük altında alınan kenar görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 4.52. 300 gram ağırlık altında 6-6 kenar dizimli kumaş kenarı profil eğrisi fotoğrafı

Doğrudan numune üzerinde ölçüm almanın zorlukları nedeniyle, kumaş kenar profilinin fotoğrafları çekilerek fotoğraf üzerinde analiz yapılması uygun bulunmuştur. Her bir ağırlık düzeneği ile 2 ya da 3 adet fotoğraf çekimi yapılarak yaklaşık 1000 adet fotoğraf görüntüsü alınıp, alınan görüntülerden net olanlar seçilmiştir. Elde edilen görüntüler, Kameram görüntü işleme yazılımı ile analiz edilmiş ve ölçümleri alınmıştır. Kenar profili üzerinde ölçüm ekranına ait bir fotoğraf Şekil 4.53’de yer almaktadır. Kaç ölçüm yapılması gerektiği ile ilgili fikir vermesi adına aynı şartlar altında aynı numune üzerinden ölçüm değerleri alınmıştır. Çekim anında numune kumaşın altına yerleştirilen milimetrik kâğıt, görüntü işleme sırasında referans ölçek olarak kullanılmıştır. Alınan görüntülerde dalgalanmaya yol açan tepe ve çukurların genlikleri manuel olarak ölçülmüştür. Yazılımda pixel ölçeğiyle alınan ölçüm değerleri milimetrik kâğıt ölçeğine göre orantılanarak gerçek değerler hesaplanmıştır. Kenar tel dizimleri 6-6 olan numunede 1 g/cm<sup>2</sup> basınç altında ölçüm yığın büyüklüğü 10 ve 20 olmak üzere ölçümler yapılmıştır. Çizelge 4.16’da sonuçlar yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre 10 ölçüm ile 20 ölçüm değerleri analiz edildiğinde; değişim katsayısı (cv) sırasıyla %11,32 ve %11,25 olarak hesaplanmış ve anlamlı bir fark olmadığı gözetilerek değerlendirmelere 10 ölçüm ile devam edilmeye karar verilmiştir.



Şekil 4.53. Kameram yazılım ekranında, piksel bazında genlik ölçümleri alınması

Çizelge 4.16. Kenar tel dizimi 6-6 olan numunede 300 gram yük altında alınan ölçüm ve hesaplanan genlik değerleri (D1)

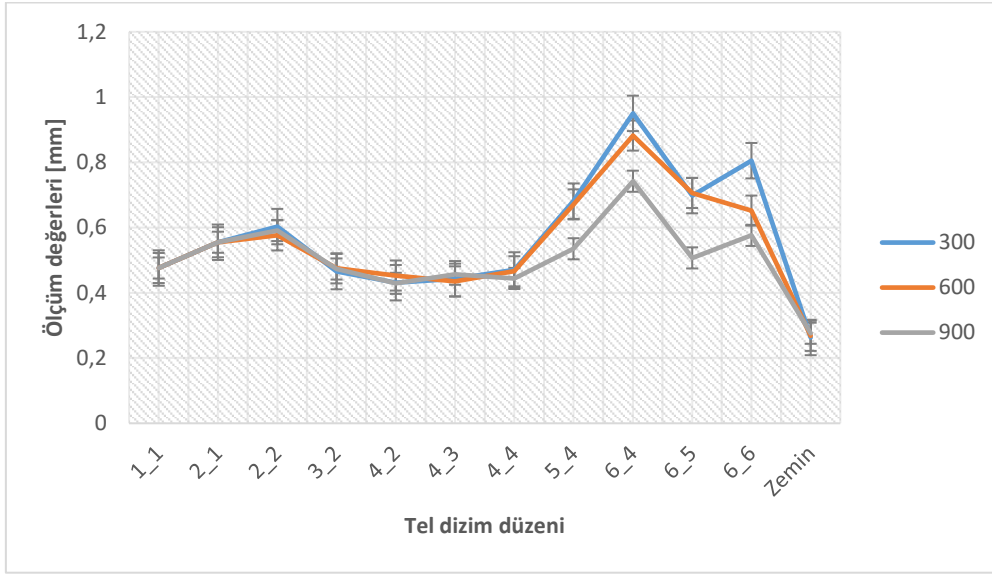
Ölçüm no	Tarak dizim	Ağırlık [gram]	20'li Ölçüm kümesi		10'lu Ölçüm kümesi	
			Ölçüm [piksel]	Hesaplanan değerler [mm]	Ölçüm [piksel]	Hesaplanan değerler [mm]
1	6-6	300	7,15	0,709358	9,508	0,945966
2	6-6	300	7,935	0,787238	7,935	0,789466
3	6-6	300	7,935	0,787238	8,721	0,867666
4	6-6	300	7,935	0,787238	7,15	0,711365
5	6-6	300	7,15	0,709358	7,15	0,711365
6	6-6	300	7,15	0,709358	7,15	0,711365
7	6-6	300	7,935	0,787238	8,721	0,867666
8	6-6	300	7,15	0,709358	7,15	0,711365
9	6-6	300	8,721	0,865218	7,935	0,789466
10	6-6	300	8,721	0,865218	9,508	0,945966
11	6-6	300	9,508	0,943297		
12	6-6	300	9,508	0,943297		
13	6-6	300	9,508	0,943297		
14	6-6	300	8,721	0,865218		
15	6-6	300	7,15	0,709358		
16	6-6	300	9,508	0,943297		
17	6-6	300	7,15	0,709358		
18	6-6	300	8,721	0,865218		
19	6-6	300	7,15	0,709358		
20	6-6	300	7,935	0,787238		
Ölçüm Sonuçları			8,13205	0,806788	8,0928	0,805165
Ortalama Değer			8,13	0,81	8,09	0,81
% CV				11,25		11,32

Basınç altında ağırlık kriterleri test yönteminden yola çıkarak oluşturulan düzenekte görüntüleri alınan numunelerin değerlendirilmesi yapılmıştır. D1-Deney planı kapsamında hazırlanan numune fotoğrafları üzerinde elde edilen ölçüm sonuçları alınmıştır. Çizelgede yer alan numara; çekilen fotoğrafın numarasını, tel dizim; kenar tel dizim değerini, gram; kumaş üzerine uygulanan ağırlık miktarını, değerler ise ölçüm sonuçlarının  $5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} = 25 \text{ mm}^2$



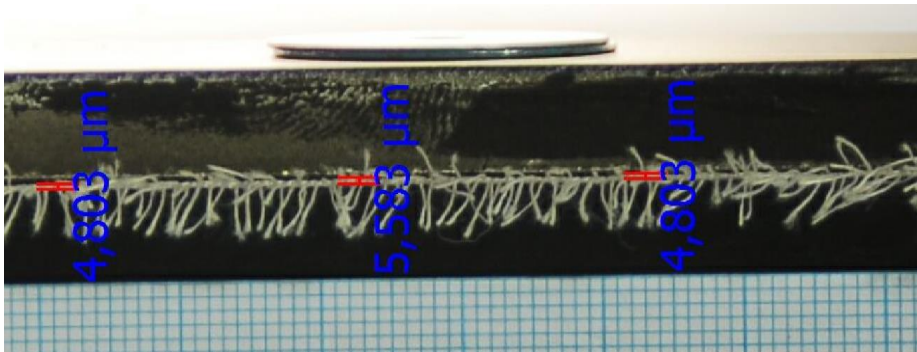
lik alana göre kalibre edilmiş değerleri ifade etmektedir. Üç farklı ağırlık altında yapılan ölçümlerin karşılaştırması Şekil 4.54’de yer almaktadır.

D1- Deneş planı kapsamında elde edilen sonuçlara göre zemin, 1-1, 2-1, 2-2, 3-2, 4-2, 4-3, 4-4 tarak dizimine sahip numunelerde alınan ölçümlerde 300, 600 ve 900 g ağırlık uygulamasının anlamlı bir fark oluşturmadığı gözlenmiş, fakat 5-4, 6-4, 6-5, 6-6 tarak dizimine sahip numunelerde ağırlık farkının etkisi gözlenmiştir.



Şekil 4.54. Farklı ağırlık baskısı altında alınan ölçüm değerlerinin karşılaştırması (D1)

Ağırlık değerleri arttıkça ölçüm değerlerinin düştüğü görülmüştür. 4-4’e kadar olan (1\_1, 2\_1, 2\_2, 3\_2, 4\_2, 4\_3, 4\_4) numuneler de, görüntü olarak da fazla miktarda dalgalanma görülmemiş durumdadır. Pek fazla dalgalanma gözlenmeyen grup içerisinde en fazla tel dizimlere sahip olan 4-4 için alınan görüntüden kesit Şekil 4.55’de görülmektedir.

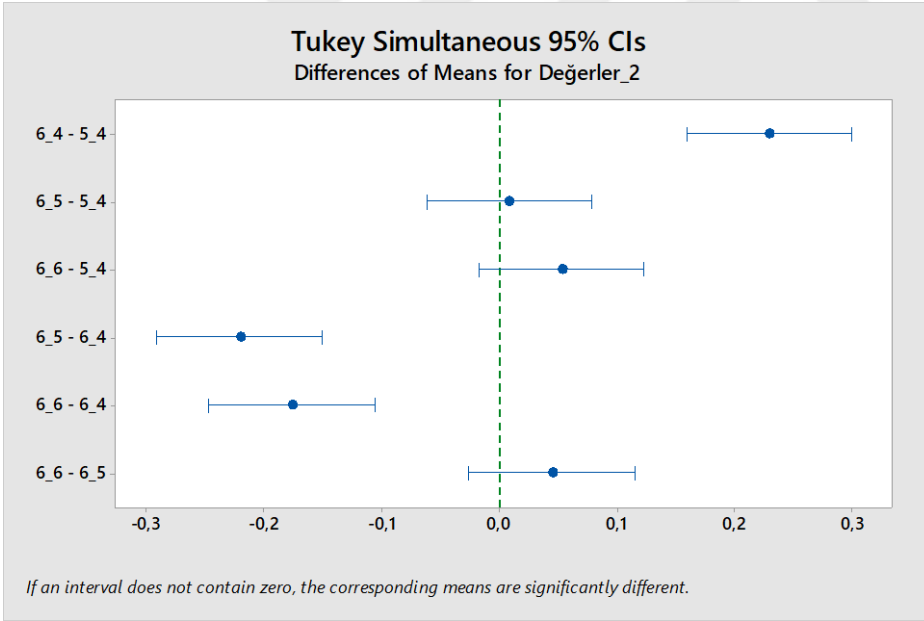


Şekil 4.55. 4\*4 tel dizime sahip olan numune fotoğraf kesiti (D1)

Farklılık gözlenen 5-4, 6-4, 6-5, 6-6 değerleri 2. Grup olarak ayrılarak farklı olan hakkında fikir sahibi olabilmek için, Tukey karşılaştırma testi yapılmıştır. Çizelge 4.17’de yapılan Tukey test sonuçları yer almaktadır. Sonuçlara göre 6\_4 tel dizime sahip olan diğerlerinden farklıdır. İlgili karşılaştırma grafikleri Şekil 4.56’da görülmektedir.

Çizelge 4.17. Tukey testi ile yapılan tel dizim karşılaştırma sonuçları (D1)

Tel dizim	Ortalama	Grup
6_4	0,6368	A
6_6	0,8580	B
6_5	0,6811	B
5_4	0,6288	B

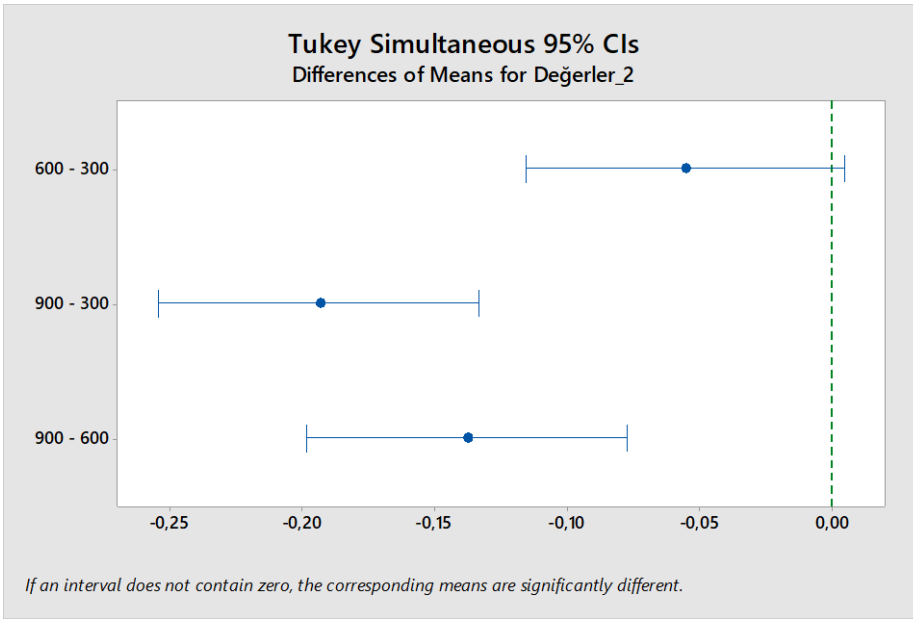


Şekil 4.56. Tel dizim karşılaştırma Tukey sonuç grafiği (D1)

Sonrasında ağırlık değeri için 2. Grup için Tukey karşılaştırma testi yapılmıştır. Çizelge 4.18’de yapılan Tukey test sonuçları yer almaktadır. Sonuçlara göre 900 grama sahip olan diğerlerinden farklıdır. İlgili karşılaştırma grafikleri Şekil 4.57’de görülmektedir.

Çizelge 4.18. Tukey testi ile yapılan ağırlık karşılaştırma sonuçları (D1)

Gram	Ortalama	Grup
300	0,7835	A
600	0,7279	A
900	0,5899	B



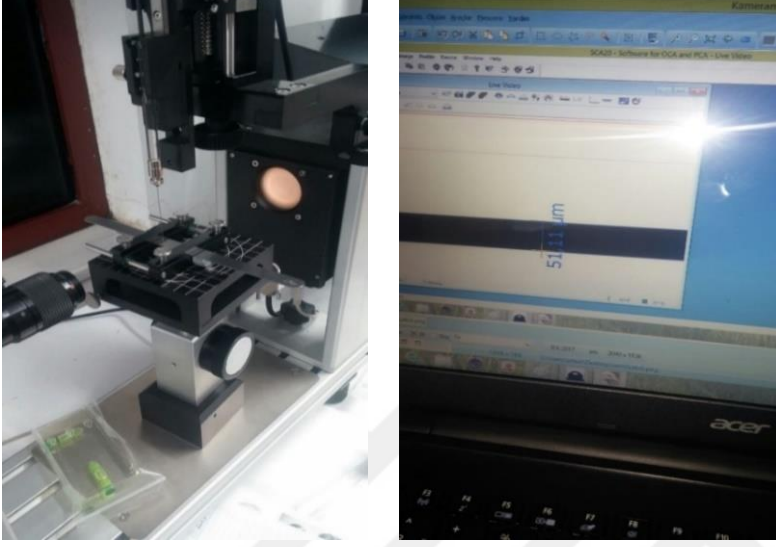
Şekil 4.57. Uygulanan ağırlık karşılaştırma Tukey sonuç grafiği (D1)

Basınç altında kenar profil genliklerini manuel ölçme test yönteminden yola çıkarak oluşturulan düzeneğe, istenilen görüntü alınsa da fotoğraf netlikleri ve yazılımın hassasiyet konusunda yetersizlikleri ve özellikle değerlendirmenin uzun zaman alması nedeniyle bu yöntem uygun bulunmamıştır. Elde edilen sonuçların fazlaca sübjektif olması da diğer bir olumsuzluk olarak değerlendirilmiştir.

#### 4.6.2. Dalgalanma genlik değerinin temas açısı ölçüm cihazından yararlanarak belirlenmesi ve değerlendirilmesi

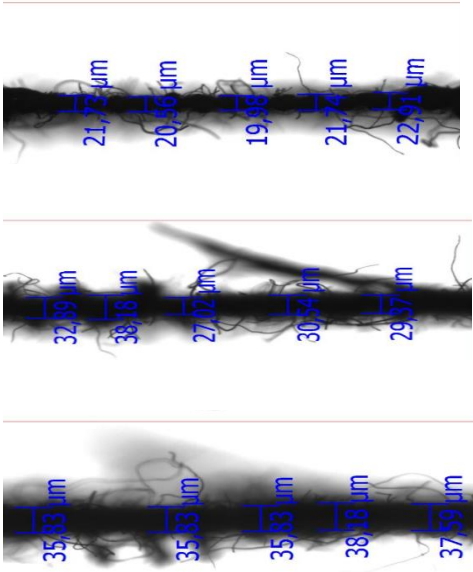
Basınç altında ölçüm yönteminden istenilen sonucun elde edilememesi nedeniyle farklı bir seçenek olarak Temas açısı ölçüm cihazından yararlanılması öngörülmüştür. Kumaşın kenar yapısı hakkında fikir sahibi olmak için temas ölçüm cihazına belli kalınlık değerine sahip bir

parça koyulması ve ölçüm alınması planlanmıştır. Cihaza yerleştirilen 50 mm lik sentil çakısı parçası için uygun konum bulunmaya çalışılmıştır, ışığa yakın uzak ve orta mesafe gibi belli konumlarda belli yüksekliklerde ölçümler alınarak görüntüler alınmıştır. Alınan bu görüntüler Kameram marka analiz yazılım programında ölçülendirilmiştir. Sentil çakısının yerleştirilmesi ve yazılımda ölçülendirilmesi Şekil 4.58’de yer almaktadır.



Şekil 4.58. Sentil çakısındaki 50 mm kalınlıktaki parçanın cihaza yerleştirilmesi ve Kameram marka yazılımda ölçülendirilmesi

BS EN ISO 5084:1997 standardına göre kumaş numunelerinden beş adet örnek alınmış ve ortalama kalınlık değeri 0,37 mm çıkan numunede deneme yapmak için Temas açısı ölçüm cihazına yerleştirilmiş ve ölçüm alma denemeleri yapılmıştır. Şekil 4.59’da sırasıyla yer alan ışığa göre yakın, orta, uzak konumlamaları yapılarak görüntüleri alınmış, Kameram yazılımına aktarılarak ölçümleri alınmıştır.



Şekil 4.59. Kalınlık ölçümü alınan numune kumaşın farklı konumlarda ölçülendirilmesi

Alınan ölçümler fotoğraf makinası ile alınan fotoğraflara göre daha net olmuş ve ölçümler daha kolay yapılabilmektedir. Dalgalanma değerlendirme metodolojisi geliştirmek için belirli bir ışık kaynağından yararlanılarak uygun konum belirlenmesi ile ölçüm yapılabileceği ve bu yaklaşım çerçevesinde uygun bir değerlendirme metodolojisi geliştirilebileceği öngörülse de, pratik bir çözüm olamayabileceği için başka yöntem arayışlarına devam edilmesine karar verilmiştir.

#### 4.6.3. Dalgalanma derecesinin standart kenar profil şablonu yardımıyla karşılaştırmalı belirlenmesi ve değerlendirilmesi

Kenar dalgalanma (marullanma) ölçümlerinde numune kumaşları standart ortamlarda gözlemleyebilmek adına öncelikle bir dalgalanma ölçüm sehpa düzeneği tasarlanmış ve Yünsa bünyesinde mekanik atölyede imalatı gerçekleştirilmiştir. Kumaş kenarının ölçüm sırasında serbest halde olmasının yani bir ağırlık uygulanmamasının daha doğru olacağı anlaşılmıştır. Ancak ölçüm aşamasında dalgalanmanın dikey yönde mi yatay yönde mi daha sağlıklı ölçülebileceği sorgulanmıştır. Yapılan denemelerin gözlem sonuçları üzerinde tartışılmış ve sonuçta yatay yönde konumlanarak serbest halde serilmiş olmasının en doğru uygulama olacağına karar verilmiştir. Ölçüm sehvası bu düzene göre yapılmış ve kenar görüntü analizinde kontrast oluşturması için siyaha boyatılmıştır.

Kenar dalgalanma ölçüm sehпасına hazırlanan numuneler uygun formda yerleştirilmiştir. Numuneler sehpa yüzeyinde bir sıkıştırma silindiri ile sabitlenirken, diğer taraftan sabit bir ağırlık altında gerilime maruz bırakılmıştır. Şekil 4.60'daki gibi Nikon marka fotoğraf makinesi ve 18-200 mm zoom lens (33 mm odak uzaklığında F 4,5 ve pozlama süresi 1/50 s) ile çekimleri yapılmıştır. Çekilen fotoğrafların görüntü analizlerinde ölçeklendirme yapabilmek için milimetrik kağıt ve metal cetvel kullanılmıştır. Alınan görüntüler Adobe Photoshop CS5 yazılımı ile gerçek ölçülerde boyutlandırılmış ve çıktılar alınmıştır.



Şekil 4.60. Dalgalanma ölçüm sehпасı üzerinde kenar profillerinin görüntülenmesi

Kenar profil standartlarını belirleyebilmek amacıyla, tüm kenar profil eğrilerini karşılaştırıp ortak yönlerini belirlemeye karar verilmiştir. Alınan çıktıların görüntü analizlerinin yapılabilmesi için şeffaf asetat folyosu kullanılmıştır. A3 boyutunda formunda alınan çıktılar A4 şeffaf folyolara kopyalanmıştır. Böylece, elde edilen kenar profilleri için bir sınıflandırma aralığı belirlenebilecektir. Şablona alınan görüntüler, milimetrik kağıt üzerinde ölçeklendirme yapılarak transparan film ile üst üste çakıştırılarak hangi ölçüm aralığı içine girdiğine karar verilmiştir. Tüm fotoğraflar için aynı düzende ilerlenerek alınan tüm görüntülerin sistematik biçimde sınıflandırılması sağlanmıştır.

D2-Deney planı kapsamında hazırlanıp fotoğrafları ölçüm sehpasında çekilip, şablona alınan profil görüntüleri 2 kişi 2'şer kez kontrol ederek puanlama yaparak değerlendirmiştir. Elde edilen sonuçların ortalamaları alınarak elde edilen ölçüm sonuçları alınmıştır. Elde edilen kumaşların dalgalanma ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır. Minitab 17'de analiz edilerek değerlendirme yapılmıştır.

D2- Deney planı kapsamında hazırlanan numunelerin dalgalanma ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır. Öncelikle elde edilen ölçüm sonuçlarının normal dağılımına bakılmıştır. Normal dağılım analizinde p value değeri 0,05'den küçük olduğu için verilerin normal dağıldığı görülmüştür. Tüm etkileşimler için varyans analizi yapılmıştır. Bağımsız değişkenlerin dalgalanma ölçüm sonuçlarına göre yapılan %95 güven seviyesinde varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19'da yer almaktadır. Veriler incelendiğinde atkı sıklık ve kenar tel diziminin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçların yer aldığı Tablo incelendiğinde p değeri 0,05'den küçük olanlar; istatistiksel olarak önemli olduğu görülenlerin p değerlerinin yanına \* işareti koyulmuştur. Şekil 4.61'de dalgalanma ölçüm sonuçlarında tüm etkileşimlerin görüldüğü Etkileşim (Interaction Plot) grafiği çizdirilmiştir

Çizelge 4.19. Dalgalanma ölçümü varyans analizi (D2)

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	p değeri
Atkı sıklık	4	0,045*
Atkı iplik	2	0,913
Kenar tel dizim	6	0,000*
Atkı sıklık*Kenar tel dizim	24	0,448
Atkı iplik Nm*Kenar tel dizim	12	0,798

\*%95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli



Şekil 4.61. Dalgalanma ölçüm sonuçlarının etkileşim grafiği (D2)

Yapılan ölçüm sonuçlarından görülmektedir ki, atkı sıklığı ve kenar tel dizimlerinin kenar dalgalanmasına istatistiksel olarak önemli etki ettiği bu nedenle kenar konstrüksiyonlarının kenar dalgalanmasına sebebiyet vermeyecek şekilde tasarlanması gerektiği sonucuna varılmıştır. Zemin ve kenar arasındaki dengenin bozulması kenarda ayrı zeminde ayrı karakteristik olduğunda çarpılma sözkonusu bu da yapıda dalgalanma olarak ortaya çıkmaktadır. Kumaş yapısında artan atkı sıklıkları ile zemin kenar ve kenar çözgü sıklıkları arasındaki fark nedeniyle kumaş dengesinin bozulması söz konusu olmaktadır.

D3- Deney planı kapsamındaki numunelerin dokuması sırasında dalgalanma ya da kenar gerginliği söz konusu olduğunda tezgâha müdahale edilmiş ve ihtiyaç duyulan ayar yapılmıştır. Numune bilgileri ve elde edilen ölçüm sonuçlarının ortalamaları alınmıştır. Deney planı kapsamındaki kumaşların dalgalanma ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır. Öncelikle elde edilen ölçüm sonuçlarının Normal dağılımına bakılmıştır. Normal dağılım analizinde p değeri 0,05'den küçük olduğu için verilerin normal dağıldığı görülmüştür. Tüm etkileşimler için varyans analizi yapılmıştır. Çizelge 4.20'de bağımsız değişkenlerin dalgalanma ölçüm sonuçlarına göre yapılan %95 güven seviyesinde varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Tablodaki veriler incelendiğinde atkı iplik numarasının istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde p değeri 0,05'den küçük olanlar;

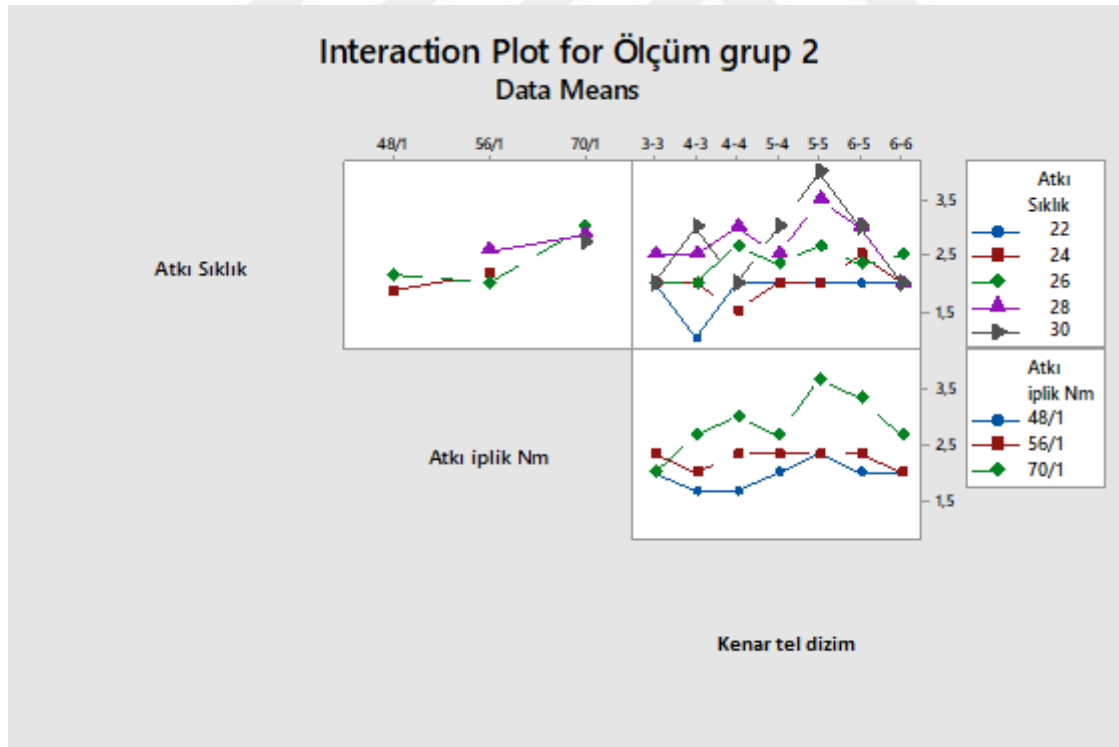


istatistiksel olarak önemli olduğu görülenlerin p değerlerinin yanına \* işareti koyulmuştur. Şekil 4.62’de D3 deney planına ait dalgalanma ölçüm sonuçlarında tüm etkileşimlerin görüldüğü Etkileşim (Interaction Plot) grafiği çizdirilmiştir.

Çizelge 4.20. Dalgalanma ölçümü varyans analizi (D3)

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	p değeri
Atkı sıklık	4	0,691
Atkı iplik	2	0,017*
Kenar tel dizim	6	0,259
Atkı sıklık*Kenar tel dizim	24	0,64
Atkı iplik Nm*Kenar tel dizim	12	0,485

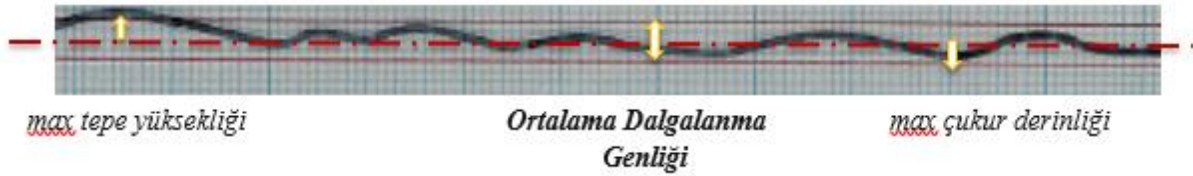
\*%95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli



Şekil 4.62. Dalgalanma ölçüm sonuçlarının etkileşim grafiği (D3)

Dokuma kumaş kenarların dalgalanmasına (marullanmasına) etki eden faktörler, deneme yanılma ile öngörülebilmekteydi. Ancak bu etkileşim kalitatif olarak yorumlanabilse de, pratik anlamda etki oranları belirli değildi. Bu çalışmada söz konusu faktörler sistematik olarak belirlenmiş ve dalgalanma derecesini etkileme ağırlıkları da, literatürde belki de ilk kez ortaya konabilmiştir. Tezgâh ayarlarının da kenar dalgalanmasında etkili olduğu gözlemlenmiştir. Uygulanan ölçüm metodu başarılı olsa da, zahmetli ve zaman alıcı olduğu için daha da pratik hale getirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle doğrudan kumaş kenarı üzerinde değerlendirmeye olanak verecek pratik bir çözüm arayışına gidilmiştir.

Kumaş yüzeyinin pürüzlü bir yapıya sahip olduğu, çeşitli cihaz ve teknikler ile ölçülebildiği bilinmektedir. Pürüzlülük ve dalgalanma ortaya çıkma nedenleri farklı olmakla birlikte benzer davranışlar gösterirler. Geliştirilen yöntemde de kumaşın pürüzlülüğü ihmal edilerek elde edilen kenar dalgalanma eğrisi üzerinde yer alan tepe ve çukurların yükseklik ve derinliklerinin dalgalanmaya neden oldukları dolayısıyla da dalgalanma derecesini tanımlamaları gerektiği kabul edilmiştir. Bir önceki deneysel çalışmada yapılan ölçüm sonuçlarının analizleri bazında, belirli dalgalanma aralıklarının öngörülebileceği anlaşılmıştır. Bu nedenle de farklı genlik aralıklarında yer alabilecek tipik dalgalanma eğrileri tanımlanmıştır. Şekil 4.63’de tipik bir dalgalanma eğrisi yer almaktadır.

