



**STREÇ DENİM KUMAŞLARIN ELASTİKİYET
VE GERİ TOPLAMA ÖZELLİKLERİNE
DOKUMA KUMAŞ PARAMETRELERİNİN
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Dilara KONAL

Yüksek Lisans Tezi

**Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Pelin GÜRKAN ÜNAL
2020**

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**STREÇ DENİM KUMAŞLARIN ELASTİKİYET VE GERİ TOPLAMA
ÖZELLİKLERİNE DOKUMA KUMAŞ PARAMETRELERİNİN
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Dilara KONAL

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Pelin GÜRKAN ÜNAL

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.

Dilara KONAL

İMZA

Prof. Dr. Pelin GÜRKAN ÜNAL danışmanlığında, Dilara KONAL tarafından hazırlanan “Streç Denim Kumaşların Elastikiyet ve Geri Toplama Özelliklerine Dokuma Kumaş Parametrelerinin Etkisinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından 10.01.2020 tarihinde Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof.Dr. Rıza ATAV

İmza:

Üye : Prof.Dr. Pelin GÜRKAN ÜNAL

İmza:

Üye : Doç.Dr. Gonca ÖZÇELİK KAYSERİ

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç.Dr. Bahar UYMAZ
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

STREÇ DENİM KUMAŞLARIN ELASTİKİYET VE GERİ TOPLAMA ÖZELLİKLERİNE DOKUMA KUMAŞ PARAMETRELERİNİN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Dilara KONAL

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Pelin GÜRKAN ÜNAL

Kumaşların kullanım sırasında göstereceği giyim performansı, hem üreticilerin katma değer sahibi ürünler ortaya koymalarını sağlamak hem de tüketicilerin beklenti ve taleplerini karşılayabilmek açısından oldukça önemlidir. Giyim sırasında kumaşlardan beklenen en önemli özellikler, eklem hareketlerine bağlı diz, dirsek ve bel bölgelerinde rahat bir şekilde uzayabilmesi ve uzadıktan sonra geri dönüşte şekil değişikliğine uğramadan eski formuna kavuşabilmesidir.

Çözgüsü Ne 10/1 Penye Ring (Tencel/CO 50/50), atkısı Ne 16/1 (Tencel/CO 50/50) + 78 dtex EA olan denim kumaşta kalıcı uzama değerinin minimize edilmesi amaçlanmış ve bu amaca yönelik dört farklı kumaş üretilmiştir. Üretilen kumaşlarda çözgü ipliği olarak Tencel/Pamuk karışımli Ne 10/1 penye ring, atkı ipliği olarak ise Ne 16/1 mantoda Tencel/Pamuk karışımli veya Tencel/PES karışımli 78 dtex Elastan içeren özlü ipliklerin yanı sıra Ne 16/1 mantoda Tencel/Pamuk karışımli 78 dtex Elastan ve 55 dtex T400 içeren çift özlü iplik kullanılmıştır. Bu atkı ipliklerinin farklı oranlarda atılmasıyla denim sektöründe sıklıkla kullanılan Dimi 3/1 Z doku yapısında kumaşlar üretilmiştir. Bütün kumaş numuneleri paça formunda dikilmiş ve üç ev yıkaması, rinse yıkama, taş yıkama ve taş+ağartma yıkama işlemleri uygulanmıştır. Ayrıca her bir yıkama hem silikonlu hem de silikonsuz olarak uygulanmıştır. Bu numunelere en önemli performans parametrelerinden olan elastikiyet, kalıcı uzama, yıkama sonrası boyutsal değişim testleri yapılmış ve değerleri incelenmiştir. Bu testler yanında kumaşların kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti testleri de yapılmış ayrıca yıkama sonrası çekmelere bağlı olarak ağırlık değişimlerini gözlemlemek için gramaj testleri de gerçekleştirilmiştir. Yapılan tüm testler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan testler doğrultusunda kumaş performansının atkı iplik tipinden, yıkama işlemlerinin farklılığından ve silikon içeriğinden etkilendiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Denim, T400, elastan, kalıcı uzama, elastikiyet, boyutsal değişim.

2020, 93 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF WOVEN FABRIC PARAMETERS ON
ELASTICITY AND RECOVERY PROPERTIES OF STRECH DENIM FABRICS

Dilara KONAL

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Textile Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Pelin GÜRKAN ÜNAL

The garment performance of the fabrics during usage is very important both to ensure that manufacturers produce value-added products and to meet the expectations and demands of the consumers. The most important features expected from the fabrics during usage are that depending on the joint movements knee, elbow and waist areas can stretch comfortably and, after stretching, can recover without any change in shape.

Denim fabric with the warp Ne 10/1 combed yarn (Tencel/CO 50/50), the weft Ne 16/1 (Tencel/CO 50/50) + 78 dtex EA is aimed to minimize the growth value and four different fabrics are produced for this purpose. In the samples, Tencel/Cotton blended Ne 10/1 combed yarn was used as the warp yarn, Ne 16/1 Tencel/Cotton blended single core or Tencel/PES blended 78 dtex Elastan content single core was used as the weft yarn, as well as Ne 16/1 Tencel/Cotton blended 78 dtex Elastan and 55 dtex T400 content double core yarn. Using of these weft yarns in different ratios, fabrics in Twill 3/1 Z texture which are commonly used in denim sector were produced. All fabric samples were prepared as half legs form and three home washing, rinse washing, stone washing and stone + bleaching washing processes were applied. In addition, each washing was applied with and without silicone. Elasticity, growth and dimensional change after washing tests were performed, which are the most important parameters, on these sample fabrics and their values were examined. In addition to these tests, tensile strength and tearing strength tests were performed on the fabrics and mass per unit area were examined to observe the weight changes of the fabrics due to shrinkage after washing. All tests were evaluated statistically. According to the analysis, it was found that the fabric performance was affected by the weft yarn type, the difference of washing processes and the silicon content.

Key words: Denim, T400, elastan, growth, elasticity, dimensional change.

2020, 93 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR	ix
TEŞEKKÜR	x
1. GİRİŞ	11
2. DENİM KUMAŞ	13
2.1. Denim Kumaş Tarihçesi	13
2.2. Denim Kumaş Özellikleri	13
2.3. Denim Kumaş Üretimi.....	15
2.3.1. Elastik Özellikli Denim Kumaş Üretimi.....	16
2.3.2. Elastan Lifleri Üretimi ve Özellikleri	17
2.3.3. Elastan İçerikli İplik Üretimi	21
2.3.3.1. Elastan özlü (core-spun) iplik üretim yöntemi.....	23
2.3.3.2. Çift çekirdekli (dual-core) iplik üretimi.....	24
2.3.4. Elastan İçeren Denim Kumaşlarda Elastikiyet, Kalıcı Uzama ve Yıkama Sonrası Boyut Değişimi	26
3. STREÇ DENİM KUMAŞLAR ÜZERİNE ÇALIŞMALAR	29
4. MATERYAL VE METOT	37
4.1. Materyal.....	37
4.2. Metot.....	37
4.2.1. Dokuma Kumaş Üretimi.....	37
4.2.2. Kumaşlara Uygulanan Testler	44
5. BULGULAR	52
5.1. Gramaj Test Sonuçları	52
5.2. Elastikiyet, Kalıcı Uzama ve Geri Toplama Test Sonuçları	54
5.2.1. Elastikiyet Test Sonuçları	54
5.2.2. Kalıcı Uzama Test Sonuçları	58
5.2.3. Geri Toplama Test Sonuçları	61
5.3. Boyutsal Değişim Test Sonuçları	65

5.3.1. Çözü Yöünde Boyutsal Değişim Test Sonuçları	65
5.3.2. Atkı Yöünde Boyutsal Değişim Test Sonuçları.....	68
5.4. Kopma Mukavemeti Sonuçları	72
5.4.1. Çözü Kopma Mukavemeti Test Sonuçları.....	72
5.4.2. Atkı Kopma Mukavemeti Test Sonuçları	75
5.5. Yırtılma Mukavemeti Sonuçları	79
5.5.1. Çözü Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları	79
5.5.2. Atkı Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları	82
6. SONUÇLAR.....	86
KAYNAKLAR.....	90
ÖZGEÇMİŞ	93



ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 2.1. Dünyadaki elastan lifi üreticileri ve kullandıkları eğirme (çekim) yöntemleri (Bilir, 2008).....	21
Çizelge 2.2. Kumaş çekme değerini etkileyen parametreler	28
Çizelge 4.1. Kullanılan iplik özellikleri.....	38
Çizelge 4.2. Dokuma makinasının teknik özellikleri	39
Çizelge 4.3. Üretilen kumaş özellikleri	40
Çizelge 4.4. Terbiye işlemleri.....	41
Çizelge 4.5. Kumaşlara yapılan sanayi yıkamaları.....	42
Çizelge 4.6. Çalışmada uygulanan test yöntemleri	44
Çizelge 5.1. Farklı yıkama işlemleri sonrası gramaj değerlerine ait ANOVA sonuçları	53
Çizelge 5.2. Farklı yıkama işlemleri sonrası elastikiyet değerlerine ait ANOVA sonuçları.....	55
Çizelge 5.3. Numune kumaşların elastikiyet ortalamalarının karşılaştırılması.....	56
Çizelge 5.4. Farklı yıkama işlemleri sonrası kalıcı uzama değerlerine ait ANOVA sonuçları	59
Çizelge 5.5. Numune kumaşların kalıcı uzama ortalamalarının karşılaştırılması.....	60
Çizelge 5.6. Farklı yıkama işlemleri sonrası geri toplama değerlerine ait ANOVA sonuçları	62
Çizelge 5.7. Numune kumaşların geri toplama ortalamalarının karşılaştırılması	64
Çizelge 5.8. Farklı yıkama işlemleri sonrası çözgü yönü boyutsal değişim ANOVA sonuçları	66
Çizelge 5.9. Numune kumaşların çözgü yönü boyutsal değişim ortalamalarının karşılaştırılması	67
Çizelge 5.10. Farklı yıkama işlemleri sonrası atkı yönü boyutsal değişim ANOVA sonuçları	69
Çizelge 5.11. Numune kumaşların atkı yönü boyutsal değişim ortalamalarının karşılaştırılması	71
Çizelge 5.12. Farklı yıkama işlemleri sonrası çözgü yönünde kopma mukavemeti ANOVA sonuçları	73
Çizelge 5.13. Numune kumaşların çözgü yönü kopma mukavemeti ortalamalarının karşılaştırılması.....	74
Çizelge 5.14. Farklı yıkama işlemleri sonrası atkı yönünde kopma mukavemeti ANOVA sonuçları	77
Çizelge 5.15. Numune kumaşların atkı yönü kopma mukavemeti ortalamalarının karşılaştırılması.....	78
Çizelge 5.16. Farklı yıkama işlemleri sonrası çözgü yırtılma mukavemeti ANOVA sonuçları	80

Çizelge 5.17. Numune kumaşların çözümlü yırtılma mukavemeti ortalamalarının karşılaştırılması	81
Çizelge 5.18. Farklı yıkama işlemleri sonrası atkı yırtılma mukavemeti ANOVA sonuçları..	83
Çizelge 5.19. Numune kumaşların atkı yırtılma mukavemeti ortalamalarının karşılaştırılması	84



ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.1. Indigofera tinctoria bitkisi	14
Şekil 2.2. Denim kumaş üretimi akış şeması (Acar, 2005)	16
Şekil 2.3. Elastanın uzaması ve eski haline dönmesi (Karagöz, 2017)	18
Şekil 2.4. Elastan liflerinin kimyasal yapıları (a) poliester tipli elastomer polimer (b) polieter tipli elastomerik polimer (Bilir, 2008).....	19
Şekil 2.5. Lycra ipliklerinin yalın ve kaplanmış halde kullanıldığı kumaş teknolojileri ve üretilen kumaşların kullanım alanlarına örnekler (Akçan, 2001).....	22
Şekil 2.6. Modifiye edilmiş ring iplik makinelerinde elastan içerikli özlü iplik üretim sistemi (Çataloğlu, 2007)	24
Şekil 2.7. Çift özlü (Dual-core) iplik üretim prensibi (Üstündağ, 2014)	25
Şekil 2.8. PBT Kimyasal Formülü	25
Şekil 2.9. LYCRA® T400® lifi ve ısıtma işlem sonrası durumu	26
Şekil 2.10. Elastik ve plastik uzama davranışı (Seyrek Kurban ve Babaarslan, 2019).....	27
Şekil 2.11. Streçlik, kalıcı uzama, çekme arasındaki ilişki (Seyrek Kurban ve Babaarslan, 2019)	28
Şekil 4.1. Çalışma kapsamında üretilen kumaşların rinse yıkama sonrası görüntüleri	43
Şekil 4.2. Çalışma kapsamında üretilen kumaşların taş yıkama sonrası görüntüleri	43
Şekil 4.3. Çalışma kapsamında üretilen kumaşların taş+ağartma yıkama sonrası görüntüleri	44
Şekil 4.4. Gramaj numune alma aparatı ve hassas terazi.....	45
Şekil 4.5. Kopma mukavemeti test cihazı (Tinus Olsen)	46
Şekil 4.6. Elastikiyet ve kalıcı uzama testi için (a) numune kumaş görüntüsü (b) şematik çizimi	47
Şekil 4.7. (a) Cihaza numune yerleşimi (b) Test sonrası numune ölçümü	48
Şekil 4.8. Boyutsal değişim testi yapılışı.....	49
Şekil 4.9. Elmendorf yırtılma mukavemet test cihazı	51
Şekil 5.1. Farklı yıkama işlemleri sonrası gramaj sonuçları	52
Şekil 5.2. Kumaş tipi ve yıkama işleminin denim kumaş gramaj değerlerine etkisi.....	54
Şekil 5.3. Farklı yıkama işlemleri sonrası elastikiyet sonuçları	54
Şekil 5.4. Elastikiyet için ana etkiler grafiği	56
Şekil 5.5. Elastikiyet için etkileşim grafikleri	57
Şekil 5.6. Farklı yıkama işlemleri sonrası kalıcı uzama sonuçları	58
Şekil 5.7. Kalıcı uzama için ana etkiler grafiği	60
Şekil 5.8. Kalıcı uzama için etkileşim grafikleri	61

Şekil 5.9. Farklı yıkama işlemleri sonrası geri toplama test sonuçları	62
Şekil 5.10. Geri toplama için ana etkiler grafiği.....	63
Şekil 5.11. Geri toplama için etkileşim grafikleri	64
Şekil 5.12. Farklı yıkama işlemleri sonrası çözgü yönünde boyutsal değişim sonuçları	65
Şekil 5.13. Çözgü yönünde boyutsal değişim için ana etkiler grafiği	67
Şekil 5.14. Çözgü yönünde boyutsal değişim için etkileşim grafikleri.....	68
Şekil 5.15. Farklı yıkama işlemleri sonrası atkı yönünde boyutsal değişim sonuçları.....	69
Şekil 5.16. Atkı yönünde boyutsal değişim için ana etkiler grafiği	70
Şekil 5.17. Atkı yönünde boyutsal değişim için etkileşim grafikleri	71
Şekil 5.18. Farklı yıkama işlemleri sonrasında çözgü yönünde kumaş kopma mukavemeti sonuçları	72
Şekil 5.19. Çözgü yönünde kopma mukavemeti için ana etkiler grafiği.....	74
Şekil 5.20. Çözgü yönünde kopma mukavemeti için etkileşim grafikleri.....	75
Şekil 5.21. Farklı yıkama işlemleri sonrasında atkı yönünde kumaş kopma mukavemeti sonuçları	76
Şekil 5.22. Atkı yönünde kopma mukavemeti için ana etkiler grafiği	77
Şekil 5.23. Atkı yönünde kopma mukavemeti için etkileşim grafikleri.....	78
Şekil 5.24. Farklı yıkama işlemleri sonrasında çözgü yırtılma mukavemeti sonuçları.....	79
Şekil 5.25. Çözgü yırtılma mukavemeti için ana etkiler grafiği.....	80
Şekil 5.26. Çözgü yırtılma mukavemeti için etkileşim grafikleri	81
Şekil 5.27. Farklı yıkama işlemleri sonrasında atkı yırtılma mukavemeti sonuçları	82
Şekil 5.28. Atkı yırtılma mukavemeti için ana etkiler grafiği	84
Şekil 5.29. Atkı yırtılma mukavemeti için etkileşim grafikleri.....	85

SİMGELER VE KISALTMALAR

α_e	: Büküm katsayısı
BDO	: 1,4-Bütandiol
CLY	: Lyocell
CO	: Pamuk
DMT	: Dimetiltereftalat
EA	: Elastan
MDI	: Metan diizosiyanat
PA	: Poliamit
PBT	: Polibütilentereftalat
PET	: Polyester
PES	: Polyester
PTA	: Sıflaştırılmış (purified) tereftalik asit

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince ilgi ve desteğini benden esirgemeyen, tez çalışmamın her aşamasında bana sıkça vakit ayırarak bilgi, görüş ve bilimsel tecrübeleriyle beni yönlendiren değerli hocam Prof. Dr. Pelin GÜRKAN ÜNAL'a emeklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sürecinde manevi desteklerini devamlı hissettiren değerli yöneticilerim Sayın Murat ARIÖZ ve Sayın Yücel BAYRAM'a, kumaş numunelerinin üretilmesinde yardımlarını esirgemeyen Sayın Tefik Murat LEBLEBİCİ'ye, testlerin yapılmasında katkı ve desteklerini sunan Sayın Buket KUŐ ve Sayın Mehmet CESUR'a, beni bu süreçte yalnız bırakmayan mesai arkadaşlarıma, tez çalışmamın hazırlanmasında bana tüm imkanları sağlayan Kipaş Denim İőletmeleri A.Ő.'ye ve tüm çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak hayatımın her evresinde yanımda olan, varlıklarıyla bana güç veren biricik annem Fidan ERCAN, babam Duran ERCAN, kardeşlerim Feride Fulya ERCAN ve Önder ERCAN'a ve çalışmam süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen sevgili eşim Mustafa KONAL'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ocak, 2020

Dilara KONAL
Tekstil Mühendisi

1. GİRİŞ

İlk üretiminin üzerinden 250 yıldan fazla zaman geçmesine rağmen denim kumaşın günümüzde bile hayatımızdaki yeri ve önemi yadsınamaz bir gerçektir. Hem bu denli eski hem de aynı derecede yenilikçi olan denim kumaş gerek üretim gerekse kullanım alanında gizemini hala korumakta ve her geçen gün değişen çehresiyle şaşırtmaya devam etmektedir. İlk olarak Christopher Columbus'un gemisinin yelkeni olarak kullanılmaya başlanan denim kumaş günümüzde moda dünyasının vazgeçilmez bir parçası olmuş ve çantadan ayakkabıya farklı alanlarda kullanım alanı bulmuştur. Levi Strauss işçilere dayanıklı iş kıyafetleri dikip daha fazla para kazanmak isterken birden bire denim modasının öncüsü olacağını kendi bile tahmin edememiştir (Acar, 2005).

Yaratılan yeni moda akımlarıyla, müşterilerin denim ürünlere olan ilgisinde artış sağlanmakta ve önümüzdeki yıllarda da insanların denim ürünlere olan ilgisinin en az şimdiki kadar olacağı öngörülmektedir. Bunun nedeninin, denim ürünlerin her türlü sosyal ortama uyabilmesi olduğu düşünülmektedir. Örneğin sokakta günlük olarak kullanılan bir klasik denim ceket aynı zamanda önemli bir gecede de rahatlıkla kullanılabilir. Denim ürünlerin diğer bir avantajı da giyildiğinde kişiye kendini genç hissettirmesidir. Bu nedenle orta yaş ve üzeri müşteri kitlesi için de denim ürünler önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedendir ki denim zamansız kumaş olarak tanımlanmaktadır.

Son yıllarda denim kumaşın, modanın etkisiyle hazır giyim sektöründe en popüler kumaşların başında geliyor olması; kumaş üretim sanayini de ihtiyaçlara cevap verecek niteliklere sahip kumaşlar üretmeye ve yenilikçi ürünler ortaya çıkarmaya zorlamıştır. İlk zamanlarda sadece işçi kıyafetlerinde kullanılıyor olmasından kaynaklı dayanıklılığının dışında çok fazla özelliğinin olması beklenmeyen denim kumaşı, zaman içinde modanın ihtiyaçlarına cevap verecek niteliklere sahip olabilmek için Ar-Ge departmanlarının önemli konularından birini teşkil eder hale gelmiştir. Denim giysilerde en çok tercih edilen görsel niteliktir. Giysinin görünümünde bulunması istenen özelliği kazandırabilmek için kumaş konstrüksiyonunun, kumaştan beklenen özellikleri verecek niteliklerde olması gerekir (Acar, 2005).

Denim kullanımının popüler hale gelmesiyle birlikte, denim üretiminde söz sahibi olan markaların konfor ve özgür hareket imkânı sağlayan denim kumaş araştırmalarına olan eğilimini arttırmış, böylece elastan karışımlı denim kumaşlardan dikilmiş giysilere talep artmıştır. Vücut hareketlerinin giysilere etkisi üzerine yapılan araştırmalar sonucunda

kumaşlarda %20-30'luk oranda bulunan elastikiyetin iyi seviyede hareket ve konfor imkânı sağladığı ortaya çıkmıştır (Biterge, 2019). Pazar şartlarının ve modanın çok hızlı bir şekilde değişimine bağlı olarak ürünler ve tüketicilerin ürünlerden beklentisi de bu oranda değişmektedir. Son yıllarda gelişen moda akımlarıyla birlikte hem kadın hem de erkek giyimde dar (skinny jeans) model pantolon kullanımı iyice yaygınlaşmış olup, bu tip dar kalıplı giysilerin üretiminde en az %30 elastikiyete sahip denim kumaş kullanımı tercih edilmektedir, dolayısıyla giyildiğinde tamamen vücudu saran bu giysilerde, giysinin kullanım sırasında göstereceği giyim performansı oldukça önem kazanmıştır. Genellikle kumaşların giyim sırasında eklem hareketlerine bağlı olarak rahat bir şekilde uzayabilmesi ve uzadıktan sonra geri dönüşte şekil değişikliğine uğramaması istenir. İnsan vücudu yapısı gereği, giysilerin kullanım esnasında daha çok diz, dirsek, sırt ve oturma bölgeleri zorlanma etkisi altında kalmakta olup kullanan kişinin hareket kabiliyetinin kısıtlanmaması için bu bölgelerde uzama ihtiyacı önem kazanmaktadır. Kalça, dirsek ve diz çevresindeki bu hareketler neticesinde bazı kumaşlarda deformasyon meydana gelmekte, bunu önlemek için ise elastik özelliğe sahip kumaşların tercih edildiği bilinmektedir. Bu doğrultuda sorunun çözümüne yönelik çalışmaların yapılması ve tüketici taleplerinin karşılanması büyük önem taşımaktadır. Birçok denim kumaş üreticisi elastik özellikli denim kumaş üretimi ve performans geliştirme üzerinde çalışmalar yapmaktadırlar. Yeni geliştirilen elastik özellikli denim kumaşlarda en önemli performans parametrelerinden olan “elastikiyet” ve “kalıcı uzama” değerlerinin beklentileri karşılanması istenmektedir.

Bu çalışmanın amacı elastik özellikli (streç) denim kumaşların elastikiyet ve geri toplama özelliklerine dokuma kumaş parametrelerinin etkisinin incelenmesidir. Bunun için, piyasada sıklıkla kullanılan bir tip denim kumaş referans alınarak, söz konusu kumaşın elastikiyet, kalıcı uzama ve boyutsal değişim özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla atkı yönünde farklı özlü iplik kullanımı ve ayrıca söz konusu ipliklerin farklı oranlarda kullanımı ile yeni denim kumaşların üretimleri tasarlanmıştır. Ayrıca bu kumaşlara kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti testleri de yapılmış bunların yanı sıra yıkama sonrası çekmelere bağlı olarak ağırlık değişimlerini gözlemlemek için gramaj değerleri de ölçülmüştür. Üretilen kumaşlar paça formunda dikilmiş ve farklı yıkama işlemleri ile işlem görmüştür. Yıkamalar; 3 ev yıkaması, rinse yıkama, taş yıkama ve ağartma yıkamalarıdır. Yıkamalar sonrasında, kondisyonlanan numunelerin ürün formuna geldikten sonraki durumunu simüle edebilmek amacıyla paça formunda testler gerçekleştirilmiştir.

2. DENİM KUMAŞ

2.1. Denim Kumaş Tarihçesi

‘Denim’, Fransa’nın ‘Nimes’ adlı kasabasında dokunan yün karışımı kumaşlar için kullanılan ‘Serge de Nimes’ (“Serj dö Nim” olarak okunmakta) tamlamasından bozularak İngilizceye geçmiş bir kelimedir ve Nimes şehrinden gelen kabaca dokunmuş dayanıklı kumaş anlamına gelmektedir (Bağırın, 2011).

1800’lü yıllarda San Francisco’ya gelen ve buraya yerleşen Bavyeralı göçmen Levi Strauss beraberinde getirdiği Serge de Nimes adı verilen bu kumaştan pantolon diktirmiştir. Daha sonraları birçok kişi tarafından ilgi gören pantolonun üretiminde kullanılan kumaş Amerika’da “Denim” olarak isimlendirilmiştir (Üstündağ, 2014).

Hemen hemen aynı zamanlarda, denimın bir diğer adı olarak geçen ama aslında birbirinin aynı olmayan ‘jean’ kavramı ortaya çıkmıştır. Araştırmalar, Jean kumaşların pamuk, keten ve/veya yün karışımı dimi doku türünde üretildiğini ve İtalya’nın Cenova kenti civarlarında ünlü olduğunu göstermektedir. ‘Jean’ adının ise Cenova Limanı’na gelen denizciler tarafından, bu kumaştan yapılmış pantolonlara “Genes” denmesiyle ortaya çıktığı tahmin edilmektedir (Genes, Cenova’nın kısaltılmış hali olarak “Jeans” şeklinde okunmaktadır) (Bağırın, 2011).

Türkiye’de 1950 yılında “Muhteşem KOT” isimli bir terzi, denim kumaştan ilk pantolonu üretip pazarlamaya başlamış ve soyadı KOT’u marka olarak tescil ettirmiştir. 1970’lere kadar yalnız bu firmanın Blue Jean pantolonu üretip satması, tüketicilerin hafızalarına blue jeanin Türkçe karşılığının kot olarak yerleşmesine neden olmuştur. Türkiye’de 1950’li yıllarda başlayan denim kumaş üretimi dünyadaki gelişmelere paralel olarak hızla artmış ve dış ülkelerden gelen talebi de karşılamak için belirli bir kapasite ve kalite düzeyine ulaşmıştır (Üstündağ, 2014).

2.2. Denim Kumaş Özellikleri

Genelde, denim kumaşlar çözgüsü indigo boyalı, atkısı ise boyanmamış pamuk ipliğinden meydana gelen kaba ve ağır dokuma kumaş olarak tanımlanmaktadır.

Üretiminde başta pamuk lifi olmak üzere elastan, polyester, keten, viskon, modal, lyocell lifleri veya bunların karışımları kullanılmaktadır. Çözümlü iplikleri; sadece, kupa boyarmaddelerin bir üyesi olan indigo ile boyanabildiği gibi, indigo üzerine kükürt ya da kükürt üzerine indigo boyalı da olabilmektedir. Ayrıca son yıllarda rekabetçi piyasada ürünlere fark katmak adına denim boyama prosesinde indigo ile birlikte farklı renkte direkt veya reaktif boyarmadde grupları eklenerek kullanılmakta veya atkı iplikleri dokuma öncesi boyanarak, renk çeşitliliği sağlanabilmektedir.

İndigo, denim kumaşların boyanmasında kullanılan ve tropik iklimlerde yetişen *Indigofera tinctoria* bitkisinin yapraklarından elde edilen mavi renkli bir boyarmaddedir. Mısır'da yapılan kazılar indigonun boyamacılıkta kullanımının M.Ö. 1600 yıllarına dayandığını göstermektedir. İndigo rengi günümüzde N-fenilglisin veya N-fenilglisin-o-karbonik asit kullanılarak elde edilir (Akçakoca Kumbasar, 1999).



Şekil 2.1. *Indigofera tinctoria* bitkisi

Denim kumaşlar genel tanımında arka ve ön yüz görünüşleri farklı; ön yüzde indigo boyalı çözgü ipliklerinin, arka yüzde ise boyanmamış atkı ipliklerinin veya farklı renklerde boyanmış atkı ipliklerinin yoğun olarak görüldüğü kumaş olarak geçmektedir (Üstündağ, 2014).

İndigo boyarmaddesi ile boyanmış iplikler değişik dokuma kumaş konstrüksiyonları ile dokunsa da klasik denim kumaşları gabardin olarak adlandırılan D 2/1 Z (sağ yollu) veya D 3/1 Z (sağ yollu) dimi örgüsü ile üretilmektedir. Denim kumaşların tanımlanmasında ağırlık birimi olarak (oz/yd²) kullanılmaktadır. Metrik sisteme göre 1 oz/yd² = 33,91 g/m²'dir. Kullanım yerine göre denim kumaş üretimi 3,5-16,5 oz/yd² (118–560 g/m²) arasında yapılabilmektedir.

Denim kumaşlar genelde erkek ve kadın kıyafetleri olarak iki grupta toplanmaktadır;

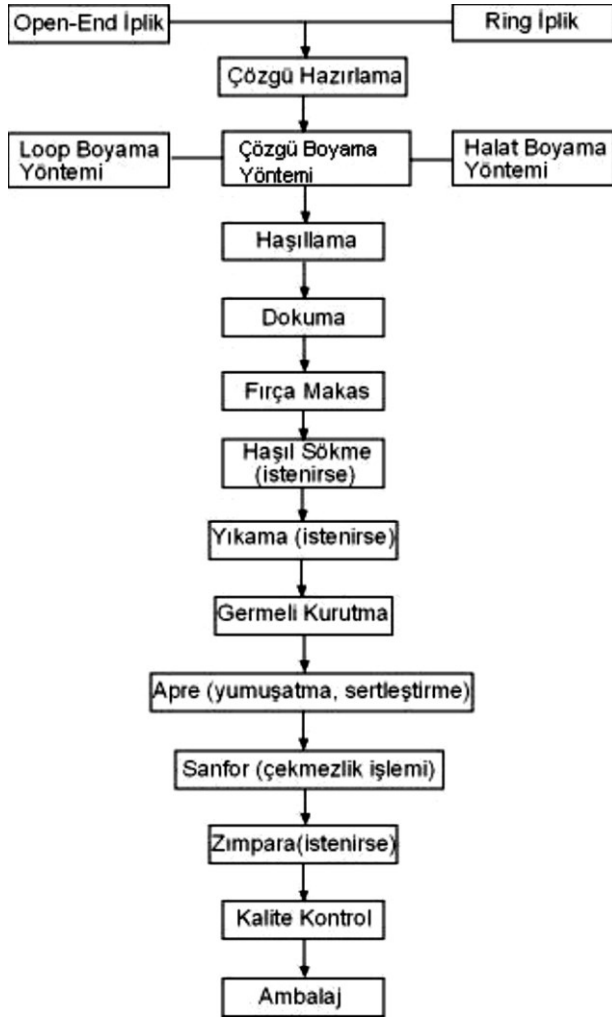
Kadın giysilerinde tercih edilen kumaşlar genellikle atkı elastikiyetine (streç ve süper streç) sahiptir ve erkek giysilerinde kullanılanlar rijit (elastik olmayan) veya düşük esneklikteki kumaşlardır. Ancak günümüzde değişen moda akımlarıyla birlikte erkek kıyafetlerinde de süper streç kumaşlar kullanılır hale gelmiştir. Sağladığı giyim konforu ve kullanım rahatlığı nedeniyle ve değişen moda akımları etkisiyle elastik kumaş üretimine yönelim artmıştır.

Son yıllarda popülerliğinin artması nedeniyle birçok denim kumaş üreticisi elastik özellikli denim kumaş üretimi hakkında yeni denemeler ve yatırımlar yapmaktadırlar. Hedeflenen ürün özelliklerine ulaşmak için elastik olmayan kumaşlara göre çok daha fazla çaba ve maliyet sarf edilmektedir (Çataloğlu, 2007).

2.3. Denim Kumaş Üretimi

Denim kumaş üretiminde, atkı olarak kullanılacak iplikler dokuma ünitesine, çözücüsünü oluşturmak amacıyla kullanılacak iplikler ise boyama yöntemine göre ya halat sarma bölümüne ya da çözücü hazırlama ünitesine gönderilirler. Çözücü hazırlama ünitesinde çözücü iplikleri, loop boyama, açık en boyama, halat boyama yöntemlerinden biriyle boyanır (Üstündağ, 2014).

Son tüketiciye ulaşana kadar denim ürünler pek çok kuru ve yaş işlemlerden geçmektedir. Kuru işlemler, denim ürün üzerinde istenilen kullanılmış görüntüyü vermek için yapılan ve kuru haldeki yarı mamule mekanik olarak uygulanan işlemlerdir. Yaş işlemler ise kimyasal kullanılarak ürünlerin renk, efekt ve tuşe gibi özelliklerinde değişiklik oluşturmak amacıyla yapılan işlemlerdir. Bu kuru ve yaş işlem uygulamaları müşteri taleplerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Köksal, 2015).



Şekil 2.2. Denim kumaş üretimi akış şeması (Acar, 2005)

2.3.1. Elastik Özellikli Denim Kumaş Üretimi

Klasik anlamda genel özellikleri sıralanan denim kumaşlar, gelişen ve büyüyen moda akımı ve yenilikçi prosesler sayesinde artık bilinen üretim yöntemleri ya da alışlageldik boyama-kimyasal uygulama yöntemleri çerçevesinden çıkmaya başlamıştır. Denim kumaşlar, artık sadece pamuk lifinden değil, kumaşa giyim konforu sağlayan ve müşterinin daha çok beğenisini kazanmasını sağlayan birçok farklı sentetik lif karışımı ile de üretilebilmektedir. Bu durum, denim kumaşların fiziksel özelliklerini de değiştirmekte ve konvansiyonel denim kumaş çerçevesinden çıkarmaktadır.

Belirtildiği gibi gelişen moda akımları ve müşterilerin ihtiyaçları doğrultusunda, denim kumaşlara farklı birtakım özellikler katabilmek için pamuk dışında da bazı lifler kullanılmaya

başlanmıştır. Bunların en önemlisi elastan lifleridir. Elastan lifleri, denim kumaşın sert yapısını gevşeterek giyim konforu açısından büyük rahatlık kazandırmaktadır.

Denim kumaş üretiminde pamuk ve elastan lifinin yanı sıra polyester lifi de son zamanlarda tercih edilmektedir. Polyester lifinin özel bir tekstüre yöntemiyle kıvrımlı ve esnek bir hale getirilip klasik elastan lifi yerine kullanımı yaygınlaşmaktadır (Bağırın, 2011).

Denim kumaş üretiminde yeni jenerasyon polyester lifleri (bikomponent lifler ve PBT polibütilenteraftalat) aşağıda belirtilen özelliklerinden dolayı tercih edilmektedir:

- Mukavemet özellikleri (ağartma ve yıkamada uygulanan kimyasal işlemlere dayanıklıdır)
- Elastana göre daha düşük elastikiyet değerleri ve daha iyi geri toplama yeteneği
- Özlü ya da tek olarak kullanılabilmesi
- Kolay olarak bitim işlemlerinin uygulanabilirliği ve çekme değerlerinin düşük olması (Çataloğlu, 2007).

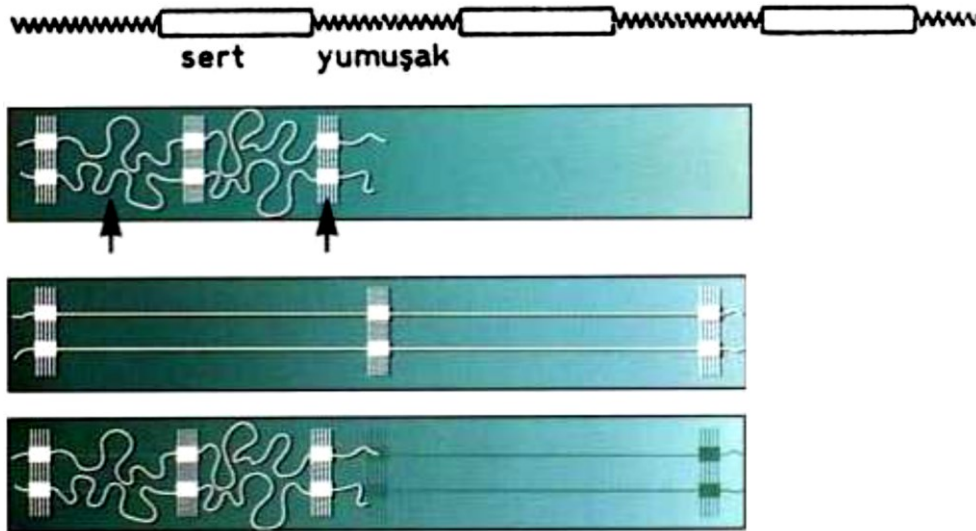
2.3.2. Elastan Lifleri Üretimi ve Özellikleri

Elastan lifi ilk olarak 1959 yılında Du Pont kimyageri Joseph Shivers tarafından bulunmuş ve 1962 yılında “Lycra” tescilli marka adını almıştır ve ticarileştirilmiştir. Günümüzde Invista’nın ticari markasıdır.