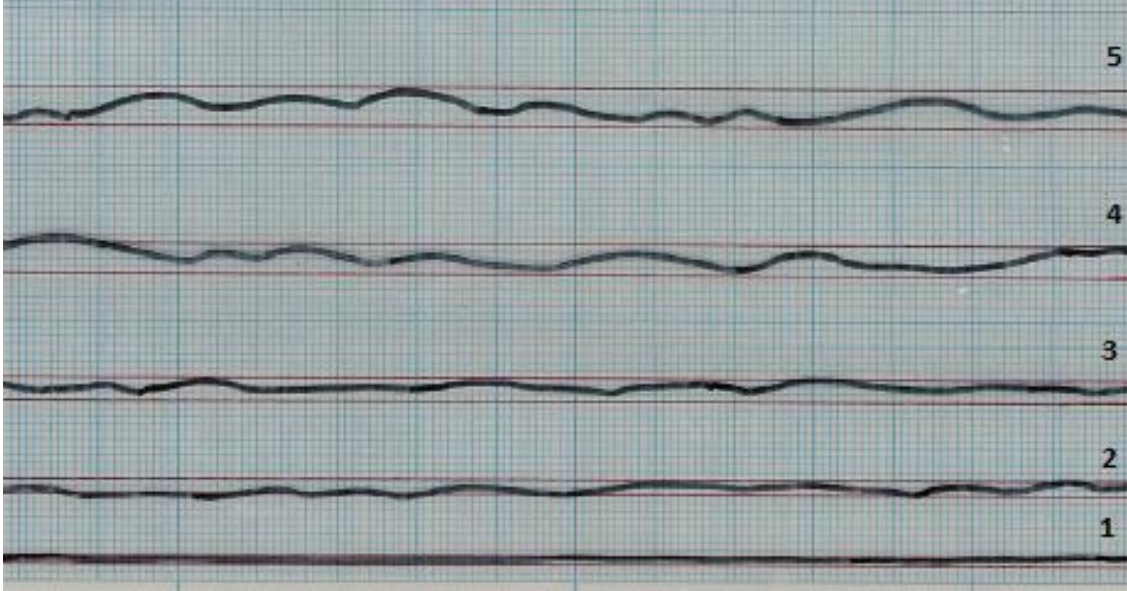


Şekil 4.63. Tipik bir dalgalanma eğrisinin karakteristiği ve genlik ölçümü

Geniş bir aralıkta üretilen kumaş numunelerinin dalgalanma eğrileri çıkarılarak analiz edilmiştir. Bu eğriler benzer karakteristik göstermekle birlikte genlik değerleri geniş bir aralıkta dağılım göstermiştir. Aralarındaki farkların küçük olması nedeniyle, genlik değerlerini gruplamanın kolaylık sağlayacağı düşünülmüş ve bu yönde bir değerlendirme yapılmıştır. Deneysel çalışmada kullanılan kumaş grubunun ortalama kalınlığı 0,37 mm olarak ölçülmüştür. İlk grubu tanımlarken; max tepe yüksekliği ile min çukur derinliği uzaklığının kumaş kalınlığına eşdeğer ya da daha küçük olan örnekleri içeren bir grup tanımlanmıştır. Bu durumda yaklaşık  $(0,37+0,37+0,37)$  1,11 mm dalgalanma genliği elde edilmiştir. Bu durumda kalınlık değeri 0,30-0,40 [mm] aralığındaki kumaşlar için ilk dalgalanma genlik değerini 1 mm olarak

alınması uygun görülmüştür. Bu aralıktaki tüm kumaşlar dalgalanma genliği sıfır ya da ihmal edilecek kadar küçük olarak tanımlanmış olacaktır. Bu yaklaşım bazında gruplanmış kümeler için; ardışık beş genlik aralığı tanımlanabileceği ve her grup için elde edilebilecek maksimum genlik değerinin bu genlik değeri olarak tanımlanabileceği görülmüştür. Şekil 4.64’de görüldüğü üzere; çalışmada kullanılan kumaş numuneleri bazında öngörülen genlik değerlerini sırasıyla 1, 2, 3, 4 ve 5 mm olarak belirlenmiştir.

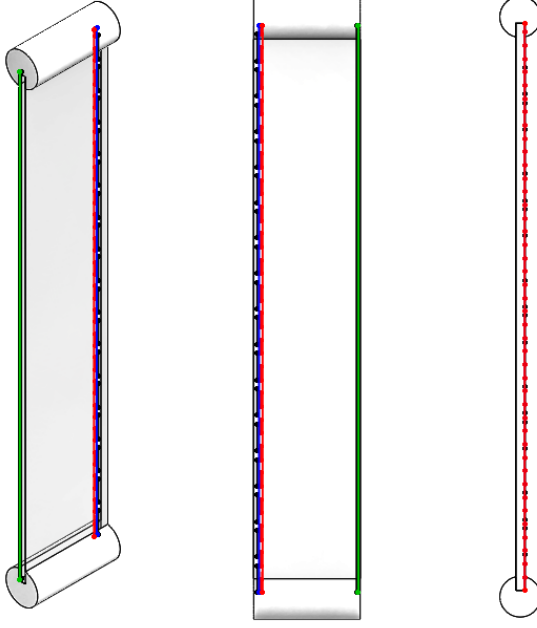
Bu dalgalanma aralıklarının kalınlığı; 0,30 - 0,40 mm aralığında yer alan kumaşlar için edilen sonuçlar vereceği söylenebilir. Kumaş kalınlığının 0,5 mm’yi aştığı durumlar için farklı genlik aralığında ölçüm skalası tanımlanması gerekecektir.



Şekil 4.64. Tipik bir dalgalanma eğrisinin karakteristiği ve genlik ölçümü

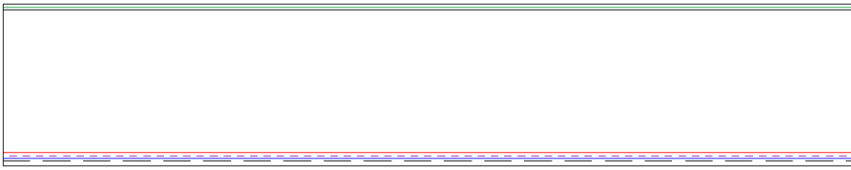
Burada önerilen ölçüm cetveli sayesinde, işletmeler ürünlerini objektif ve tekrarlanabilir bir ölçüm yöntemi çerçevesinde sınıflandırabileceklerdir. Bu ölçüm yönteminde elde edilecek veriler ile değişik ürün tipleri ve partilerinde de izlenebilirlik sağlayarak, sağlıklı bir karşılaştırma yapabilme olanağına kavuşacaklardır. Cetvel yardımı ile kişi ölçüm yapabilmektedir. Pratikliği ve doğruluğu kullanım ile teyit edilmiştir.

Şekil 4.65’de tasarlanan cetvel için Solidworks® yazılım desteğiyle çizimi yer almaktadır. İlgili cetvelin bir tarafında 1 mm ve 2 mm’lik yükseklik gösteren renkleri ile ayırt edilebilen 2 çizgi, diğer tarafında 2 mm, 3 mm, 4 mm ve 5 mm’lik yüksekliği gösteren çizgiler mevcuttur.



Şekil 4.65. Tasarlanan cetvelin Solidworks® desteğiyle çizilen imalat resimleri

Plexy cam malzeme 32x6 cm ölçülerinde 5 mm kalınlığında, lazer makinesinde kesilmiştir. Şekil 4.66'da yer alan CORELDRAW® X8 programında yer alan tasarım çizilmiştir. İlgili tasarımda bir kenarında 1'er mm olan 2 ölçü, diğer tarafına 2 mm'den başlayan 1'er mm aralıklar ile 5 mm'ye kadar ölçülendirme yapılmıştır. Ardından dijital baskı makinasında şeffaf folyoya baskı yapılmıştır. Dijital baskıdan alınan şeffaf parça plexy malzemeye aktarımı gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.66. CORELDRAW® X8 desteğiyle yapılan dalgalanma derecesi ölçeklendirmesi

Laminasyon makinesinde üzerine koruyucu çekilmiştir. Şekil 4.67'de görüldüğü hali ile cetvel tasarımı sağlanmıştır. Tasarlanan cetvelin kenar kısımlarına Yünsa bünyesinde mekanik atölyede ticari ismi Derlin olan Polioksümetilen malzemesinden 30 mm çapında cetvelin yükseliğinde malzeme ile tutturulmuştur. Böylece masada serili bir kumaşı gözlemleyebilme ve ölçme olanağı sağlayan bir ölçüm aracı geliştirilmiştir.



Şekil 4.67. Tasarlanan kenar dalgalanma (marullanma) cetveli

Tez kapsamında kumaş konstrüksiyonu ve çözgü geriliminin kumaş yapısı ve kenar dalgalanmasına etkisini analiz etmek üzere sert şişli kancalı HTV6/SD tip 1990 model Dornier marka armürlü tezgâhta dokunan numuneler bir kez de geliştirilen dalgalanma ölçüm cetveliyle test edilmişlerdir. Kondisyonlama sonrası özel sehpa üzerinde fotoğrafları çekilip, manuel dalgalanma ölçümler ile analiz edilen numunelerin dalgalanma dereceleri ile, dalgalanma ölçüm cetveli ile yapılan ölçüm sonuçları karşılaştırılmış ve aynı değerlerin elde edildiği görülmüştür. Şekil 4.68’de Nm 40/2 çözgü ipliği, Nm 48/1 atkı ipliği ile 24 atkı sıklığında dokunmuş numunenin 6-6 kenar dizimine sahip numune fotoğraf görüntüsü yer almaktadır. Fotoğraf analizi ile çıkan 5 değeri dalgalanma ölçüm cetveli ile de aynı 5 değeri görüntü olarak görülebilmektedir. Rastgele yapılan doğrulama çalışmalarının tamamında manuel ölçüm değeri ile ölçüm cetveliyle okunan değer örtüşmektedir.



Şekil 4.68. Dalgalanma (marullanma) cetvelinde değer okuma okuma örneği

Tez çalışması kapsamında 23.11.2018 tarihinde; Dokuma kumaş kenarlarında marullanma (dalgalanma) ölçüm cetveli başlığında PT-2018-01712 başvuru numarası ile Ulusal patent başvurusu yapılmıştır. Başvuru dosyasına Türk Patent Enstitüsünden 29.11.2018 tarihinde Şekle uygunluk alınmıştır, araştırma rapor süreci beklenilmektedir. PCT başvurusu Measurement Scale Of Waviness At The Selvedge Of A Woven Fabric başlığında 26.12.2018 tarihinde Uluslararası Patent PCT/TR2018/050896 başvuru numarası ile yapılmıştır.

Tez çalışması kapsamında leno kenar yapılı kumaşlarda, kenar dalgalanması için elde edilen sonuçlara göre, etki eden en önemli faktörler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Kenar konstrüksiyonunu oluşturan örgü faktörü
- Kenar tel dizim adedi
- Hammadde tipine bağlı olarak atkı sıklığı
- İplik lineer yoğunluğu
- Leno kenar aparatı gerilim ayarı

D4- Deney planı kapsamında hazırlanan %100 polyester grup için ölçüm cetveli ile belli bölgeler 3'er defa kontrol edilmiş, ortalamaları alınmıştır. Kenar dalgalanma değerlerinin tüm etkileşimler için varyans analizi yapılmıştır. Çizelge 4.21'de bağımsız değişkenlerin (sayılan) değişim oranları bağımlı değişkenine göre yapılan %95 güven seviyesinde varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Veriler incelendiğinde kenar dizim ve atkı ipliği denye/filament, atkı sıklığı\*kenar dizim ve kenar dizim\*atkı ipliği ikili, atkı sıklığı\*kenar dizim\*atkı ipliği üçlü etkileşimlerinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçların yer aldığı Tablo incelendiğinde p değeri 0,05'den küçük olanlar; istatistiksel olarak önemli olduğu görülenlerin p değerlerinin yanına \* işareti koyulmuştur.

Çizelge 4.21. Kenar dalgalanması varyans analizi (D4)

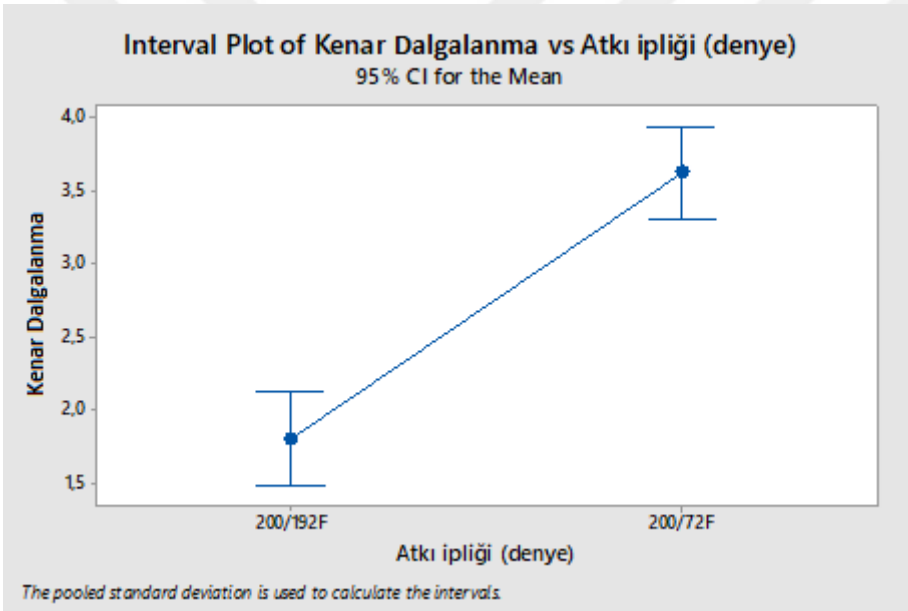
Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	p değeri
Atkı sıklığı	2	0,428
Kenar dizim	4	0,000*
Atkı ipliği	1	0,000*
Atkı sıklığı*Kenar dizim	8	0,001*
Atkı sıklığı*Atkı ipliği	2	0,211
Kenar dizim*Atkı ipliği	4	0,032*
Atkı sıklığı*Kenar dizim*Atkı ipliği	8	0,047*

\*%95 güven seviyesi için istatistiksel olarak önemli

Sonrasında atkı ipliklerinin arasındaki farklılık hakkında fikir sahibi olabilmek için, Tukey karşılaştırma testi yapılmıştır. Çizelge 4.22’de Tukey test sonuçları verilmiştir. Şekil 4.69’da karşılaştırma grafiği alınmıştır.

Çizelge 4.22. Tukey testi ile yapılan atkı iplik karşılaştırma sonuçları

Atkı ipliği numarası	Ortalama	Grup
200/72F	3,622	A
200/192F	1,800	B

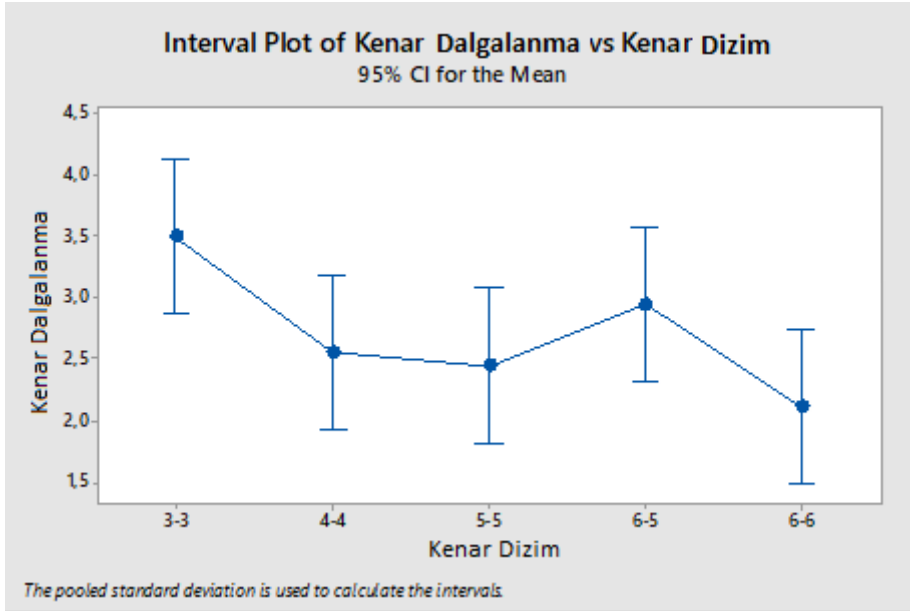


Şekil 4.69. Atkı iplik karşılaştırma Tukey sonuç grafiği

Kenar tel dizimleri için arasındaki farklılık hakkında fikir sahibi olabilmek için, Tukey testi yapılmıştır. Çizelge 4.23’de Tukey test sonuçları, Şekil 4.70’de karşılaştırma grafiği alınmıştır.

Çizelge 4.23. Tukey testi ile yapılan 200/192F için kenar tel dizim karşılaştırma sonuçları

Kenar tel dizim	Ortalama	Grup
3-3	3,500	A
6-5	2,944	A B
4-4	2,556	A B
5-5	2,444	A B
6-6	2,111	B



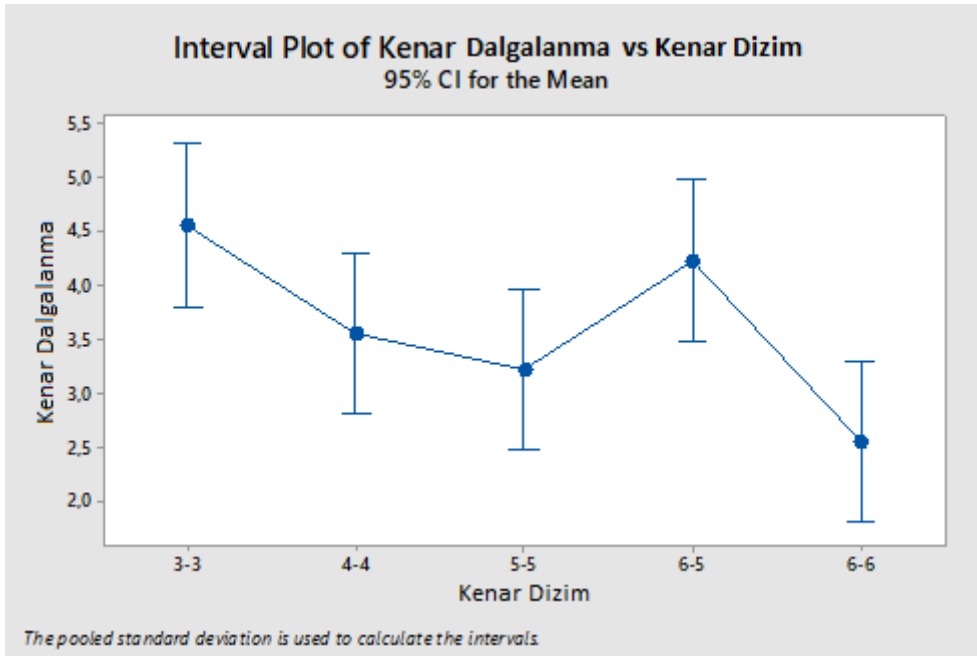
Şekil 4.70. Kenar tel dizim karşılaştırma Tukey sonuç grafiği

200/72F polyester ipliği ile hazırlanan numuneler incelendiğinde arasında fark olma durumunu değerlendirebilmek adına karşılaştırılmıştır. Farklı olan hakkında fikir sahibi olabilmek için, Tukey testi yapılmıştır. Çizelge 4.24'de Tukey karşılaştırma sonuçları verilmiştir. Şekil 4.71'de karşılaştırma grafiği alınmıştır.



Çizelge 4.24. Tukey testi ile yapılan 200/72F için tel dizim karşılaştırma sonuçları

Kenar tel dizim	Ortalama	Grup
3-3	4,556	A
6-5	4,222	A
4-4	3,556	A B
5-5	3,222	A B
6-6	2,556	B



Şekil 4.71. Tel dizim karşılaştırma Tukey sonuç grafiği

Elde edilen sonuçlara göre %100 polyester kumaşlarda da dalgalanma gözlenmiştir. Zemin örgüde tarak dizimi dörderli olan numunelerde farklı denemeler yapılmış zemin örgüden daha az kenar tarak dizimlerinin kenar dalgalanmasına yol açtığı görülmüştür. Denemeler arasında numune grubu 6-6 tarak diziminin en az dalgalanmaya neden olduğu gözlenmiştir.

Dokuma kumaşlarda zemin ve kenar uyumunun, hem kenar gerginliği, hem dalgalanma problemi hem de atkı eğriliği açısından son derece önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle kumaş tasarımlarının hem dalgalanma problemi yaratmayacak, hem gergin kenar olmayacak,

hem kenar açılma problemi yaşatmayacak hem de atkı eğriliğine sebebiyet vermeyecek şekilde en optimum koşullarda ve en düşük kenar tel dizimleri yapılması gerekmektedir.

#### 4.6.4. Geliştirilen dalgalanma ölçüm cetveli ile doğrulama çalışması

Doğrulama çalışmaları kapsamında G2 ve D5 deney planlarının numuneleri kullanılmıştır. Standart incelikte kumaşlar ile görece daha kalın kumaşları içeren iki ayrı numune grubu seçilmiştir. Tüm numuneleri 3 farklı operatör, 3'er kez kontrol etmiştir ve ölçümler aynı şartlar altında gerçekleştirilmiştir. Operatörler, YÜNSA işletmesinin laboratuvar elemanları arasından seçilmiş ve ölçüm cetveli kullanımı hakkında bilgilendirilmişlerdir. Ölçümler geliştirilen dalgalanma cetveli ile yapılmış ve operatör tarafından cetvelden okunan dalgalanma değerleri kaydedilerek analiz edilmiştir. G2 deney planı için ilgili operatörlerin okuma sonuçları EK 1'de yer almaktadır. Varyans analizi yaparak, operatörler arasında fark olup olmadığı ve ölçüm sisteminin tekrarlanabilirliğine bakılmıştır. İlgili analizler %95 güven seviyesinde Minitab 19'da analiz edilmiştir. Öncelikle G2 deney planı ölçüm değerlerinde kurulan hipotez;

$$H_0 : \mu (1) = \mu (2)$$

$$H_1 : \mu (1) \neq \mu (2) \text{ şeklindedir.}$$

Çizelge 4.25'de varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, p değeri 0,05'den büyük olduğu için  $H_0$  kabul edilir. Buna göre ortalamalar birbirine eşittir, hipotez kabul edilir. Buna göre operatörler arasında fark yoktur.

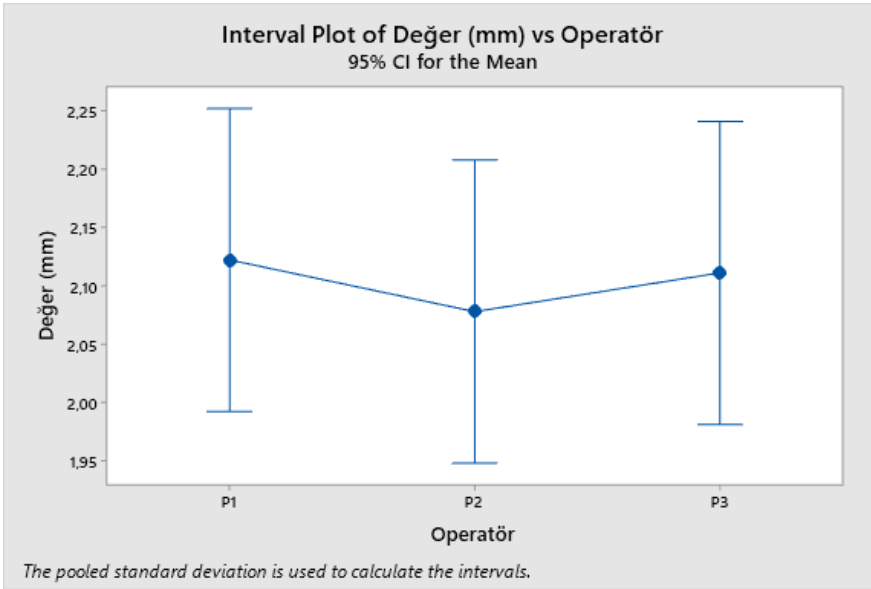
Çizelge 4.25. Operatörler için varyans analizi (G2)

Kaynak	Serbestlik derecesi	p değeri
Operatör	2	0,885

Tukey karşılaştırma testi yapılmıştır. Çizelge 4.26'da Tukey ile yapılan karşılaştırma sonuçları, Şekil 4.72'de karşılaştırma grafiği yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre 3 operatörde aynı grupta yer almakta, böylelikle aralarında fark yoktur yorumu yapılabilmektedir.

Çizelge 4.26. Tukey ile yapılan operatör karşılaştırma test sonuçları (G2)

Operatör	Ortalama	Grup
P1	2,1222	A
P2	2,0778	A
P3	2,1111	A



Şekil 4.72. Operatör karşılaştırma Tukey sonuç grafiği (G2)

Geliştirilen dalgalanma ölçüm sisteminin tekrar edilebilirliğini kontrol etmek için Gage R & R “Repeatability & Reproducibility - Yinelenebilirlik & Yeniden üretilebilirlik” analizi uygulanmıştır. Çizelge 4.27’de elde edilen sonuçlar yer almaktadır. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi Çizelge 4.28’de yer alan değerlendirme tablosuna göre yapılmıştır.

Çizelge 4.27. Gage R&R analizi değerlendirme sonuçları (G2)

<b>Kaynak</b>	<b>Standart Sapma (SD)</b>	<b>%Gage R&amp;R</b>	<b>%P/T</b>
Genel Toplam Gage R&R	0,38075	2,2845	19,04
Yinelenebilirlik	0,38075	2,2845	19,04
Yeniden üretilebilirlik	0	0	0
Toplam Varyasyon	2	12	100

\*P/T : (Hassasiyet / Tolerans Oranı)

Çizelge 4.28. Sayısal (Nicel) Gage R&R analizi değerlendirme tablosu (Durivage 2015)

<b>Kabul/Ret Kararı</b>		
	<b>&lt;%30</b>	<b>≥%30</b>
<b>P/T</b>	Ölçüm sistemi yeterli	Ölçüm sistemi yetersiz
<b>Gage R&amp;R</b>	-	-

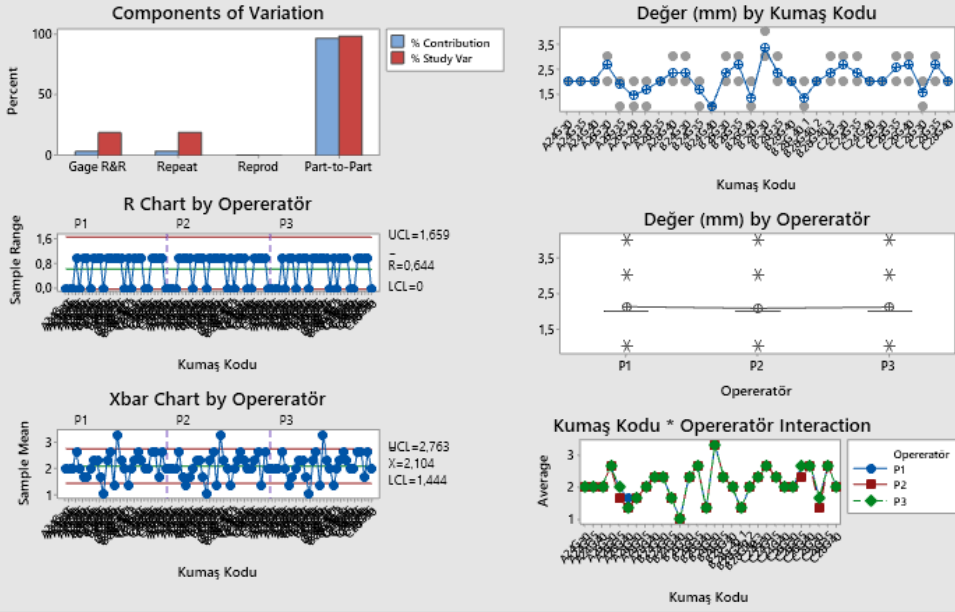
<b>Değişkenlik Hesabı</b>		
	<b>&lt;%30</b>	<b>≥%30</b>
<b>P/T</b>	-	-
<b>Gage R&amp;R</b>	Ölçüm sistemi yeterli	Ölçüm sistemi yetersiz

%Gage R&R ve %P/T sonuçlarının her ikisi de %30 değerinden daha küçük olduğu için hem ölçüm sisteminin yinelenabilirliği hem de yeniden üretilebilirliği konusunda ölçüm sistemi yeterlidir yorumu yapılabilmektedir. Şekil 4.73’de Gage R&R grafiği yer almaktadır.

## Gage R&R (Xbar/R) Report for Değer (mm)

Gage name:  
Date of study:

Reported by:  
Tolerance:  
Misc:



Şekil 4.73. Gage R&R analiz grafiği (G2)

D5 deney planı ölçüm değerlerinde kurulan hipotez;  $H_0 : \mu (1) = \mu (2)$  ve  $H_1 : \mu (1) \neq \mu (2)$  şeklindedir. Çizelge 4.29’da varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, p değeri 0,05’den büyük olduğu için  $H_0$  kabul edilir. Buna göre ortalamalar birbirine eşittir, hipotez kabul edilir. Buna göre operatörler arasında fark yoktur.

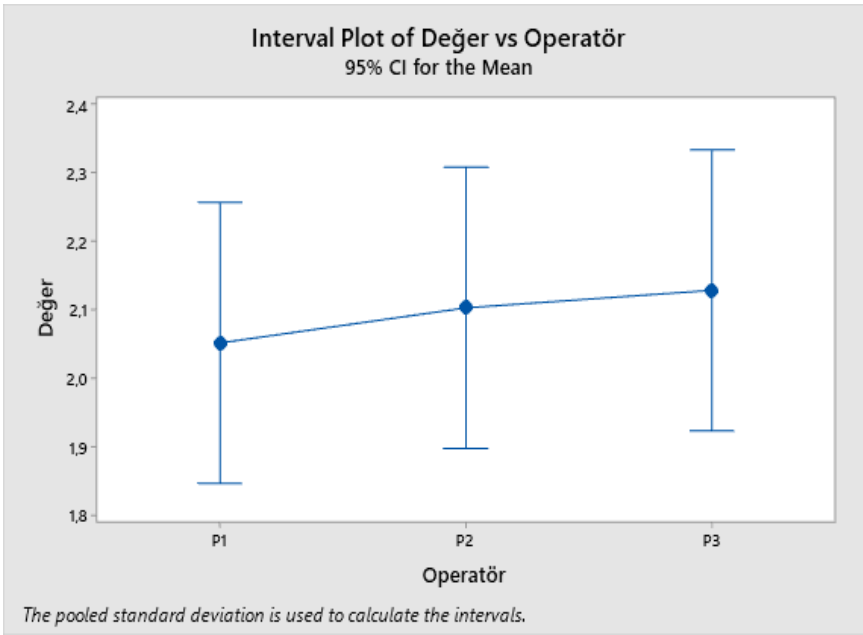
Çizelge 4.29. Operatörler için varyans analizi (D5)

Kaynak	Sebestlik derecesi	p değeri
Operatör	2	0,867

Tukey karşılaştırma testi yapılmıştır. Çizelge 4.30’da Tukey ile yapılan karşılaştırma sonuçları, Şekil 4.74’de karşılaştırma grafiği yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre 3 operatörde aynı grupta yer almakta, böylelikle aralarında fark yoktur yorumu yapılabilmektedir. Ölçüm sisteminin tekrar edilebilirliğini kontrol etmek için Gage R&R ile tekrar edilebilirliğine bakılmıştır. Çizelge 4.31’de elde edilen sonuçlar yer almaktadır. Elde edilen sonuçların değerlendirmesi Çizelge 4.28’de yer alan değerlendirme tablosuna göre yapılmıştır.