Herhangi bir kuvvetle çekildiklerinde belli bir derecede uzama gösteren ve uzamaya sebep olan kuvvet ortadan kaldırıldığında ise eski haline geri dönebilme özelliğine sahip olan poliüretan-elastomer liflerinden yapılan ipliklere elastan iplik denilmektedir. Elastan iplik yapısının oluşabilmesi için ipliği oluşturan poliüretan elastomer lifin %85 amorf %15 kristalin yapıdan oluşması gerekmektedir. Avrupa’da bu ipliklerin genel ismi “Elastan”, Asya ve Amerika’daki genel ismi ise “Spandex”dir.

Elastik elyaf, %400-800 kopma uzamasına sahip ve kopma noktasına kadar olan uzamalarda tamamen ve hızlıca eski haline dönebilen elyafıdır. Genellikle pamuk/elastan, pamuk/viskon/elastan, polyester/elastan ve poliamid/elastan karışımı iplikler kullanılmaktadır. Lycra®, Dorlastan®, Acelan®, Roica® gibi farklı firmaların ürettiği ticari isimleri mevcut olmakla birlikte, Lycra® günümüzde en çok tercih edilen elastan filamentidir.

Lifler ardı ardına uzun zincirli yumuşak bölgelerle kısa zincirli sert bölgelerden (segmentlerden) oluşmuştur. Bu segmentler her bir ucunda üretan grup bulunan bir difenil metil grubundan oluşmaktadır. Aromatik veya benzen yapısında olan difenil metil grup elastomerik life kesin bir sertlik vermektedir (Bilir, 2008). Bu sert bölgeler kristalin yapıda olup, lifin %15-20'lik bir kısmını oluşturmaktadır. Sert bölgeler, yüksek erime noktası ve kristalin yapıda olup, küçük molekülü diisosiyanat ve diollerin (örneğin Hegzandiisosiyanat ve 1,4 Bütandiol) poliadisyonu sonucu elde edilmektedir. Diğer bir deyişle sert poliüretan yapısındadır ve makro moleküller arasında köprü bağları bulunmaktadır (Anonim, 2006). Yan yana bulunan kristalin bölgeler birbirlerine hidrojen köprüleri veya Van der Waals kuvvetleri ile bağlanırlar. Yumuşak bölgelerin düşük erime sıcaklıklarına karşılık, sert bölgeler yüksek erime sıcaklığına sahiptirler. Sert bölgeler life mukavemet ve kararlılık özelliği kazandırarak uzama anında polimer zincirlerinin kaymasını (plastik akışını) önleyerek tekrar eski haline gelmesini sağlarlar. Düşük erime sıcaklığına sahip ve lifin % 80'inden fazlasını oluşturan yumuşak bölgeler ise amorf halde olup makro moleküller gelişi güzel halde bulunurlar, uzun polietilen glikol segmentlerinden oluşmaktadır ve liflere yüksek elastikiyet özelliği kazandırmaktadırlar, ayrıca yumuşak bölgelerin bir kısmı gerilme anında yeni oluşan hidrojen köprüsü bağları sayesinde kristalin hale dönüşebilmektedir (Elmalı, 2008). Şekil 2.3'te elastan lifinin yumuşak ve sert bölgeler ile esneme ve tekrar eski haline dönüşü görülmektedir.

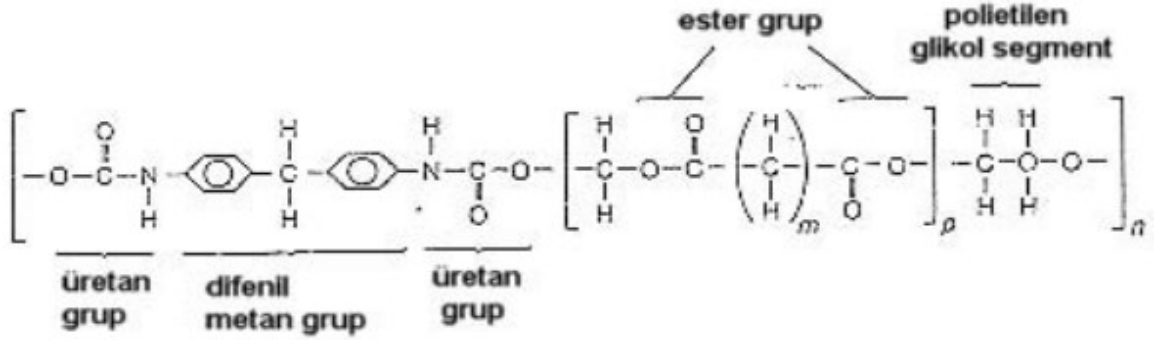


Şekil 2.3. Elastanın uzaması ve eski haline dönmesi (Karagöz, 2017)

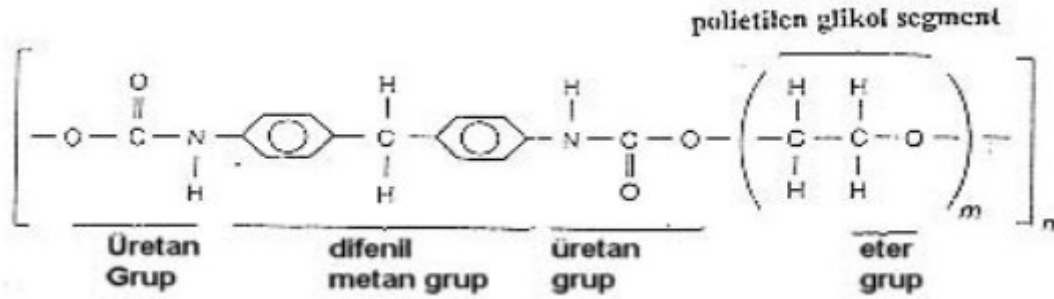
Elastan liflerinin esnek kısımları için kullanılan ön polimerin cinsine göre elastan lifleri; a) Poliester-poliüretan b) Polietilen-poliüretan lifleri olarak iki gruba ayrılır (Elmalı, 2008). Bu

polimerler, lif özelliklerinin değişmesinde büyük rol oynamaktadır. Elastan liflerinin büyük bir kısmı polieter tipi olarak üretilmekte iken poliester tipi olarak ise çok az üretim yapılmaktadır. Poliester tipi üretilen elastanların, perkloretilenli kuru temizlemeye, cilt yağlarına, ışığa ve klorlu suya karşı direnci yüksek iken polieter tipi üretilen elastanlar ise boyama prosesleri ve alkali ağartmaya, yüksek sıcaklıktaki boyamalara karşı oldukça dayanıklıdır, bununla birlikte ışık haslıkları da oldukça iyidir (Erdil, 2002).

Elastan liflerinin kimyasal yapıları Şekil 2.4'te verilmektedir.



(a)



(b)

Şekil 2.4. Elastan liflerinin kimyasal yapıları (a) poliester tipli elastomer polimer (b) polieter tipli elastomerik polimer (Bilir, 2008)

Elastan liflerinden üretilen ürünlerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde, ham madde olarak kullanılan kimyasallar ve üretimde kullanılan çekim işleminin türü önemli bir yere sahiptir. Elastan üretiminde kullanılan çekim yöntemlerini, kuru, yaş ve eriyikten çekim yöntemi olarak üçe ayırmak mümkündür.

Yaş çekim işlemi ile elde edilen elastan liflerinin, kuru çekim sistemi ile elde edilenlere göre daha zayıf özellikler göstermeleri ve çekim banyosunda kalan çözücü artıklarının geri kazanımının çok pahalı olmasından dolayı, bu yöntem günümüzde çok fazla tercih edilen bir yöntem değildir.

Günümüzde dünyada en fazla kullanılan elastan filamentü üretim yöntemi, kuru çekim yöntemidir. Kuru çekim yönteminde, elastan lifini oluşturan kimyasal hammaddeleri bir çözücü içerisinde çözünür ve oluşan eriyik tek ya da çok delikli düzelerden geçirilerek sabit sıcaklıktaki çekim bölgesine sevk edilir.

Eriyikten lif çekim yöntemi elastan lif üretiminde kullanılan diğer bir yöntemdir. Bu yöntem, hiçbir kimyasal kullanılmadan elastan filamentin direkt polimerden çekilmesi esasına dayanmaktadır. Bu sistemde polieter ve/veya polyester diolen, difenil metan diizosiyanat (MDI) içeren poliüretan hammaddeleri ve kısa zincirli alifatik diolenler granül haline getirilmekte, daha sonra bunlar eritilip elyaf halinde çekilmektedir. Diğer yöntemlere kıyasla bu yöntem daha pahalı olmasına rağmen kimyasal çözücülerin üretim sırasında kullanılmaması sebebiyle çevre dostu bir yöntemdir (Çataloğlu, 2007).

Çizelge 2.1. Dünyadaki elastan lifi üreticileri ve kullandıkları eğirme (çekim) yöntemleri (Bilir, 2008)

Ürün Markası	Üretici Firma	Başlangıç Materyali	Lif Çekim Yöntemi
Acelan	Taekwang/Kore	Polieter/MDI/Daimin	Kuru eğirme
Dorlastan	Bayer Faser GmbH/Almanya	Poliester/MDI/Daimin Polieter/MDI/Daimin	Kuru eğirme
Espa	Toyobo Co./Japonya	Polieter/MDI/Daimin	Kuru eğirme
Lycra	Du pont Nemours Co.	Poliester/MDI/Daimin Polieter/MDI/Daimin	Kuru eğirme
Roica	Asahi Kasei/Japonya	Polieter/MDI/Daimin	Kuru eğirme
Glospan	Globe MFg Co./Amerika	Polieter/MDI/Daimin	Reaktif/Kuru eğirme
Fujibo spandex	Fuji Spinning Co./Japonya	Poliester/MDI/Daimin Polieter/MDI/Daimin	Yaş eğirme
Lineltex	Filatice/İtalya	Polikaprolaktonester/MDI/Daimin Polieter/MDI/Daimin	Yaş eğirme
Spandaven	Gomelast/Venezuela	Polieter/MDI/Daimin	Yaş/Kuru eğirme
Texton	Tonkook/Kore	Polieter/MDI/Daimin	Yaş eğirme
Lubell	Kanebo Co./Japonya	Poliester/MDI/Daimin	Eriyikten lif çekme
Mobilon	Nisshinbo End./Japonya	Poliester/MDI/Daimin	Eriyikten lif çekme
Spantel	Kuraray Co./Japonya	Poliester/MDI/Daimin	Eriyikten lif çekme
King Span	Star Corp./Japonya	Poliester/MDI/Daimin	Eriyikten lif çekme

2.3.3. Elastan İçerikli İplik Üretimi

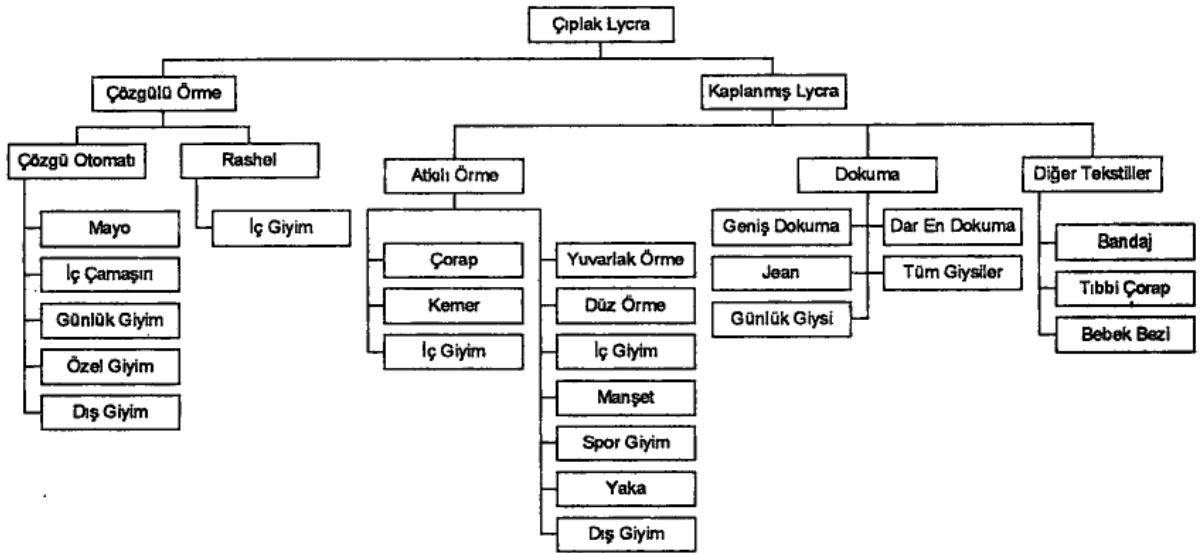
Streç kumaşların üretimi için en çok kullanılan yöntem, özünde elastan içeren özlü ipliklerin kullanılmasıdır. Bu ipliklerin özünde elastan, mantosunda da kesikli lifler

bulunmaktadır. Elastan içeren özlü ipliklerin streçliği, özdeki elastomer lifin iplik üretimi esnasında uzayıp kılmasından kaynaklanmaktadır. Ortaya çıkan kumaşların streçlik ve geri toparlanabilme avantajlarının yanı sıra, ipliğin mantosunu oluşturan ve iplikte baskın olan kesikli liflerin özelliklerini de taşımaktadır (Seyrek Kurban ve Babaarslan, 2019). Bu şekilde üretilen elastan içerikli iplikler, ipliği oluşturan komponentlerin türüne ve üretimde kullanılan sistemlere göre değişen özelliklere sahiptirler.

Hibrit iplik ifadesi; elastan, PET, PA gibi kontinü yapıda çeşitli hammaddeler ile doğal veya rejenere selüloz kesikli liflerin bir araya getirilmesiyle üretilen iplikler için kullanılmaktadır.

Elastan içerikli hibrit iplik üretim yöntemleri, kaplama yöntemi (hollow spindle) ile hibrit iplik üretimi, havalı sistem ile hibrit iplik üretimi, büküm yöntemi ile hibrit iplik üretimi, elastan özlü (core-spun) hibrit iplik üretimi olarak dört ana gruba ayrılmaktadır. Bu yöntemlerden en çok kabul gören ve kullanılan yöntem ise elastan özlü iplik üretim yöntemidir (Çataloğlu, 2007).

Şekil 2.5'te lycra ipliklerinin yalın ve kaplanmış halde kullanıldığı kumaş teknolojileri ve üretilen kumaşların kullanım alanlarına örnekler görülmektedir.



Şekil 2.5. Lycra ipliklerinin yalın ve kaplanmış halde kullanıldığı kumaş teknolojileri ve üretilen kumaşların kullanım alanlarına örnekler (Akçan, 2001)

2.3.3.1. Elastan özlü (core-spun) iplik üretim yöntemi

Bu yöntem, bir elastan filament çekirdek üzerine doğal veya kimyasal liflerin sarılmasıyla meydana gelen iplik üretimidir. Bu tür iplikler endüstride, daha çok “elastik core iplikler”, “elastik core-spun iplikler” ya da “özlü iplikler” olarak bilinmektedirler. Elastik core ipliği modifiye edilmiş standart ring iplik eğirme makinelerinde üretilebilmektedir.

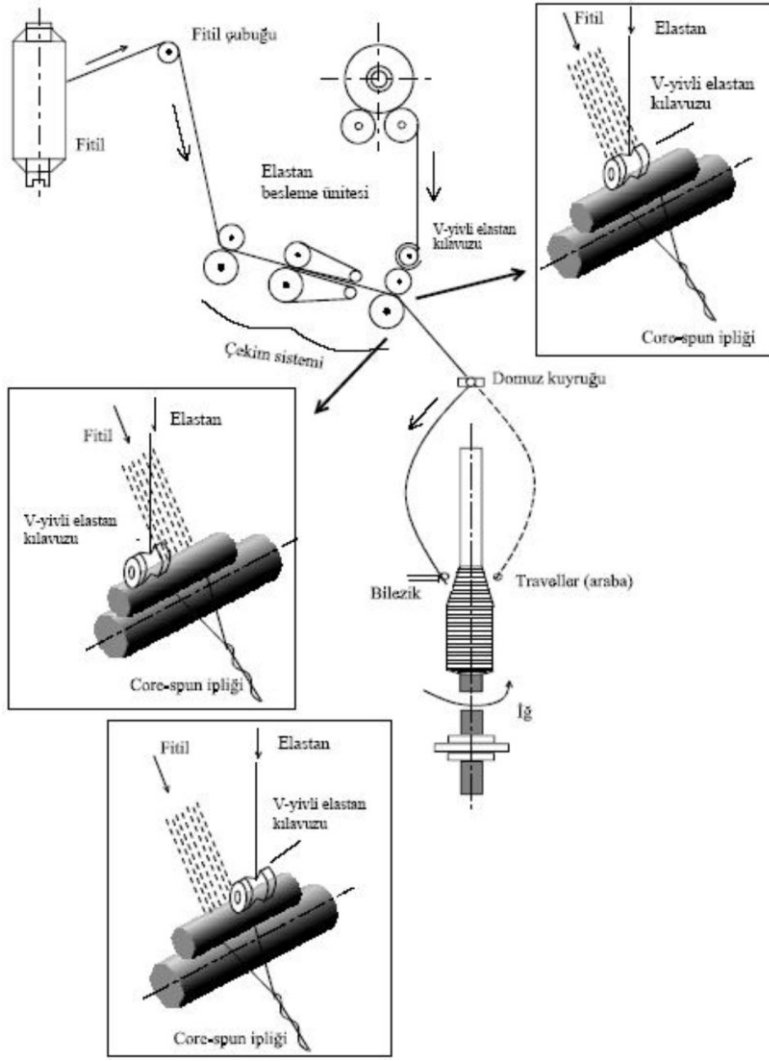
Üretilen özlü ipliğin içerisindeki elastan oranı, özlü ipliğin elastikiyetini, elastan filamentte uygulanan gerginlik (ön çekim) oranı belirlemektedir. Çekim değeri arttıkça özlü iplikteki elastan oranı düşecektir, elastan filamentin çekim değeri pratikteki uygulamalarda 3-4 arasındadır (Çataloğlu, 2007).

Günümüzde kullanılan özlü iplik üretim tekniklerini dört ana başlık altında incelemek mümkündür. Bu üretim teknikleri şu şekildedir:

- OE-Rotor eğirme sisteminde özlü iplik üretimi
- Friksiyon eğirme sisteminde özlü iplik üretimi
- Vortex eğirme sisteminde özlü iplik üretimi
- Ring eğirme sisteminde özlü iplik üretimi

Bu yöntemler içinde en yaygın olarak kullanılan teknik ring eğirme sisteminde özlü (core-spun) iplik üretimidir (Üstündağ, 2014).

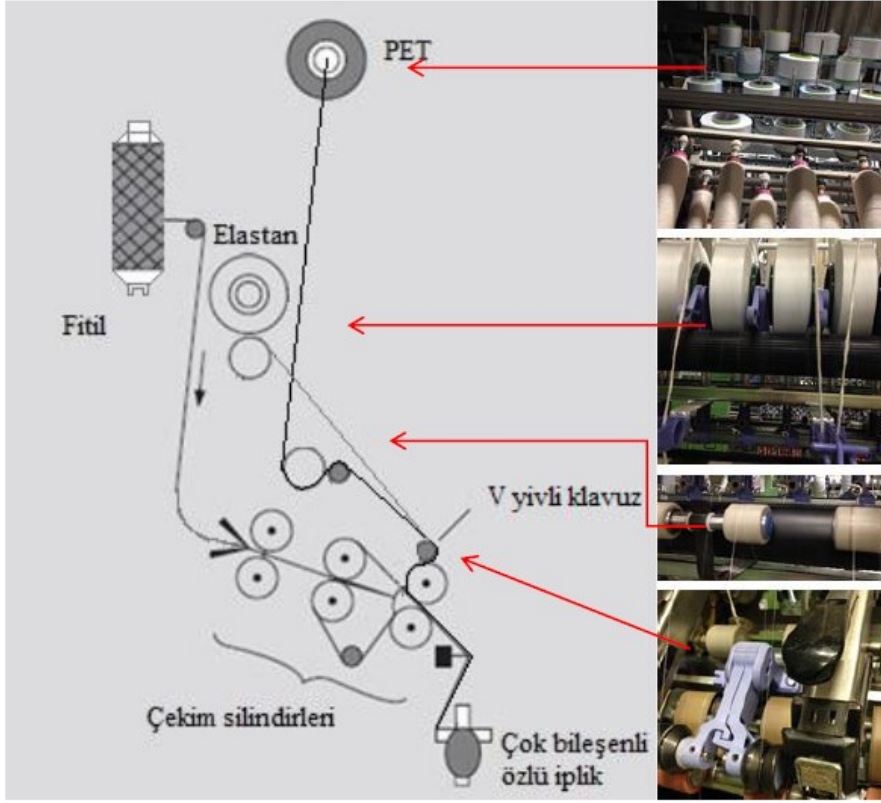
Ring eğirme sisteminde elastik core ipliği üretiminde, kısa şapel lifler ile elastan filament, çekim sisteminin ön silindir çiftinin kıştırma noktasında birbirleri ile birleşmektedirler. Ring eğirme sisteminde elastik core ipliğinin üretilebilmesi için ring eğirme makinesi pozitif besleme silindirleri ve V-yivli elastan kılavuzundan oluşan elastan besleme ünitesi ile modifiye edilmektedir. V-yivli elastan kılavuzu, çekim sistemi ön baskı silindirinin üstünde yer alır ve kılavuz ile üst baskı silindiri arasındaki sürtünme ile tahrik edilir (Çataloğlu, 2007).



Şekil 2.6. Modifiye edilmiş ring iplik makinelerinde elastan içerikli özlü iplik üretim sistemi (Çataloğlu, 2007)

2.3.3.2. Çift çekirdekli (dual-core) iplik üretimi

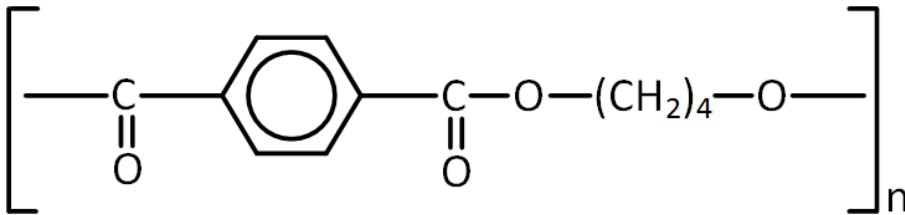
Çift özlü (dual-core) iplik üretiminde, özlü iplik üretim teknolojisine ek olarak makinenin en üst kısmına fıtıl ve elastan dışında üçüncü bir materyal takılır. Ring iplik üretim sisteminde ön manşon arkasından beslenen bu materyal ile üç materyalli özlü iplik üretilir (Üstündağ, 2014).



Şekil 2.7. Çift özlü (Dual-core) iplik üretim prensibi (Üstündağ, 2014)

Mevcut piyasada genellikle atkı ipliği olarak kullanılan çift özlü ipliklerin özlerinde elastan (Iycra®, creora®, dorlastan®, glospun®, vb.) ve beraberinde ikinci filament olarak da polibütilen tereftalat (PBT), T400® (PET/PTT), Polyester (PES) ve Poliamid (PA) gibi filament iplik yapıları kullanılmaktadır (Seyrek Kurban ve Babaarslan, 2019).

Polibütülene tereftalat (PBT), 1,4 bütülen glikol ile dimetil tereftalat veya saflaştırılmış tereftalik asidin esterleşme reaksiyonu sonucu elde edilen yarı kristal termoplastik malzemesidir. PBT'nin moleküler formülü $(C_{12}H_{12}O_4)_n$ dir. DMT (dimetil tereftalat) ile 1,4 bütandiol (BDO)'ün polikondenzasyon reaksiyonları ile üretilen, polimerik malzeme olan PBT'nin kimyasal formülü Şekil 2.8'de gösterilmiştir (Kavuzlu, 2019).

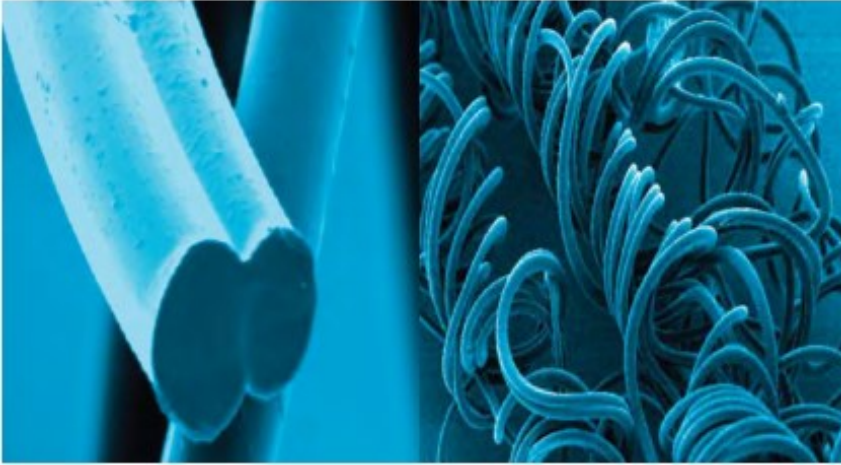


Şekil 2.8. PBT Kimyasal Formülü

LYCRA®T400®; içeriği Elasto multiester, yani polyester elyafı içerikli bir iplikdir. Farklı viskoziteleri olan ve farklı çekme özelliğine sahip iki farklı polimerin birlikte çekilmesi ile elde edilen özel bir iplikdir. Yapılan ısı işlemle her bileşen farklı bir dereceye kadar büzülür, bu da lif tarafından gösterilen elastik özelliklerin nedeni olan düzgün ve düzenli yay benzeri kalıcı sarmal bir yapı oluşmaktadır. Elastikiyeti ve geri dönüşümü bu yay şeklindeki yapı sağlamaktadır (Piccinini ve Senaldi, 2011).

Günümüzde, mevcut ticari elastomultiester (T400) 'ün lineer yoğunluğundan bağımsız olarak kimyasal bileşimi%40 polyester (3-GT tipi) ve%60 polyester (2-GT tipi)'dir (Piccinini ve Senaldi, 2011).

T-400 ipliği; yıkama, ağartma ve taş yıkama içindeki klor içerikli kimyasallara karşı dayanıklılık, yüksek yırtılma ve kopma mukavemeti, yüksek ultra viole dayanımı göstermektedir. Invista'ya ait bir ticari markadır. Şekil 2.9'da hem LYCRA®T400® lifini oluşturan iki polimerin meydana getirdiği snowman olarak adlandırılan kardan adam şeklindeki yapı hem de ısı işlem sonrası filamentin aldığı sarmal yapı görülmektedir (Seyrek Kurban ve Babaarslan, 2019).



Şekil 2.9. LYCRA® T400® lifi ve ısı işlem sonrası durumu

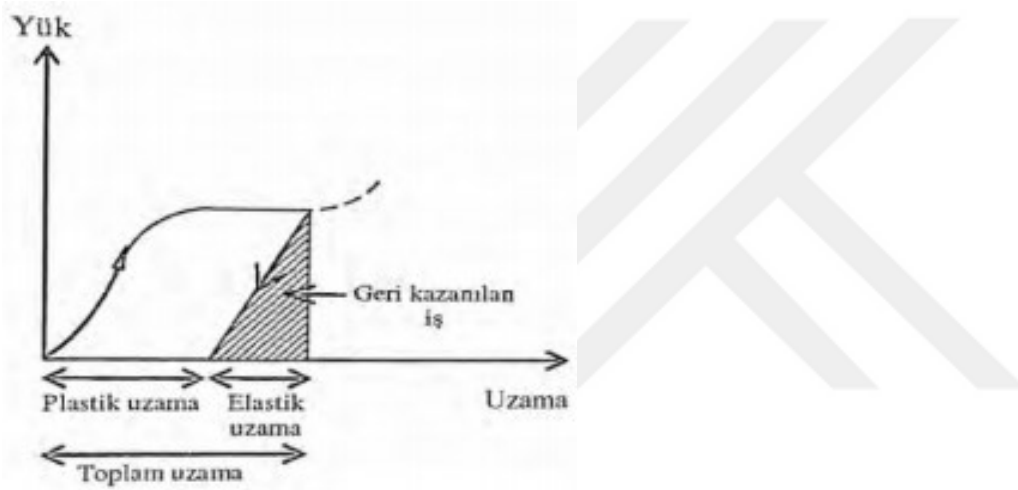
2.3.4. Elastan İçeren Denim Kumaşlarda Elastikiyet, Kalıcı Uzama ve Yıkama Sonrası Boyut Değişimi

Elastikiyet; belirli bir yük-kuvvet altındaki kumaşın gösterdiği kalıcı olmayan uzama eğilimidir. Bu yük kaldırıldığında iplik veya kumaşın üzerindeki gerilim de kalkar ve tekrar kendi orijinal uzunluk, şekil ve ölçüsüne geri dönebilir. Kullanıcı konforuna etki eden en önemli

özellik olarak kabul edilir. Kullanıcı konforu için gereken yeterli elastikiyet ve geri toparlanma özelliklerini sağlayan kumaşlar genelde elastik liflerin (elastan, spandex vb) kullanımı ile elde edilmektedir (Seyrek Kurban ve Babaarslan, 2019).

Geri dönüşlü olarak yapılan bir uzama testinde elde edilen en büyük uzama miktarına geri dönen uzama olarak bilinen “elastik uzama”, geri dönmeyen kalıcı uzamaya da “plastik uzama” denilmektedir (Seyrek Kurban ve Babaarslan, 2019). Şekil 2.10’da elastik ve plastik uzama davranışı gösterilmiştir.

Kalıcı uzama, belirli yük-kuvvet altında kalan kumaşın yapısında oluşan deformasyonlar sonucunda uygulanan kuvvet kalksa bile ilk haline dönememesidir.



Şekil 2.10. Elastik ve plastik uzama davranışı (Seyrek Kurban ve Babaarslan, 2019)

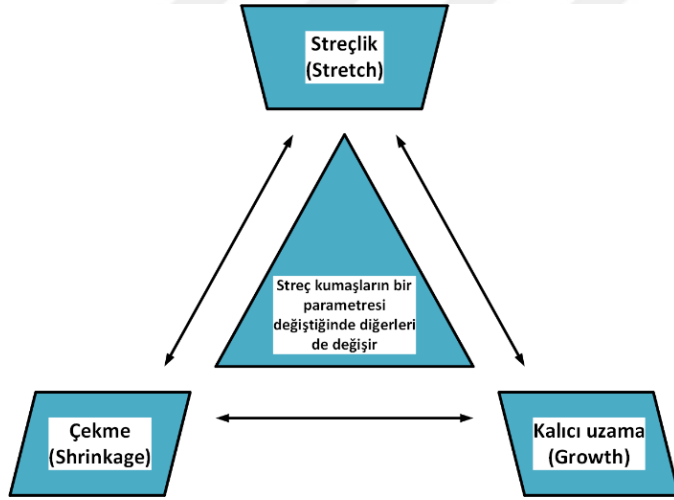
Yıkama sonrası boyut değişimi, kullanım sırasında yıkama işleminde ortaya çıkan çekmeler olarak tanımlanabilir. Kumaş eninde ve boyunda meydana gelen bu artma ya da azalma yani ölçü değişiklikleri boyutsal değişim olarak adlandırılır. Yıkama sonrası boyut değişimi denildiğinde çoğunlukla ilk akla gelen, kumaşın boydan çekmesi, yani kısalmasıdır. Bunun sebebi ise kumaş üretimi esnasında üzerinde sürekli olarak boydan gerginliğin mevcut olmasıdır, dolayısıyla en çok çekme problemi bu yönde meydana gelmektedir. Kumaşlarda yıkama sonrası oluşan salma veya bollaşma ise daha az karşılaşılan bir problemdir. Kumaş çekmesi veya bollaşması hidrofilik (su tutuculuğu yüksek) liflerden üretilen, elastikiyeti düşük olan pamuklu kumaşlar için büyük problemdir. Su tutuculuğu iyi olan lifler ıslandığında liflerin içerisine giren su, kristalin yapı taşlarının içine nüfuz edemeyerek, bunların arasındaki bölgeleri doldurmaktadır. Bu durum lifin enine kesitinde bir artış meydana getirir dolayısıyla ipliklerin

enine kesitleri (çapları) artar ve bu durum kıvrım artışına neden olur, bunun sonucunda kumaş boyutlarında kısılma meydana gelir (Karaaslan, 2017).

Çizelge 2.2. Kumaş çekme değerini etkileyen parametreler

Kumaşı oluşturan iplik veya ipliklerin cinsi
Lif inceliği ve uzunluğu
İplik numarası ve büküm değeri
İplik oluşumu sırasında oluşan iç gerilimler
Dokuma sırasında çözgü ipliklerine uygulanan gerginlik
Terbiye işlemlerindeki gerginlik, sıcaklık, süre, basınç parametreleri

Kumaşların streçlik, çekme ve kalıcı uzama değerleri birbirine bağlı kavramlardır. Bu üç tanım, bir üçgenin köşeleri olarak düşünüldüğünde en üst nokta streçlik değerini, kalıcı uzama ve çekme ise üçgenin tabanını oluşturmaktadır. Bu üç özelliğin birbirleriyle ilişkisi Şekil 2.11'de gösterilmiştir. Kumaşların streçlik değeri arttıkça, çekme ve/veya kalıcı uzama değerlerinde artış görülmektedir.



Şekil 2.11. Streçlik, kalıcı uzama, çekme arasındaki ilişki (Seyrek Kurban ve Babaarslan, 2019)

3. STREÇ DENİM KUMAŞLAR ÜZERİNE ÇALIŞMALAR

Giysinin kullanımı sırasında, kumaşların vücut hareketlerine göre gerilmesi ve gerildikten sonra deforme olmadan orijinal şeklini koruyabilmesi beklenir. Bu nedenle, tekrarlanan gerilmeden sonra uzama ve geri toplama özellikleri, giysilerin performansı ve görünümü için çok önemlidir. Streç ve yüksek elastik geri kazanımlı kumaşlar, deformasyonu önlemek, torbalama ve boyut değişikliklerini azaltmak için piyasaya sürülmüştür.

Elastan lifleri, üstün gerilme ve mükemmel elastik geri toplama özellikleri ile karakterize edilir. Elastan lifleri, kontrollü gerdirme ve geri toplama özelliklerini elde etmek ve elastanı mekanik hasarlardan korumak için çoğunlukla diğer liflerle birlikte kullanılır. %100 pamuklu kumaşlara kıyasla, elastan karışımı kumaşlar daha fazla uzama, hızlı geri toplama ve esneklik sergiler.

Elastan lifleri, ağırlıkça en az %85 oranında segmentli poliüretan içeren sentetik lifler sınıfına aittir. Elastan lifleri, yüksek elastikiyet ve mükemmel geri toplama özellikleri ile karakterize edilir. Elastan lifleri, kontrollü gerilme ve geri toplama özelliklerini elde etmek ve elastanı mekanik hasarlardan korumak için çoğunlukla diğer liflerle birlikte kullanılır.

Çekirdeğin elastan bileşeni ve kılıftaki pamukla birlikte, core-spun iplikler, geleneksel ipliklere kıyasla geliştirilmiş konfor ve performans özellikleri nedeniyle tekstil endüstrisinde oldukça popüler hale gelmiştir.

Çekirdeğin içindeki elastan filament, dar giysilerde bile kullanıcının serbest hareketine izin veren gerilme ve geri toplama özelliklerini sağlar. Elastan çekirdeğini kaplayan pamuk lifleri, termofizyolojik rahatlık ile birlikte kullanıcıya gerekli tuşe estetiği sağlar (Qadir, Hussain ve Malik, 2014).

Beden hareketleri üzerindeki yapılan araştırmalar, kumaşlarda %20-30'luk bir esnekliğin yüksek seviyede konfor ve çabuk geri toplama (ilk uzunluğa dönme) sağladığını ortaya koymuştur. Bu özelliğe sahip giysiler uzun süre ilk alındığı haldeki yeni görünümünü korumaktadır. Elastan içeren dokuma kumaşlar, vücudun rahat hareket etmesini engellememekte, vücuda uyum sağlamakta, kendi şekillerini korumakta ve giyim konforu sağlamaktadır.