Çizelge 4.30. Tukey ile yapılan operatör karşılaştırma test sonuçları (D5)

Operatör	Ortalama	Grup
P3	2,128	A
P2	2,103	A
P1	2,051	A



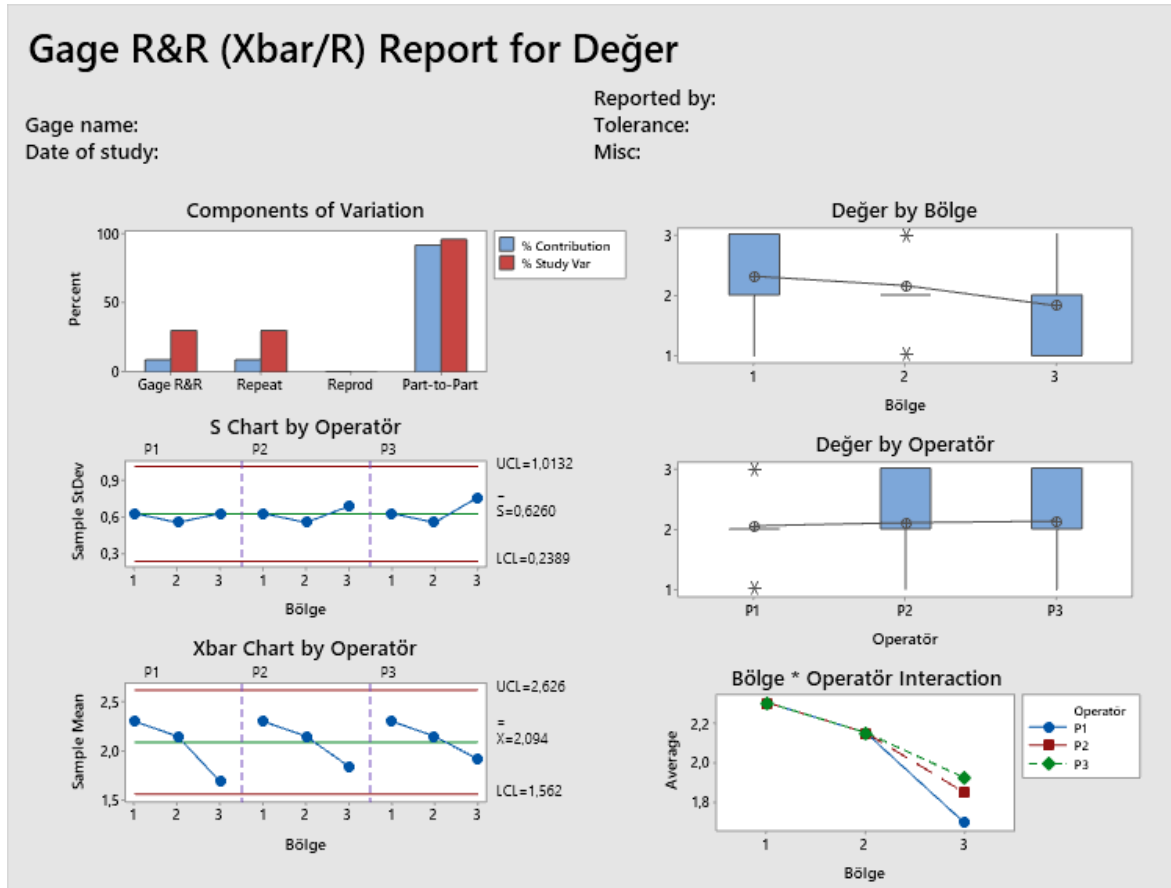
Şekil 4.74. Tukey karşılaştırma grafiği (D5)

Çizelge 4.31. Gage R&R analizi değerlendirme sonuçları (D5)

Kaynak	Standart Sapma (SD)	%Gage R&R	%P/T
Genel Toplam Gage R&R	0,59776	3,5865	29,89
Yinelenebilirlik	0,59776	3,5865	29,89
Yeniden üretilebilirlik	0	0	0
Toplam Varyasyon	2	12	100

\*P/T : (Hassasiyet / Tolerans Oranı)

Analiz sonucunda elde edilen %Gage R&R ve %P/T değerlerinin her ikisinde %30 eşik değerinden daha küçük olduğu için hem ölçüm sisteminin yinelebilirliği hem de yeniden üretilebilirliği konusunda ölçüm sistemi yeterlidir yorumu yapılabilmektedir. Şekil 4.75’de Gage R&R analiz grafiği yer almaktadır. İki ayrı deney planında üretilmiş numuneler ile yapılan doğrulama ölçüm sonuçlarının istatistiksel analizleri; yeni geliştirilen dalgalanma ölçüm cetvelinin kullanımında tekrarlanabilirlik ölçütünün sağlandığını kanıtlamıştır. Böylece dalgalanma ölçüm cetvelinin öngörülen ölçüm koşulları için yeterliliği ortaya konulmuştur.



Şekil 4.75. Gage R&R analiz grafiği (D5)

#### 4.7. Çözü ve Atkı Yönde Uzama Ve Daralma Davranışının İncelenmesi

Dokuma kumaşlarda kıvrım oluşumu ve değişim düzeni, pek çok çalışmanın konusu olmuştur. Bu çalışmada da kamgarn kumaşların çözgü ve atkı yönünde uzama ya da daralma davranışının incelenmesi ve kıvrım değişimiyle ilişkilendirilmesi ele alınmıştır. Kumaşların bu davranış karakteristiği daha sonra da poisson oranları bazında hesaplanarak incelenmiştir. Bu grup için özellikle %100 yün çözgü ve atkı iplikleri ile yeni PY deney planı kurgulanarak bu plan kapsamında, yine aynı metottan yararlanılarak belli uzama oranlarında ölçülen boydaki değişim değerlerinin yanısıra, diğer eksenlerdeki boyutsal değişim davranışı da incelenmiştir. Boyda uzamaya karşılık ende gerçekleşen değişim miktarları, numunenin 7 ayrı noktasından alınmış ölçümler ile gözlemlenmiş, ve ilgili numunenin endeki değişim miktarı hakkında yorum yapılabilmesi için ortalama değerler hesaplanmış ve dikkate alınmıştır. Çizelge 4.32’de PY deney planı numune kodları yer almaktadır. Kumaşların aksel bir kuvvet altında çözgü ve atkı yönünde kıvrım değişimine bağlı gerçekleşen boyutsal değişim davranışını yaş kumaş ortamında da izleyebilmek adına ek ölçümler de yapılmıştır. Kumaşın ramöz makinası girişindeki nemli koşullarını simüle edebilmek adına mini fulard işlemi ile kumaşların nemlenmesi sağlanmıştır. Fular işlemi öncesi kuru kumaşların nem oranı  $8\pm 1$  iken, fular işlemi ile numunelerin tamamında  $25\pm 1$  oranında nem içerdiği gözlemlenmiştir. Böylece hem çözgü yönünde hem atkı yönünde de kuru ve nemlendirilmiş halleri ile ölçümler alınmış ve değerlendirilmiştir. Çizelge 4.33’de çözgü yönünde boyda uzama ile endeki değişim miktarları yer almaktadır.

Çizelge 4.32. PY- Deney planı numune kodları

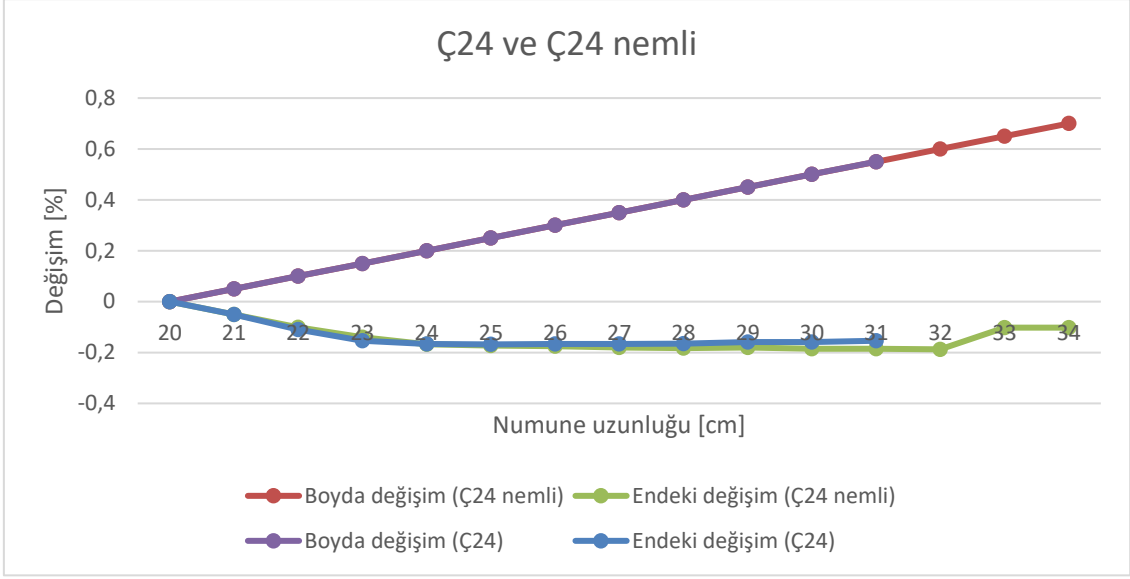
Kumaş Kodu	Kuvvet Uygulama yönü	Nominal atkı sıklığı [atkı/cm]
Ç24 - Ç26 - Ç28	Çözgü	24 - 26 - 28
A24 - A26 - A28	Atkı	24 - 26 - 28



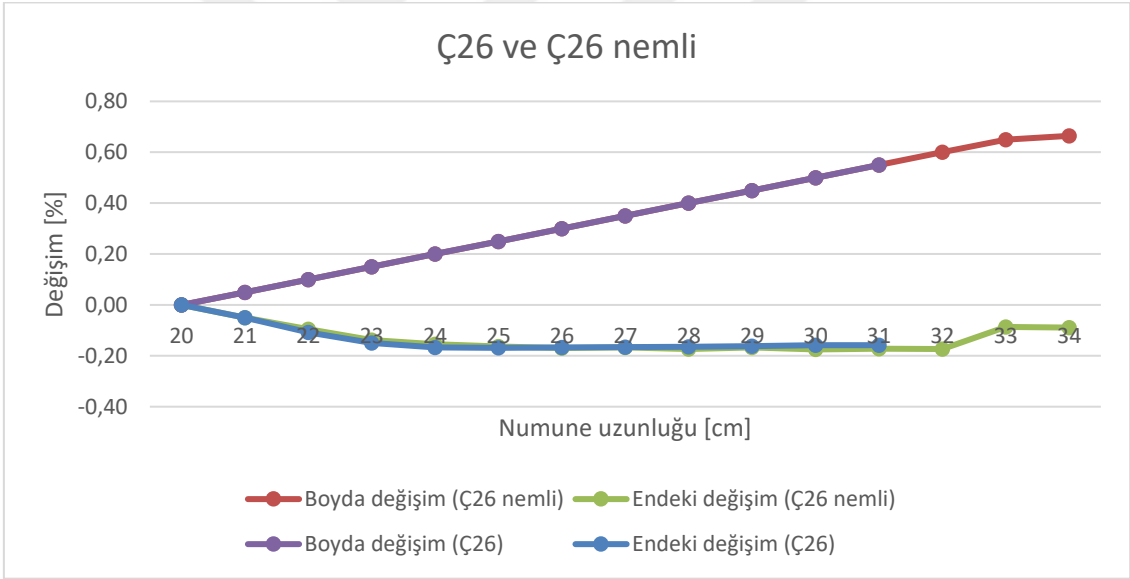
Çizelge 4.33. Çözgü yönünde boydaki değişim ile endeki değişim [%] miktarları (PY)

Numune	Ç24		Ç24 nemli		Ç26		Ç26 nemli		Ç28		Ç28 nemli	
	Boydaki değişim	Endeki değişim	Boydaki değişim	Endeki değişim	Boydaki değişim	Endeki değişim	Boydaki değişim	Endeki değişim	Boydaki değişim	Endeki değişim	Boydaki değişim	Endeki değişim
20	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-
21	0,05	-0,05	0,05	-0,05	0,05	-0,05	0,05	-0,05	0,05	-0,05	0,05	-0,05
22	0,10	-0,11	0,10	-0,10	0,10	-0,11	0,10	-0,10	0,10	-0,12	0,10	-0,08
23	0,15	-0,15	0,15	-0,14	0,15	-0,15	0,15	-0,14	0,15	-0,15	0,15	-0,12
24	0,20	-0,17	0,20	-0,17	0,20	-0,17	0,20	-0,15	0,20	-0,15	0,20	-0,14
25	0,25	-0,17	0,25	-0,17	0,25	-0,17	0,25	-0,16	0,25	-0,15	0,25	-0,15
26	0,30	-0,17	0,30	-0,17	0,30	-0,17	0,30	-0,17	0,30	-0,15	0,30	-0,15
27	0,35	-0,17	0,35	-0,18	0,35	-0,17	0,35	-0,17	0,35	-0,15	0,35	-0,15
28	0,40	-0,17	0,40	-0,18	0,40	-0,16	0,40	-0,17	0,40	-0,15	0,40	-0,16
29	0,45	-0,16	0,45	-0,18	0,45	-0,16	0,45	-0,17	0,45	-0,14	0,45	-0,16
30	0,50	-0,16	0,50	-0,19	0,50	-0,16	0,50	-0,17	0,50	-0,14	0,50	-0,16
31	0,55	-0,15	0,55	-0,18	0,55	-0,16	0,55	-0,17			0,55	-0,16
32			0,60	-0,19			0,60	-0,17				
33			0,65	-0,10			0,65	-0,09				
34			0,70	-0,10			0,66	-0,09				

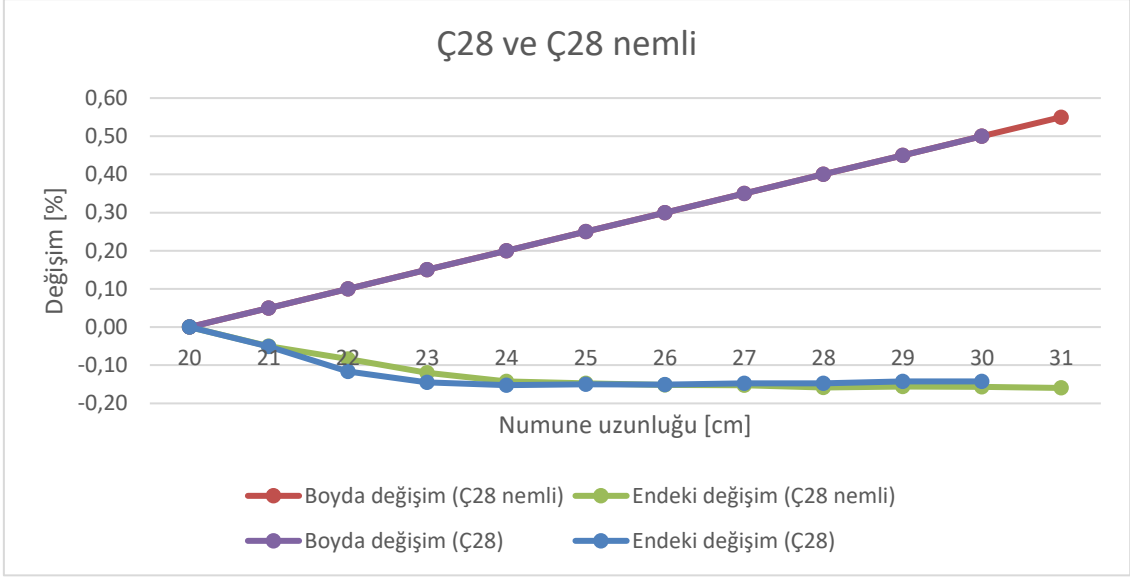
Ç24, Ç26 ve Ç28 numunesinin kuru ve nemlendirilmiş haline ait boyda uzama ile endeki değişim grafiği sırasıyla Şekil 4.76, 4.77 ve 4.78'de yer almaktadır.



Şekil 4.76. Numune Ç24'ün kuru ve nemlendirilmiş çözgü yönünde aksenal kuvvet altında boyuna ve enine değişim grafiği



Şekil 4.77. Numune Ç26'nın kuru ve nemlendirilmiş çözgü yönünde aksenal kuvvet altında boyuna ve enine değişim grafiği



Şekil 4.78. Numune Ç28'in kuru ve nemlendirilmiş çözü yönünde aksel kuvvet altında boyuna ve enine değişim grafiği

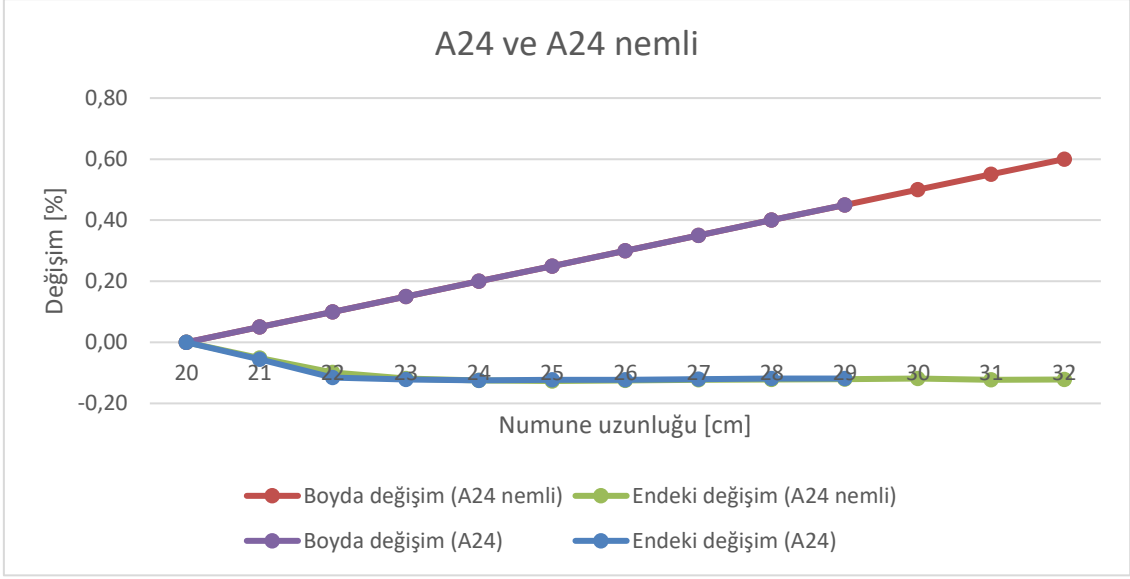
Elde edilen grafikler 20 cm boyundaki numunenin dikey yönde her 1 cm'lik uzaması sonrasında alınan verilerden oluşturulduğu için, dikey yöndeki değişimler lineer davranış göstermiştir. Yatay ekseninde yer alan enine değişim oranları ise doğal olarak negatif yönde gerçekleşmiş ve numune eninde daralma olmuştur. Görüldüğü üzere nemlendirilmiş numunenin nemlendirmenin etkisi ile gerilim kuvvetinin artmasına bağlı olarak kopma uzama miktarlarının arttığı görülmektedir.

Atkı yönünde boyda uzama karşılığında yer alan endeki değişim miktarları numunenin 7 ayrı noktasından alınmış sonuç olarak ilgili numunenin endeki değişim miktarı hakkında yorum yapılabilmesi için ortalaması alınmıştır. Çizelge 4.34'de atkı yönünde boyda uzama ile endeki değişim miktarları yer almaktadır.

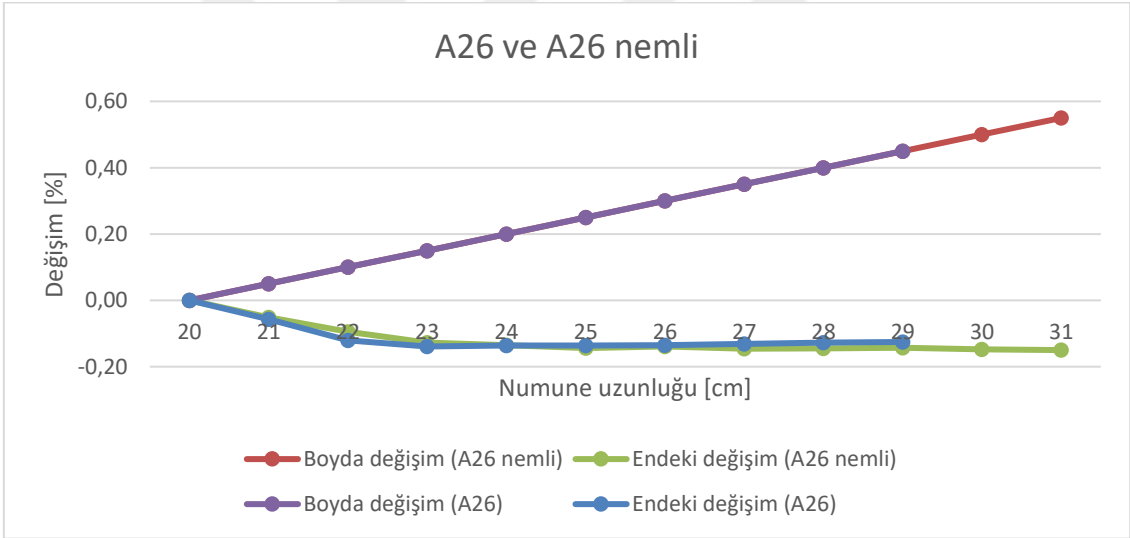
Çizelge 4.34. Atk1 yönünde boydaki uzama ile endeki değişim [%] miktarları (PY)

Numune	A24		A24 nemli		A26		A26 nemli		A28		A28 nemli	
	Boydaki değişim	Endeki değişim	Boydaki değişim	Endeki değişim	Boydaki değişim	Endeki değişim	Boydaki değişim	Endeki değişim	Boydaki değişim	Endeki değişim	Boydaki değişim	Endeki değişim
20	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-
21	0,05	-0,06	0,05	-0,05	0,05	-0,06	0,05	-0,05	0,05	-0,05	0,05	-0,05
22	0,10	-0,12	0,10	-0,10	0,10	-0,12	0,10	-0,10	0,10	-0,12	0,10	-0,09
23	0,15	-0,12	0,15	-0,12	0,15	-0,14	0,15	-0,13	0,15	-0,15	0,15	-0,12
24	0,20	-0,12	0,20	-0,13	0,20	-0,14	0,20	-0,14	0,20	-0,15	0,20	-0,14
25	0,25	-0,12	0,25	-0,13	0,25	-0,14	0,25	-0,14	0,25	-0,16	0,25	-0,14
26	0,30	-0,12	0,30	-0,13	0,30	-0,13	0,30	-0,14	0,30	-0,15	0,30	-0,14
27	0,35	-0,12	0,35	-0,12	0,35	-0,13	0,35	-0,15	0,35	-0,16	0,35	-0,15
28	0,40	-0,12	0,40	-0,12	0,40	-0,13	0,40	-0,14	0,40	-0,15	0,40	-0,15
29	0,45	-0,12	0,45	-0,12	0,45	-0,13	0,45	-0,14	0,45	-0,16	0,45	-0,15
30			0,50	-0,12			0,50	-0,15	0,50	-0,15	0,50	-0,15
31			0,55	-0,12			0,55	-0,15			0,55	-0,16
32			0,60	-0,12							0,60	-0,16

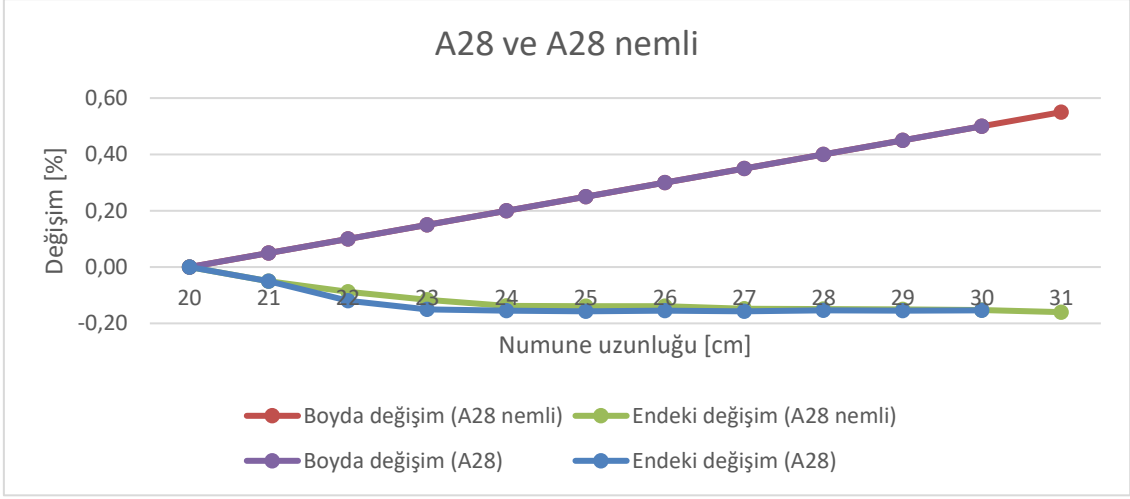
A24, A26, A28 numunesinin kuru ve nemlendirilmiş haline ait boyda uzama ile endeki değişim grafiği sırasıyla Şekil 4.79, 4.80 ve 4.81’de yer almaktadır.



Şekil 4.79. Numune A24'ün kuru ve nemlendirilmiş atkı yönünde eksenel kuvvet altında boyuna ve enine değişim grafiği



Şekil 4.80. Nemlendirilmiş numune A26'nın kuru ve nemlendirilmiş atkı yönünde eksenel kuvvet altında boyuna ve enine değişim grafiği



Şekil 4.81. Numune A28'in kuru ve nemlendirilmiş atkı yönünde aksel kuvvet altında boyuna ve enine değişim grafiği

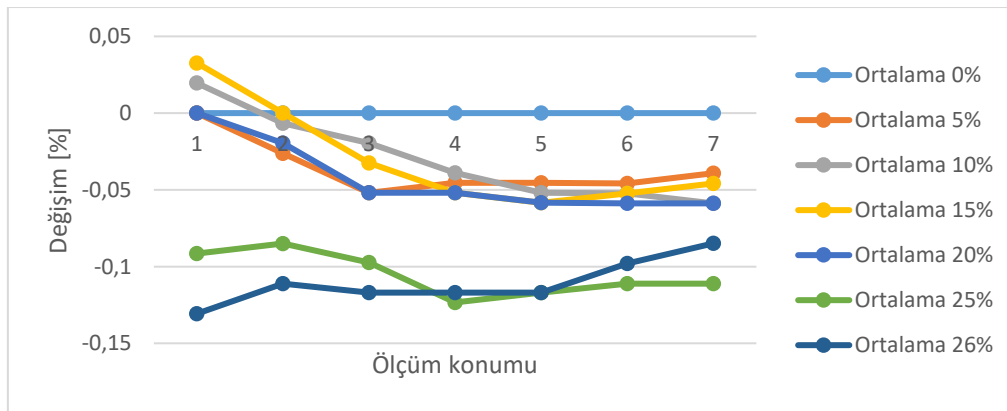
PY- Deneç planı kapsamında hazırlanan numunelerin tamamında hem çöçü hem atkı yönünde değışimler gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda kopma mukavemet cihazında uygulanan kuvvet yönünde çekilen yöndeki uzamanın lineer olduğu görölmektedir. Kuru ve nemlendirme sonrası nemlendirilmiş numunelerin boydaki uzamalarının artışı yünün aldığı nemin etkisi ile yapısı gereği, kopma mukavemetinin artmasına bağlı olarak uzama miktarları artmıştır. Artan uzama miktarlarına kopmaya yakın bu oranların düzensizleştii görölmüştür.

#### 4.8. Poisson Oranı ve Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi

Uygulanacak yöntemi doğrulamak üzere bir seri numunede ön denemeler yapılmıştır. Numunenin boydan uzama karşısında enden ölçüm değeri Kameram yazılımı ile ölçülen piksel değeri ve parantez içerisinde numunenin boydan uzama karşısında endeki değışim yüzde değeri Çizelge 4.35'de yer almaktadır. Piksel değeri referans olması adına verilmiştir. Numunenin uzama karşısında enden değışim grafiği ise Şekil 4.82'de yer almaktadır.

Çizelge 4.35. Numunenin uzama karşısında piksel değerleri ve değişim yüzde değerleri

Numune boyu [cm]	20	21	22	23	24	25	25,2
Uzama miktarı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%26
Ölçüm değerleri	Piksel (Değişim [%])	Piksel (Değişim [%])	Piksel (Değişim [%])	Piksel (Değişim [%])	Piksel (Değişim [%])	Piksel (Değişim [%])	Piksel (Değişim [%])
1	1223,99 (0,000)	1223,99 (0,000)	1247,96 (0,020)	1263,98 (0,033)	1223,99 (0,000)	1111,99 (-0,092)	1064 (-0,131)
2	1223,99 (0,000)	1191,99 (-0,026)	1215,99 (-0,007)	1223,99 (0,000)	1199,99 (-0,02)	1119,99 (-0,085)	1087,99 (-0,111)
3	1223,99 (0,000)	1167,99 (-0,052)	1207,99 (-0,019)	1191,99 (-0,032)	1167,99 (-0,052)	1111,99 (-0,097)	1087,99 (-0,117)
4	1223,99 (0,000)	1175,99 (-0,045)	1183,99 (-0,039)	1167,99 (-0,052)	1167,99 (-0,052)	1080 (-0,123)	1087,99 (-0,117)
5	1223,99 (0,000)	1175,99 (-0,045)	1167,99 (-0,052)	1159,99 (-0,058)	1159,99 (-0,058)	1087,99 (-0,117)	1087,99 (-0,117)
6	1223,99 (0,000)	1167,99 (-0,046)	1159,99 (-0,052)	1159,99 (-0,052)	1151,99 (-0,059)	1087,99 (-0,111)	1103,99 (-0,098)
7	1223,99 (0,000)	1175,99 (-0,039)	1151,99 (-0,059)	1167,99 (-0,046)	1151,99 (-0,059)	1087,99 (-0,111)	1120,08 (-0,085)
Değişim Ort.	0,000	-0,036	-0,03	-0,03	-0,043	-0,105	-0,111

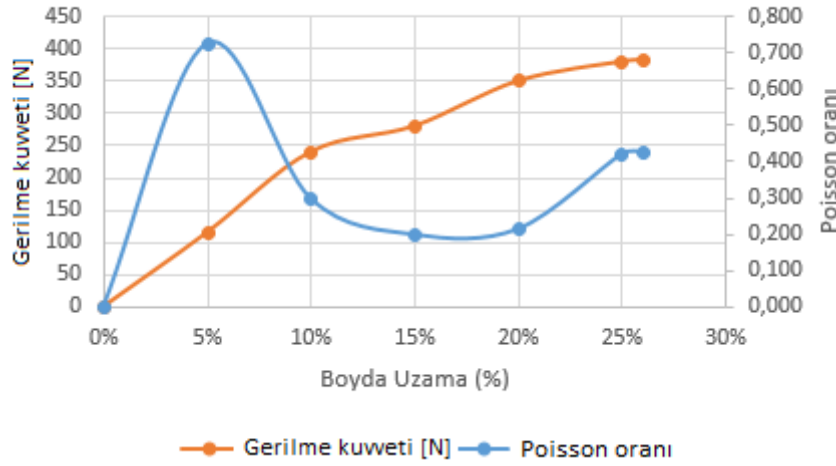


Şekil 4.82. Numunenin boyuna uzamasına karşın 7 farklı ölçüm konumunda enden değişim miktarları

Numunenin kopma mukavemeti test değeri sonuçlarına göre karşılaştırma yapıldığında elde edilen Poisson oran değerleri izelge 4.36’da gerilme kuvvetine karşı Poisson dağılım karşılaştırma grafiği ise Şekil 4.83’de verilmektedir.