Elastan içeren kumaşlarla üretilen giysilere talep son yıllarda artmıştır. Bu artışın sebebi giysinin kullanıcıya hareketi esnasında rahatlık sağlaması, kullanımla birlikte oluşabilecek deformasyonu en aza indirmesi ve güzel bir görünüm sağlamasıdır. Kumaşlarda elastan kullanımı, kumaşın vücut üzerinde ikinci bir ten gibi uymasını ve giysi ömrünün sonuna kadar giysinin herhangi bir deformasyona uğramadan şekil özelliğini ve görünümünü korumasını sağlamaktadır (Babaarslan, Balcı ve Güler, 2007).

Çataloğlu (2007), yüksek lisans tezinde; kumaş konstrüksiyonunun, elastan numarasının ve elastan ön çekiminin elastan içerikli denim kumaşlarda elastikiyet ve kalıcı uzama özellikleri üzerine etkisi incelemiştir. Ne 7/1, Ne 8/1, Ne 9/1, Ne 10/1, Ne 12/1 atkı iplik numaraları kullanılmış ve bu ipliklerde 78 dtex ve 135 dtex numaralarında 2 ayrı elastan lifi kullanılmıştır.

Elastan ön çekiminin kumaş elastikiyeti ve kalıcı uzama değerlerine etkisini incelemek amacıyla 3.8, 4.2, 4.6 elastan ön çekim değerleriyle çalışmalar yapmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda elastan ön çekiminin elastikiyet ve kalıcı uzama özelliklerine etkisinin çok önemli olmadığı tespit edilmiştir. Elastan ön çekiminin etkilerinin incelenmesinin ardından konstrüksiyon üzerinde de yeni çalışmalar yapılmış ve atkı ipliği sıklığının, tarak numarası değişiminin, elastan numarası değişiminin kumaş elastikiyet ve kalıcı uzama değerleri üzerine etkisi incelenmiştir, doku olarak denim kumaşlarda en çok tercih edilen doku olan Dimi 3/1 Z tercih edilmiştir. Farklı tarak numaralarında yapılan çalışmaların değerlendirilmesi sonucunda tarak numarasının artması ile elastikiyetin ve kalıcı uzamanın düştüğü gözlemlenmiştir. Farklı atkı sıklıklarında yapılan denemelerin incelenmesi sonucunda ise atkı sıklığındaki artışın elastikiyeti ve kalıcı uzamayı düşürdüğü görülmüştür.

Elastan numarası olarak 78 dtex ve 135 dtex kullanılmış ve aynı konstrüksiyonda kullanılan bu iki liften 135 dtex' in 78 dtex'e kıyasla denim kumaşın elastikiyet ve geri toplama kabiliyetini arttırdığı görülmüştür.

Şekerden (2009), doktora tezinde, PES/Vis/Lycra® içerikli atkı elastan dokumalarda doku tipi, atkı iplik kalınlığı ve atkı sıklığı faktörlerinin kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi incelemiştir.

Bu kapsamda iki farklı kalınlıkta, Ne 28/2 ve Ne 44/2 PES/Vis/ Lycra® ve 66/32/2 karışım oranlarına sahip atkı iplikleri temin edilmiştir. Ne 28/2 atkı ipliği ile 3 farklı sıklıkta, Ne 44/2 atkı ipliği ile 4 farklı sıklıkta olmak üzere toplamda 7 doku tipinde kumaşlar

üretimiştir. Doku tipleri B 1/1 (Bezayağı 1/1), P 2/2 (Panama 2/2), Rç 1/3 (Çözgü Ribsi 1/3), Rç 2/2 (Çözgü Ribsi 2/2), Ra 2/2 (Atkı Ribsi 2/2), D 1/3 (Dimi 1/3) ve D 2/2 (Dimi 2/2) olarak belirlenmiştir. Üretilen kumaşlara, kopma mukavemeti ve uzaması, yırtılma mukavemeti, elastikiyet, boyutsal değişim (sanfor), kalıcı uzama, kalınlık, gramaj, atkı ve çözgü sıklığı tespiti yapılmıştır. Bütün doku tiplerinde atkı sıklığı arttıkça atkı yönündeki yıkama çekmesi düşmüştür, iplik numarasının önemli ölçüde etken bir faktör olmadığı gözlemlenmiştir. Doku tipi faktörünün atkı yönündeki kumaş elastikiyeti üzerindeki en önemli etken olduğu tespit edilmiştir. Atkı sıklığının, doku cinsinin ve atkı numarasının kalıcı uzama sonuçları üzerinde belli bir değişime sebep olmadığı görülmüştür.

(Kan ve Yuen, 2009), bu çalışmada, tekrarlayan ev yıkama uygulamalarının etkisi altında streç denim kumaşın performansını araştırmıştır. Farklı elastan yüzdelerine sahip dört denim kumaş, bir, üç, beş ve yirmi beş ev yıkamasına tabi tutulmuş ve tekrarlanan ev yıkama işlemlerinden sonra, boyutsal kararlılık, gerilme mukavemeti, hava geçirgenliği, sertlik, kütle değişimi, kalınlık ve kumaş geri toplama ve elastikiyeti gibi performans özellikleri değerlendirilmiştir. Bir tanesi kontrol numunesi olarak kullanılan %100 pamuk olmak üzere diğer 3 tanesi farklı elastan yüzdesine sahip, Dimi 2/1 Z dokusunda ve 291 g/m² gramajında 4 farklı numune kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlara dayanarak, değerlendirilen özelliklerin, tekrar edilen ev yıkama uygulamalarından etkilendiği tespit edilmiştir. Elastan yüzdesinin boyut değişimi üzerinde tutarlı bir etkisi olmadığı gözlemlenmiştir. Bu durumun, atkı ipliğindeki elastan içeriği ve çözgü ipliği arasındaki rekabetçi büzülme etkisine bağlı olabileceği belirtilmiştir. Yapılan tekrarlı yıkamaların kumaşın elastikiyetini değiştirmedeği ancak geri toplama özelliğini zayıflattığı gözlemlenmiştir.

(Coşkun, 2010), yüksek lisans tezinde dış giyimde tercih edilen Polyester/Viskon/Elastan kumaşlarda atkıda Floş/Elastan iplik kullanarak 6 farklı mamul kumaş üzerinde çeşitli kumaş performans özellikleri incelemiştir. İncelenen elyaf boyalı 6 numunedan iki tanesi Bezayağı 1/1, diğer iki numune Dimi 2/1 Z ve son iki numune de Dimi 2/2 Z örgüyle üretilmiş ve bu numunelere kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, potluk, dikiş açması, boyut değişimi ve boncuklanma testleri uygulanmıştır. Yapılan potluk testinde, aynı çözgü ipliği kullanıldığından çözgü potlukları arasında belirgin bir fark olmadığı görülmüştür. Ancak atkı potluk değerlerinde belirgin farklılıklar vardır. Atkısı Floş/Elastan olan kumaşların atkı potluk değerlerinin ticari toleransın üzerinde çıktığı görülmüştür. Bu sorun

için atkısı floşlu olarak dokunan numunelerde atkı sıklığının artırılması ve floş ipliğinin elastan ile bükülmesi veya kullanılan elastanın daha kalın numarada olası gibi çözüm önerileri getirilmiştir.

Yıkama sonrası boyut değişimi testinde, yine çözgü boyut değişimleri arasında bir fark görülmez iken atkı yönündeki boyut değişimi arasında farklar görülmüştür. Filament ipliğinin (floş) atkıda kullanıldığı numunelerde mamul eninde fazla çekme olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni olarak atkısı floşlu numunelerde selüloz esaslı viskon elyafının oranının artması gösterilebilir.

Qadir vd. (2014), atkıda kullanılan elastan özlü ipliklerin denye ve çekim oranının kumaş mekanik özellikleri üzerine etkisini incelenmiştir. Atkı da Ne 16/1 (36,9 tex) lineer yoğunluğa sahip olan özlü iplikleri üretmek için beş farklı çekim oranında, iki farklı elastan numarası (40 ve 70 denye) kullanılmıştır. Çözgü için Ne 16/1 elastan içermeyen pamuk ipliği kullanılmış, aynı atkı ve çözgü sıklığında olan 10 adet numune üretilerek aynı şartlarda bitim işlemleri uygulanmış ve kondisyonlanmıştır.

Kumaş elastikiyetinin, elastanın kalınlığının yanı sıra çekim oranını artırarak da arttığı gözlemlenmiştir. Regresyon analizleri sonucunda hem elastan numarası hem de çekim oranının kumaş yırtılma mukavemeti ve gerilebilirlik açısından neredeyse eşit derecede önemli olduğunu gözlemlemişlerdir. Kumaş gerilme mukavemeti ağırlıklı olarak elastan kalınlığından etkilenirken, elastikiyet sonrası geri toplamanın esas olarak elastan çekim oranı tarafından etkilendiği gözlemlenmiştir. Ancak atkıdaki elastan yüzdesi ile kumaş gerilmesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Aynı çekimde, daha kalın elastan içeren ipliklerin gerilmeden sonra kumaş geri toplamasının daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Bu, daha kalın elastanlı ipliklerde daha yüksek elastan yüzdesine bağlanabilir. Atkıdaki elastan yüzdesi ile kumaş gerilmesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ancak elastan kalınlığı ve çekimi ile kuvvetli bir pozitif korelasyon olduğu görülmüştür.

Türksoy ve Üstüntağ (2015), denim kumaşlar için elastik filamanların birlikte kullanılabilirliğini ve yeni hibrit iplikler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, ilk olarak esnek hibrit iplikler yenilikçi üretim teknikleriyle üretilmiş ve daha sonra denim kumaş formundaki bu hibrit ipliklerin fiziksel özellikleri ve performansları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. 4 farklı yöntemle, 3 farklı tur seviyesinde toplam 12 değişik tipte gipe

içerikli hibrit iplik numuneleri üretilmiştir. Numune hibrit ipliklerin üretiminde Ne 8 ve Ne 16 %100 pamuk iplikleri ve gipe iplik kullanılmıştır. Daha sonra iplik ve kumaş numunelerinin çeşitli fiziksel özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Test sonuçlarına göre üretim yönteminin, hibrit ipliklerin tüylülük, mukavemet ve kopma uzama değerleri için önemli bir faktör olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, büküm seviyesinin hibrit ipliklerin tüylülük ve kopma uzama değerleri üzerinde önemli bir etkisi olduğu da görülmüştür. Çalışma bulguları, hibrit ipliklerin üretim yönteminin ve büküm seviyesinin, denim kumaşların kopma uzaması, gerdirme özellikleri (maksimum ve kalıcı uzama) ve büzülme değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Arıkan vd. (2015), farklı endüstriyel yıkama proseslerinin atkıda elastan içeren denim kumaşların mukavemet ve fiziksel özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma neticesinde random yıkamaya yani, perlit taşı ve nötr tüy dökücü enzim ile ön işlemin ardından potasyum permanganat emdirilmiş havlularla ikinci bir işlem uygulanarak yapılan yıkamaya tabi tutulan kumaşların en yüksek atkı çekmesine, aynı zamanda en yüksek mukavemet kaybına sahip olduğu görülmüştür.

Enzim ve rinse yıkamada gözlenen yırtılma mukavemet değerlerindeki artış ipliklerin hareketliliğinin artmasından kaynaklanmıştır. Random ve taş yıkamadaki yırtılma mukavemeti kaybının ise kullanılan perlit ve ponza taşının iplik yapısında yol açtığı fiziksel deformasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Köksal (2015), yüksek lisans tezinde %100 pamuk, çözgüsü indigo boyalı denim kumaş üretmiş, enzimatik haşıl sökme, enzimatik yıkama, biyoparlatma, lakkaz ile ağartma ve yumuşatma proseslerinde banyo pH'larındaki sapmaların renk varyasyonuna etkilerini araştırmıştır. Banyo pH'ının rengin açılma miktarını ve geri boyamayı etkileyerek numuneler arasında renk farklılığına yol açtığı görülmüştür. Yapılan çalışmalarda denim yıkama işletmelerinde banyo pH'ının sürekli olarak kontrol altında tutulmasının, aynı siparişe ait partiler arasında renk varyasyonunu önleyeceği ve tamir oranlarını düşürmeye yardımcı olacağı sonucuna varılmıştır.

Nergis (2016), tez çalışmasında, yıkama koşullarının denim kumaş performansı üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla 4 farklı yıkama reçetesi (rinse, enzim, taş ve taşlı ağartma) kullanarak, farklı koşullarda yıkamalar yapmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, rinse yıkamada çekme testlerine bakıldığında hem atkı yönünde hem de çözgü yönünde sürenin artışıyla birlikte çekme miktarlarında da artış gözlenmiştir. Elastikiyet ve kalıcı uzama sonuçlarına bakıldığında hem süre hem de sıcaklıkla tek başına bir ilişki içinde olmasa da süre ve sıcaklık faktörleri bir arada etkileşim içindeyken özellikle 15 dakika ve üzerindeki yıkamalarda sıcaklık artışıyla birlikte elastikiyet ve kalıcı uzama değerlerinde yükselme görülebileceği gözlenmiştir. Enzim yıkama testlerinde sıcaklık, süre ve enzim oranının, en, çözgü çekmesi ve atkı çekmesi üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Taş yıkama sonuçları irdelendiğinde, süre, sıcaklık ve enzim miktarı parametrelerinin üçünün de çözgü çekmesi üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Taş miktarındaki artış ise ters yönde etki ederek atkı çekmelerindeki daralmayı düşürdüğü görülmüştür. Taşlı ağartma yıkama sonuçlarında, yüksek sıcaklık, süre ve ağartıcı oranında yapılan yıkamalarda kumaşın atkı ipliğindeki elastanın zarar görmesi nedeniyle kumaş performansını olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Elastan etkisindeki düşüş, atkı çekmesini de negatif yönde etkilemiştir. Ağartıcı konsantrasyonunun artmasıyla yine elastikiyette düşüş görülmektedir. Kalıcı uzama ve elastikiyet arasındaki ilişki paralel değişim göstermektedir. Ağartma süresinin uzamasıyla artan kalıcı uzama değerinin, elastanın zarar görmesiyle birlikte elastikiyetle birlikte paralel olarak düşüşe geçmiştir. Yine burada da elastanın zarar görmesi sonucu kumaşın esneme sonrası geri dönme oranlarının negatif yönde etkilendiği görülmektedir.

Ertaş, Zervent Ünal ve Çelik (2016), tekstil endüstrisinde kullanılan çift çekirdekli ipliklerin kullanımının ve sıklık değişiminin kumaş özelliklerine olan etkisini incelemiştir. Çeşitli sıklıklarda çift çekirdekli atkı ipliği ile dokunan denim kumaşların ağırlık, ebat, elastikiyet, gerilme mukavemeti ve maliyet özelliklerinin, birim uzunluktaki dual-core atkı ipliği sıklığındaki değişimlerden etkilenme derecesini analiz etmişlerdir.

Bu çalışmada atkı ipliği olarak Ne 16/1 ring çift çekirdekli 77 dtex PES ve 78 dtex Elastan ve çözgü ipliği olarak geleneksel olarak üretilen Ne 10/1 ring slub iplik kullanılmış ve halat boyama makinesinde boyanmıştır. Çalışmanın ana amacına uygun olarak, dokuma işlemi 10 farklı atkı sıklık değeriyle (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28 ve 30 atkı/cm) gerçekleştirilmiştir; Bütün özellikleri aynı kalırken, farklı atkı sıklıklarına ait kumaş örnekleri yapılmıştır.

Atkı sıklık arttıkça çekme miktarının büyük ölçüde düştüğü, elastikiyet seviyelerinde ve kalıcı uzama değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Tekrarlanan ev yıkamalarından önce ve sonra kumaş sıklığı arttıkça kumaş genişliğinin beklendiği gibi arttığı görülmüştür. Bununla

birlikte, bu artışın yıkanmış kumaşta daha yüksek olduğu bulunmuştur. Çift çekirdekli atkı sıklığındaki değişikliklerin kumaş özelliklerine olan etkisinin, core spun ipliklerin etkisine paralel olduğu, ancak kumaş performansı üzerindeki etkileri açısından, elastan içermeyen kumaşlardan elastan içeren kumaşlara göre açıkça farklı olduğu bulunmuştur.

Ancutiene, Koldinska ve Havelka (2017), streç denim kumaşların esneklik özelliklerini çekme özellikleri ve yapısal parametrelere dayanarak araştırmıştır.

Daha iyi elastikiyet ve geri toplama için, streç denim kumaşların daha yüksek polyester ve daha düşük pamuk içeriğine, daha düşük doğrusal yoğunluğa ve atkı ipliği yoğunluğuna, fakat daha yüksek çözgü ipliği yoğunluğuna sahip olması gerektiğini bulmuşlardır.

Bedez Ute (2019), çift çekirdekli (double-core, dual-core) ve özlü iplik (core-spun) atkı ipliklerinin ve atkı sıklığının, denim kumaşların mekanik özellikleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu amaçla elastik ipliklerin üretiminde farklı çekirdek malzemeleri kullanılmıştır. Kılıf malzemesi tüm iplik tipleri için pamuktur. İplik numuneleri aynı iplik numarası ve büküm katsayısı ile eğrilmiştir. %100 pamuk Ne 8/1 Ring slub çözgü ipliği olarak kullanılırken, dokumada atkı ipliği olarak çift çekirdekli (double core) ve özlü iplikler (single core) kullanılmıştır. Dokuma işlemi üç farklı atkı sıklığı değerleri (16, 22 ve 28 atkı / cm) ile yapılmış ve diğer üretim parametreleri sabit tutulmuştur. Dimi 3/1 dokuma kumaşlar standart denim bitirme prosedürlerine göre işleminden geçirilmiştir. 3 ev yıkaması işlemlerinden sonra, numunelerin mekanik özellikleri test edilmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Denim kumaşların kopma uzaması, elastikiyeti ve kalıcı uzama değerleri atkı sıklığındaki artışla istatistiksel olarak önemli ölçüde azalmıştır. Atkı ipliği olarak çift çekirdek ve tek çekirdek kullanımının çekme değerleri üzerindeki etkisi ile ilgili olarak, özellikle elastan özlü atkı ipliği ile dokunan elastan filaman içeren kumaşın, çözgü ve atkı yönünde daha yüksek çekme değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Elastan içermeyen kumaşların kalıcı uzama değerleri, elastan içeren kumaşların değerlerinden daha düşük çıkmıştır. Elastan içeren kumaşlar arasında, core-spun atkı iplikleri ile üretilen kumaşların kalıcı uzama değerleri, dual-core atkı iplikleri ile dokunan kumaşların değerlerinden genellikle daha yüksektir. Sonuç olarak, atkı sıklığının, denim ipliklerinin mekanik ve boyutsal özellikleri için atkı ipliği çeşidinden daha etkili olduğu bulunmuştur.

Baykuş ve Oğulata (2019), streç denim kumaşlarda farklı atkı iplik numarası, elastan numarası, atkı iplik kompozisyonu ve tarak numarasının elastikiyet ve kalıcı uzama değerlerine

etkisini enzim yıkama işlemi sonrası incelenmiştir. Atkı yönünde elastikiyet üzerine tarak numarası, elastan numarası ve atkı iplik içeriği değişkeninin etkisi olduğu tespit edilmiştir. Kalıcı uzama üzerine ise tarak numarası ve atkı iplik içeriği değişkeninin etkisi olduğu saptanmıştır.

Literatüre bakıldığında, elastan içerikli denim kumaşlarda elastikiyet ve kalıcı uzama özelliklerine; örgü çeşidinin, elastan numarasının, elastan ön çekiminin, elastan oranının, atkı sıklığının, çözgü sıklığının, tarak numarasının, farklı atkı iplik kullanımının, terbiye işlemlerinin ve farklı sanayi tipi yıkamaların etkilerinin ele alındığı çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Ancak hem farklı atkı iplik tipi kullanımının hem de farklı sanayi tipi yıkamaların elastikiyet ve kalıcı uzama özelliklerine etkilerinin aynı numuneler üzerinde beraber değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Biz bu çalışmamızda, farklı atkı iplik tipi kullanılarak üretilmiş olan kumaşlara, farklı sanayi tipi yıkama işlemlerinin hem silikonlu hem de silikonsuz olarak uygulanması sonucu hem atkı iplik tipinin hem farklı sanayi tipi yıkamaların hem de silikonun kumaş performans parametrelerine olan etkilerini test sonuçları ve istatistiksel sonuçlar üzerinden değerlendirdik.

4. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmanın amacı streç denim kumaşların elastikiyet ve geri toplama özellikleri üzerine dokuma kumaş parametrelerinin etkisinin incelenmesidir. Elastan içerikli denim kumaşların çekme değerleri yüksek olduğu için atkı ipliğinde kullanılan farklı liflerin çekmeye olan etkileri incelenmiştir. Ayrıca denim kumaş üretiminde kullanılan sanayi tipi yıkamaların da elastikiyet ve geri toplama özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

4.1. Materyal

Bu çalışmanın materyalini, çözgü ipliği olarak Ne 10/1 penye ring (Tencel/Pamuk 50/50), atkı ipliği olarak 78 dtex elastan öz içeren 50/50 oranında Tencel ve pamuk veya polyester karışımli Ne 16/1 özlü ipliklere ek olarak Ne 16/1 çift çekirdekli (Tencel/Pamuk 50/50+55 dtex T400+78 dtex Elastan) ipliğin farklı oranlarda atılmasıyla üretilen Dimi 3/1 Z doku yapısındaki kumaşlar oluşturmaktadır.

4.2. Metot

Bu bölüm altında dokuma kumaş üretimi, kumaşlara uygulanan bitim işlemleri ve kumaşlara uygulanan testlere değinilecektir.

Test sonuçlarının objektif olarak değerlendirilmesi amacıyla verilere istatistiksel analizler uygulanmıştır. Tüm analizler Minitab 17.0 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Analizlerde güven aralığı %95 kabul edilmiştir. Denim kumaş üretiminde kullanılan farklı atkı ipliklerinin ve yıkama türlerinin kumaşların farklı özelliklerine etkisi varyans analizi (ANOVA) ile ve söz konusu faktör seviyelerinin çoklu karşılaştırılması TUKEY yöntemiyle değerlendirilmiştir.

4.2.1. Dokuma Kumaş Üretimi

Çalışmanın yürütülmesi esnasında referans numune kumaşın genel olarak görüntüsünü (örgü, renk), gramajını ve tuşesini etkilemeden, elastikiyet ve geri toplama özelliklerini iyileştirmek amacıyla, doku tipi (Dimi 3/1 Z), tarak no (65/4), tarak eni (190), çözgü tel sayısı (4940), çözgü ipliği (Ne 10/1 Penye (Tencel/Pamuk 50/50)) sabit tutularak atkı yönünde farklı ipliklerin ve bunların farklı oranlarda kullanımı ile referans kumaş haricinde 4 farklı numune üretilmiştir. Böylelikle, söz konusu numunelerin üretiminde atkı yönünde farklı iplik

kullanımının denim performansı üzerine etkisini incelemenin yanı sıra farklı ipliklerin aynı kumaşta farklı oranlarda kullanımının kumaş performansı üzerindeki etkisi de gözlemlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4.1. Kullanılan iplik özellikleri

	Çözümlü İpliği	Atkı İpliği 1	Atkı İpliği 2	Atkı İpliği 3
	Ne 10/1 Penye Ring (Tencel/CO 50/50)	Ne 16/1 Penye Ring (Tencel/CO 50/50) + 78 dtex Elastan	Ne 16/1 Penye Ring (Tencel/PES 50/50) + 78 dtex Elastan	Ne 16/1 Penye Ring (Tencel/CO 50/50) + 55 dtex T400 + 78 dtex Elastan
Um	6.72	6.59	7.53	7.92
CVm	8.53	8.28	9.5	10.05
İnce -30	20	23	76	0
İnce -50	0	0	0	10
Kalın +35	15	6	31	0
Kalın +50	4	2	4	0
Neps +140	5	7	8	51
Neps +200	2	3	2	11
H	7.97	6.65	6.32	7.66
B-Force	1342	1051	788	417
Elg. %	8.44	12.36	9.03	7.36
Rkm	22.72	28.47	21.34	11.66
Rkm(%CV)	5.26	6.82	6.72	6.51

Çalışma kapsamında çözgü ipliği olarak Ne 10/1 penye ring (Tencel/Pamuk 50/50) kullanılmış olup, Ne 16/1 özlü iplik (Tencel/Pamuk 50/50+78 dtex Elastan), Ne 16/1 (Tencel/PES 50/50+78 dtex Elastan) özlü iplik ve Ne 16/1(Tencel/Pamuk 50/50+55 dtex T400+78 dtex Elastan) çift özlü üç farklı ipliğin atkı ipliği olarak kullanımı ile numune üretimi gerçekleştirilmiştir. Kumaş üretiminde kullanılan özlü ipliklerin elastan çekimi 3.5, öz çekimi 1.1, büküm katsayısı α 4.5'tir. İpliklerin ayrıntılı olarak özellikleri Çizelge 4.1'de verilmektedir.

Dokuma işleminde kullanılan dokuma makinasının teknik özellikleri Çizelge 4.2’de, üretimi gerçekleştirilen kumaşların ayrıntılı özellikleri Çizelge 4.3’te ve kumaşlara uygulanan terbiye işlemleri Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Dokuma makinasının teknik özellikleri

Tezgâhın markası	Picanol
Ağızlık açma ve atkı atma mekanizması	Armürlü/ Rapiyerli
Tezgâh hızı	550 dev/dk
Tarak numarası	65/4
Çerçeve sayısı	16

Çizelge 4.3. Üretilen kumaş özellikleri

	Referans kumaş	1	2	3	4
Çözümlü sıklığı (tel/cm)	27,2	27,4	27,8	27,4	28
Atkı sıklığı (tel/cm)	18	18,2	18,2	18,2	19,2
Doku	Dimi 3/1 Z				
Çözümlü İpliği	Ne 10/1 Penye Ring (Tencel/CO 50/50)				
Atkı İpliği 1	Ne 16/1 (Tencel/CO 50/50) + 78 dtex EA	Ne 16/1 (Tencel/PES 50/50) + 78 dtex EA (1ADET)	Ne 16/1 (Tencel/PES 50/50) + 78 dtex EA (2ADET)	Ne 16/1 (Tencel/PES 50/50) + 78 dtex EA	Ne 16/1 (Tencel/CO 50/50) + 55 dtex T400 + 78 dtex EA
Atkı İpliği 2	-----	Ne 16/1 Tencel/CO 50/50) + 78 dtex EA (1ADET)	Ne 16/1 Tencel/CO 50/50) + 78 dtex EA (1ADET)	-----	-----
Kumaş Kompozisyonu	Tencel/Cotton/EA 49/49/2	Tencel/Cotton/PES/E A 49/42/7/2	Tencel/Cotton/PES/E A 49/40/9/2	Tencel/Cotton/PES/E A 49/36/13.5/1.5	Cotton/Tencel/T400/E A 58.5/36/4/1.5

Çizelge 4.4. Terbiye işlemleri

Proses	Proses Şartları
Yakma	80 m/dk
Kostikleme	20 Bome, 40 m/dk
Yıkama	40 °C, 40 m/dk
Kurutma	120 °C, 35 m/dk
Fikse	160 °C, 40 m/dk
Sanfor	40 m/dk

Söz konusu çalışma kapsamında üretilmiş olan kumaşların elastikiyet, kalıcı uzama ve mekanik özelliklerini değerlendirmek için testler gerçekleştirilmiştir. Denim kumaştan üretilen ürünlere sanayi yıkaması yapılmaktadır dolayısıyla bu numunelere farklı sanayi yıkamaları uygulanmış ve bu yıkamaların kumaşların kopma, yırtılma, çekme, elastikiyet ve kalıcı uzama sonuçlarını nasıl etkilediği incelenmiştir.

Çizelge 4.5'te 4 kg'lık numune için 1/20 flotte oranında hazırlanmış sanayi yıkama proseslerinin ayrıntıları verilmiştir. Bu yıkama prosesleri numunelere silikonlu ve silikonsuz olarak uygulanmıştır.

Çizelge 4.5. Kumaşlara yapılan sanayi yıkamaları

	3x60 Ev tipi Yıkama	Rinse Yıkama	Taş yıkama	Taş+Ağartma yıkama
Ön yıkama	4 g/L ECE deterjanı 60°C 30' işlem X 3	1 g/L amilaz enzimi 2,5 g/L kırık önleyici 1 g/L dispergator 50°C 12' işlem	1 g/L amilaz enzimi 2,5 g/L kırık önleyici 1 g/L dispergator 50°C 12' işlem	1 g/L amilaz enzimi 2,5 g/L kırık önleyici 1 g/L dispergator 50°C 12' işlem
Taşılama			0,5 g/L selüloz enzimi 8Kg ponza taşı 1 g/L dispergator 50°C 45' işlem	0,5 g/L selüloz enzimi 8Kg ponza taşı 1 g/L dispergator 50°C 45' işlem
Ağartma				1' boş durulama soğuk X 2 1 g/L soda 10 g/L Sodyum Hipoklorit 50°C 30' işlem
Nötralizasyon				Boş durulama 1' soğuk 5 g/L hidrojen peroksida 50°C 8'
Durulama	1' durulama 40±3°C X 2	1' boş durulama soğuk X 2	1' boş durulama soğuk X 2 1 g/L sıvı dispergator 50°C 5' X 2 Boş durulama 1' soğuk	1' boş durulama soğuk X 2
Yumuşatma		10 g/L silikon yumuşatıcı 2,5 g/L fiksator 1 g/L Asetik asit pH:5 40°C 10'	10 g/L silikon yumuşatıcı 2,5 g/L fiksator 1 g/L Asetik asit pH:5 40°C 10'	10 g/L silikon yumuşatıcı 2,5 g/L fiksator 1 g/L Asetik asit pH:5 40°C 10'
Kurutma	70°C 35'	70°C 35'	70°C 35'	70°C 35'

Söz konusu çalışma kapsamında üretilmiş olan kumaşların farklı yıkama işlemleri sonrasındaki görüntüleri Şekil 4.1-4.3'te verilmektedir.



Şekil 4.1. Çalışma kapsamında üretilen kumaşların rinse yıkama sonrası görüntüleri



Şekil 4.2. Çalışma kapsamında üretilen kumaşların taş yıkama sonrası görüntüleri



Şekil 4.3. Çalışma kapsamında üretilen kumaşların taş+ağartma yıkama sonrası görüntüleri

4.2.2. Kumaşlara Uygulanan Testler

Çalışma kapsamında üretimi yapılan ve incelenen kumaşların özelliklerinin ve performanslarının belirlenmesinde kullanılan test metotları, test cihazları ve test standartları hakkında bu bölümde genel bilgiler verilmiştir. Çizelge 4.6'da incelenen kumaşların özelliklerinin ve performanslarının tespitinde kullanılan test yöntemleri ve standartları verilmektedir.

Çizelge 4.6. Çalışmada uygulanan test yöntemleri

Çalışmada Uygulanan Fiziksel Testler	Standart
Gramaj	TSE 251
Elastikiyet	M&S P15 Part1: 2004
Kalıcı Uzama	M&S P15 Part1: 2004
Boyutsal Değişim	BS EN ISO 6330 (2A)
Kopma Mukavemeti	ASTM D5034
Yırtılma Mukavemeti	ASTM D1424

Gramaj Testi

Kumaş ağırlığının g/m^2 cinsinden ölçülmesi amacıyla yapılmaktadır. TSE 251 “Dokunmuş Kumaşlar-Birim Uzunluk ve Birim Alan Kütlesinin Tayini” standardı esas alınmıştır.

Kullanılan malzemeler:

- Kumaş gramaj numune kesici
- Hassas terazi

Numune hazırlama:

Her bir kumaştan aynı atkı ve çözgüleri içermeyecek şekilde 3'er adet numune 100 cm^2 lik şekilde numune alma aparatı Şekil 4.4 ile kesilip hazırlanmıştır.



Şekil 4.4. Gramaj numune alma aparatı ve hassas terazi

Testin yapılışı:

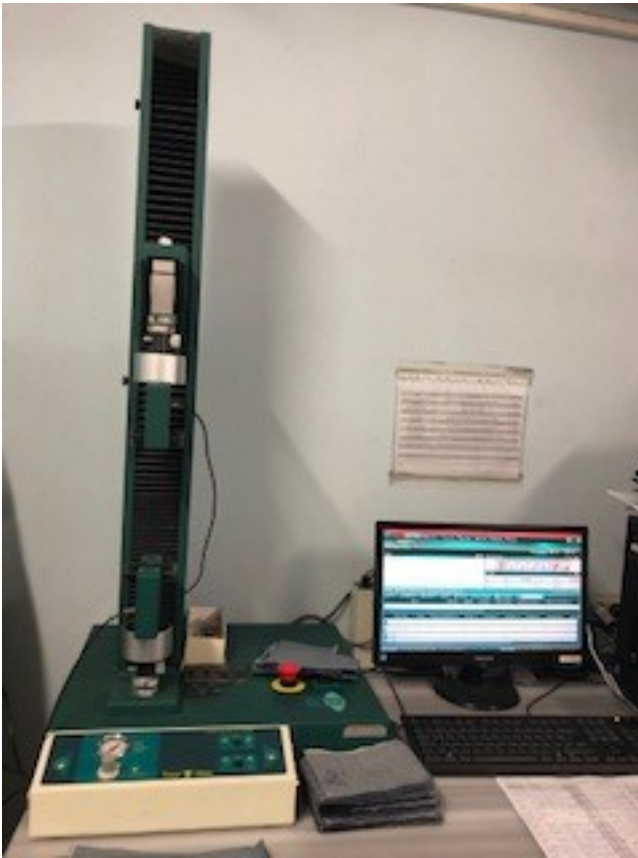
Numune denim kumaşlardan 100 cm^2 alana sahip gramaj ölçüm kesici yardımıyla alınan parçalar hassas terazide tartılmış ve elde edilen değerler 100 ile çarpılmak suretiyle kumaşların gramaj değerleri g/m^2 cinsinden belirlenmiştir. Her bir kumaş numunesinden 3 adet ölçüm yapıp, ölçümlerin ortalama değeri alınmıştır.

Elastikiyet ve Kalıcı Uzama Test Metodu

Bu test metodu elastan içeren dokuma kumaşların esneme ve kalıcı uzama özelliklerini değerlendirme amacıyla uygulanır (Marks & Spencer P15 Part 1, 2004).

Kullanılan malzemeler:

- Milimetrik cetvel
- Sabit hızlı kopma mukavemeti test cihazı (Tinuso)
- Bilgisayar sistemi (Horizon system)



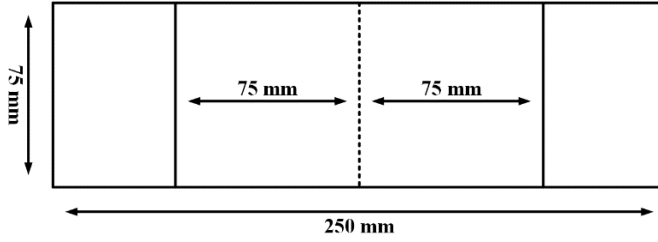
Şekil 4.5. Kopma mukavemeti test cihazı (Tinuso)

Numune hazırlama:

Her bir kumaştan atkı yönünde 250mm x 75mm boyutlarında 3 adet diagonal (aynı atkı ve aynı çözgü ipliğini içermeyecek şekilde) numune hazırlanır. Hazırlanan numuneler milimetrik cetvel ile ortadan işaretlenir ve işaretin her iki yönünde 75mm uzaklıkta referans çizgisi çizilir.



(a)



(b)

Şekil 4.6. Elastikiyet ve kalıcı uzama testi için (a) numune kumaş görüntüsü (b) şematik çizimi

Testin yapılışı:

Hazırlanan numuneler çene aralığı 200 mm, hızı 200 mm/dk, maksimum yük 4,5 kg olarak ayarlanmış ve kalibresi yapılmış test cihazının çenelerine yerleştirilir. Cihaz çalıştırılır ilk seferde numune 4,5 kg yüke kadar uzatılır ve sıfır yüke dönülür, ikinci seferde numune 4,5 kg yüke kadar tekrar uzatılır ve 1 dk bekletildikten sonra sıfır yüke geri dönülür. Çenelerden çıkartılan numune düz bir zeminde 1 dk bekletildikten sonra 150 mm olarak işaretlenen referans çizgilerin arası ölçülür. Ölçülen değer bilgisayar sistemine girilir ve sistemden elastikiyet, kalıcı uzama değerleri okunur. Her bir numune için test aynı şekilde tekrarlanır.