Çizelge 4.36. Poisson oran ile gerilim kuvvet değerleri arasındaki ilişki

Numune uzunluğu [cm]	Gerilme Kuvvet [N]	Boyda Uzama [%]	Poisson oranı ‘v’
20	0	0	0,000
21	115	5	0,726
22	240	10	0,298
23	280	15	0,198
24	350	20	0,214
25	380	25	0,421
25,2	383	26	0,426



Şekil 4.83. Boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranı karşılaştırma grafiği

Sonuçlara göre uzama sonucu enden toplama miktarları net bir Şekilde görülebilmektedir. Deney planına uygun Şekilde yapılacak numunelerde Kamgarn dokuma kumaşların Poisson oranlarının karakterizasyonu için kapsamlı bir çalışma n görülmüştür.



Böylece farklı konstrüksiyonlarda, numunelerde boydan ve enden değişim oranları hesaplanarak analizler yapılmıştır. Bu analizlerin sonucunda bitim işlemlerinde besleme ve enden toplama miktarlarına yönelik limit değerlerin hesaplanabileceği düşünülmektedir.

%100 yün çözgü ve atkı iplikleri ile yeni deney planı kurgulanarak PY deney planı kapsamında, yine aynı metottan yararlanılarak belli uzama oranlarında boydaki ve endeki değişim ile ilgili gerilme kuvvetine karşılık gelen Poisson oranı hesaplanmıştır.

Poisson oranı ölçümleri için çözgü ve atkı yönünde de kuru ve nemlendirilmiş halleri ile ölçümler alınmış ve değerlendirilmiştir. Fularda öncesi kuru kumaşların nem oranı  $8\pm 1$  iken, fular işlemi ile numunelerin tamamında  $25\pm 1$  oranında nem içerdiği gözlenmiştir. Çözgü yönünde hem kondisyonlama sonrası hem nemlendirme sonrası poisson oranı ölçüm sonuçları Çizelge 4.37 ile 4.39 arasında yer almaktadır. Atkı yönünde hem kuru hem nemlendirilmiş poisson oranı ölçüm değerleri Çizelge 4.40 ile 4.42 arasında yer almaktadır. Aynı numunelere ait olan kondisyonlama sonrası ve nemlendirme sonrası Poisson oranı değerleri karşılaştırması kolaylık olması açısından aynı çizelgelerde verilmiştir. Parantez içerisinde yer alanlar nemlendirilmiş olanlardır.

Çizelge 4.37. Ç24 kuru / Ç24 nemlendirilmiş numune için ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30	%35	%40	%45	%50	%55	%60
1	0 (0)	-0,048 (-0,051)	-0,109 (-0,105)	-0,148 (-0,129)	-0,170 (-0,158)	-0,170 (-0,183)	-0,174 (-0,178)	-0,170 (-0,183)	-0,165 (-0,173)	-0,165 (-0,178)	-0,157 (-0,188)	-0,148 (-0,188)	- (-0,193)
2	0 (0)	-0,048 (-0,050)	-0,117 (-0,109)	-0,161 (-0,139)	-0,170 (-0,178)	-0,170 (-0,178)	-0,174 (-0,178)	-0,170 (-0,188)	-0,174 (-0,188)	-0,157 (-0,178)	-0,157 (-0,183)	-0,157 (-0,183)	- (-0,188)
3	0 (0)	-0,049 (-0,050)	-0,114 (-0,100)	-0,157 (-0,129)	-0,175 (-0,158)	-0,170 (-0,163)	-0,170 (-0,173)	-0,175 (-0,168)	-0,170 (-0,173)	-0,170 (-0,173)	-0,166 (-0,178)	-0,157 (-0,173)	- (-0,178)
4	0 (0)	-0,052 (-0,050)	-0,113 (-0,089)	-0,152 (-0,133)	-0,165 (-0,153)	-0,169 (-0,153)	-0,169 (-0,153)	-0,169 (-0,168)	-0,169 (-0,168)	-0,165 (-0,163)	-0,169 (-0,168)	-0,160 (-0,163)	- (-0,168)
5	0 (0)	-0,052 (-0,050)	-0,104 (-0,109)	-0,156 (-0,148)	-0,169 (-0,168)	-0,173 (-0,177)	-0,165 (-0,187)	-0,169 (-0,187)	-0,169 (-0,187)	-0,156 (-0,192)	-0,165 (-0,192)	-0,160 (-0,187)	- (-0,197)
6	0 (0)	-0,052 (-0,050)	-0,113 (-0,109)	-0,156 (-0,158)	-0,165 (-0,182)	-0,169 (-0,177)	-0,165 (-0,182)	-0,165 (-0,192)	-0,160 (-0,197)	-0,156 (-0,192)	-0,156 (-0,192)	-0,152 (-0,187)	- (-0,197)
7	0 (0)	-0,052 (-0,050)	-0,100 (-0,089)	-0,143 (-0,143)	-0,152 (-0,177)	-0,156 (-0,173)	-0,147 (-0,173)	-0,147 (-0,177)	-0,152 (-0,197)	-0,143 (-0,182)	-0,143 (-0,197)	-0,147 (-0,212)	- (-0,192)
Boydaki değişim [%]	- (-)	5,00 (5,00)	4,76 (4,76)	4,55 (4,55)	4,35 (4,35)	4,17 (4,17)	4,00 (4,00)	3,85 (3,85)	3,70 (3,70)	3,57 (3,57)	3,45 (3,45)	3,33 (3,33)	- (3,23)
Endeki değişim [%]	- (-)	-5,03 (-5,01)	-10,98 (-10,15)	-15,32 (-13,99)	-16,62 (-16,79)	-16,80 (-17,21)	-16,62 (-17,49)	-16,62 (-18,05)	-16,56 (-18,33)	-15,87 (-17,98)	-15,87 (-18,54)	-15,44 (-18,47)	- (-18,75)
Poisson oranı	0 (0)	0,993 (0,998)	0,434 (0,469)	0,297 (0,325)	0,262 (0,259)	0,248 (0,242)	0,241 (0,229)	0,231 (0,213)	0,224 (0,202)	0,225 (0,199)	0,217 (0,186)	0,216 (0,180)	- (0,172)
Gerilme kuvveti [N]	0 (0)	28,16 (20,76)	96,73 (53,97)	172,65 (76,39)	193,46 (86,36)	202,04 (90,52)	210,6 (97,98)	219,18 (103,8)	228,97 (114,6)	246,12 (126,22)	265,71 (142)	285,0 (160,27)	- 184,35

Çizelge 4.38. Ç26 kuru / Ç26 nemlendirilmiş numune için ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30	%35	%40	%45	%50	%55	%60	%65
1	0 (0)	-0,046 (-0,043)	-0,105 (-0,079)	-0,148 (-0,128)	-0,165 (-0,148)	-0,170 (-0,158)	-0,165 (-0,172)	-0,170 (-0,167)	-0,161 (-0,172)	-0,165 (-0,158)	-0,152 (-0,172)	-0,157 (-0,167)	- (-0,172)	- (-0,091)
2	0 (0)	-0,051 (-0,052)	-0,099 (-0,088)	-0,142 (-0,137)	-0,159 (-0,146)	-0,164 (-0,166)	-0,168 (-0,171)	-0,159 (-0,171)	-0,164 (-0,171)	-0,159 (-0,171)	-0,155 (-0,176)	-0,155 (-0,176)	- (-0,180)	- (-0,091)
3	0 (0)	-0,050 (-0,049)	-0,112 (-0,089)	-0,151 (-0,138)	-0,164 (-0,148)	-0,168 (-0,163)	-0,164 (-0,163)	-0,168 (-0,153)	-0,164 (-0,173)	-0,159 (-0,168)	-0,155 (-0,168)	-0,155 (-0,163)	- (-0,168)	- (-0,081)
4	0 (0)	-0,052 (-0,052)	-0,112 (-0,093)	-0,147 (-0,137)	-0,164 (-0,146)	-0,164 (-0,146)	-0,164 (-0,151)	-0,164 (-0,151)	-0,164 (-0,171)	-0,168 (-0,156)	-0,155 (-0,161)	-0,159 (-0,156)	- (-0,161)	- (-0,075)
5	0 (0)	-0,050 (-0,053)	-0,106 (-0,106)	-0,149 (-0,150)	-0,171 (-0,170)	-0,171 (-0,170)	-0,171 (-0,175)	-0,166 (-0,179)	-0,166 (-0,170)	-0,158 (-0,165)	-0,162 (-0,179)	-0,162 (-0,184)	- (-0,175)	- (-0,082)
6	0 (0)	-0,050 (-0,053)	-0,106 (-0,106)	-0,158 (-0,140)	-0,171 (-0,175)	-0,171 (-0,179)	-0,171 (-0,184)	-0,166 (-0,179)	-0,171 (-0,189)	-0,166 (-0,175)	-0,166 (-0,189)	-0,162 (-0,179)	- (-0,175)	- (-0,093)
7	0 (0)	-0,053 (-0,049)	-0,114 (-0,106)	-0,152 (-0,136)	-0,174 (-0,145)	-0,174 (-0,165)	-0,165 (-0,170)	-0,165 (-0,170)	-0,165 (-0,170)	-0,157 (-0,175)	-0,161 (-0,179)	-0,157 (-0,179)	- (-0,184)	- (-0,093)
Boydaki değişim [%]	- (-)	5,00 (5,00)	4,76 (4,76)	4,55 (4,55)	4,35 (4,35)	4,17 (4,17)	4,00 (4,00)	3,85 (3,85)	3,70 (3,70)	3,57 (3,57)	3,45 (3,45)	3,33 (3,33)	- (3,23)	- (-)
Endeki değişim [%]	- (-)	-5,02 (-5,01)	-10,76 (-9,53)	-14,96 (-13,80)	-16,68 (-15,40)	-16,87 (-16,38)	-16,68 (-16,94)	-16,56 (-16,73)	-16,50 (-17,36)	-16,19 (-16,66)	-15,82 (-17,50)	-15,82 (-17,22)	- (-17,36)	- (-8,65)
Poisson oranı	0 (0)	0,996 (0,998)	0,442 (0,500)	0,304 (0,329)	0,261 (0,282)	0,247 (0,254)	0,240 (0,236)	0,232 (0,230)	0,225 (0,213)	0,221 (0,214)	0,218 (0,197)	0,211 (0,194)	- (0,186)	- (0,361)
Gerilme kuvveti [N]	0 (0)	27,93 (22,67)	98,36 (53,75)	176,04 (78,1)	202,746 (89,03)	213,731 (92,38)	219,8 (98,26)	228,24 (104,15)	237,95 (113,38)	255,02 (125,98)	275,59 (140,26)	293,88 (153,69)	- (188,14)	- (218,37)

Çizelge 4.39. Ç28 kuru / Ç28 nemlendirilmiş numune için ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30	%35	%40	%45	%50	%55
1	0 (0)	-0,053 (-0,051)	-0,124 (-0,095)	-0,150 (-0,125)	-0,155 (-0,147)	-0,159 (-0,147)	-0,159 (-0,155)	-0,155 (-0,159)	-0,155 (-0,159)	-0,150 (-0,159)	-0,146 (-0,155)	- (-0,159)
2	0 (0)	-0,048 (-0,051)	-0,119 (-0,086)	-0,141 (-0,125)	-0,150 (-0,151)	-0,154 (-0,155)	-0,150 (-0,159)	-0,150 (-0,155)	-0,141 (-0,164)	-0,141 (-0,164)	-0,145 (-0,164)	- (-0,159)
3	0 (0)	-0,061 (-0,051)	-0,122 (-0,095)	-0,148 (-0,129)	-0,162 (-0,151)	-0,153 (-0,159)	-0,157 (-0,164)	-0,153 (-0,164)	-0,153 (-0,159)	-0,148 (-0,159)	-0,144 (-0,159)	- (-0,164)
4	0 (0)	-0,044 (-0,050)	-0,109 (-0,086)	-0,140 (-0,116)	-0,144 (-0,138)	-0,144 (-0,151)	-0,140 (-0,151)	-0,140 (-0,151)	-0,144 (-0,159)	-0,140 (-0,155)	-0,140 (-0,155)	- (-0,159)
5	0 (0)	-0,049 (-0,050)	-0,116 (-0,086)	-0,151 (-0,121)	-0,156 (-0,142)	-0,156 (-0,147)	-0,151 (-0,147)	-0,147 (-0,155)	-0,156 (-0,159)	-0,147 (-0,155)	-0,147 (-0,155)	- (-0,164)
6	0 (0)	-0,054 (-0,048)	-0,112 (-0,073)	-0,138 (-0,112)	-0,152 (-0,129)	-0,143 (-0,138)	-0,152 (-0,142)	-0,143 (-0,147)	-0,143 (-0,147)	-0,138 (-0,151)	-0,134 (-0,155)	- (-0,155)
7	0 (0)	-0,049 (-0,051)	-0,116 (-0,065)	-0,147 (-0,108)	-0,147 (-0,138)	-0,143 (-0,138)	-0,147 (-0,142)	-0,143 (-0,138)	-0,138 (-0,159)	-0,134 (-0,147)	-0,143 (-0,151)	- (-0,155)
Boydaki değişim [%]	- (-)	5,00 (5,00)	4,76 (4,76)	4,55 (4,55)	4,35 (4,35)	4,17 (4,17)	4,00 (4,00)	3,85 (3,85)	3,70 (3,70)	3,57 (3,57)	3,45 (3,45)	- (3,33)
Endeki değişim [%]	- (-)	-5,11 (-5,03)	-11,68 (-8,37)	-14,52 (-11,95)	-15,21 (-14,22)	-15,02 (-14,78)	-15,09 (-15,15)	-14,71 (-15,27)	-14,71 (-15,82)	-14,27 (-15,58)	-14,27 (-15,64)	- (-15,95)
Poisson oranı	0 (0)	0,978 (0,993)	0,408 (0,569)	0,313 (0,381)	0,286 (0,306)	0,277 (0,282)	0,265 (0,264)	0,261 (0,252)	0,252 (0,234)	0,250 (0,229)	0,242 (0,220)	- (0,209)
Gerilme kuvveti [N]	0 (0)	43,517 (19,4)	129,34 (50,6)	199,45 (76,76)	216,38 (86,88)	224,84 (92,78)	230,88 (98,687)	239,34 (104,55)	253,85 (113,87)	269,56 (126,52)	290,116 (141,7)	- (161,1)

Çizelge 4.40. A24 kuru / A24 nemlendirilmiş numune için ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30	%35	%40	%45	%50	%55	%60
1	0 (0)	-0,057 (-0,060)	-0,119 (-0,114)	-0,123 (-0,124)	-0,128 (-0,134)	-0,132 (-0,144)	-0,132 (-0,129)	-0,128 (-0,134)	-0,128 (-0,134)	-0,137 (-0,144)	- (-0,124)	- (-0,129)	- (-0,134)
2	0 (0)	-0,057 (-0,055)	-0,119 (-0,104)	-0,123 (-0,124)	-0,128 (-0,134)	-0,128 (-0,129)	-0,123 (-0,129)	-0,128 (-0,134)	-0,123 (-0,134)	-0,123 (-0,129)	- (-0,124)	- (-0,124)	- (-0,129)
3	0 (0)	-0,053 (-0,050)	-0,110 (-0,095)	-0,119 (-0,124)	-0,123 (-0,129)	-0,119 (-0,119)	-0,119 (-0,124)	-0,119 (-0,119)	-0,110 (-0,129)	-0,115 (-0,109)	- (-0,119)	- (-0,114)	- (-0,114)
4	0 (0)	-0,052 (-0,045)	-0,105 (-0,070)	-0,118 (-0,105)	-0,118 (-0,105)	-0,114 (-0,115)	-0,114 (-0,115)	-0,118 (-0,110)	-0,114 (-0,105)	-0,105 (-0,100)	- (-0,095)	- (-0,095)	- (-0,105)
5	0 (0)	-0,057 (-0,055)	-0,119 (-0,109)	-0,128 (-0,124)	-0,128 (-0,129)	-0,128 (-0,129)	-0,137 (-0,134)	-0,123 (-0,134)	-0,123 (-0,119)	-0,128 (-0,134)	- (-0,129)	- (-0,134)	- (-0,129)
6	0 (0)	-0,057 (-0,045)	-0,119 (-0,105)	-0,123 (-0,115)	-0,128 (-0,120)	-0,123 (-0,125)	-0,128 (-0,120)	-0,119 (-0,115)	-0,123 (-0,115)	-0,123 (-0,120)	- (-0,120)	- (-0,130)	- (-0,120)
7	0 (0)	-0,057 (-0,050)	-0,119 (-0,095)	-0,119 (-0,114)	-0,119 (-0,124)	-0,119 (-0,124)	-0,106 (-0,124)	-0,110 (-0,114)	-0,106 (-0,114)	-0,097 (-0,104)	- (-0,119)	- (-0,129)	- (-0,119)
Boydaki değişim [%]	- (-)	5,00 (5,00)	4,76 (4,76)	4,55 (4,55)	4,35 (4,35)	4,17 (4,17)	4,00 (4,00)	3,85 (3,85)	3,70 (3,70)	3,57 (3,57)	3,45 (3,45)	3,33 (3,33)	- (3,23)
Endeki değişim [%]	- (-)	-5,59 (-5,12)	-11,57 (-9,89)	-12,19 (-11,88)	-12,45 (-12,52)	-12,32 (-12,67)	-12,26 (-12,53)	-12,07 (-12,31)	-11,82 (-12,17)	-11,82 (-12,03)	- (-11,88)	- (-12,24)	- (-12,17)
Poisson oranı	0 (0)	0,894 (0,976)	0,412 (0,481)	0,373 (0,382)	0,349 (0,347)	0,338 (0,329)	0,326 (0,319)	0,319 (0,312)	0,313 (0,304)	0,302 (0,297)	- (0,290)	- (0,272)	- (0,265)
Gerilme kuvveti [N]	0 (0)	46,65 (33,41)	140,8 (64,03)	156,9 (70,99)	160,3 (74,47)	164,54 (78,65)	172,17 (83,52)	179,8 (89,78)	191,68 (99,53)	206,95 (115,5)	- (133,63)	- (159,38)	- (180,96)

Çizelge 4.41. A26 kuru / A26 nemlendirilmiş numune için ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30	%35	%40	%45	%50	%55
1	0 (0)	-0,061 (-0,049)	-0,123 (-0,103)	-0,140 (-0,133)	-0,145 (-0,148)	-0,140 (-0,153)	-0,140 (-0,148)	-0,136 (-0,148)	-0,132 (-0,148)	-0,127 (-0,143)	-	- (-0,148)
2	0 (0)	-0,065 (-0,049)	-0,126 (-0,103)	-0,148 (-0,128)	-0,148 (-0,128)	-0,139 (-0,148)	-0,143 (-0,148)	-0,143 (-0,143)	-0,135 (-0,138)	-0,130 (-0,143)	-	- (-0,153)
3	0 (0)	-0,053 (-0,053)	-0,118 (-0,089)	-0,140 (-0,123)	-0,132 (-0,128)	-0,132 (-0,143)	-0,127 (-0,133)	-0,127 (-0,138)	-0,127 (-0,138)	-0,127 (-0,138)	-	- (-0,133)
4	0 (0)	-0,060 (-0,053)	-0,121 (-0,079)	-0,138 (-0,118)	-0,138 (-0,133)	-0,138 (-0,133)	-0,134 (-0,128)	-0,129 (-0,138)	-0,134 (-0,133)	-0,129 (-0,133)	-	- (-0,143)
5	0 (0)	-0,057 (-0,053)	-0,126 (-0,104)	-0,148 (-0,133)	-0,139 (-0,148)	-0,143 (-0,153)	-0,139 (-0,143)	-0,130 (-0,148)	-0,130 (-0,153)	-0,126 (-0,153)	-	- (-0,153)
6	0 (0)	-0,043 (-0,053)	-0,117 (-0,094)	-0,135 (-0,133)	-0,130 (-0,128)	-0,135 (-0,138)	-0,130 (-0,138)	-0,126 (-0,163)	-0,117 (-0,153)	-0,117 (-0,143)	-	- (-0,153)
7	0 (0)	-0,060 (-0,044)	-0,116 (-0,094)	-0,124 (-0,123)	-0,124 (-0,133)	-0,124 (-0,138)	-0,129 (-0,138)	-0,129 (-0,143)	-0,116 (-0,148)	-0,120 (-0,148)	-	- (-0,153)
Boydaki değişim [%]	- (-)	5,00 (5,00)	4,76 (4,76)	4,55 (4,55)	4,35 (4,35)	4,17 (4,17)	4,00 (4,00)	3,85 (3,85)	3,70 (3,70)	3,57 (3,57)	3,45 (3,45)	3,33 (3,33)
Endeki değişim [%]	- (-)	-5,71 (-5,07)	-12,10 (-9,51)	-13,91 (-12,74)	-13,66 (-13,52)	-13,60 (-14,36)	-13,47 (-13,94)	-13,16 (-14,57)	-12,73 (-14,43)	-12,54 (-14,29)	-	- (-14,78)
Poisson oranı	0 (0)	0,876 (0,985)	0,393 (0,501)	0,327 (0,357)	0,318 (0,322)	0,306 (0,290)	0,297 (0,287)	0,292 (0,264)	0,291 (0,257)	0,285 (0,250)	-	- (0,233)
Gerilme kuvveti [N]	0 (0)	43,53 (24,59)	143,75 (61,79)	176,14 (77,24)	182,22 (82,15)	187,28 (86,36)	196,39 (92,68)	208,54 (97,60)	223,72 (107,43)	240,93 (121,47)	-	- (140,43)

Çizelge 4.42. A28 kuru / A28 nemlendirilmiş numune için ölçüm değerleri

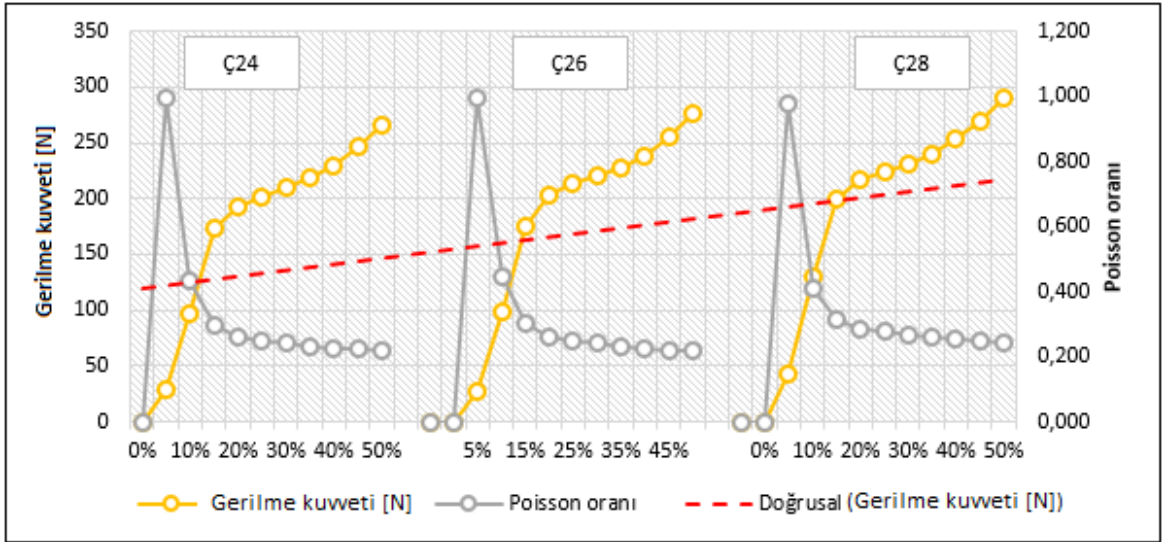
Numara	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30	%35	%40	%45	%50	%55	%60
1	0 (0)	-0,045 (-0,047)	-0,123 (-0,083)	-0,154 (-0,113)	-0,162 (-0,132)	-0,162 (-0,127)	-0,162 (-0,137)	-0,162 (-0,147)	-0,158 (-0,142)	-0,154 (-0,142)	-0,154 (-0,147)	- (-0,157)	- (-0,162)
2	0 (0)	-0,053 (-0,050)	-0,123 (-0,088)	-0,154 (-0,113)	-0,158 (-0,127)	-0,162 (-0,132)	-0,158 (-0,137)	-0,158 (-0,137)	-0,154 (-0,142)	-0,162 (-0,157)	-0,158 (-0,152)	- (-0,162)	- (-0,162)
3	0 (0)	-0,053 (-0,050)	-0,123 (-0,088)	-0,158 (-0,108)	-0,158 (-0,132)	-0,158 (-0,142)	-0,154 (-0,132)	-0,154 (-0,137)	-0,154 (-0,142)	-0,158 (-0,142)	-0,149 (-0,142)	- (-0,152)	- (-0,147)
4	0 (0)	-0,053 (-0,063)	-0,128 (-0,087)	-0,154 (-0,116)	-0,154 (-0,140)	-0,158 (-0,140)	-0,154 (-0,130)	-0,154 (-0,150)	-0,149 (-0,140)	-0,154 (-0,145)	-0,154 (-0,159)	- (-0,155)	- (-0,150)
5	0 (0)	-0,053 (-0,047)	-0,115 (-0,083)	-0,145 (-0,118)	-0,158 (-0,142)	-0,158 (-0,142)	-0,158 (-0,142)	-0,158 (-0,152)	-0,154 (-0,152)	-0,154 (-0,147)	-0,158 (-0,157)	- (-0,162)	- (-0,167)
6	0 (0)	-0,045 (-0,050)	-0,110 (-0,098)	-0,145 (-0,118)	-0,149 (-0,152)	-0,154 (-0,152)	-0,149 (-0,157)	-0,162 (-0,157)	-0,154 (-0,162)	-0,154 (-0,152)	-0,154 (-0,157)	- (-0,162)	- (-0,157)
7	0 (0)	-0,052 (-0,045)	-0,113 (-0,088)	-0,143 (-0,127)	-0,143 (-0,142)	-0,147 (-0,137)	-0,147 (-0,137)	-0,152 (-0,157)	-0,152 (-0,162)	-0,152 (-0,167)	-0,147 (-0,157)	- (-0,172)	- (-0,172)
Boydaki değişim [%]	- (-)	5,00 (5,00)	4,76 (4,76)	4,55 (4,55)	4,35 (4,35)	4,17 (4,17)	4,00 (4,00)	3,85 (3,85)	3,70 (3,70)	3,57 (3,57)	3,45 (3,45)	3,33 (3,33)	- (3,23)
Endeki değişim [%]	- (-)	-5,07 (-5,01)	-11,92 (-8,81)	-15,03 (-11,60)	-15,47 (-13,84)	-15,72 (-13,91)	-15,47 (-13,91)	-15,72 (-14,81)	-15,34 (-14,89)	-15,53 (-15,03)	-15,34 (-15,30)	- (-16,00)	- (-15,93)
Poisson oranı	0 (0)	0,986 (0,998)	0,399 (0,541)	0,302 (0,392)	0,281 (0,314)	0,265 (0,300)	0,259 (0,288)	0,245 (0,260)	0,241 (0,249)	0,230 (0,238)	0,225 (0,225)	- (0,208)	- (0,202)
Gerilme kuvveti [N]	0 (0)	35,29 (23,53)	119,99 (57,15)	174,45 (78,16)	185,54 (86,56)	189,57 (91,61)	197,64 (97,49)	208,74 (103,38)	220,84 (112,62)	241,01 (126,9)	252,09 (147,92)	- (170,6)	- (197,5)

Şekil 4.84’de PY deney planına ait numunelerin çözgü yönünde kuru halde yani kondisyonlama sonrasındaki karşılaştırma grafiği, Şekil 4.85’de ise nemlendirilmiş kumaşların poisson karşılaştırma grafiği yer almaktadır. Her iki grafik de incelendiğinde atkı sıklıklarında artışın çözgü yönünde Poisson oranı değişimi karakteristiği üzerinde etkisi olmadığı görülmektedir. Diğer taraftan sıklık artışı ile gerilme kuvvetleri arasında pozitif bir ilişki gözlenmektedir. Atkı sıklığı arttıkça gerilme kuvvetinin artışı beklenen bir sonuçtur ve literatür verileri ile örtüşmektedir. En yüksek Poisson oranı %5 boyda uzamada görülmektedir, sebebi de çözgü kıvrımının açılmasıdır. Boyuna yönde yüksek miktarda değişim olmasına karşın enine yönde değişim çok düşüktür. Çözgü üzerindeki kıvrımın açılmasının ardından artan gerilme kuvveti atkı ipliklerine aktarılacak ve atkı kıvrımını arttırma eğilimi gösterecektir. Bu da kumaşın eninde belirli miktarda daralmaya yol açacaktır. İlerleyen uzama oranlarında boyuna değişim düşme ve eninde değişim artma eğilimi gösterdiği için de düşük poisson oranı değerleri elde edilmektedir.

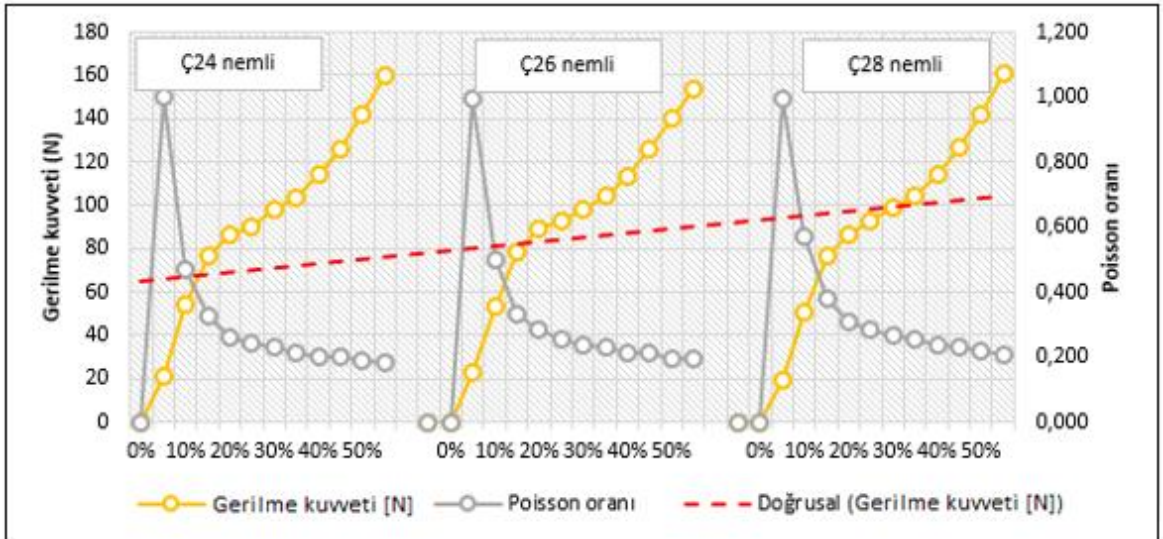
%100 yün kumaşlarda nemlendirilmiş numunelerde çözgü yönünde gerilme kuvvetlerinin kuru olanlara göre daha düşük olduğu görülmüştür. Buna karşılık uzama değerlerinde bir miktar artış gerçekleşmiştir. Nemli kumaş numunelerinin örneğin %5 ve %10 gibi uzama oranlarına daha düşük gerilme kuvveti ile erişebildiği gözlenmiştir. Literatürde ifade edildiği üzere yün liflerinin yaş kopma dayanımlarının kuru kopma dayanımlarından daha düşük ancak uzama yeteneğinden kısmen daha iyi olduğu bilgisi ile örtüşmektedir.

Yün lifleri de diğer liflerde olduğu gibi bir gerilme kuvvetine maruz kaldıklarında önce kıvrımları açılır, düzgün hale gelir. Eğer lif üzerine uygulanan kuvvet lif kopmadan kaldırılırsa lif tekrar kıvrımlı halini alır. Aynı life aynı kuvvet kopma anına kadar uygulanırsa lifin kopma anına kadar uzamaya devam ettiği görülür (Babaoğul, Şener ve Öztop, 2010).





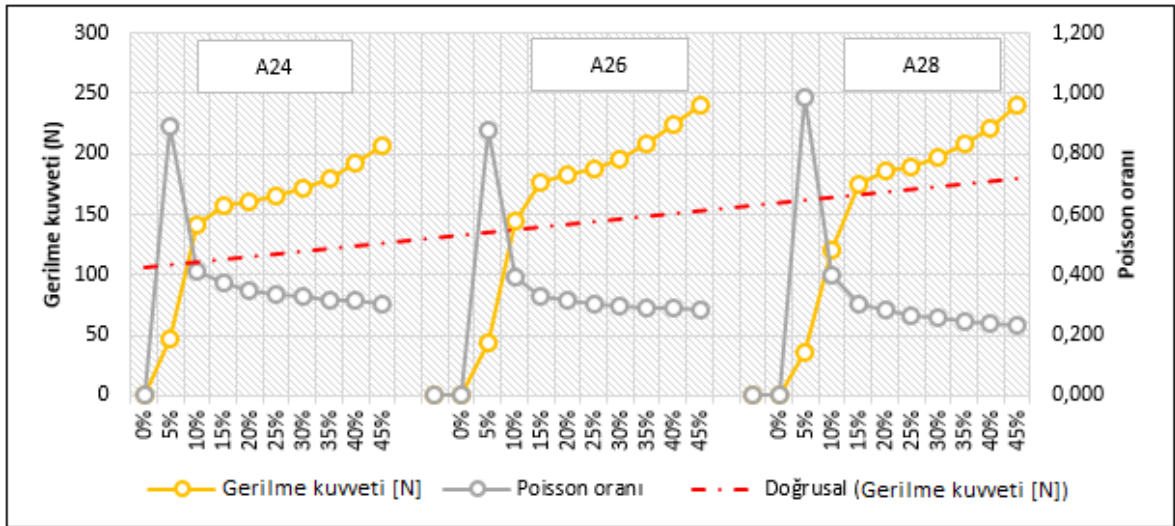
Şekil 4.84. Kondisyonlama sonrası çözgü yönünde Poisson oranları karşılaştırma grafiği (PY)



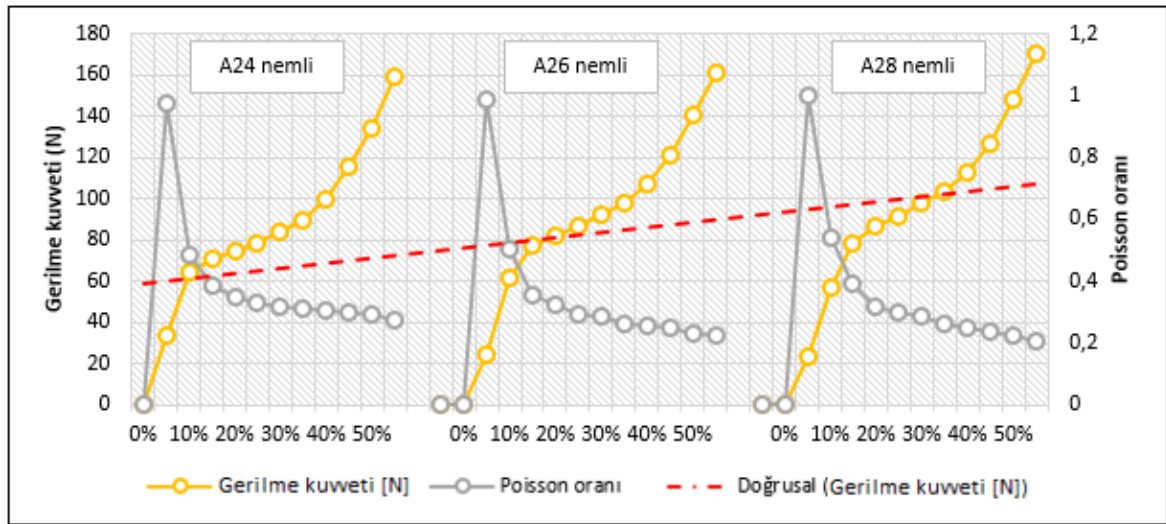
Şekil 4.85. Nemlendirme sonrası çözgü yönünde Poisson oranları karşılaştırma grafiği (PY)

Şekil 4.86’da PY deney planına ait numunelerin atkı yönünde kuru halde yani kondisyonlama sonrasındaki karşılaştırma grafiği, Şekil 4.87’de ise nemlendirilmiş kumaşların poisson karşılaştırma grafiği yer almaktadır. Elde edilen değerler incelendiğinde atkı sıklıklarının artışı atkı yönünde Poisson oranı değişimi karakteristiği önemli ölçüde gözlenmediği için, doğrusal eğri gerilme kuvvetinde gösterilmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde beklendiği gibi atkı sıklığının artması ile atkı yönünde gerilme kuvvetini arttırdığı görülmektedir. Atkı yönünde belli uzama yüzdelinde örneğin %5 ve %10 gibi değerlerde gerilme kuvvetleri kondisyonlama sonrası ve nemlendirme sonrası değerleri incelendiğinde ihtiyaç duyulan gerilme kuvvet değerlerinde düşme olduğu görülmüştür.



Şekil 4.86. Kondisyonlama sonrası atkı yönünde Poisson oranları karşılaştırma grafiği (PY)



Şekil 4.87. Nemlendirme sonrası atkı yönünde Poisson oranları karşılaştırma grafiği (PY)

Kamgarn kumaşlarda, lif içeriği %100 yün olmayan, polyester lifi ilavesi ile harmanlanmış kumaşların nasıl farklılık göstereceğini incelemek için en çok kullanılan çözgü ve atkı ipliklerinden esinlenerek kurgulanan Poisson deney planında, yün/polyester harmanı ile dokunana numuneler üzerinde de G2 deney planında ölçümler alınıp Poisson oranları hesaplanmış ve değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre uzama sonucu enden toplama miktarları net bir şekilde görülebilmektedir. G2- Deney planı kapsamında hazırlanan numunelerde çözgü yönünde Poisson oranları değerlendirilmiştir. Elde edilen ölçüm değerlerinden yararlanılarak belli uzama oranlarında boydaki değişim, endeki değişim ile gerilme kuvvetine karşılık gelen Poisson oranı elde edilmiştir. Ölçüm değerleri Çizelge 4.43 ile 4.61 arasında yer almaktadır.

Çizelge 4.43. A24G35 numunesi için çözümlü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0	-0,088	-0,137	-0,137	-0,137	-0,137	-0,137
2	0	-0,093	-0,137	-0,142	-0,137	-0,147	-0,149
3	0	-0,095	-0,138	-0,146	-0,143	-0,136	-0,143
4	0	-0,082	-0,121	-0,121	-0,121	-0,129	-0,131
5	0	-0,092	-0,141	-0,146	-0,146	-0,154	-0,149
6	0	-0,087	-0,131	-0,131	-0,131	-0,133	-0,136
7	0	-0,082	-0,120	-0,125	-0,125	-0,130	-0,123
Boydaki değişim [%]	_	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00
Endeki değişim [%]	_	-8,85	-13,22	-13,55	-13,44	-13,80	-13,84
Poisson oranı	0	0,565	0,360	0,336	0,324	0,302	0,289
Gerilme kuvveti [N]	0	81,481	237,037	293,827	353,086	481,481	627,160

Çizelge 4.44. A26G30 numunesi için çözümlü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26	26,8
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30	%30,92
1	0	-0,084	-0,142	-0,150	-0,148	-0,153	-0,153	-0,153
2	0	-0,079	-0,138	-0,148	-0,151	-0,145	-0,145	-0,145
3	0	-0,084	-0,137	-0,147	-0,145	-0,150	-0,150	-0,142
4	0	-0,081	-0,127	-0,132	-0,132	-0,135	-0,137	-0,137
5	0	-0,087	-0,141	-0,151	-0,148	-0,148	-0,148	-0,156
6	0	-0,082	-0,136	-0,146	-0,143	-0,143	-0,138	-0,148
7	0	-0,076	-0,124	-0,134	-0,139	-0,137	-0,142	-0,134
Boydaki değişim [%]	_	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00	3,08
Endeki değişim [%]	_	-8,18	-13,49	-14,40	-14,36	-14,44	-14,47	-14,51
Poisson oranı	0	0,611	0,353	0,316	0,303	0,289	0,276	0,212
Gerilme kuvveti [N]	0	69,565	211,594	278,26	330,434	457,971	617,391	710,144

Çizelge 4.45. A26G35 numunesi için çözümlü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0	-0,080	-0,124	-0,130	-0,132	-0,137	-0,140
2	0	-0,087	-0,140	-0,138	-0,140	-0,145	-0,145
3	0	-0,087	-0,122	-0,133	-0,133	-0,138	-0,138
4	0	-0,078	-0,119	-0,126	-0,134	-0,129	-0,124
5	0	-0,081	-0,135	-0,130	-0,135	-0,138	-0,141
6	0	-0,094	-0,127	-0,127	-0,135	-0,130	-0,138
7	0	-0,084	-0,117	-0,123	-0,125	-0,125	-0,123
Boydaki değişim [%]	_	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00
Endeki değişim [%]	_	-8,43	-12,66	-12,95	-13,35	-13,46	-13,54
Poisson oranı	0	0,593	0,376	0,351	0,326	0,309	0,295
Gerilme kuvveti [N]	0	76,540	237,037	293,827	358,024	479,012	629,629

Çizelge 4.46. A26G40 numunesi için çözümlü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	25,5
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%27,5
1	0	-0,085	-0,136	-0,141	-0,146	-0,144	-0,141
2	0	-0,087	-0,138	-0,143	-0,141	-0,146	-0,151
3	0	-0,084	-0,125	-0,136	-0,136	-0,141	-0,138
4	0	-0,083	-0,131	-0,141	-0,141	-0,136	-0,136
5	0	-0,085	-0,137	-0,144	-0,144	-0,149	-0,144
6	0	-0,090	-0,139	-0,139	-0,144	-0,144	-0,147
7	0	-0,080	-0,122	-0,130	-0,124	-0,124	-0,119
Boydaki değişim [%]	_	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	2,00
Endeki değişim [%]	_	-8,50	-13,26	-13,92	-13,95	-14,07	-13,95
Poisson oranı	0	0,588	0,359	0,327	0,312	0,296	0,143
Gerilme kuvveti [N]	0	83,95	246,913	298,765	362,962	486,419	604,938

Çizelge 4.47. A28G30 numunesi için çözümlü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26	26,5
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30	%32,5
1	0	-0,084	-0,125	-0,133	-0,133	-0,136	-0,133	-0,144
2	0	-0,086	-0,125	-0,141	-0,136	-0,131	-0,133	-0,138
3	0	-0,083	-0,130	-0,138	-0,138	-0,148	-0,138	-0,143
4	0	-0,078	-0,119	-0,117	-0,122	-0,122	-0,132	-0,135
5	0	-0,088	-0,135	-0,143	-0,138	-0,140	-0,138	-0,143
6	0	-0,081	-0,119	-0,127	-0,127	-0,122	-0,132	-0,135
7	0	-0,072	-0,114	-0,121	-0,127	-0,134	-0,127	-0,127
Boydaki değişim [%]	–	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00	1,92
Endeki değişim [%]	–	-8,17	-12,40	-13,15	-13,15	-13,33	-13,33	-13,78
Poisson oranı		0,612	0,384	0,346	0,331	0,313	0,300	0,140
Gerilme kuvveti [N]	0	78,260	237,681	301,449	362,318	478,260	634,782	655,263

Çizelge 4.48. A28G35 numunesi için çözümlü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0	-0,088	-0,130	-0,127	-0,135	-0,135	-0,143
2	0	-0,085	-0,124	-0,127	-0,134	-0,140	-0,140
3	0	-0,092	-0,130	-0,138	-0,133	-0,140	-0,145
4	0	-0,079	-0,115	-0,131	-0,128	-0,131	-0,138
5	0	-0,091	-0,130	-0,138	-0,140	-0,140	-0,143
6	0	-0,091	-0,130	-0,127	-0,135	-0,135	-0,143
7	0	-0,073	-0,110	-0,120	-0,120	-0,117	-0,110
Boydaki değişim [%]	–	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00
Endeki değişim [%]	–	-8,57	-12,41	-12,96	-13,22	-13,41	-13,74
Poisson oranı	0	0,584	0,384	0,351	0,329	0,311	0,291
Gerilme kuvveti [N]	0	124,637	266,666	318,840	405,797	547,826	715,942

Çizelge 4.49. A28G40 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0	-0,086	-0,122	-0,125	-0,122	-0,130	-0,125
2	0	-0,084	-0,117	-0,123	-0,123	-0,120	-0,123
3	0	-0,086	-0,115	-0,123	-0,123	-0,125	-0,123
4	0	-0,079	-0,110	-0,115	-0,115	-0,118	-0,115
5	0	-0,095	-0,121	-0,124	-0,124	-0,126	-0,129
6	0	-0,085	-0,121	-0,118	-0,118	-0,118	-0,118
7	0	-0,086	-0,109	-0,114	-0,114	-0,114	-0,119
Boydaki değişim [%]	_	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00
Endeki değişim [%]	_	-8,57	-11,65	-12,02	-11,98	-12,17	-12,16
Poisson oranı	0	0,583	0,409	0,378	0,363	0,342	0,329
Gerilme kuvveti [N]	0	92,105	234,210	281,578	355,263	494,736	721,739

Çizelge 4.50. B24G30 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0	-0,094	-0,146	-0,146	-0,146	-0,151	-0,154
2	0	-0,092	-0,137	-0,155	-0,153	-0,145	-0,145
3	0	-0,093	-0,153	-0,153	-0,153	-0,153	-0,145
4	0	-0,104	-0,140	-0,155	-0,150	-0,147	-0,155
5	0	-0,099	-0,143	-0,151	-0,151	-0,138	-0,158
6	0	-0,099	-0,130	-0,143	-0,143	-0,143	-0,143
7	0	-0,076	-0,120	-0,120	-0,128	-0,120	-0,120
Boydaki değişim [%]	_	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00
Endeki değişim [%]	_	-9,38	-13,84	-14,62	-14,62	-14,25	-14,58
Poisson oranı		0,533	0,344	0,311	0,297	0,292	0,274
Gerilme kuvveti [N]	0	78,260	246,376	292,753	359,420	495,652	666,666

Çizelge 4.51. B24G35 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0	-0,089	-0,136	-0,149	-0,134	-0,139	-0,139
2	0	-0,094	-0,141	-0,141	-0,133	-0,141	-0,141
3	0	-0,094	-0,133	-0,146	-0,138	-0,133	-0,138
4	0	-0,085	-0,129	-0,131	-0,134	-0,131	-0,131
5	0	-0,102	-0,138	-0,141	-0,143	-0,133	-0,141
6	0	-0,104	-0,137	-0,137	-0,142	-0,145	-0,145
7	0	-0,085	-0,116	-0,121	-0,124	-0,127	-0,129
Boydaki değişim [%]	–	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00
Endeki değişim [%]	–	-9,31	-13,28	-13,80	-13,54	-13,54	-13,76
Poisson oranı	0	0,537	0,359	0,329	0,321	0,308	0,291
Gerilme kuvveti [N]	0	107,246	257,971	310,144	373,913	518,840	681,159

Çizelge 4.52. B26G30 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0	-0,092	-0,136	-0,138	-0,143	-0,143	-0,136
2	0	-0,090	-0,133	-0,136	-0,136	-0,141	-0,138
3	0	-0,089	-0,138	-0,135	-0,130	-0,133	-0,145
4	0	-0,082	-0,122	-0,122	-0,125	-0,128	-0,133
5	0	-0,085	-0,141	-0,136	-0,141	-0,146	-0,141
6	0	-0,090	-0,131	-0,134	-0,134	-0,134	-0,134
7	0	-0,088	-0,131	-0,134	-0,139	-0,131	-0,136
Boydaki değişim [%]	–	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00
Endeki değişim [%]	–	-8,80	-13,32	-13,36	-13,54	-13,65	-13,76
Poisson oranı	0	0,568	0,357	0,340	0,321	0,305	0,291
Gerilme kuvveti [N]	0	89,855	243,478	310,144	376,811	515,942	681,159

Çizelge 4.53. B26G35 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0	-0,103	-0,135	-0,138	-0,127	-0,127	-0,132
2	0	-0,095	-0,129	-0,129	-0,135	-0,129	-0,132
3	0	-0,097	-0,128	-0,125	-0,136	-0,125	-0,131
4	0	-0,082	-0,116	-0,126	-0,121	-0,123	-0,129
5	0	-0,106	-0,132	-0,140	-0,135	-0,135	-0,132
6	0	-0,084	-0,119	-0,121	-0,116	-0,121	-0,116
7	0	-0,086	-0,119	-0,125	-0,117	-0,122	-0,114
Boydaki değişim [%]	_	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00
Endeki değişim [%]	_	-9,32	-12,54	-12,91	-12,65	-12,61	-12,65
Poisson oranı	0	0,536	0,380	0,352	0,344	0,330	0,316
Gerilme kuvveti [N]	0	110,144	263,768	304,347	382,608	521,739	704,347

Çizelge 4.54. B28G30 numunesi için çözgü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0	-0,096	-0,127	-0,130	-0,130	-0,130	-0,135
2	0	-0,081	-0,117	-0,112	-0,115	-0,115	-0,123
3	0	-0,088	-0,119	-0,127	-0,117	-0,119	-0,119
4	0	-0,075	-0,108	-0,119	-0,121	-0,121	-0,124
5	0	-0,081	-0,123	-0,129	-0,126	-0,126	-0,129
6	0	-0,091	-0,123	-0,131	-0,125	-0,128	-0,123
7	0	-0,081	-0,112	-0,115	-0,115	-0,115	-0,112
Boydaki değişim [%]	_	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00
Endeki değişim [%]	_	-8,48	-11,86	-12,31	-12,12	-12,20	-12,35
Poisson oranı	0	0,590	0,401	0,369	0,359	0,342	0,324
Gerilme kuvveti [N]	0	89,855	243,478	295,652	356,521	489,855	652,173



Çizelge 4.55. B28G35 numunesi için çözümlü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0	-0,095	-0,126	-0,131	-0,126	-0,126	-0,126
2	0	-0,092	-0,123	-0,130	-0,130	-0,125	-0,130
3	0	-0,094	-0,119	-0,129	-0,124	-0,122	-0,119
4	0	-0,086	-0,113	-0,118	-0,116	-0,116	-0,121
5	0	-0,102	-0,125	-0,130	-0,136	-0,130	-0,138
6	0	-0,092	-0,120	-0,125	-0,120	-0,120	-0,125
7	0	-0,077	-0,105	-0,110	-0,105	-0,107	-0,107
Boydaki değişim [%]	_	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00
Endeki değişim [%]	_	-9,11	-11,88	-12,50	-12,25	-12,10	-12,39
Poisson oranı	0	0,549	0,401	0,364	0,355	0,344	0,323
Gerilme kuvveti [N]	0	115,942	263,768	310,144	394,202	562,318	718,840

Çizelge 4.56. C24G30 numunesi için çözümlü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0	-0,105	-0,130	-0,128	-0,138	-0,125	-0,125
2	0	-0,099	-0,140	-0,140	-0,142	-0,140	-0,129
3	0	-0,096	-0,124	-0,121	-0,129	-0,121	-0,121
4	0	-0,095	-0,114	-0,119	-0,124	-0,119	-0,117
5	0	-0,104	-0,129	-0,142	-0,124	-0,124	-0,134
6	0	-0,101	-0,121	-0,128	-0,121	-0,123	-0,123
7	0	-0,088	-0,110	-0,115	-0,108	-0,110	-0,105
Boydaki değişim [%]	_	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00
Endeki değişim [%]	_	-9,83	-12,40	-12,75	-12,66	-12,33	-12,22
Poisson oranı	0	0,509	0,384	0,356	0,344	0,338	0,327
Gerilme kuvveti [N]	0	133,333	272,463	321,739	402,898	550,724	718,84

Çizelge 4.57. C24G35 numunesi için çözümlü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0	-0,117	-0,145	-0,145	-0,143	-0,143	-0,140
2	0	-0,112	-0,143	-0,138	-0,132	-0,130	-0,135
3	0	-0,111	-0,132	-0,134	-0,132	-0,129	-0,134
4	0	-0,093	-0,119	-0,108	-0,113	-0,121	-0,124
5	0	-0,112	-0,138	-0,140	-0,132	-0,135	-0,135
6	0	-0,107	-0,128	-0,131	-0,128	-0,120	-0,117
7	0	-0,096	-0,111	-0,119	-0,121	-0,119	-0,116
Boydaki değişim [%]	–	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00
Endeki değişim [%]	–	-10,67	-13,08	-13,08	-12,89	-12,82	-12,89
Poisson oranı	0	0,469	0,364	0,348	0,337	0,325	0,310
Gerilme kuvveti [N]	0	136,230	272,463	321,739	423,188	588,059	704,347

Çizelge 4.58. C26G30 numunesi için çözümlü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0	-0,097	-0,125	-0,122	-0,122	-0,120	-0,125
2	0	-0,099	-0,125	-0,115	-0,117	-0,117	-0,117
3	0	-0,103	-0,123	-0,123	-0,123	-0,118	-0,118
4	0	-0,098	-0,115	-0,110	-0,118	-0,113	-0,118
5	0	-0,097	-0,133	-0,125	-0,117	-0,117	-0,117
6	0	-0,096	-0,129	-0,122	-0,117	-0,124	-0,124
7	0	-0,086	-0,113	-0,108	-0,108	-0,108	-0,103
Boydaki değişim [%]	–	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00
Endeki değişim [%]	–	-9,66	-12,35	-11,80	-11,76	-11,69	-11,76
Poisson oranı	0	0,517	0,386	0,385	0,370	0,356	0,340
Gerilme kuvveti [N]	0	124,637	269,565	315,942	405,797	562,318	736,231

Çizelge 4.59. C26G35 numunesi için çözümlü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0	-0,098	-0,131	-0,136	-0,131	-0,129	-0,136
2	0	-0,104	-0,129	-0,127	-0,127	-0,124	-0,124
3	0	-0,100	-0,120	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125
4	0	-0,097	-0,123	-0,120	-0,120	-0,118	-0,125
5	0	-0,104	-0,129	-0,134	-0,131	-0,124	-0,129
6	0	-0,101	-0,128	-0,123	-0,128	-0,121	-0,123
7	0	-0,090	-0,113	-0,118	-0,113	-0,113	-0,123
Boydaki değişim [%]	_	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	4,00
Endeki değişim [%]	_	-9,91	-12,48	-12,63	-12,52	-12,19	-12,66
Poisson oranı	0	0,504	0,381	0,360	0,347	0,342	0,316
Gerilme kuvveti [N]	0	142,028	281,159	324,637	417,391	576,811	704,347

Çizelge 4.60. C28G30 numunesi için çözümlü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	25,5
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%27,5
1	0	-0,095	-0,119	-0,111	-0,117	-0,117	-0,125
2	0	-0,099	-0,117	-0,117	-0,112	-0,120	-0,125
3	0	-0,095	-0,111	-0,121	-0,111	-0,116	-0,116
4	0	-0,074	-0,098	-0,103	-0,090	-0,098	-0,103
5	0	-0,091	-0,120	-0,104	-0,115	-0,101	-0,120
6	0	-0,084	-0,116	-0,108	-0,116	-0,108	-0,116
7	0	-0,069	-0,099	-0,083	-0,080	-0,080	-0,099
Boydaki değişim [%]	_	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	2,00
Endeki değişim [%]	_	-8,68	-11,14	-10,68	-10,57	-10,57	-11,48
Poisson oranı	0	0,576	0,427	0,425	0,411	0,394	0,174
Gerilme kuvveti [N]	0	138,271	274,074	325,925	409,876	577,777	669,135

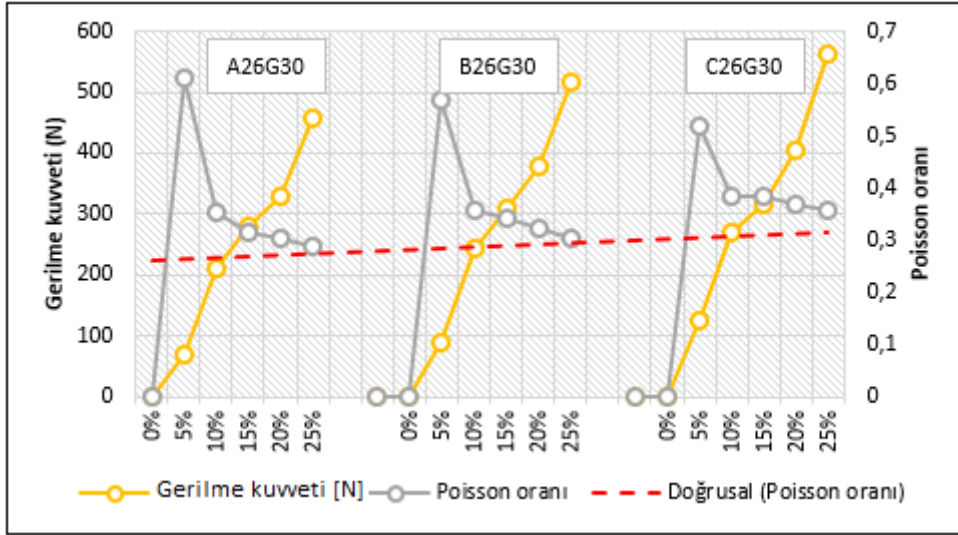
Çizelge 4.61. C28G35 numunesi için çözümlü yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	25,5
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%27,5
1	0	-0,096	-0,121	-0,124	-0,119	-0,116	-0,121
2	0	-0,103	-0,123	-0,129	-0,123	-0,121	-0,126
3	0	-0,100	-0,121	-0,118	-0,116	-0,116	-0,121
4	0	-0,084	-0,109	-0,107	-0,109	-0,109	-0,112
5	0	-0,096	-0,121	-0,124	-0,116	-0,116	-0,116
6	0	-0,095	-0,116	-0,118	-0,118	-0,111	-0,116
7	0	-0,082	-0,102	-0,105	-0,102	-0,102	-0,099
Boydaki değişim [%]	–	5,00	4,76	4,55	4,35	4,17	2,00
Endeki değişim [%]	–	-9,36	-11,63	-11,78	-11,48	-11,30	-11,59
Poisson oranı	0	0,534	0,409	0,386	0,379	0,369	0,172
Gerilme kuvveti [N]	0	136,231	281,159	327,536	423,188	582,608	669,565

Tüm numunelerde tüm liflerde olduğu gibi bir kuvvetle iki ucundan çekildiklerinde önce kıvrımları açılmaları meydana gelerek düzgün hale gelmiştir. Aynı kuvvet kopma anına kadar devam etmesi nedeniyle lifin kopma anına kadar uzamaya devam ettiği görülmüştür. Elde edilen ölçüm sonuçlarında, %25 uzamaya dek uzanan aralık değerleri tüm numunelerde erişilebilen en üst ortak değer olduğu için karşılaştırmalarda %0 ile %25 arasındaki veriler yani numune boy uzunluğu 20 cm ile 25 cm arasındaki değişimler değerlendirmeye alınmıştır.

Farklı atkı ipliklerinin karşılaştırmasını yapabilmek için 30 cN nominal çözgü geriliminde ve 26 atkı/cm atkı sıklığında dokunmuş numuneler analiz edilerek karşılaştırma yapılmıştır. Elde edilen üçlü karşılaştırma grafiği Şekil 4.88’de yer almaktadır. Her üç numune içindeki en yüksek Poisson oranı %5 boyda uzama noktasında elde edilmiştir. Bunun sebebi, bu konumda, ortalama %5,9 olan çözgü kıvrımının çözgü yönünde açılmasıyla elde edilen uzamaya karşılık numune eninde herhangi bir boyutsal değişimin gerçekleşmemesidir. Poisson oranlarının en yüksek değerleri ise, şekilde görüldüğü gibi A, B ve C iplikleri için azalan bir eğilim göstermiştir. C kodlu Nm 56/1 %100 yün içeren numunede en üst değere ulaştığı görülmektedir. Yün lifinin kıvrımlı yapısı ve yüksek uzama yeteneğinin bu sonuca etki ettiği

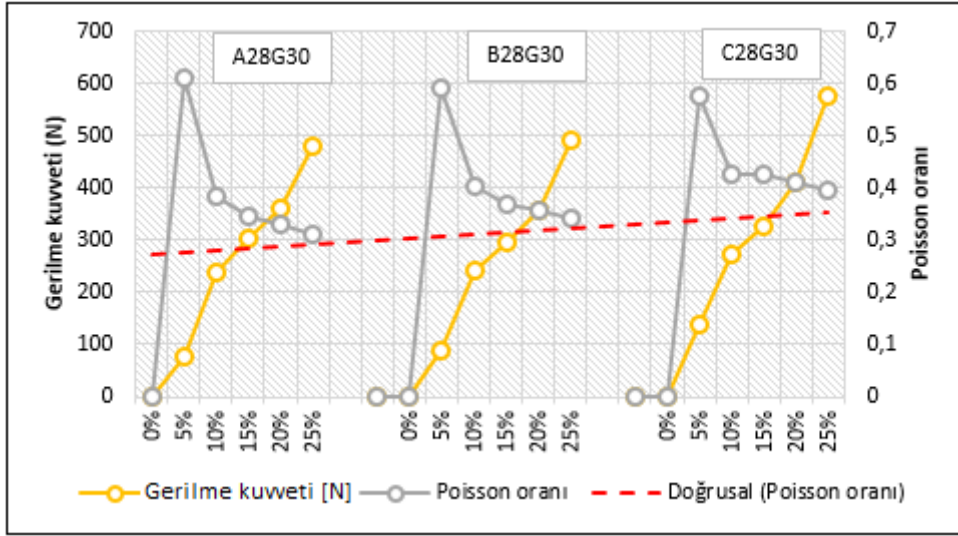
düşünülmektedir. Shahabi vd., (2013) çalışmasında elde edilen kıvrım değişim oranı ile Poisson oranı arasında yüksek oranda doğrusal bir ilişki olduğu ortaya koyulmuştur sonucu ile örtüşmektedir. Gerilim kuvvetleri karşılaştırıldığında B: Nm 56/1 50/50 yün/polyester iplikli numune, A: Nm 48/1 45/55 yün polyester iplikli numuneye göre daha yüksek çıkmıştır. Kopma mukavemeti testlerinde örneğin koptuğu yük doğrudan enine kesit alanı ile ilişkilidir (Öner 2019). Bu nedenle enine kesit alanı daha geniş olduğu Nm 56/1 numaralı iplikte aynı uzama oranlarına ulaşmasını sağlayan gerilme kuvveti daha yüksek değerlerde gerçekleşmiştir. Bu beklenen bir durumdur ve iplik numarasının artışı ile arttığı gözlenmiştir. Nm 56/1 50/50 yün/polyester ve Nm 56/1 %100 yün ipliklerin çözgü yönünde yüzde kıvrım değerleri ortalaması karşılaştırıldığında %100 olanların daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.88. 30 cN nominal çözgü gerilimindeki 26 atk/cm numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği

Atkı ipliklerinin etkisi, benzer şekilde, 30 cN çözgü gerilimindeki 28 atk/cm atkı sıklığında dokunmuş numuneler üzerinde de incelenmiştir. Elde edilen üçlü karşılaştırma grafiği Şekil 4.89'da yer almaktadır. Bu numune grubunda da en yüksek Poisson oranı %5 boyda uzama noktasında gerçekleşmesi, çözgü kıvrımının çözgü yönünde açılmasıyla elde edilen uzamaya karşılık numune eninde herhangi bir boyutsal değişimin gerçekleşmemesidir. Poisson oranlarının en yüksek değerleri ise, şekilde görüldüğü gibi A, B ve C iplikleri için azalan bir eğilim göstermiştir. %25 uzama değerlerinde C kodlu Nm 56/1 %100 yün içeren numunede en üst değere ulaştığı görülmektedir. Yün lifinin kıvrımlı yapısı ve yüksek uzama yeteneğinin bu sonuca etki ettiği düşünülmektedir. B: Nm 56/1 50/50 yün/polyester iplikli numunede, A: Nm 48/1 45/55 yün polyester iplikli numuneye göre daha yüksek çıkmıştır. İplik

kesidindeki lif sayısının artışı nedeniyle numarası artışının mukavemet değerlerinin azalmasına neden olduğu görülmüştür.