(a)



(b)

Şekil 4.7. (a) Cihaza numune yerleşimi (b) Test sonrası numune ölçümü

Elastikiyet ve kalıcı uzama değerleri % olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Elastikiyet \%} = \left[\left(\frac{B(\text{mm}) - A(\text{mm})}{A(\text{mm})} \right) * 100 \right] \quad (4.1)$$

$$\text{Kalıcı uzama \%} = \left[\left(\frac{C(\text{mm}) - A(\text{mm})}{A(\text{mm})} \right) * 100 \right] \quad (4.2)$$

$$\text{Geri Toplama \%} = \left[\left(\frac{B(\text{mm}) - C(\text{mm})}{A(\text{mm})} \right) * 100 \right] \quad (4.3)$$

Eşitliklerde geçen;

A: Numune üzerinden ilk etapta alınan uzunluğu,

B: Numuneye belirli yük ve süre uygulandıktan sonra numune üzerinde ilk etapta işaretlenen noktaların arasında ki mesafenin aldığı son değeri,

C: Uygulanan yükten kurtulmuş numunenin belli bir süre sonraki son uzunluk değerini ifade etmektedir (Seyrek Kurban ve Babaarslan, 2019).

Boyutsal Değişim Test Metodu

Bu test yönteminde, denim kumaşın standart ev tipi makinada yıkama sonrasında atkı ve çözüğü yönündeki çekme veya salma/bollaşma tespit edilir, değer yüzde (%) olarak ifade edilir (BS EN ISO 6330 (2A)). Bu çalışmada hem ev tipi yıkamaya göre hem de sanayi tipi rinse, taş ve ağartma yıkamalarına göre boyutsal değişim testleri yapılmıştır.

Kullanılan malzemeler:

- Wascatör
- Tambur kurutma makinesi ve askılı kurutucu
- Sanfor test ölçüm cetveli
- Otomatik çamaşır makinesi
- Makeweight (ağırlığı 50 ± 5 g standart balast kumaşlar)

Numune hazırlama:

Kumaş kırışksız bir şekilde masaya serilir. Kumaşın kenar-orta-kenarına gelecek şekilde ve kenardan 25 cm içeri girilerek 3 çift işaret çözüğü ve atkı boyunca konulur.

Testin yapılışı:

İşaretlenmiş kumaş yıkama makinesinde yıkanır ve her yıkama sonrasında kurutulur. Yıkama öncesinde çözüğü ve atkı boyunca atılan işaretler yıkama sonrasında cetvel ile ölçülür, çözüğü ve atkı için bulunan 3 değerlerin ortalaması sonucunu verir, işaretli yerlerin değişimi % olarak hesaplanarak çekme değerleri belirlenir. Bu değerler (+) yönünde ise kumaşta yıkama sonrasında uzama olduğu, (-) yönünde ise kısalma olduğu anlamına gelmektedir.



Şekil 4.8. Boyutsal değişim testi yapılışı

Kopma Mukavemeti Test Metodu

Bu test metodu dokuma kumaşların kopma mukavemetlerinin değerlendirilmesi için uygulanır (ASTM D5034).

Kullanılan malzemeler:

- Milimetrik cetvel
- Sabit hızlı kopma mukavemeti test cihazı (Tinus Olsen)
- Bilgisayar yazılımı (Horizon system)

Numune hazırlama:

Her bir kumaştan aynı atkı ve aynı çözgü ipliğini içermeyecek şekilde hem atkı hem de çözgü yönünde 3'er adet 150 mm x 100 mm diagonal numuneler hazırlanır.

Testin yapılışı:

Kopma testi elastikiyet ve kalıcı uzama testi ile aynı cihazda yapılmaktadır. Hazırlanan numuneler, çene aralığı 75mm, hızı 300mm/dk, 300 kg kuvvet olarak ayarlanmış ve metal çeneler kopma testi için plastik çenelerle değiştirilmiş, kalibresi yapılmış test cihazının çenelerine yerleştirilir. Cihaz çalıştırılır kumaşın kopması için gereken kuvvet sistem üzerinden ölçülür. Her bir kumaş için hem atkı hem de çözgü yönünde hazırlanan 3'er adet numuneye aynı işlem uygulanır ve ortalama değer hesaplanır.

Yırtılma Mukavemeti Test Metodu

Bu test metodu dokuma kumaşların yırtılma mukavemetlerinin değerlendirilmesi için uygulanır. Elmendorf sarkaç metodu (ASTM D1424)

Kullanılan malzemeler:

- Maksimum gücü 1000 g olan Elmendorf yırtılma mukavemet test cihazı



Şekil 4.9. Elmendorf yırtılma mukavemet test cihazı

Numune hazırlama:

Her bir kumaştan aynı atkı ve aynı çözgü ipliğini içermeyecek şekilde hem atkı hem de çözgü yönünde 3'er adet 75 mm x 60 mm diagonal numuneler hazırlanır.

Testin yapılışı:

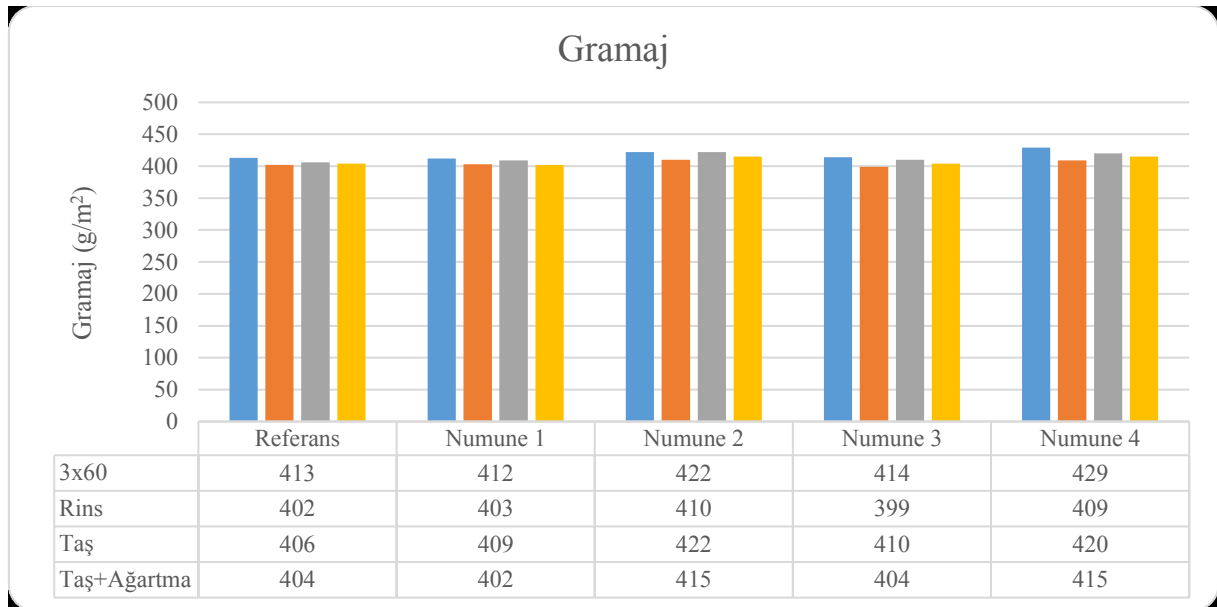
Hazırlanan numuneler 75mm'lik kenar tabana paralel olacak şekilde çenelere tutturulur ve 1,2 cm'lik çentik atılır. Başlama pozisyonuna ayarlanmış olan ağırlık serbest bırakılıp bir tam salınım yapmasına izin verilir, sonrasında skala üzerindeki değer okunur. Okunan değer formül üzerine yerleştirilerek gf cinsinden yırtılma mukavemet değeri hesaplanır. Her bir kumaş için hem atkı hem de çözgü yönünde hazırlanan 3'er adet numuneye aynı işlem uygulanır ve ortalama değer hesaplanır.

$$Yırtılma\ mukavemeti = \frac{[Değer * 64]}{9,81} (gf) \quad (4.4)$$

5. BULGULAR

5.1. Gramaj Test Sonuçları

Kumaşlara uygulanan farklı yıkamalar sonrası (silikonsuz) elde edilen gramaj test sonuçları Şekil 5.1’de yer almaktadır.



Şekil 5.1. Farklı yıkama işlemleri sonrası gramaj sonuçları

Gramaj testi sadece silikonsuz yıkama işlemi görmüş denim kumaşlara yapılmıştır. Sonuçlara bakıldığında numunelerin aynı atkı ve çözgü iplik numaraları ve sıklığına sahip olmalarına rağmen içerdikleri farklı atkı iplik tiplerinden dolayı yıkama sonrası gramajlarının bir miktar farklı olduğu gözlemlenmektedir. Bu durumun kullanılan farklı atkı iplik tiplerinin çekmelerinin farklı olmasından ve ayrıca farklı yıkama işlemlerinin farklı çekme etkisine yol açtığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çıkan sonuçlar fabrika içinde geçerli olan %5 üretim toleransı dahilindedir.

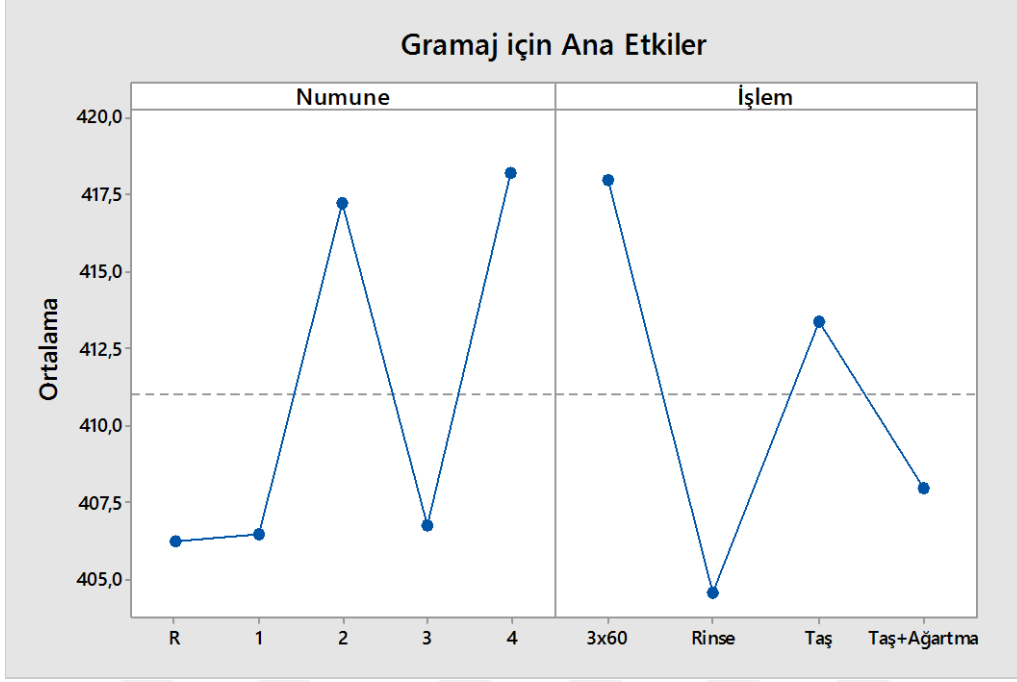
Çizelge 5.1’de farklı yıkama işleminin ve atkı iplik tipinin denim kumaşların gramaj değeri üzerine etkisini görmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları verilmektedir. ANOVA sonuçlarına göre; yıkama işleminin ve atkı iplik tipinin kumaş gramaj değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Çizelge 5.1. Farklı yıkama işlemleri sonrası gramaj değerlerine ait ANOVA sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Uyarlanmış Karalar Toplamı	Uyarlanmış Kareler Ortalaması	F-Değeri	P-Değeri
Kumaş	4	610.00	152.500	29.33	0.000
İşlem	3	523.60	174.533	33.56	0.000
Hata	12	62.40	5.200		
Toplam	19	1196.00			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
2.28	94.78%	91.74%	85.51%		

Şekil 5.2’de farklı kumaş türü ve yıkama işleminin denim kumaşların gramaj değerlerine etkisi verilmektedir. Kumaş türlerinin gramaja etkisi incelendiğinde her ne kadar istatistiki olarak aralarında önemli bir fark çıkmış gibi görünse de söz konusu farklar hata payı sınırlarında olup, kumaş yapısının homojen olmamasından kaynaklandığı düşünülebilir. En yüksek gramaja sahip numunenin 4 nolu numune olduğu (418,25 g/m²) görülmektedir, bu numunenin üretiminde çift çekirdekli atkı ipliğinin kullanımının söz konusu olması nedeniyle kumaş çekme değerlerinin daha fazla olmasından gramaj değerleri de yüksek çıkmıştır. En düşük gramaj değeri ise referans kumaşta elde edilmiştir.

Bütün numunelerin farklı yıkama işlemleri sonrası gramaj değerleri incelendiğinde ölçülen en yüksek gramaj değerlerinin en uzun yıkama işlemi olan 3x60 ev tipi yıkamaya ait olduğu, en düşük gramaj değerlerinin ise en kısa ve basit yıkama olan rinse yıkamaya ait olduğu görülmektedir. 3x60 ev tipi yıkamayı taş yıkama işlemi takip etmektedir. Rinse, taş ve taş+ağartma işlem sırasında sırasıyla taş işleminin etkisi ve ağartma işleminin etkisi görülmektedir. Yıkama süresinin rinse yıkama işleminden daha uzun olması bir yandan da ponza taşı ile yüksek mekanik etkiye maruz kalması sebebiyle taş yıkama ile kumaş numunelerinin rinse yıkamaya göre daha yüksek gramajlara sahip olduğu gözlemlenmiştir. Taş+ağartma yıkama işleminde ise uzun süren ağartma işlemi sonrası lif kaybı oluşmuş ve kumaşlarda yüksek mekanik etki nedeniyle çekme olmasına rağmen bu kayıp kompanse edilememiş ve dolayısıyla gramaj değerleri diğer taş yıkamaya göre daha düşük çıkmıştır.

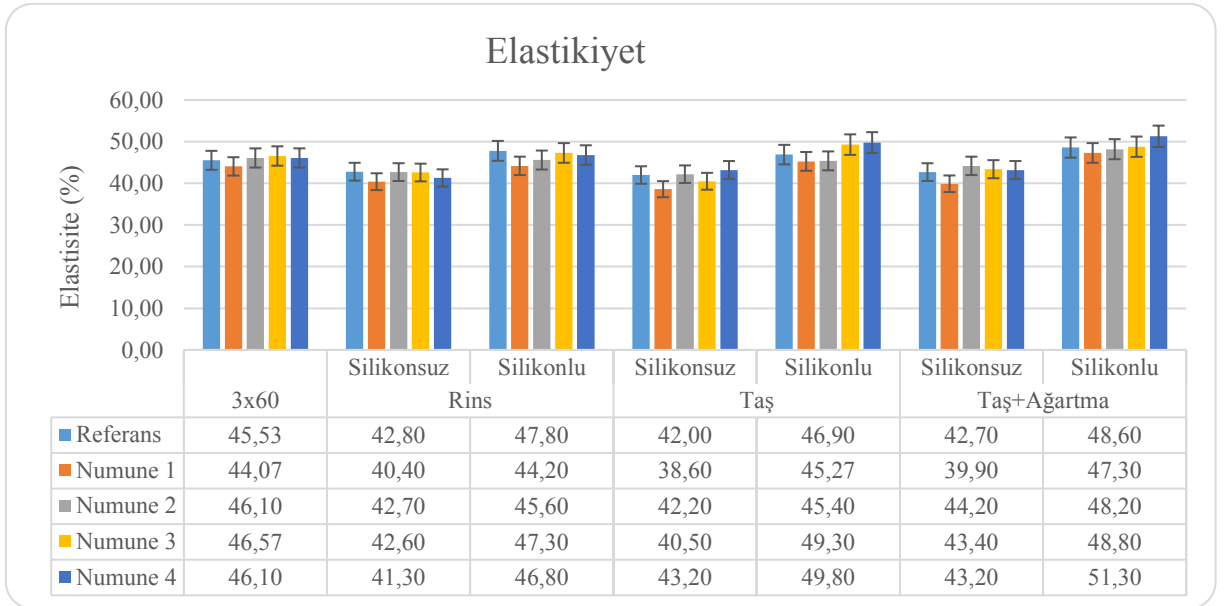


Şekil 5.2. Kumaş tipi ve yıkama işleminin denim kumaş gramaj değerlerine etkisi

5.2. Elastikiyet, Kalıcı Uzama ve Geri Toplama Test Sonuçları

5.2.1. Elastikiyet Test Sonuçları

Kumaşlara uygulanan farklı yıkamalar sonrası elde edilen atkı yönündeki elastikiyet test sonuçları Şekil 5.3'te yer almaktadır.



Şekil 5.3. Farklı yıkama işlemleri sonrası elastikiyet sonuçları

Elastikiyet testi hem silikonlu hem de silikonsuz yıkama işlemi görmüş denim kumaşlara yapılmıştır. Sonuçlara bakıldığında çıkan farkların fabrika içinde geçerli olan üretim toleransı %10 dahilinde olduğu ve tolere edilebilecek boyutta olduğu görülmektedir. Ancak uygulanan farklı sanayi tipi yıkamalarda elastikiyetin hem yıkama çeşidinden ve süresinden hem de kullanılan atkı iplik farklılığından etkilendiği görülmektedir.