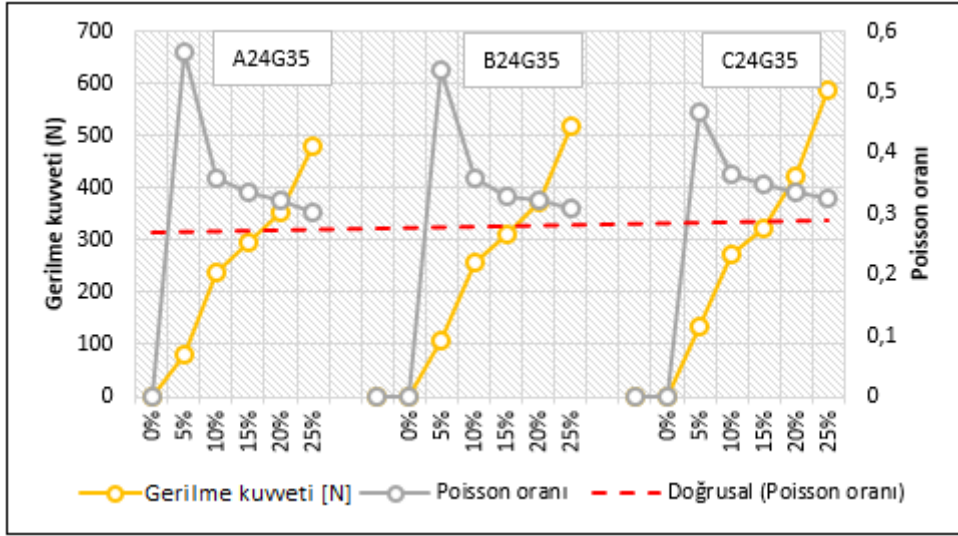


Şekil 4.89. 30 cN nominal çözgü gerilimindeki 28 atk/cm numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği

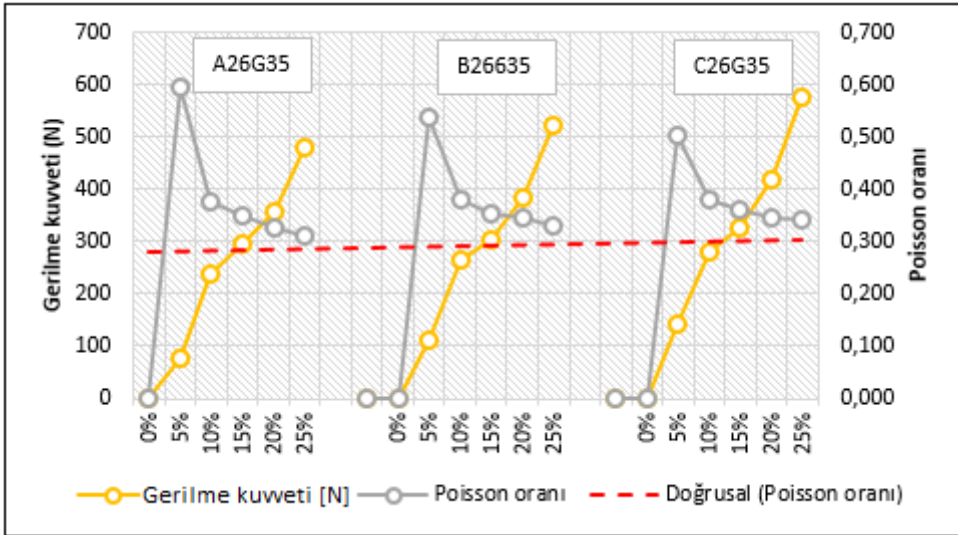
Farklı atkı ipliklerinin yanısıra, atkı sıklıkları ve çözgü nominal gerilim değerinin de etkisini gözlemlemek için 35 cN tezgâh ayarında dokunmuş numuneler de analiz edilmiştir. 35 cN çözgü geriliminde 24, 26 ve 28 atk/cm atkı sıklığında dokunan numuneler ait karşılaştırma grafikleri de sırasıyla; Şekil 4.90, 4.91 ve 4.92’de verilmiştir. Bu gruptaki numunelerin de tümünde en yüksek Poisson oranı %5 boyda uzama noktasında gerçekleşmiştir. Grafikler incelendiğinde bütün sonuçlarda en yüksek Poisson oranlarının A: Nm 48/1 45/55 yün polyester iplikli numuneye ait olduğu görülmektedir. Atkı kıvrım ortalamaları incelendiğinde %6,85 ile en düşük değere sahip olan iplikli numuneler olduğu görülmektedir. %25 uzama değerlerinde C: Nm 56/1 %100 yün içeren numunede en üst değere ulaştığı görülmektedir. Yün lifinin kıvrımlı yapısı ve yüksek uzama yeteneğinin bu sonuca etki ettiği düşünülmektedir

Atkı sıklığının Poisson oranı üzerindeki etkisine bakıldığında; atkı sıklığındaki artışların az da olsa poisson oranlarını artıran bir eğilime neden olduğu gözlenmiştir. Örneğin A atkı ipliğinde %5 uzama konumundaki Poisson oranı 24, 26 ve 28 sıklık için sırasıyla 0,565, 0,593 ve 0,584 olarak bulunmuştur. Aynı değerler C ipliği için 0,460, 0,504 ve 0,534 olarak belirlenmiştir. Bu duruma artan atkı sıklığını çözgü kıvrımını artırma eğilimi göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Gerilme kuvvetleri karşılaştırıldığında iplik kesitindeki lif

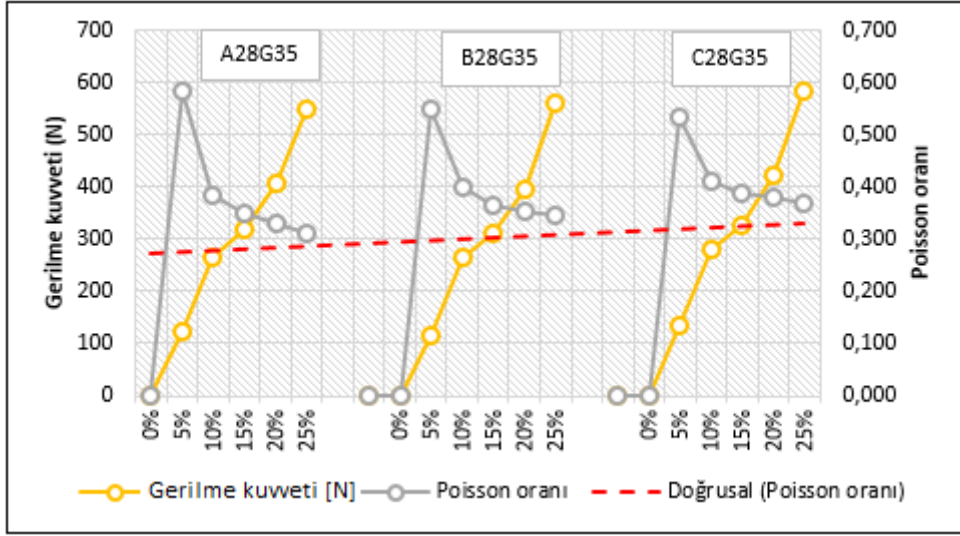
sayısının artışı nedeniyle; B: Nm 56/1 50/50 yün/polyester iplikli numunede, A: Nm 48/1 45/55 yün polyester iplikli numuneye göre daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.90. 35 cN nominal çözgü gerilimindeki 24 atkı/cm numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği



Şekil 4.91. 35 cN nominal çözgü gerilimindeki 26 atkı/cm numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği

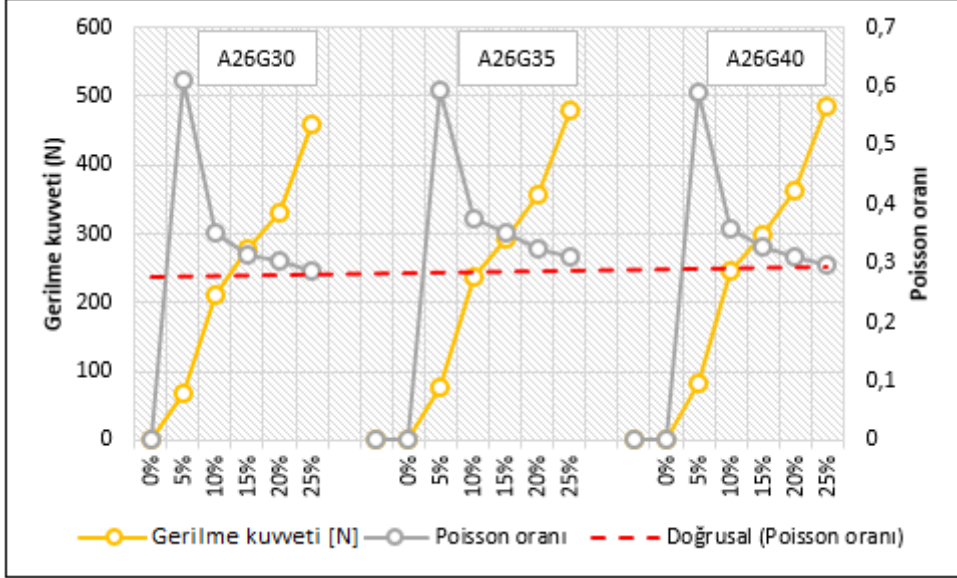


Şekil 4.92. 35 cN nominal çözgü gerilimindeki 28 atk/cm numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği

Çözgü nominal gerilim değerinin de kumaş yapısı ve dolayısıyla Poisson oranı üzerinde önemli etkisi olması beklenir. Bu amaçla 3 farklı çözgü gerilimindeki aynı atk ipliği ile 26 atk/cm atk sıklığında dokunan numuneler analiz edilmiş ve çözgü gerilimlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Elde edilen üçlü karşılaştırma grafiği Şekil 4.93’de yer almaktadır. En yüksek Poisson oranı diğer numunelerde olduğu gibi yine %5 boyda uzama noktasında gerçekleşmiştir. Bu durum, boyda uzamanın ilk evresinde çözgü kıvrım oranına bağlı olarak çözgü kıvrımının açılmasından, buna karşılık ende önemli bir değişim oluşmamasından kaynaklanmaktadır. Bu nokta boyuna yönde yüksek değişim ancak enine ise neredeyse sıfır değişim özelliği gösteren bir konumdur. Çözgü gerilim farklılığına göre iplik kıvrım değerleri incelendiğinde atk ipliklerinin kıvrım değerlerinin çözgü gerilimi ile arttığı daha önce ifade edilmişti. Diğer taraftan artan çözgü gerilimin çözgü kıvrımını negatif yönde etkilediği bilinmektedir ve bu tez çalışmasında da bir kez daha vurgulanmıştır. Buna bağlı olarak, çözgü kıvrımının açılmasına karşılık gelen %5’lik uzama konumunda poisson oranı, çözgü gerilimindeki artışla azalmaya yönelik bir eğilim göstermiştir. Yani daha az çözgü kıvrımı ve daha az uzamanın sonucu Poisson oranı da düşüş göstermiştir. Daha sonraki uzama oranlarında ise artan atk kıvrımını etkisiyle endeki değişim daha fazla olmuş ve poisson oranı da kısmen artış göstermiştir. Gerilme kuvvetleri açısından incelendiğinde, artan çözgü gerilim değeriyle gerilme kuvvetlerinin küçük de belirgin olsa bir artış eğilimi gösterdiği gözlenebilmektedir. Artan çözgü geriliminin kumaş yapısında daha iyi bir paketlenmeye ve bağlantı noktalarında daha fazla temas yüzeyi oluşumuna yol açması nedeniyle, gerilme kuvvetleri artış eğilimi



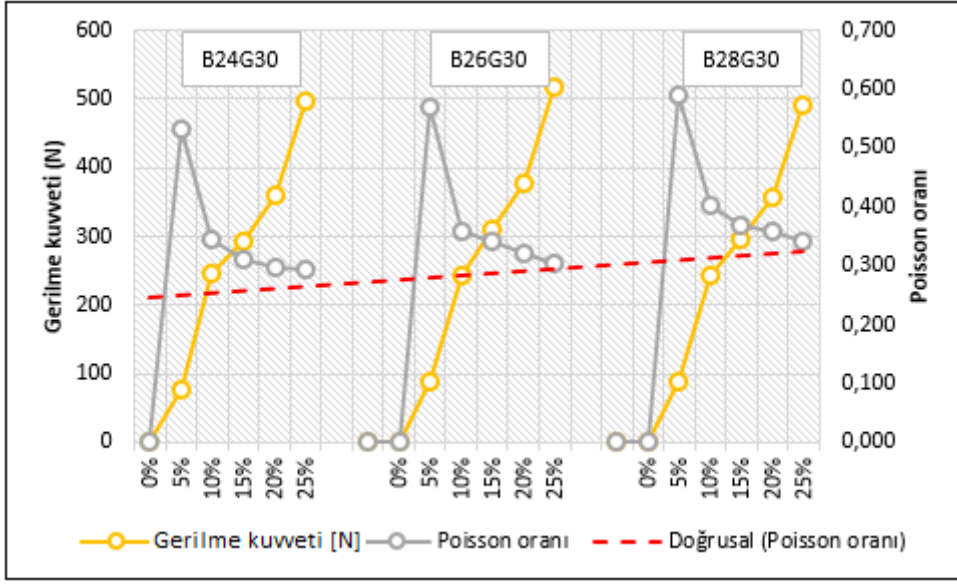
göstermektedir. Örneğin A atkı ipliğinde %5 uzama konumundaki Poisson oranı 30, 35, 40 cN çözgü gerilimi için 0,611, 0,593, 0,588 olarak bulunmuştur. Bu duruma artan çözgü gerilimi ile atkı kıvrımının artırma eğilimi göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.93. A ipliği ile 26 atkı/cm numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği

Atkı ipliği sıklığı karşılaştırması yapabilmek için 3 farklı sıklık değerinde 30 cN çözgü gerilimindeki aynı iplikler ile dokunan numuneler için atkı sıklığı karşılaştırması yapılmıştır. Elde edilen 3'lü karşılaştırma grafiği Şekil 4.94'de yer almaktadır. B: Nm 56/1 50/50 yün/polyester atkı iplikliği içeren numunelerde çözgü en yüksek Poisson oranı %5 boyda uzamada görülmektedir, sebebi yüzde çözgü kıvrım oranına bağlı olarak çözgü kıvrımının açılımıdır.

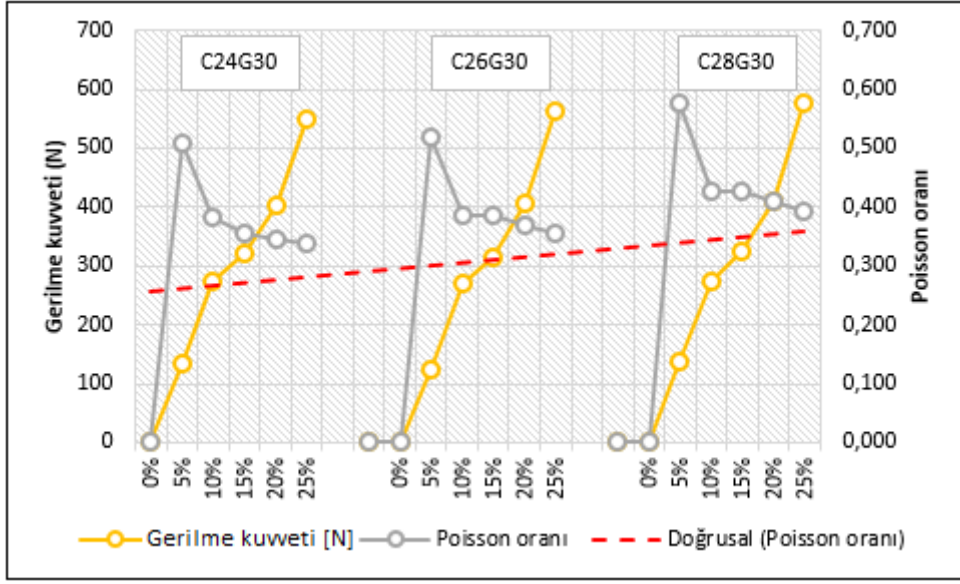
Dokuma kumaşlarda atkı sıklıklarının artması ile çözgü yönündeki kopma mukavemeti değerinde artış beklenmektedir ve istatistiksel olarak etkileyen önemli bir parametredir (Gürkan Ünal ve Taşkın 2007). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde atkı sıklığı arttıkça gеме kuvvetinin arttığı görülmektedir. Atkı sıklıklarına göre yüzde kıvrım değerleri incelendiğinde, atkı sıklığının artışı ile atkı yüzde kıvrım değerlerinin arttığı görülmektedir. Daha önce elde edilen sonuçlar ile paralel bir şekilde yüzde kıvrım değerlerinin artışı ile de Poisson oranının arttığı görülmektedir.



Şekil 4.94. B ipliği ile 30 cN nominal çözgü gerilimli numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği

Atkı ipliği sıklığı karşılaştırması yapabilmek için 3 farklı sıklık değerinde 30 cN çözgü gerilimindeki C ipliği ile dokunan numuneler için atkı ipliği sıklığı karşılaştırması yapılmıştır. Elde edilen 3'lü karşılaştırma grafiği Şekil 4.95'de yer almaktadır. C: Nm 56/1 %100 yün atkı iplikli numunelerde de en yüksek Poisson oranı %5 boyda uzamada görülmektedir, sebebi çözgü yüzde kıvrım oranına bağlı olarak çözgü kıvrımının açılımıdır. Numune sonuçlarda atkı sıklığı arttıkça gerilim kuvvetinin arttığı görülmektedir.

Atkı sıklıklarına göre yüzde kıvrım değerleri incelendiğinde, atkı sıklığının artışı ile atkı kıvrım değerlerinin arttığı görülmektedir. Daha önce elde edilen sonuçlar gibi yüzde kıvrım değerlerinin artışı ile de Poisson oranının arttığı görülmektedir.



Şekil 4.95. C ipliği ile 30 cN nominal çözgü gerilimli numunelerin boydaki uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği

Çözgü yönünde yapılan Poisson oranı ölçümleri yanısıra, kamgarn kumaşların atkı yönündeki Poisson oranlarının da büyüklük ve değişim karakteristiklerini belirlemek için ölçümler yapıldı. Daha önceki deney grubuna benzer şekilde, Nm 56/1 aynı atkı iplik numarasında %100 yün ve %50 yün %50 polyester harman farklılığında numuneler üretilmiştir. Atkı yönünde Poisson oranlarını değerlendirmek adına kondisyonlama sonrası ve nemlendirme sonrası ölçümler alınarak analiz yapılmıştır. Kondisyonlama 48 saat standart atmosfer koşullarında ( $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklık,  $\%65\pm 2$  bağıl nem) bekletilerek yapılmıştır. Ardından Fulard uygulaması ile  $\%25\pm 1$  oranında nem alması sağlanacak şekilde işlemden geçirilmiştir. Nemlendirilmiş olan numuneler yine aynı şekilde çok amaçlı mukavemet ölçer cihazında kurulan düzende kopma mukavemet değerleri ölçülerek kayıt alınmıştır. Alınan kayıta belli uzama değerlerindeki fotoğraflar seçilerek ölçümleri yapılarak poisson ölçüm değerleri elde edilmiştir.

Aynı gerilimde ve aynı atkı sıklığında dokunan B28G40 ve C28G40 numunelerinin atkı yönünde Poisson oranları değerlendirilmiştir. Elde edilen ölçüm değerlerinden yararlanılarak belli uzama oranlarında boydaki değişim, endeki değişim ile gerilme kuvvetine karşılık gelen Poisson oranı elde edilmiştir. Ölçüm değerleri Çizelge 4.62 ile 4.65 arasında yer almaktadır.

Çizelge 4.62. B28G40 kuru/ B28G40 nemlendirilmiş numune için atkı yönünde ölçüm değerleri

Numara	20	21	22	23	24	25	26
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30
1	0 (0)	-0,049 (-0,048)	-0,123 (-0,116)	-0,157 (-0,159)	-0,157 (-0,169)	-0,166 (-0,174)	-0,166 (-0,184)
2	0 (0)	-0,049 (-0,053)	-0,127 (-0,121)	-0,157 (-0,159)	-0,162 (-0,164)	-0,166 (-0,174)	-0,166 (-0,184)
3	0 (0)	-0,049 (-0,048)	-0,127 (-0,116)	-0,153 (-0,155)	-0,162 (-0,169)	-0,166 (-0,174)	-0,166 (-0,179)
4	0 (0)	-0,049 (-0,042)	-0,118 (-0,109)	-0,149 (-0,147)	-0,157 (-0,152)	-0,157 (-0,162)	-0,162 (-0,167)
5	0 (0)	-0,049 (-0,061)	-0,123 (-0,123)	-0,157 (-0,157)	-0,157 (-0,176)	-0,166 (-0,176)	-0,166 (-0,181)
6	0 (0)	-0,053 (-0,046)	-0,121 (-0,114)	-0,152 (-0,152)	-0,156 (-0,167)	-0,156 (-0,172)	-0,165 (-0,176)
7	0 (0)	-0,053 (-0,053)	-0,113 (-0,111)	-0,143 (-0,144)	-0,143 (-0,163)	-0,147 (-0,163)	-0,156 (-0,173)
Boydaki değişim [%]	– (-)	5,00 (5,00)	4,76 (4,76)	4,55 (4,55)	4,35 (4,35)	4,17 (4,17)	4,00 (4,00)
Endeki değişim [%]	– (-)	-5,03 (-5,02)	-12,17 (-11,56)	-15,26 (-15,35)	-15,64 (-16,59)	-16,07 (-17,07)	-16,38 (-17,76)
Poisson oranı	0 (0)	0,994 (0,996)	0,391 (0,412)	0,298 (0,296)	0,278 (0,262)	0,259 (0,244)	0,244 (0,225)
Gerilme kuvveti [N]	0 (0)	40,485 (30,11)	147,48 (101,17)	192,3 (139,71)	234,235 (177,04)	306,53 (246,89)	349,9 (309,52)

Çizelge 4.63. C28G40 kuru/ C28G40 nemlendirilmiş numune için atkı yönünde ölçüm değerleri

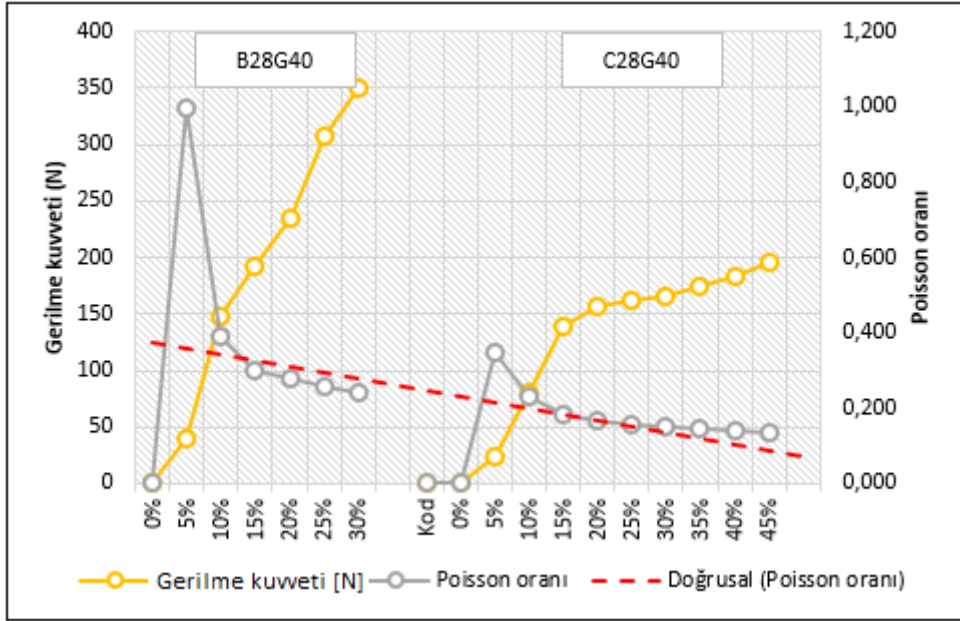
Numara	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Boyda uzama oranı	%0	%5	%10	%15	%20	%25	%30	%35	%40	%45
1	0 (0)	-0,034 (-0,02)	-0,099 (-0,090)	-0,151 (-0,129)	-0,168 (-0,139)	-0,164 (-0,144)	-0,168 (-0,149)	-0,168 (-0,139)	-0,172 (-0,144)	-0,168 (-0,149)
2	0 (0)	-0,030 (-0,03)	-0,108 (-0,099)	-0,152 (-0,133)	-0,169 (-0,143)	-0,173 (-0,148)	-0,173 (-0,153)	-0,169 (-0,153)	-0,173 (-0,153)	-0,173 (-0,163)
3	0 (0)	-0,034 (-0,025)	-0,103 (-0,089)	-0,155 (-0,128)	-0,172 (-0,138)	-0,172 (-0,143)	-0,176 (-0,158)	-0,176 (-0,153)	-0,172 (-0,148)	-0,176 (-0,153)
4	0 (0)	-0,038 (-0,039)	-0,103 (-0,102)	-0,150 (-0,137)	-0,167 (-0,141)	-0,162 (-0,146)	-0,162 (-0,161)	-0,167 (-0,151)	-0,167 (-0,151)	-0,162 (-0,161)
5	0 (0)	-0,035 (-0,030)	-0,095 (-0,094)	-0,152 (-0,133)	-0,165 (-0,143)	-0,160 (-0,148)	-0,169 (-0,153)	-0,165 (-0,148)	-0,165 (-0,153)	-0,165 (-0,153)
6	0 (0)	-0,034 (-0,039)	-0,108 (-0,098)	-0,155 (-0,142)	-0,168 (-0,152)	-0,172 (-0,147)	-0,172 (-0,152)	-0,168 (-0,152)	-0,168 (-0,147)	-0,168 (-0,152)
7	0 (0)	-0,803 (-0,611)	-0,814 (-0,635)	-0,825 (-0,649)	-0,827 (-0,651)	-0,828 (-0,655)	-0,829 (-0,653)	-0,829 (-0,657)	-0,828 (-0,657)	-0,828 (-0,657)
Boydaki değişim [%]	- (-)	5,00 (5,00)	4,76 (4,76)	4,55 (4,55)	4,35 (4,35)	4,17 (4,17)	4,00 (4,00)	3,85 (3,85)	3,70 (3,70)	3,57 (3,57)
Endeki değişim [%]	- (-)	-14,42 (-11,33)	-20,43 (-17,23)	-24,8 (-20,73)	-26,21 (-21,53)	-26,16 (-21,87)	-26,43 (-22,55)	-26,31 (-22,18)	-26,34 (-22,18)	-26,30 (-22,67)
Poisson oranı	0 (0)	0,347 (0,441)	0,233 (0,276)	0,183 (0,219)	0,166 (0,202)	0,159 (0,191)	0,151 (0,177)	0,146 (0,173)	0,141 (0,167)	0,136 (0,158)
Gerilme kuvveti [N]	0 (0)	23,5 (30,22)	80,66 (82,22)	138,63 (111,04)	157,12 (113,14)	162,16 (118,76)	165,52 (125,09)	174,76 (137,74)	183,164 (151,09)	195,77 (168,66)

Şekil 4.96'da B28G40 ve C28G40 numunelerinin atkı yönünde kuvvet gerilme ve poisson oranları için karşılaştırma grafiği yer almaktadır. Nm 56/1 %100 yün iplikli numunede gerilme kuvvet değerlerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi %50 yün %50 polyester ipliğinin %100 yüne göre daha yüksek mukavemet değerine sahip olmasıdır.

B28G40 ve C28G40 numunelerinin atkı yönünde kuvvet gerilme ve poisson oranları için karşılaştırma grafiğinde, kopma öncesi kopma uzama değerleri karşılaştırıldığında Nm

56/1 %50 yün %50 polyester iplikli numunenin atkı yönünde 26 cm'e kadar ölçüm değerleri alınabilmişken, Nm 56/1 %100 yün iplikli numunenin atkı yönünde 29 cm'e kadar ölçüm değerleri alınabilmiştir. Bunun sebebi ise Polyester liflerinin yüksek dayanımına karşılık, yün liflerinden düşük dayanımlarına karşı yüksek uzama yetenekleridir.

%100 yün atkı iplikliğinin %50 yün %50 polyester olara göre daha düşük elastisite değerine sahip olması nedeniyle belli bir uzama örneğin, %5 kopma uzama değerinde enden değişim miktarı daha küçük olmaktadır, dolayısıyla poisson oranı daha düşük olmaktadır.

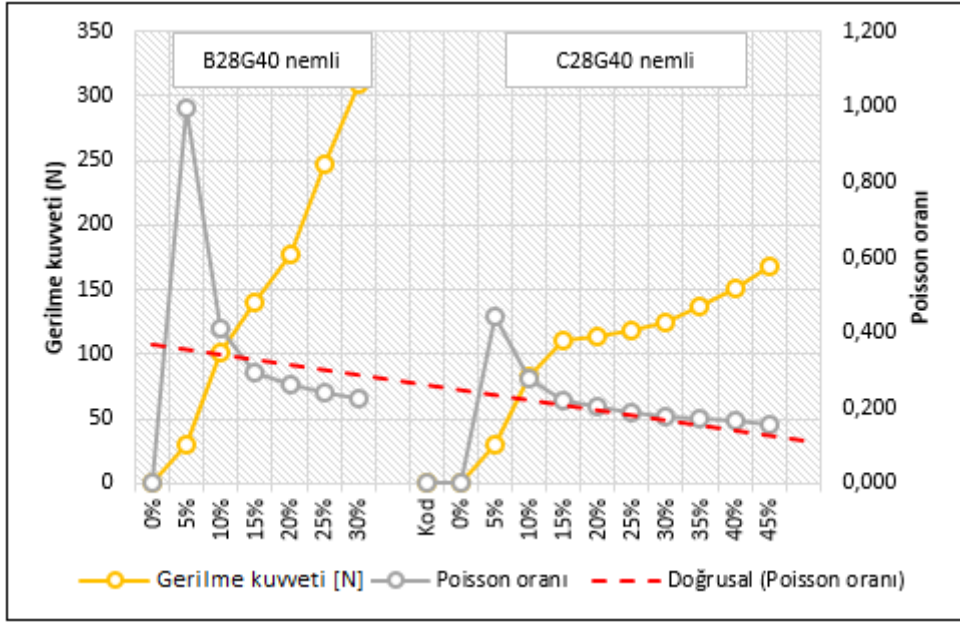


Şekil 4.96. B28G40 ve C28G40 numunelerinin atkı yönünde uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği

Şekil 4.97'de B28G40 ve C28G40 namlendirilmiş numunelerinin atkı yönünde kuvvet gerilme ve poisson oranları için karşılaştırma grafiği yer almaktadır. Şekil 4.96'daki grafik değerleri ile karşılaştırıldığında; görüldüğü üzere özellikle namlendirme işlemi ile gerilme kuvvet değerlerinde düşüş görülmektedir. Polyester liflerinin kuru ve yaş mukavemet değeri değişme göstermez iken, yün liflerinin yaş kopma dayanımlarının kuru kopma dayanımlarından daha düşük olması nedeniyle gerilme kuvvet değerlerinde düşme görülmektedir.

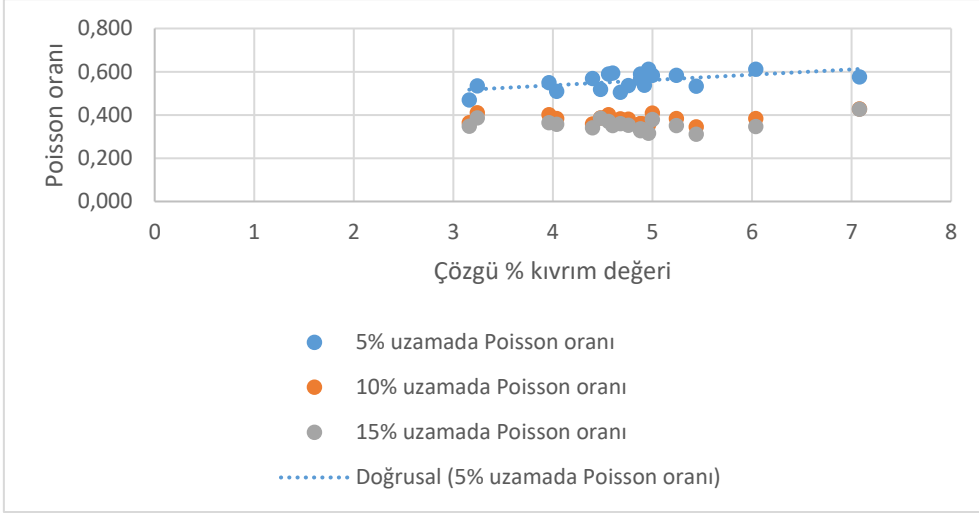
Polyester liflerinin yüksek dayanımına karşılık, yün liflerinden düşük dayanımlarına karşı yüksek uzama yetenekleri (Başer 2008) nedeniyle; Nm 56/1 %50 yün %50 polyester

iplikli numunenin atkı yönünde 26 cm'e kadar ölçüm değerleri alınabilmişken, Nm 56/1 %100 yün iplikli numunenin atkı yönünde 29 cm'e kadar ölçüm değerleri alınabilmiştir.



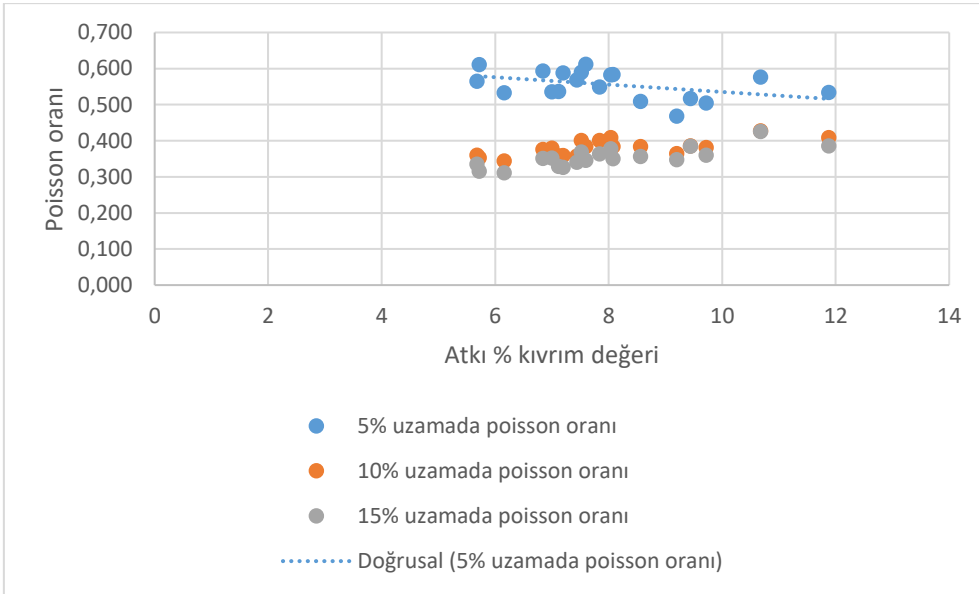
Şekil 4.97. B28G40 ve C28G40 nemlendirilmiş numunelerin atkı yönünde uzama oranlarında gerilme kuvvetine karşı Poisson oranları karşılaştırma grafiği

G2-Deney planı kapsamında uzama oranlarına karşılık gelen çözgü yönünde Poisson oranlarının kıvrım ile ilişkisini ortaya koyabilmek için %5 uzamada poisson oranı, %10 uzamada poisson oranı, %15 uzamada poisson oranı değerlerinde çözgü % kıvrım değerleri için korelasyon değeri hesaplanılmıştır. %5 uzamada Poisson oranı için hesaplanan değeri 0,55, %10 uzamada Poisson oranı için 0,13, %15 uzamada Poisson oranı için hesaplanan değeri 0,13 elde edilmiştir. Bu durumda çözgü kıvrımı ile Poisson oranı ilişkisi %5'lik uzama aşamasından sonra zayıfladığı görülmüştür. Şekil 4.98'de Poisson oranı ile çözgü kıvrım ilişkisini ortaya koyan grafik yer almaktadır.



Şekil 4.98. Çözüğü yönünde Poisson oranı ile çözüğü kıvrım ilişkisi (G2)

G2-Deney planı kapsamında kumaşın enine ve boyuna değişimleri arasındaki ilişkiyi tanımlayan çözüğü yönünde Poisson oranlarının kıvrım ile ilişkisini ortaya koyabilmek için %5 %10 ve %15 uzama noktalarındaki Poisson oranı değerleri ile atkı kıvrım değerleri için Microsoft excel programında korelasyon değeri hesaplanılmıştır. %5 uzamada Poisson oranı için hesaplanan değeri -0,42, %10 uzamada Poisson oranı için 0,68, %15 uzamada Poisson oranı için hesaplanan değeri 0,78 elde edilmiştir. Şekil 4.99'da Poisson oranı ile atkı kıvrım ilişkisini ortaya koyan grafik yer almaktadır.



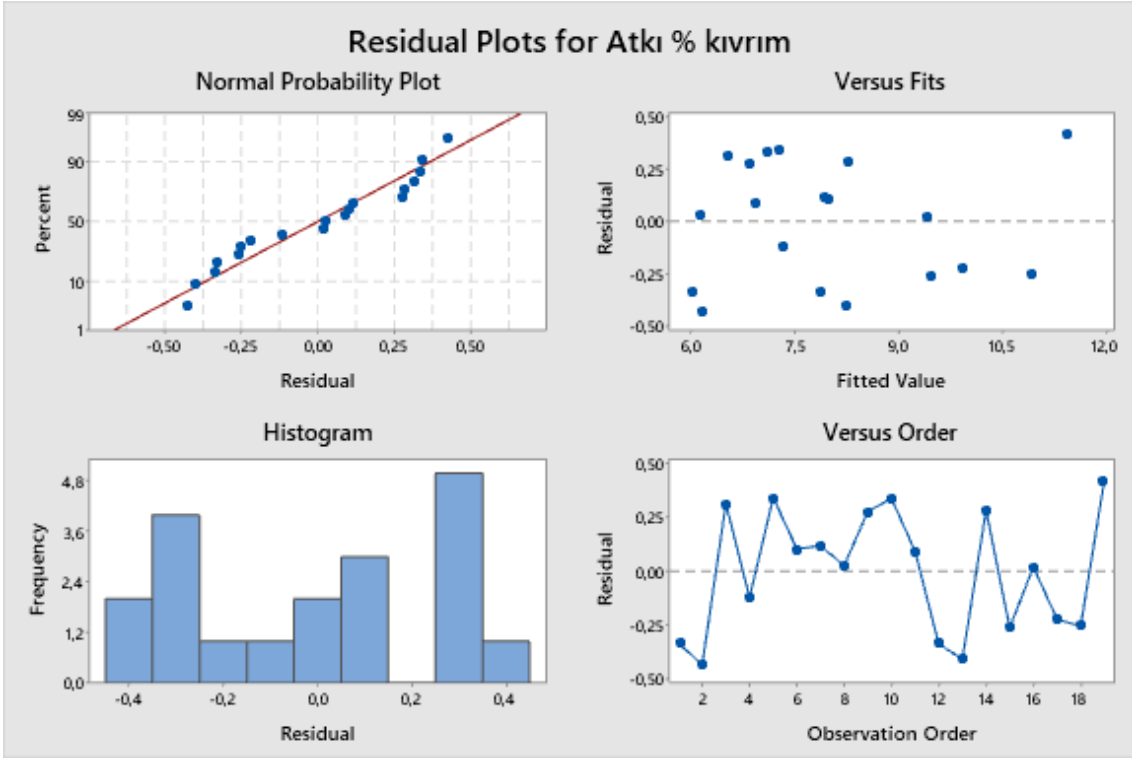
Şekil 4.99. Çözüğü yönünde Poisson oranı ile atkı kıvrım ilişkisi (G2)



G2- Deneý planı kapsamında yürütölen çalışmalarda hesaplanan 3 uzama değerinde Poisson oranı ile öölölen kıvrım arasında ilişkiyi ortaya koymak için kurulan regresyon modelinde atkı kıvrımı ile Poisson oranları arasında iplik tanımı, atkı sıklığı (atkı/cm), nominal çözgü gerilimi kategorilerine göre ilişkinin %93,76'sı ile açıklanabilmektedir. Çizelge 4.64'de %95 güven seviyesinde varyans analizi sonuçları yer almaktadır. Tablodaki veriler incelendiğinde iplik tanımı, atkı sıklığı (atkı/cm), nominal çözgü geriliminin istatistiksel olarak önemli olduğu görölmektedir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde p değeri 0,05'den küçük olanlar; istatistiksel olarak önemli olduğu görölenlerin p değerlerinin yanına \* işareti koyulmuştur. şekil 4.100'de atkı kıvrım için elde edilen Sonuç (Residual) grafiği yer almaktadır.

Çizelge 4.64. Poisson oranı varyans analizi

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	p değeri
%5 uzamada Poisson oranı	1	0,186
% 10 uzamada Poisson oranı	1	0,064
% 15 uzamada Poisson oranı	1	0,227
İplik tanımı	2	0,000*
Nominal atkı sıklığı [atkı/cm]	2	0,005*
Nominal özgü gerilim [cN]	2	0,019*



Şekil 4.100. Atkı kıvrım ile çözgü Poisson oranı ilişkisi sonuç grafiği (G2)

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kumaş konstrüksiyonunu belirleyen temel değişkenler ile çözgü geriliminin kumaş yapısı ve atkı eğriliğine etkisi araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, farklı üretim parametreleri esas alınarak farklı deney planları ile çeşitli numuneler üretilmiş ve izlemeye alınan değişkenlerin etkileri tekli ya da çoklu olarak analiz edilmiştir.

Çalışmada ele alınan kamgarn kumaşların ana ham maddesi olan yün lifinin pahalı lüks liflerden biri olmasının yanı sıra ithal ediliyor olması nedeniyle, kalite sorunları üretici firmalar açısından çok daha fazla önem ve maliyet unsuru olarak ele alınmaktadır. Bu çalışmada Yünsa Yünlü Sanayi ve Ticaret A.Ş firması özelinde, üretim maliyetlerini düşürmeye odaklı iyileştirmeler de yer almıştır. Diğer taraftan, ekolojik açıdan bakıldığında da, tüm tekstil lifleri içerisinde küresel ısınma potansiyel değeri en yüksek olan lif olması (Dahllöf, 2004) nedeniyle yeniden işleme miktarını mümkün olabilen en düşük seviyede tutulabilmesi yönünde çaba harcanmış ve pek çok düzeltici ve önleyici çalışmalar ile işletmede yaygınlaştırma faaliyetleri yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında ortak çalışma yürütülmesi ve sonucunda Yünsa işletme faaliyetlerine önemli katkıların sağlanmış olması memnuniyet vermiştir.

Kamgarn iplik üretiminde kullanılan %100 yün ve yün/polyester harmanlı çok sayıda numune kumaşlar üretilerek, harman oranı ile hammadde farkı, iplik numara farkları, birim uzunluktaki atkı sıklığı ve çözgü geriliminin farklılığı ve değişen zemin kenar konstrüksiyonlarında örgü faktörü farklılığını ortaya koyacak çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu unsurların yüzde atkı eğriliğine ve de kenar dalgalanmasına etkileri ortaya koyulmuştur. Ön çalışmalar kapsamında tecrübe edilen zemin örgü ve kenar örgü uyumları ile deney planları tasarlanmış ve tüm deneysel sonuçlar %2 kabul değeri sınırları içinde kalmıştır.

Kamgarn dokuma kumaşlar üzerinde yapılan deneysel çalışma ve analizler; yüzde atkı eğriliğinde, zemin örgü ile kenar örgünün uyumunun önemli olduğunu net bir şekilde ortaya koymuştur. Özellikle kullanılan örgülerdeki bağlantı ya da atlama frekanslarının birbirine yakın olmasının atkı eğriliğini düzeltici yönde etki ettiği görülmüştür. Khatun ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada da, yıkama öncesi ve sonrasında örgü atlamalarının yüzde atkı eğriliğine olumsuz etkide bulunduğu ifade edilmiştir.

Atkı ipliği sıklığının artması ile daha stabil form kazanan kumaşlarda yüzde atkı eğriliğinin de daha düşük çıktığı görülmüştür. Atkı sıklığının farklı atlama oranlarına sahip dimi

kumaşlarda atkı eğriliği üzerine etkisini incelediği çalışmasında Yazdi (2008); atkı sıklığı arttıkça atkı ipliklerinin hareket alanlarının azalması, atkı sıklığının artması nedeniyle çözgü atlamalarının boyunun kısılması ile çözgü düzlemindeki hareket kabiliyetinin azalması ve atkı sıklığının artması ile kendine özgü kayma hareketini engellemektedir sonucunu paylaşmıştır. Mevcut çalışma da bu yaklaşımla örtüşen ve doğrulayan bir sonuç bulunmuştur. Atkı eğriliği sonuçlarında sıklık değerleri arttıkça iplik tipinin farkı daha belirgin olabilmekle birlikte, özellikle yün harmanına polyester eklenmesinin eğriliği olumsuz etkilediği, ve %100 yün iplik yapısının daha düzgün bir yapıda olduğu görülmüştür. Bu durumun, yün liflerinin iplik içinde kıvrımlı yapıları nedeniyle kenetlenilebilmeleri ve daha iyi tutunabilmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Dokuma kumaşlarda çözgü geriliminin de yüzde atkı eğriliği üzerinde kısmen etkili olduğu gözlenmiştir. Üç farklı nominal tezgâh değerinde üretilen numunelerin analiz sonuçları; çözgü gerilim değerinin alt ve üst değerlerde olması durumunda, yüzde atkı eğriliğinin daha belirgin olma eğilimi gösterdiği fark edilmiştir. Dolayısıyla, çözgü gerilim değerinin diğer tezgâh ayarlarının seçimiyle uyumlu kalacak bir optimum aralık içinde kalmasının önemli olduğu görülmüştür.

Dokuma kumaşların genel terbiye proseslerinde maruz kaldığı su ve buhar etkisi ile boyutsal stabilitesini gözlemlemek için belirli basınç ve sıcaklık koşullarını simüle eden Wira çekme ölçümleri değerlendirilmiştir. Özellikle yün lifinin doğal yapısından kaynaklanan higral genleşme özelliğinin etkisinin boyutları belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlarda genelde sınır değerler içinde kalan boyutsal değişim, yün ve polyester karşımı olan Nm 56/1 numaralı atkı iplikli numunelere göre, çapı daha geniş olan Nm 48/1 numaralı atkı iplikli numunelerde numara farkının yarattığı daha fazla su buharı çekip daha çok toplama yaptığı görülmüştür. Bezayağı ve 2/1 dimi örgü bazında; aynı atkı ipliği ve aynı örgüde dokunmuş numunelerde atkı sıklığı arttıkça yüzde çekme değerinin negatif yönde arttığı görülmüştür. Birim cm deki yün miktarının artması yani sıklık artışı ile daha gergin bir formda olan atkı iplikleri, daha seyrek formda duran atkı ipliklerine göre daha fazla büzülme göstermesi yünün kimyasal yapısında meydana gelen; süper büzülme olayı ile açıklanabilmektedir.

Atkı sıklığı arttıkça yüzde çekme değerinin negatif yönde artmakta olduğu görülmektedir. Yün liflerinin birim alana düşen miktarı arttığı için daha gergin formda duran atkı iplikleri daha seyrek formda duran atkı ipliklerine göre su buharına tutulduğunda daha fazla büzülme göstermesi nedeniyle atkı yönünde yüzde çekme değeri daha fazla olmuştur.

Kenar yapılarında leno kenar ipliği gerilim farklılıklarından kaynaklanan gerginlik problemlerinin ortadan kaldırılması sağlandıktan sonra kenar dalgalanma problemlerinin üzerinde detaylı çalışmalar yapılmıştır. Belirli bir aralıkta yer alan kenar konstrüksiyonlarına sahip numuneler üretilmiş ve literatürde bilinen herhangi bir ölçüm metodu olmayan kenar dalgalanma derecesini ölçebilmeye yönelik çeşitli yöntemler uygulanmıştır. Genelde sübjektif ve kalitatif olarak yapıldığı bilinen dalgalanma derecesini değerlendirmek için, dalgalanma karakteristiğini, dalgalanma eğrisinin genlik değerleri ile ilişkilendiren bir ölçek aralığı tanımlanmış, ve bu aralıklar bir ölçüm cetveli üzerinde işaretlenmiştir. Kullanım kolaylığı ve ölçüm güvenilirliği yapılan denemeler ile teyit edilen bir kenar dalgalanması ölçüm cetveli ve ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Bu tezin en somut çıktılarından birisi, özellikle kenar yapısının önemli olduğu işletmeler için standart ve tekrarlanabilir bir dalgalanma ölçüm yönteminin geliştirilmiş olmasıdır. İşletmeler ürünlerini objektif ve tekrarlanabilir bir ölçüm yöntemi çerçevesinde sınıflandırabilmenin yanında, bu ölçüm yönteminde elde edilecek veriler ile değişik ürün tipleri ve partilerinde de izlenebilirlik ve sağlıklı bir karşılaştırma yapabilmeye olanağına kavuşmuştur.

Çalışma kapsamında dokuma kumaş kenarlarında marullanma (dalgalanma) ölçüm cetveli başlığında PT-2018-01712 başvuru numarası ile ulusal patent başvurusu yapılmıştır. Benzer şekilde Uluslararası Patent başvurusu da yapılmıştır.

Sanayi ile işbirliği içinde yürütülen çalışmanın önemli endüstriyel kazanımları da olmuştur. Dokuma ve apre işletmelerindeki düzeltmeler ile eğrilik, göbek, dalgalanma, çarpıklık sorunlarına yönelik müşteri şikâyetleri ve kalitesizlik maliyetleri minimize edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucu belirlenen talimatlara uyulması ve dikkat edilmesi ile sorunun ortadan kaldırılması konusunda önemli adımlar atılmıştır. Kumaş kenar tellerinde uygulanan dizim optimizasyonu ile kumaş kenar yapılarındaki tel adetleri azaltılmış ve sonucunda iplik ham maddesi tasarrufu ve üretim verimliliği artışı ile ürün maliyetinin azaltılması sağlanmıştır. Önceki çalışmalarda da kısmen ifade edildiği üzere ramöz makinası kumaş besleme fırçaları hızlarının eşitlenmesi ve özellikle kişisel inisiyatifi ortadan kaldırmaya yönelik bir düzenek geliştirilmesi sağlanmıştır. Ön çalışmalar kapsamında, leno kenar yapılı bezayağı zemin örgülü ekoseli bir üründe farklı kenar örgü ve kenar iplik tarak dizimlerinde farklı denemeler yapılmış, atkı eğriliği olmayan problemsiz kumaşlar üretilmiştir.

Dokuma kumaşların enden ve boydan çekme davranışlarını, kumaş yapısal parametreleri ve poisson oranları çerçevesinde irdeleyerek, bitim işlemleri sırasında verilecek en açma ya da boydan çekme limit ve toleranslarının öngörülebilmesi sağlanabilmektedir.

Poisson çalışmaları ile hammadde, iplik numara, sıklık, gerilim farklılıklarının etkileri ortaya koyulmuştur. Polyester liflerinin kuru ve yaş mukavemet değeri değişme göstermez iken, yün liflerinin yaş kopma dayanımlarının kuru kopma dayanımlarından daha düşük olması nedeniyle gerilme kuvvet değerlerinde düşme görülmektedir. Yün liflerinin polyester liflerine göre daha düşük dayanımına karşılık, yüksek uzama yetenekleri nedeniyle (Başer 2008) nedeniyle; Nm 56/1 %50 yün %50 polyester iplikli numunenin atkı yönünde 26 cm'e kadar ölçüm değerleri alınabilmişken, Nm 56/1 %100 yün iplikli numunenin atkı yönünde 29 cm'e kadar ölçüm değerleri alınabilmiştir.

%100 yün numunelerde nemlendirilmiş çözgü yönünde gerilme kuvvetlerinin kondisyonlanma sonrası gerilme kuvvet değerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür. Çözgü yönünde numunelerde belli bir uzama örneğin %5 ve %10 gibi uzama sağlanabilmesi için ihtiyaç duyulan gerilme kuvveti nemlendirme sonrası bir miktar düştüğü gözlenmiştir. Yün liflerinin yaş kopma dayanımları kuru kopma dayanımlarına nazaran daha düşük olduğu (Seventekin, 2004) bilgisi ile örtüşmektedir.

Sonuçlar incelendiğinde, atkı sıklığının artmasının atkı yönünde gerilme kuvvetini arttırdığı görülmektedir. Çözgü ya da atkı yönünde belli uzama yüzdelerinde örneğin %5 ve %10 gibi değerlerde gerilme kuvvetleri kondisyonlama sonrası ve nemlendirme sonrası değerleri incelendiğinde ihtiyaç duyulan gerilme kuvvet değerlerinde düşme olduğu görülmüştür.

Gerilme kuvvetleri karşılaştırıldığında, Nm 56/1 yün/polyester iplikli numunede, Nm 48/1 yün/polyester iplikli numuneye göre daha yüksek çıkmıştır. Kopma mukavemeti testlerinde iplik kesiti alanı daha büyük olan Nm 56/1 numaralı iplikte, aynı uzama oranlarında ihtiyaç duyulan gerilme kuvvetinin artışı da beklenen durum olarak gözlenmiştir. Nm 56/1 50/50 yün/polyester ve Nm 56/1 %100 yün ipliklerin çözgü yönünde yüzde kıvrım değerleri ortalaması karşılaştırıldığında %100 olanların daha yüksek çıkmıştır. Poisson oranlarının Nm 56/1 %100 yün olan numunelerde yüksek olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuç elde edilen kıvrımlı değişim oranı ile Poisson oranı arasında yüksek oranda doğrusal bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır sonucu ile literatür bilgisi ile örtüşmektedir.

Atkı iplikleri karşılaştırmasında en yüksek Poisson oranı %5 boyda uzamada görülmektedir, sebebi yüzde çözgü kıvrım oranına bağlı olarak çözgü kıvrımının açılımıdır. Gerilme kuvvetleri karşılaştırıldığında iplik kesitindeki lif sayısının artışı nedeniyle; Nm 56/1 yün/polyester iplikli numunelerde, Nm 48/1 yün/polyester iplikli numunelere göre daha yüksek çıkmışığı görülmektedir.

Atkı sıklığının artışı ile atkı yüzde kıvrım değerlerinin arttığı görülmektedir. Daha önce elde edilen sonuçlar gibi yüzde kıvrım değerlerinin artışı ile de Poisson oranının arttığı görülmektedir. Poisson oranı ile ölçülen kıvrım arasında ilişkiyi ortaya koymak için kurulan regresyon modelinde, atkı kıvrımı ile Poisson oranları arasında iplik tanımı, atkı sıklığı (atkı/cm), nominal çözgü gerilimi kategorilerine göre ilişkinin belirlenme katsayısı (R-kare) %93,76 gibi oldukça yüksek bir değerde bulunmuştur. Kıvrım ve Poisson oranı arasındaki korelasyon katsayısı, %5 uzamada -0,42, %10 uzamada 0,68 ve %15 uzamada 0,78 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.1’de incelenen özellikler için özet tablo yer almaktadır. Etkisi olan parametreler için + işaretleme yapılmıştır. Ters orantılı olan parametre için – işareti koyulmuştur.  $\emptyset$  kısımlar ise denemeler yapıldığı fakat negatif ve pozitif anlamlı ilişki bulunamamıştır. Gri boyalı kısımlar veri olmadığı için inceleme yapılmadığını ifade etmektedir.

Çizelge 5.1. İncelenen özelliklerin etki parametrelerini gösteren özet tablo

Özellikler	Hammadde etkisi			İplik numarası	Çözgü sıklığı	Atkı sıklığı	Örgü	Çözgü gerilim	Kenar örgüsü	Tarak dizimi
	Yün/ Polyester	Yün	Polyester							
Atkı eğriliği	+	+	x	+	x	-	+	+	$\emptyset$	$\emptyset$
Dalgalanma	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	+	$\emptyset$	+	+	$\emptyset$	+	+
Buhar çekme	+	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	+	+	+	x	x
Poisson oranı	+	+	x	+	x	$\emptyset$	x	$\emptyset$	x	x

+ : pozitif etki, - : negatif etki,  $\emptyset$ : etki yok, x: veri yok

Bu doktora tezi kapsamında atkı eğriliğine etki eden faktörler incelenmiş, etkileri ortaya konulabilmiş ve endüstriyel koşullarda üretim ortamında da doğrulanmıştır. Bu anlamda ortaya koyulan sonuçlar sadece Kamgarn dokuma kumaşlar için değil, tüm dokuma kumaşlar içinde dikkate alınabilir niteliktedir ve teknik literatüre önemli katkı sağladığı düşünülmektedir. Dokuma kumaşlarda zemin ve kenar örgü uyumsuzluğu nedeniyle ortaya çıkabilen kenar dalgalanma probleminin etkilerini belirleyebilmek adına; dalgalanma konusunda muhtemelen ilk deneysel akademik çalışma yapılmış ve literatürde eksik olan bir ölçüm yöntemi geliştirilip sunulmuştur. Bu başlıklar, tez çalışmasının özgün konuları ve bilimsel literatüre sağladığı yenilikçi katkılar olmuştur. Dokuma kumaşlarda boyuna ve enine yönde mekanik davranışları arasındaki ilişkiyi tanımlayan Poisson oranının nasıl bir değişim gösterdiği de tez kapsamında ele alınan diğer bir inceleme konusu olmuştur. Dokuma kumaş yapısında, kıvrım miktarları ve kıvrım değişimi mekanizması ile doğrudan bir ilişki içinde olması beklenen Poisson oranlarında, bu ilişkinin varlığı teyit edilmiştir. Poisson oranı ve etkileyen faktörlerle ilgili bulguların, bilimsel literatür ve sanayiye önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu verilerin özellikle, kumaşın bitim aşamasında ram makinasında en ve boy tespiti sırasındaki toleransları değerlendirme açısından önemli katkı sağlaması ve dolayısıyla yeniden işleme (re-proses) maliyetlerini düşürmeye yönelik kazanımlar sunması olasıdır. Sanayi ile yakın işbirliği içinde yürütülen bu tez kapsamında, Yünsa firması özelinde de önemli teknik ve ekonomik kazanımlar gerçekleşmiştir. Yünsa'nın, üretim ve satış sonrasında karşılaştığı sorunların çözümüne yönelik yürütülen paralel çalışmalarda, üretim süreçlerinde tekrarlar azaltarak 872.470,9 TL/yıl iplik tasarrufu ve 95.155,4 TL/yıl doğalgaz-elektrik bazında enerji tasarrufu sağlanmıştır. Bu kazanımlar sektördeki diğer firmalara da uyarlanabilecek niteliktedir. Çevresel etki açısından özellikle Küresel Isınma Potansiyeli (GWP) en yüksek olan ve ülkemize ithal edilen yün liflerini içeren Kamgarn kumaşların üretim süreçlerinde sağlanan kazanımlar sayesinde, hem doğaya hem de ulusal ekonomiye katkı sağlamış olmak da ayrıca memnuniyet vermiştir.

Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular çerçevesinde, dokuma kumaşların kıvrım değişim mekanizmasını tanımlayan ampirik ya da teorik model oluşturmak üzere ek bir çalışma yürütülmesi planlanmıştır. Sunulan bu çalışma kapsamında, atkı ipliği geriliminin diğer kumaş parametreleriyle etkileşimine yönelik incelemeler sınırlı kalmıştır. Bu kapsamda ek çalışmalar yapılabilir. Gelecek çalışmalarda farklı disiplinler ile birlikte çalışarak, dokuma kumaşların Poisson oranı hesaplamasında görüntü analizi ve işleme modelleri ile daha pratik ve kapsamlı çalışmalar da yapılabilir.



## KAYNAKLAR

- Afroz, F. ve Siddika, A (2014). Effect of warp yarn tension on crimp % in woven fabric, *European Scientific Journal*, 10, 24, 202-207.
- Akgün, M., Alpay H. R. ve Becerir B (2012). Bazı poliester dokuma kumaşların çözgü ve atkı ipliklerinin dokuma işlemi öncesi ve sonrası reflektans özelliklerindeki değişimlerin incelenmesi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 17, Sayı 2, 91-104.
- American Association of Textile Chemists And Colorists Test Method (2004). AATCC 179-2004 Skewness Change In Fabric And Garment Twist Resulting From Automatic Home Laundering.
- American Society for Testing and Materials (2006). ASTM D 3882:2006 Standard Test Method for Bow and Skew in Woven And Knitted Fabrics.
- American Society for Testing and Materials (1999). ASTM D 3883:1999 Test Method For Yarn Crimp Or Yarn Take-up Woven Fabric.
- Babaoğul, M., Şener A. & Öztop H., (2010). *Tekstil lifleri temel özellikler, kullanım ve bakım*, Gazi Kitabevi Tic. Ltd. Şti, ISBN: 978-605-5804-83-1, 337s Ankara
- Başer, G. (2004). *Dokuma Tekniği ve Sanatı*, Cilt 1, Punto yayıncılık, 290s İzmir.
- Başer, G. (2008). *Tekstil Mekaniğinin Temelleri, Cilt1: Lif Ve İplik Mekaniği*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi basım ünitesi, 404s İzmir.
- Behera, B.K. ve Hari P.K (2010). *Woven Textile Structure Theory And Applications*, Woodhead publishing series in textiles, 450p, Boca Raton, USA.
- Behera, B.K., Militky J., Mishra R. ve Kremenakova D (2012). *Modelling of Woven Fabrics Geometry and Properties*, Woven Fabrics, Prof.Han-Yong Jeon (Ed.), ISBN: 978-953-51-0607-4, 296p, India
- Bilişik, K. (2012). Experimental determination of fabric shear by yarn pull-out method, *Textile Research Journal*, 82(10), 1050-1064.
- Bilişik, K. (2012). In-plane shear properties of polyester satin fabric by yarn pull-out method, *Textile Research Journal*, 82(12), 1263-1281.

- Bilişik, K. (2012). Shear characterization of para-amid (Twaron) fabric by yarn pull-out method, *Textile Research Journal*, 82 (14), 1442-1456.
- Boubaker, B.B., Assidi M ve Ganghoffer J.F (2010). Evaluation of poisson's ratio of textiles from mesoscopic models, *International Journal Of Material Forming*, 3, 81-84.
- British Standard European Standard International Organization For Standardization (1997). BS EN ISO 5084 Textiles-Determination Of Thickness Of Textiles And Textile Products.
- Bunsell, A.R. (2009). *Handbook Of Tensile Properties Of Textile And Technical Fibers*, Woodhead publishing in textiles, The Textile Institute, Oxford Cambridge New Delhi, 666p, India
- Cook, J.G. (2001). *Handbook of Textile Fibers*, Vol.1-Natural Fibers, Woodhead publishing limited, Cambridge England, 208p, England
- Çakmak, E. ve Kayacan M.C (2007). Çözgü salma sistemi farklı yöntemlerle kontrol edilerek dokunan pamuklu kumaşların fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1, 23-32.
- Dahllöf, L. (2004). *Methodological issues in the LCA procedure for the textile sector – A case study concerning fabric for a sofa*, ESA-Report 2004:7, ISSN: 1404-8167 Göteborg, Sweden
- Darja, R., Tatjana, R. & Alenka, P. (2013). *Auxetic Textiles*, Acta Chim. Slov, 60, 715-723.
- Dayık, M. (2007). Dokuma sırasında oluşan çözgü gerilimi değişiminin GEP algoritması ile belirlenmesi, *Teknolojik Araştırmalar Elektronik Dergisi*, 1, 9-21.
- Değirmenci Z, Çoruh E (2016). Comparison of the performance and physical properties of plain, pique, double-pique and fleeced knitted fabrics, *Tekstil ve Konfeksiyon* 26,2, 159-165.
- Demir, F. (2014). *Kancalı dokuma tezgâhlarında atkı teleflerinin azaltılması*. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Dickson (2016). *Technical Bulletin Bow/Skew and Linear Pattern Distortions*, Dickson woven Flooring, France.
- Durivage, M.A. (2015). *Practical attribute and variable measurement systems analysis (MSA): A guide for conducting Gage R&R studies and test method validations*, ASQ, ISBN: 978-0-87389-915-4, 158p.

- Eren, R. ve Özkan, G. (2004). Dokuma makinalarında elektronik çözgü salma mekanizmalarının matematiksel analizi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 9, Sayı 1, 133-145.
- Ezazshahabi, N., Varkiyani, S.M. ve Sharkhiz, S. (2017). Prediction of Poisson's Ratio of worsted woven fabrics considering fabric extension in various directions, *Indian Journal Of Fibre & Textile Research*, 42, 420-425.
- Greenwood, K. (1975). Weaving Control Of Fabric Structure, *Marrow Technical Library Textile Technology*, Marrow Publishing Co. Ltd. 66p.
- Gürcan, A. (1992). *Yün İplikçiliği-1*, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın No: 93, İzmir.
- Gürkan Ünal, P. ve Taşkın, C. (2007). %100 Poliester Kumaşlarda Dokunun Ve Sıklıklarının Kopma Mukavemetine Etkisi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2, 115-118
- Gürsoy, A.T. (2010). *Giyim Kültürü ve Moda 2. Cilt/Mesleki bilgiler*, Ömür Matbaacılık, 704s İstanbul
- Gürsoy, A.T. (2015). *Giyim Kültürü ve Moda 3. Cilt/Erkek Modası*, Seçil Ofset, 494s İstanbul.
- Haque, Md. M. (2009). Effect of Weft Parameters on Weaving Performance and Fabric Properties, *Daffodil International University Journal of Science and Technology*, Volume 4, Issue 2, 62-69.
- Harper, R.J. ve Ruppenicker, G.F (1987). Influence of repeated laundering on air permeability of core-yarn fabrics. *Textile Research Journal*, 57, 674-675.
- Höcker, H. (2002). *Fibre morphology*, In *Wool: science and technology* (Eds: W.S. Simpson, G. H.Crawshaw) içinde (60-79). Woodhead Publishing, England.
- Humphries, M. (2004). *Fabric Reference*, 342p, New Jersey, USA.
- Hursa, A. Rolich, T. ve Ercegovic Razic, S. (2016). Determinig pseudo Poisson's Ratio of woven fabric with a digital image correlation method, *Textile Research Journal*, 79,17, 1588-1598.
- Huttl, E. (1989). *Possibilities for Automation in The Weaving Mil*, Melliand, 9, 632-638.
- <https://unigen.com.tr/wp-content/uploads/2016/12/Appendix-1-Technical-Bulletin.pdf>, (erişim tarihi, 21.07.2019).

[https://www.lindauerdornier.com/media/filer\\_public/9e/d7/9ed7628c-d291-4485-93d5-e6f85b890ad9/dornier\\_rapier\\_weaving\\_machine\\_gb.pdf](https://www.lindauerdornier.com/media/filer_public/9e/d7/9ed7628c-d291-4485-93d5-e6f85b890ad9/dornier_rapier_weaving_machine_gb.pdf), (erişim tarihi, 17.07.2019).

<https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>, (erişim tarihi, 18.06.2019).

<http://www.marketanalysis.intracen.org>, (erişim tarihi, 02.07.2019).

<http://www.mevzuat.net/fayda/gtip-nedir-nasil-tespit-edilir.aspx> , (erişim tarihi, 30.06.2019).

<http://www.trademap.org>, (erişim tarihi, 02.07.2019).

International Organization For Standardization (1978). ISO 3005:1978 Textiles-Determination Of Dimensional Change Of Fabrics Induced By Free-Steam.

Jung, H., Lee, S.B., Kim, J.J. ve Ryu, H.K.H.S. (2016). Modelling the non-elastic stretch deformation of cloth based on creep analysis, *Textile Research Journal*, 86 (3), 245-255.

Kadolph, Sj., Langford, AL. (2002). *Textiles*, Pretence Hall, London, 51-52.

Khatun, S., Bhuiyan, M.S.A., Hossain, A.M., Sultana, S. ve Arafat, B.H. (2018). Analysis The Effect Of Weave Structure, Fabric Width And Fabric Weight On Skewness And Shrinkage Of Denim Fabric, *IOSR Journal Of Polymer And Textile Engineering*, 5, 5, 31-36.

Kaswell, E. R. (1963). *Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles*, (Wellington Sears Company, INC), 455p, New York, USA.

Kotler, P. ve Alexander Rath G. (1984). Desing A.Poweful But Neglected Strategic, *Journal Of Business Strategy*, 5, 2, 16-21

Kumar, B. ve Hu, J. (2018). *Woven Fabric Structures And Properties*, Engineering of High Performance Textiles, 6, 133-151.

Lebib Yalkın Yayınları (2018). *Gümrük Tarifname Cetveli İzahnamesi Cilt G2/B1 Fasıl 1-56*, Lebib Yalkın Yayınları ve Basım İşleri AŞ, İstanbul.

Lim, T-C (2015). *Auxetic Materials And Sturctures*, Springer Science Business Media, 587p, Singapore.

Lin, H., Zeng, X., Sherburn, M., Long A. C. ve Clifford, M. J. (2011). Automated geometric modelling of textile structures, *Textile Research Journal*, 82 (16), 1689-1702.

- Mertova, I., Neckar, B. ve Ishtiaque, S. M. (2015). New method to measure yarn crimp in woven fabric, *Textile Research Journal*, 0, 1-13.
- Nasrun, F.M.Z., Yahya, M.F., Ghani S.A. ve Ahmad, M.R. (2016). Effect of weft density and yarn crimps towards tensile strength of 3D angle interlock woven fabric, *AIP Conference Proceedings*, 1774, 020003-1-020003-6
- Neogi, S.K. (2016). *Role Of Yarn Tension In Weaving*, Woodhead Publishing Indian Textiles, 271p, New Delphi, India
- Öner, E. (2019). Elastan özlü pamuk ipliklerinin kalite özelliklerinin araştırılması, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7, 342-351.
- Özek, Z. (2015). Dokumanın Fiziksel Analizi Yüksek lisans ders notları
- Öztürk, S. (2015). Studies On The Load –Extension Behaviour Of Knitted Fabrics, MSc Thesis. Dokuz Eylül University, The graduate school of natural and applied sciences, İzmir, Turkish.
- Paek S.L. (1995). Effect of Yarn Type And Twist Factor On Air Permeability Of Open-End And Ring Yarn Fabric, *The Journal Of The Textile Institute*, 86, No.4, 581-589
- Peirce, F.D. (1937). The geometry of cloth structure. *The Journal of the Textile Institute* 28: T45-T96.
- Penava, Z., Penava, D.S. ve Knezic Z (2014). Determination Of The Elastic Constants Of Plain Woven Fabrics By A Tensile Test In Various Directions, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, Vol 22, No. 2(104): 57-63.
- Penava, Z., Penava, D.S. ve Knezic, Z. (2017). Influence Kinds Of Material On The Poisson's Ratio Of Woven Fabrics, *Tehnicki Glasnik*, 11,3, 101-106.
- Postle, R., Pan, N., Sun, H. (2005). On The Poisson's Ratio Of A Woven Fabric, *Composite Structures*, 68, 505-510.
- Seventekin, N (2004). *Tekstil Kimyası*, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi yayınları, 110s İzmir.
- Shahabi, N.E., Saharkhiz S., Varkiyani M.H. (2013). Effect of fabric structure and weft density on the Poisson's Ratio of worsted fabric, *Journal of Engineered Fibres and Fabrics*, 8, 2, 63-71.
- Simpson, W.S., Crawshaw G.H., (2002). *Wool: Science And Technology*, CRC Press, ISBN-10: 0849328209, United Kingdom, 368p.

- Song, G. (2011). *Improving Comfort In Clothing*, Woodhead Publishing Limited, India, 459p.
- Sujica, M.Z., Pinteric, A. (1998). Numerical Evaluation Of Fabric Construction Parameters, *International Journal Of Clothing Science And Technology*, 10, 3/4, 191-200 Volume 32, No. 1, 125-132.
- Süle, G. (2008). Dokuma kumaş yapısının tezgah eni boyunca çözgü gerginlik dağılımına etkisi, *Electronic Journal of Textile Technologies*, Uludağ Üniversitesi, 1, 11-17.
- Süle, G. (2008). Dokuma esnasında çözgü gerginliğinin tezgâh eni boyunca değişimi, *Tekstil ve Mühendis*, Uludağ Üniversitesi, 72, 26-31.
- Süle, G. (2009). Dokuma kumaşlarda çözgü gerginliği ile kıvrım ilişkisinin teorik analizi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 14,1, 127-138.
- Syed, U., Jhatial R. A. ve Peerzada, M. H. (2013). Influence of warp yarn tension on cotton woven fabric structures, *Mehran University Research Journal of Engineering & Technology*, Volume 32, No. 1, 1, ISSN 0254-7821
- Tkalec, M. Penava, Z. ve Penava D.S (2015). Determination of Poisson's Ratio of coated woven fabric, *Conference On Experimental Stress Analysis*, 407-410.
- Turan, R.B. (2012). *Kumaşların geçirgenlik özellikleri ile yapısal ve geometrik özellikleri arasındaki ilişkiler*, (Doktora tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Türk Standartları Enstitüsü (1996). TS 250 EN 1049-2 Dokunmuş Kumaşlar-Yapı-Analiz Metotları Bölüm 2: Birim Uzunluktaki İplik Sayısının Tayini
- Türk Standartları Enstitüsü (1991). TSE 251. (1991). Dokunmuş Kumaşlar-Birim Uzunluk ve Birim Alan Kütesinin Tayini
- Türk Standartları Enstitüsü (1999). TS 391 EN ISO 9237 Tekstil-Kumaşlarda Hava Geçirgenliğinin Tayini
- Türk Standartları Enstitüsü (2002). TS EN ISO 13934-1:2002 Kumaşların Gerilme Özellikleri Bölüm 1: En Büyük Ve En Büyük Kuvvet Altında Boyca Uzamanın Tayini- Şerit Metodu.
- Türk Standartları Enstitüsü (2017). TS 2793:2017 Tekstil Yünlü Dokuma Kumaşlar – Dış Giyimde Kullanılan – Özellikler.
- Turhan, Y. ve Eren, R. (2004). Değişken Atkı Sıklıklı Kumaş Dokunması Sırasında Çözgü Gerginliğinin İncelenmesi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, *Mühendislik Dergisi*, Cilt 10, Sayı 3, 305-316.

- Uzun, M. (2017). Negative Poisson Ratio (Auxetic) Materials And Their Applications, *The Journal Of Textiles And Engineers*, 77, 14-18.
- Üren, N. ve Okur, A. (2014). Kumaşların Kayma Deformasyonu ve Ölçüm Yöntemleri, *Tekstil ve Mühendis*, 21; 95, 51-65.
- Wulfhorst, B., Gries, T. & Veit D (2006). *Textile Technology*, içinde (6-27).Hanser, Münih.
- Yavuzkasap, D. (2011). *Döşemelik kumaşların mekanik özellikleri üzerine bir araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yavuzkasap Ayakta, D. ve Özek, H.Z. (2018). A Comparison the of requirements of tent fabrics for various usages, 18<sup>th</sup> *Autex World Textile Conference*, ID no: 3546, 914-917.
- Yazdi, A.A. (2004). Weave structure and skewness of woven fabric, *RJTA Vol 8, No:2*, 28-33.
- Yazdi, A.A. (2005). Shearing properties of the skewed woven fabrics, *International Journal Of Engineering*, 18, 2, 177-185.
- Yazdi, A.A., Khojasteh M.R (2006). The effect of twist liveliness on the woven fabric Distortion, *Fibers and Polymers*, vol.7, No.1, 79-84.
- Yazdi, A.A. (2008). The Effect of weft density on the skewness of the twill weave woven fabric, *Fibers And Polymers*, 9, 6, 776-781.
- Yıldırım, B. ve Başer G (2011). Measurement of cloth fell position using image analysis, *Journal Of The Textile Institute*, Vol 102, No:11, 905-916.
- Yıldırım, B. (2013). Projection profile analysis for skew angle estimation of woven fabric images, *The Journal of Textile Institute*, 105:6, 654-660.
- Yıldırım, B. ve Eren, M. (2016). Effect of skewness on image processing methods for woven fabric density measurement, *24th International IFATCC Congress*, Pardubice, Çek Cumhuriyeti, 436-439.

## EKLER

EK 1. G2-Deney planı numunelerinin ölçüm cetveli ile okunan değerleri

<b>Kumaş Kodu</b>	<b>Operatör</b>	<b>Değer 1 [mm]</b>	<b>Değer 2 [mm]</b>	<b>Değer 3 [mm]</b>	<b>Ortalama</b>
A24G30	P1	2	2	2	2
A24G30	P2	2	2	2	2
A24G30	P3	2	2	2	2
A24G35	P1	2	2	2	2
A24G35	P2	2	2	2	2
A24G35	P3	2	2	2	2
A24G40	P1	2	2	2	2
A24G40	P2	2	2	2	2
A24G40	P3	2	2	2	2
A26G30	P1	3	3	3	3
A26G30	P2	3	3	3	3
A26G30	P3	3	3	3	3
A26G35	P1	2	2	2	2
A26G35	P2	1	1	1	1
A26G35	P3	2	2	2	2
A26G40	P1	1	1	1	1
A26G40	P2	1	1	1	1
A26G40	P3	1	1	1	1
A28G30	P1	2	2	2	2
A28G30	P2	2	2	2	2
A28G30	P3	2	2	2	2
A28G35	P1	2	2	2	2



<b>Kumaş Kodu</b>	<b>Operatör</b>	<b>Değer 1 [mm]</b>	<b>Değer 2 [mm]</b>	<b>Değer 3 [mm]</b>	<b>Ortalama</b>
A28G35	P2	2	2	2	2
A28G35	P3	2	2	2	2
A28G40	P1	3	3	3	3
A28G40	P2	3	3	3	3
A28G40	P3	3	3	3	3
B24G30	P1	2	2	2	2
B24G30	P2	2	2	2	2
B24G30	P3	2	2	2	2
C24G40	P1	2	2	2	2
C26G40	P1	3	3	3	3
C28G40	P1	2	2	2	2
B26G40	P1	1	1	1	1
B28G40	P1	2	2	2	2
A24G40	P1	2	2	2	2
A26G40	P1	2	2	2	2
A28G40	P1	2	2	2	2
C24G35	P1	2	2	2	2
C26G35	P1	3	3	3	3
C28G35	P1	3	3	3	3
B24G35	P1	2	2	2	2
B26G35	P1	3	3	3	3
B28G35	P1	2	2	2	2
A24G35	P1	2	2	2	2
A26G35	P1	2	2	2	2
A28G35	P1	2	2	2	2

<b>Kumaş Kodu</b>	<b>Operatör</b>	<b>Değer 1 [mm]</b>	<b>Değer 2 [mm]</b>	<b>Değer 3 [mm]</b>	<b>Ortalama</b>
C24G30	P1	3	3	3	3
C26G30	P1	2	2	2	2
C28G30	P1	2	2	2	2
B24G30	P1	2	2	2	2
B26G30	P1	2	2	2	2
A24G30	P1	2	2	2	2
A26G30	P1	3	3	3	3
A28G30	P1	1	1	1	1
C24G40	P1	2	2	2	2
C26G40	P1	2	2	2	2
C28G40	P1	2	2	2	2
B26G40	P1	1	1	1	1
B28G40	P1	2	2	2	2
A24G40	P1	2	2	2	2
A26G40	P2	1	1	1	1
A28G40	P1	2	2	2	2
C24G35	P1	2	2	2	2
C26G35	P1	2	2	2	2
C28G35	P1	2	2	2	2
B24G35	P1	1	1	1	1
B26G35	P1	2	2	2	2
B28G35	P1	2	2	2	2
A24G35	P1	2	2	2	2
A26G35	P1	2	2	2	2
A28G35	P1	2	2	2	2

<b>Kumaş Kodu</b>	<b>Opereratör</b>	<b>Değer 1 [mm]</b>	<b>Değer 2 [mm]</b>	<b>Değer 3 [mm]</b>	<b>Ortalama</b>
C24G30	P1	2	2	2	2
C26G30	P1	2	2	2	2
C28G30	P1	1	1	1	1
B24G30	P1	3	3	3	3
B26G30	P1	2	2	2	2
A24G30	P1	2	2	2	2
A26G30	P1	2	2	2	2
A28G30	P1	2	2	2	2
B24G35	P1	2	2	2	2
B24G35	P2	2	2	2	2
B24G35	P3	2	2	2	2
B26G30	P1	3	3	3	3
B26G30	P2	3	3	3	3
B26G30	P3	3	3	3	3
B26G35	P1	3	3	3	3
B26G35	P2	3	3	3	3
B26G35	P3	3	3	3	3
B26G40	P1	2	2	2	2
B26G40	P2	2	2	2	2
B26G40	P3	2	2	2	2
B28G35	P1	3	3	3	3
B28G35	P2	3	3	3	3
B28G35	P3	3	3	3	3
B28G40	P1	2	2	2	2
B28G40	P2	2	2	2	2

<b>Kumaş Kodu</b>	<b>Opereratör</b>	<b>Değer 1 [mm]</b>	<b>Değer 2 [mm]</b>	<b>Değer 3 [mm]</b>	<b>Ortalama</b>
B28G40	P3	2	2	2	2
C24G40	P2	2	2	2	2
C26G40	P2	3	3	3	3
C28G40	P2	2	2	2	2
B26G40	P2	1	1	1	1
B28G40	P2	2	2	2	2
A24G40	P2	2	2	2	2
A26G40	P3	1	1	1	1
A28G40	P2	2	2	2	2
C24G35	P2	2	2	2	2
C26G35	P2	2	2	2	2
C28G35	P2	3	3	3	3
B24G35	P2	2	2	2	2
B26G35	P2	3	3	3	3
B28G35	P2	2	2	2	2
A24G35	P2	2	2	2	2
A26G35	P2	2	2	2	2
A28G35	P2	2	2	2	2
C24G30	P2	3	3	3	3
C26G30	P2	2	2	2	2
C28G30	P2	1	1	1	1
B24G30	P2	2	2	2	2
B26G30	P2	2	2	2	2
A24G30	P2	2	2	2	2
A26G30	P2	3	3	3	3

<b>Kumaş Kodu</b>	<b>Opereratör</b>	<b>Değer 1 [mm]</b>	<b>Değer 2 [mm]</b>	<b>Değer 3 [mm]</b>	<b>Ortalama</b>
A28G30	P2	1	1	1	1
C24G40	P2	2	2	2	2
C26G40	P2	2	2	2	2
C28G40	P2	2	2	2	2
B26G40	P2	1	1	1	1
B28G40	P2	2	2	2	2
A24G40	P2	2	2	2	2
A26G40	P1	2	2	2	2
A28G40	P2	2	2	2	2
C24G35	P2	2	2	2	2
C26G35	P2	2	2	2	2
C28G35	P2	2	2	2	2
B24G35	P2	1	1	1	1
B26G35	P2	2	2	2	2
B28G35	P2	2	2	2	2
A24G35	P2	2	2	2	2
A26G35	P2	2	2	2	2
A28G35	P2	2	2	2	2
C24G30	P2	2	2	2	2
C26G30	P2	2	2	2	2
C28G30	P2	1	1	1	1
B24G30	P2	3	3	3	3
B26G30	P2	2	2	2	2
A24G30	P2	2	2	2	2
A26G30	P2	2	2	2	2

<b>Kumaş Kodu</b>	<b>Opereratör</b>	<b>Değer 1 [mm]</b>	<b>Değer 2 [mm]</b>	<b>Değer 3 [mm]</b>	<b>Ortalama</b>
A28G30	P2	2	2	2	2
C24G30	P1	3	3	3	3
C24G30	P2	3	3	3	3
C24G30	P3	3	3	3	3
C24G35	P1	3	3	3	3
C24G35	P2	3	3	3	3
C24G35	P3	3	3	3	3
C24G40	P1	2	2	2	2
C24G40	P2	2	2	2	2
C24G40	P3	2	2	2	2
C26G30	P1	2	2	2	2
C26G30	P2	2	2	2	2
C26G30	P3	2	2	2	2
C26G35	P1	3	3	3	3
C26G35	P2	3	3	3	3
C26G35	P3	3	3	3	3
C26G40	P1	3	3	3	3
C26G40	P2	3	3	3	3
C26G40	P3	3	3	3	3
C28G30	P1	2	2	2	2
C28G30	P2	2	2	2	2
C28G30	P3	2	2	2	2
C28G35	P1	3	3	3	3
C28G35	P2	3	3	3	3
C28G35	P3	3	3	3	3

<b>Kumaş Kodu</b>	<b>Operatör</b>	<b>Değer 1 [mm]</b>	<b>Değer 2 [mm]</b>	<b>Değer 3 [mm]</b>	<b>Ortalama</b>
C28G40	P1	2	2	2	2
C28G40	P2	2	2	2	2
C28G40	P3	2	2	2	2
C24G40	P3	2	2	2	2
C26G40	P3	3	3	3	3
C28G40	P3	2	2	2	2
B26G40	P3	1	1	1	1
B28G40	P3	2	2	2	2
A24G40	P3	2	2	2	2
A26G40	P2	2	2	2	2
A28G40	P3	2	2	2	2
C24G35	P3	2	2	2	2
C26G35	P3	3	3	3	3
C28G35	P3	3	3	3	3
B24G35	P3	2	2	2	2
B26G35	P3	3	3	3	3
B28G35	P3	2	2	2	2
A24G35	P3	2	2	2	2
A26G35	P3	2	2	2	2
A28G35	P3	2	2	2	2
C24G30	P3	3	3	3	3
C26G30	P3	2	2	2	2
C28G30	P3	2	2	2	2
B24G30	P3	2	2	2	2
B26G30	P3	2	2	2	2

<b>Kumaş Kodu</b>	<b>Opereratör</b>	<b>Değer 1 [mm]</b>	<b>Değer 2 [mm]</b>	<b>Değer 3 [mm]</b>	<b>Ortalama</b>
A24G30	P3	2	2	2	2
A26G30	P3	3	3	3	3
A28G30	P3	1	1	1	1
C24G40	P3	2	2	2	2
C26G40	P3	2	2	2	2
C28G40	P3	2	2	2	2
B26G40	P3	1	1	1	1
B28G40	P3	2	2	2	2
A24G40	P3	2	2	2	2
A26G40	P3	2	2	2	2
A28G40	P3	2	2	2	2
C24G35	P3	2	2	2	2
C26G35	P3	2	2	2	2
C28G35	P3	2	2	2	2
B24G35	P3	1	1	1	1
B26G35	P3	2	2	2	2
B28G35	P3	2	2	2	2
A24G35	P3	2	2	2	2
A26G35	P3	2	2	2	2
A28G35	P3	2	2	2	2
C24G30	P3	2	2	2	2
C26G30	P3	2	2	2	2
C28G30	P3	1	1	1	1
B24G30	P3	3	3	3	3
B26G30	P3	2	2	2	2



<b>Kumaş Kodu</b>	<b>Opereratör</b>	<b>Değer 1 [mm]</b>	<b>Değer 2 [mm]</b>	<b>Değer 3 [mm]</b>	<b>Ortalama</b>
A24G30	P3	2	2	2	2
A26G30	P3	2	2	2	2
A28G30	P3	2	2	2	2



## ÖZGEÇMİŞ

Eğitim hayatını Ankara ve İzmir’de geçirmiştir. 2007 yılında Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde lisans eğitimini, 2011 yılında hem Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimini ve hem de Anadolu Üniversitesi Dış Ticaret Bölümünü tamamlamıştır. İş hayatına 2010 yılında Ürün Geliştirme Mühendisi olarak başlamış zamanla Pazarlama İhracat departmanında çeşitli görev ve sorumluluklar almıştır. 2012 yılında evlenmiş, 2013 yılında anne olmuştur. İlk iş yerinde 5 yılı tamamladıktan sonra 2015 yılında Yünsa Yünlü Sanayi ve Ticaret AŞ. Arge Merkezinde Arge Mühendisi olarak başlamıştır. 2017 yılında Arge Yönetimi ve Patent Mühendisi olarak atanmıştır. 2019 yılında Arge Lideri olarak atanmıştır. Halen çalışmaya devam etmektedir. Meslek hayatında 1 adet Faydalı model 2 adet Ulusal Patent, 4 adet Uluslararası Patent başvuruları bulunmaktadır. Arge merkezinde Özkaynak, Tübitak Teydeb 1501, Avrupa Birliği projeleri yürütmüş ve yürütmeye devam etmektedir. Lisansüstü eğitim hayatı boyunca pek çok akademik çalışmada yer almıştır ve yer almaya devam etmektedir. Şimdiye kadar yayınlanan makale ve bildiri detayları, başvuru yapılan patent bilgileri aşağıda yer almaktadır.

### Yayın bilgileri

- Yavuzkasap Ayakta D, Oner E, Çelikkıran S (2019). A Research on the Mechanical Properties of Worsted Fabrics Made of High Tenacity Polyamide, Fibers and Polymers, Vol.20, 11, DOI 10.1007/s12221-019-1174-0, 2426-2432 (SCI Makale).
- Yavuzkasap Ayakta D, Cinperi N, H. Özdemir (2019). Investigating The Effect Of Self-Cleaning Treatment On The Air Permeability, Stain Removal And Water Repellency Properties Of Functionalized Double Jacquard Woven Upholstery Fabrics, Industria Textila, Vol.70, 6, DOI 10.35530/IT.070.06.1483, 512-518 (SCI Makale)
- Yavuzkasap Ayakta D, Özek H.Z (2019). Dokuma Kumaşlarda Atkılı Eğriliğini Etkileyen Unsurların Araştırılması, II. Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi, (sözlü sunum & bildiri)
- Yavuzkasap Ayakta D, Cinperi N, Oner E, Çelikkıran S (2019). Comfort and Performans Properties Of The Cellulose Based Woven, Muğla Journal of Science and Technology, DOI: 10.22531/muglajsci.494694, 100-104

- Yavuzkasap Ayakta D, Oner E (2019). The Effect Of Cahmere Fibers On The Thermal Comfort Properties Of Worsted Fabrics, Iconwoolf: International Congree On Wool And Luxury Fibers, (sözlü sunum & bildiri)
- Yavuzkasap Ayakta D, Özek HZ (2018). Journal of Fashion Technology & Textile Engineering, A Comparison of the Requirement of Tent Fabrics for Various Usages, DOI: 10.4172/2329-9568.S5-006, (SCI Makale)
- Yavuzkasap Ayakta D, Göktepe F (2018). High Performance and Blade Cut Resistant Yet Soft Apparel Fabrics Produced By Hard-core Spun Yarns In Worsted System, 7 th International Technical Textiles Congress, İzmir, 83-89 (sözlü sunum & bildiri)
- Yavuzkasap Ayakta D, Sülar V, Öner E (2018). Performance of the Double Face Lightweight Woven Fabrics From Sustainable Yarns, 7 th International Technical Textiles Congress, İzmir, 103-111 (sözlü sunum & bildiri)
- N.Ç. Cinperi, Yavuzkasap Ayakta D (2018). Development of high performance fabrics with graphene,7 th International Technical Textiles Congress, İzmir, 75-79 (sözlü sunum & bildiri)
- Yavuzkasap Ayakta D, Ozek H.Z (2018). A Comparison of the Requirements of Tent Fabrics for Various Usages, 18 th Autex World Textile Conference, İstanbul, 914-917 (poster sunum & bildiri)
- Özdemir H, Yavuzkasap D (2012). The effects of raw material, weft setting and weave on breaking strength, elongation at break and tear strength of upholstery double fabrics, Journal of Textile & Apparel, Vol. 22 Issue 2, p159-165, (SCI makale)
- Özdemir H, Yavuzkasap D (2012). The effects of yarn and fabric structural parameters on the seam slippage, abrasion and pilling properties of double woven upholstery fabrics, Industria Textila, Vol 63, Nr 6, 307-314, (SCI makale)

### **Patent bilgileri**

- Duygu Yavuzkasap Ayakta (2018). Uluslararası Patent başvurusu; (26.12.2018), PCT/TR2018/050892 A Nonwoven Surface Manufactured From Wool Wastes
- Duygu Yavuzkasap Ayakta, Hikmet Ziya Özek (2018). Uluslararası Patent başvurusu; (26.12.2018), PCT/TR2018/050896 Measurement Scale Of Waviness At The Selvedge Of A Woven Fabric

- Duygu Yavuzkasap Ayakta, Hikmet Ziya Özek (2018). Ulusal Patent başvurusu; (23.11.2018) PT2018-01712 Dokuma Kumaş Kenarlarında Marullanma (Dalgalanma) Ölçüm Cetveli
- Duygu Yavuzkasap Ayakta, Fatma Göktepe (2018). Uluslararası Patent başvurusu; (19.11.2018) PCT/TR2018/050703 A Flame Retardant Yarn With Cutting Resistance And A Fabric Comprising Thereof
- Duygu Yavuzkasap Ayakta (2018). Ulusal Patent başvurusu; (12.11.2018) P T2018-01580 Yün Atıklarından Mamül Bir Dokusuz Yüzey Yapılanması
- Duygu Yavuzkasap Ayakta, Fatma Göktepe (2018). Ulusal faydalı model başvurusu; (05.10.2018) 2018/14669 Kesilme Direnci Ve Güç Tutuşurluk Özelliğine Sahip Bir İplik Ve Bu İpliği İçeren Bir Kumaş
- Duygu Yavuzkasap Ayakta, Ahmet Emir Dirik (2017). Uluslararası PCT Patent başvurusu; (29.12.2017) PCT/TR2017/050729 A Method For Detecting Weft And Warp Regions In Woven Fabrics

### **Ödüller**

- 2018 Yıldız Proje – En Yaratıcı Proje: Kesilme Dayanımına Sahip Yüksek Performanslı Güç Tutuşur Özellikli Kamgarn Kumaşların Geliştirilmesi, (Teydeb 1501 no: 3171019), Işık saçanlar ödül töreni, Yünsa Yünlü Sanayi ve Ticaret AŞ
- 2017 Yıldız Proje – En İyi Arge Projesi: Teleflerden Isı ve Ses Yalıtımı Sağlayan Malzeme Üretimi, (Patent başvuru no: P T2018-01580), Işık saçanlar ödül töreni, Yünsa Yünlü Sanayi ve Ticaret AŞ