Çizelge 5.2’de farklı yıkama işleminin, atkı iplik tipinin ve silikonun denim kumaşların elastikiyeti üzerine etkisini görmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları verilmektedir. ANOVA sonuçlarına göre; yıkama işleminin, atkı iplik tipinin, silikonun ve her bir faktörün ikili ve üçlü etkileşimlerinin kumaş elastikiyeti üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Çizelge 5.2. Farklı yıkama işlemleri sonrası elastikiyet değerlerine ait ANOVA sonuçları

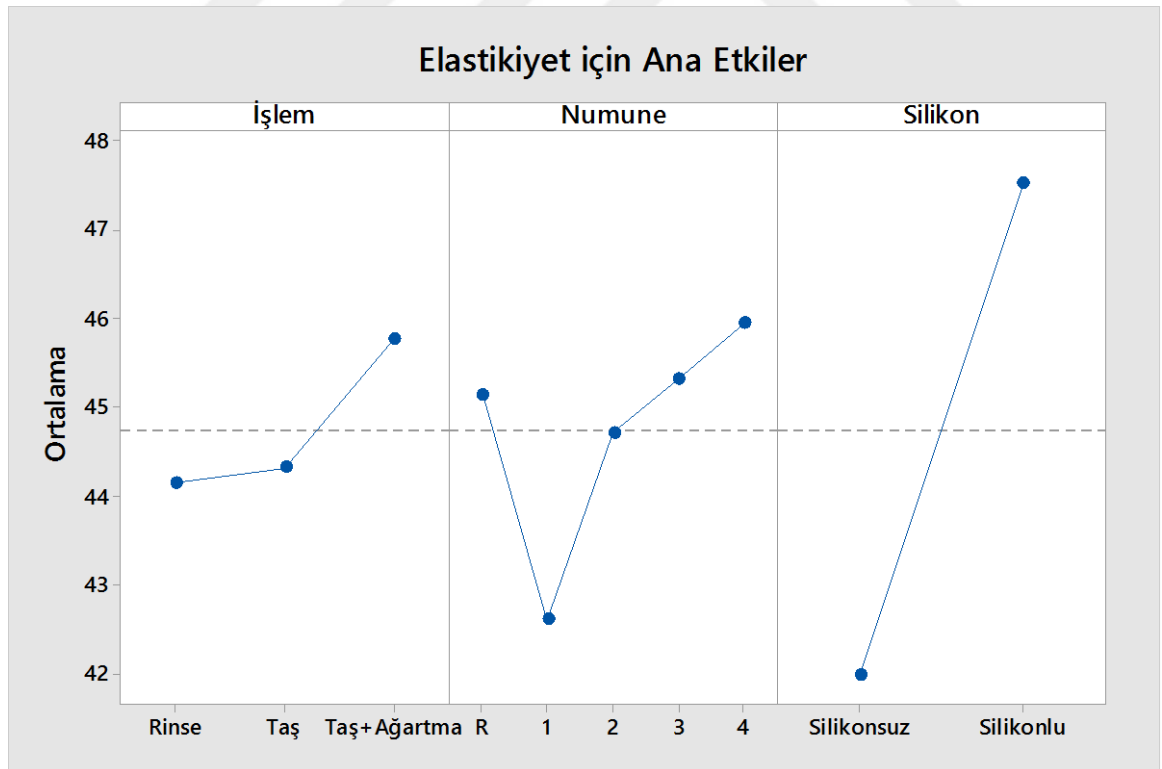
Kaynak	Serbestlik Derecesi	Uyarlanmış Karalar Toplamı	Uyarlanmış Kareler Ortalaması	F-Değeri	P-Değeri
İşlem	2	47.03	23.515	47.95	0.000
Kumaş	4	155.99	28.998	59.13	0.000
Silikon	1	686.69	686.688	1400.14	0.000
İşlem*Kumaş	8	26.05	3.257	6.64	0.000
İşlem*Silikon	2	14.79	7.397	15.08	0.000
Kumaş*Silikon	4	31.37	7.843	15.99	0.000
İşlem*Kumaş*Silikon	8	17.48	2.185	4.46	0.000
Hata	60	29.43	0.49		
Toplam	89	968.84			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
2.28	96.96%	95.49%	93.17%		

Şekil 5.4’te denim kumaşların elastikiyetlerinin söz konusu faktörlerden nasıl etkilendiği ve Çizelge 5.3’te ise numunelerin elastikiyet ortalamalarının ikili karşılaştırılması yer almaktadır. Kumaş türlerinin elastikiyete etkisi incelendiğinde her ne kadar istatistiki olarak aralarında önemli bir fark çıkmış gibi görünse de çıkan farkların fabrika içinde geçerli olan üretim toleransı olan %10 dahilinde olduğu ve tolere edilebilecek boyutta olduğu söylenebilir.

Söz konusu elastikiyet değerleri ayrıntılı olarak incelendiğinde, referans numune, 3 ve 4 nolu numunelerin genel ortalamasının üzerinde olduğu görülmektedir (sırasıyla %45.13, %45.32, %45.93). Görüldüğü üzere en yüksek elastikiyet değeri çift çekirdekli T400 içeren numune kumaşa aittir. Aynı gruba 78 dtex öze sahip Pamuk/PES (50/50) karışımli iplikten üretilen 3 nolu numunede dahil olup, aralarındaki fark birbirine çok yakındır. En düşük elastikiyet değerine sahip olan kumaş ise atkıda 1 adet 78 dtex öz içeren Pamuk/PES ipliğin ve 1 adet 78 dtex öz içeren Tencel/Pamuk ipliğin sırasıyla atılarak üretilen 1 nolu numunedir.

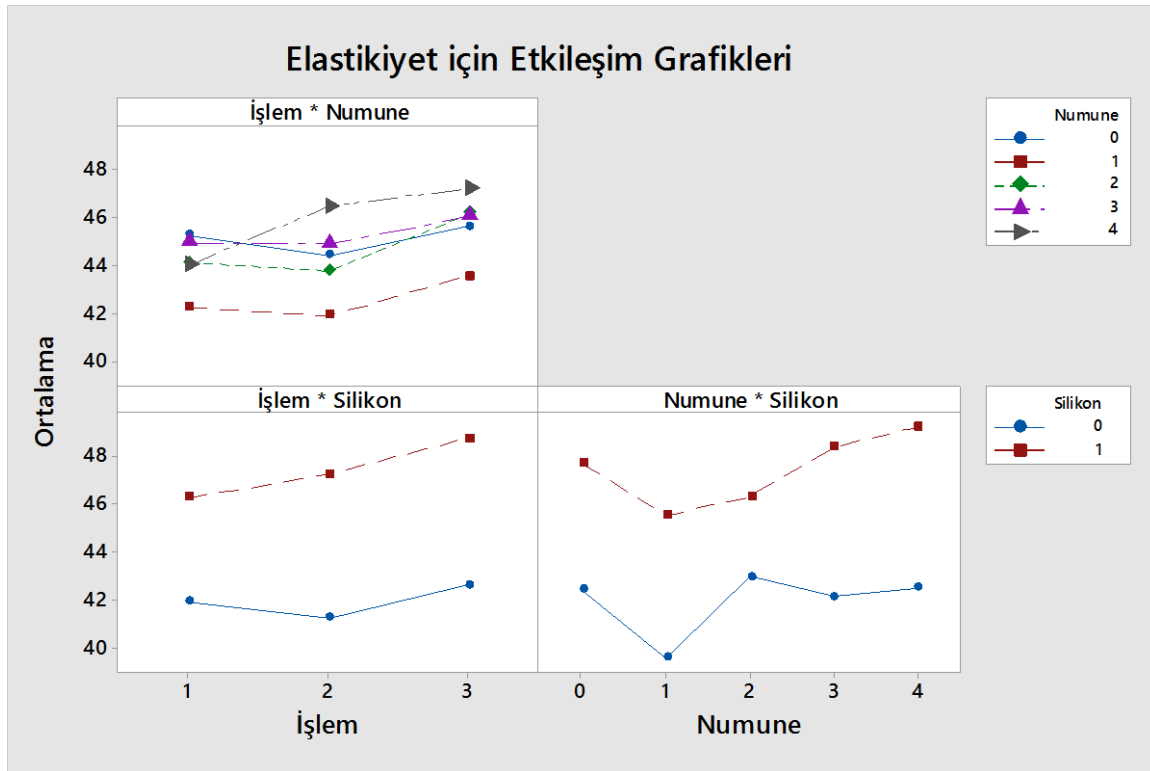
Çizelge 5.3. Numune kumaşların elastikiyet ortalamalarının karşılaştırılması

Numune	N	Ortalama	Grup
4	18	45.93	A
3	18	45.32	A
R	18	45.13	B
2	18	44.72	B
1	18	42.61	C



Şekil 5.4. Elastikiyet için ana etkiler grafiği

Bütün numunelerin farklı yıkama işlemleri sonrası elastikiyet değerleri incelendiğinde rinse yıkama ve taş yıkama arasında önemli bir elastikiyet farkı yok iken, taş+ağartma işlemi sonrasında elastikiyet değerlerinin bir miktar ortalamanın üzerine çıktığı görülmektedir. Elastikiyetin yıkama süresiyle ilişkisinde, elastikiyet değerlerinin yıkama sürenin artmasıyla birlikte artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Genel olarak yıkamaya silikon eklendiğinde, silikonun bütün yıkama tiplerinde kumaşların elastikiyet değerini artırıcı etkisi olduğu çıkan sonuçlarda gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin lifler arasındaki sürtünmeyi azaltıp liflere daha rahat hareket kabiliyeti kazandırmasından kaynaklandığı gösterilebilir.



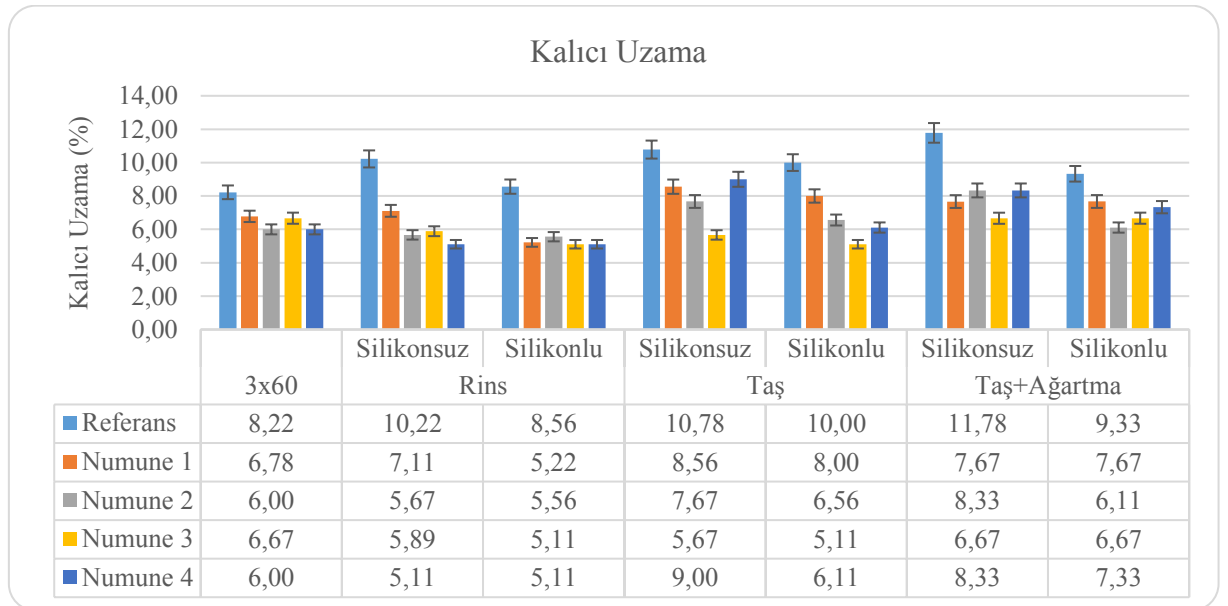
Şekil 5.5. Elastikiyet için etkileşim grafikleri

Şekil 5.5'te elastikiyet için etkileşim grafikleri yer almaktadır. İşlem ve numune bazında değerlendirme yapıldığında, referans kumaş ve 1-3 nolu numune kumaşlarda elastikiyet değerleri rinse yıkamada belirli bir seviyede çıkmış, taş yıkamada daha düşük değerler elde edilmiş ve taş+ağartma sonrası ise maksimum değerlerine ulaşılmıştır. T400 içeren 4 nolu numune de ise söz konusu işlem sırasında elastikiyet değerleri artmıştır (yüksek olasılıkla daha fazla oranda pamuk içermesi sebebiyle, zira yaş işlemler esnasında pamuk doğasında bulunan yağ ve mumumsu maddeleri kaybettiği için). Yıkama işlemi ve silikon kullanımının kumaşların elastikiyeti üzerine etkisi incelendiğinde, silikon kullanımı sonucunda tüm yıkama işlemlerinde

olumlu bir elastikiyet artışı gözlemlenmiştir. Fakat söz konusu fark taş yıkama işleminde çok fazla iken en düşük fark ise rinse yıkamada gerçekleşmiştir. Kumaş ve silikon etkisinin ayrıtısına bakıldığında tüm kumaş numunelerinde silikon kullanımının pozitif yönde etki yaptığı görülmektedir. Fakat farklı kumaş tiplerinde söz konusu olumlu etki farklılık göstermektedir. Örneğin 2 nolu numunede söz konusu fark nispeten daha az iken, en yüksek fark 4 nolu numunede gerçekleşmiştir.

5.2.2. Kalıcı Uzama Test Sonuçları

Kumaşlara uygulanan farklı yıkamalar sonrası elde edilen kalıcı uzama test sonuçları Şekil 5.6’da yer almaktadır. Kalıcı uzama testi hem silikonlu hem de silikonsuz yıkama işlemi görmüş denim kumaşlara yapılmıştır. Sonuçlara bakıldığında bütün yıkama işlemleri sonrası en yüksek sonucun referans numuneye ait olduğu görülmektedir ve sanayi yıkaması sonrası kalıcı uzama üzerine atkı iplik içeriği değişkeninin etkisi olduğu görülmektedir. Çalışmanın amaçlarından biri olan farklı atkı ipliği kullanımının kalıcı uzama değerlerine pozitif etki yaptığı çıkan sonuçlar doğrultusunda söylenebilir. Bütün sonuçlar incelendiğinde en iyi değerlerin numune 3’e ait olduğu test sonuçlarınınca görülmektedir, dolayısıyla polyesterin kalıcı uzama üzerinde olumlu etkisi olduğu söylenebilir.



Şekil 5.6. Farklı yıkama işlemleri sonrası kalıcı uzama sonuçları

Çizelge 5.4’te farklı yıkama işleminin, atkı iplik tipinin ve silikonun kalıcı uzama üzerine etkisini görmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları verilmiştir. ANOVA

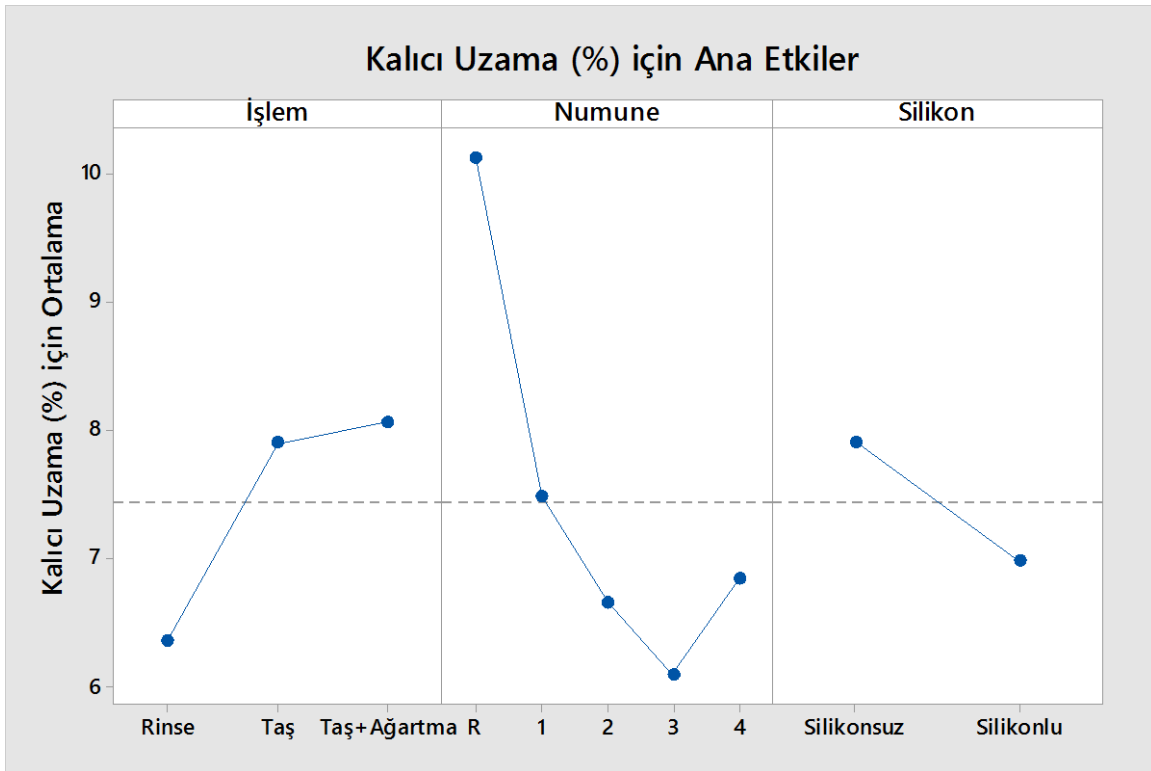
sonuçlarına göre; yıkama işleminin, atkı iplik tipinin, silikonun kumaş kalıcı uzama üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 5.4. Farklı yıkama işlemleri sonrası kalıcı uzama değerlerine ait ANOVA sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Uyarlanmış Karalar Toplamı	Uyarlanmış Kareler Ortalaması	F-Değeri	P-Değeri
İşlem	2	52.732	26.366	387.55	0.000
Kumaş	4	178.983	44.7459	657.72	0.000
Silikon	1	19.321	19.321	284	0.000
İşlem*Kumaş	8	8.615	1.0769	15.83	0.000
İşlem*Silikon	2	0.061	0.0303	0.44	0.643
Kumaş*Silikon	4	7.759	1.9398	28.51	0.000
İşlem*Kumaş*Silikon	8	18.821	2.3526	34.58	0.000
Hata	60	4.082	0.068		
Toplam	89	290.374			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
2.28	98.59%	97.91%	96.84%		

Şekil 5.7’de denim kumaşların kalıcı uzama değerlerinin söz konusu faktörlerden nasıl etkilendiği yer almaktadır. Sonuçlar incelendiğinde, yıkama işlemleri arasında taş+ağartma yıkama işleminin doğası gereği mamulü yıpratıcı bir etkisi olması sebebiyle kalıcı uzama üzerine olumsuz etkisi olduğu görülmektedir. Söz konusu işlemler arasında rinse yıkamanın kalıcı uzama üzerine en az etkisi var iken, taş ve taş+ağartma yıkama işlemlerinin genel ortalamasının üzerinde sonuç verdiği görülmektedir. Kumaşın yıkama süresi artışıyla daha fazla esnediği, bunun sonucunda ise esneme sonrası geri eski haline gelme oranının düştüğü sonucuna varılmaktadır. Çizelge 5.5’te numunelerin kalıcı uzama ortalamalarının ikili karşılaştırılması ayrıntılı olarak verilmektedir. Kumaş numuneleri anlamında en düşük kalıcı uzama değerine atkı ipliği olarak Ne 16/1 (Tencel/PES 50/50+78 dtex Elastan) özlü ipliğin kullanıldığı 3 nolu kumaş numunesi ve atkı ipliği olarak 2 adet Ne 16/1 (Tencel/PES 50/50+78 dtex Elastan) ve 1 adet Ne 16/1 (Tencel/Pamuk 50/50+78 dtex Elastan) özlü ipliklerin kullanıldığı 2 nolu kumaş numunesi sahiptir. Referans numunenin kalıcı uzama değerleri en

yüksek olup, diğer atkı ipliklerinin kullanımı bu özelliği olumlu anlamda geliştirmiştir. Mantoda PES karışımı özlü ipliklerin kullanıldığı kumaşların ağartma işleminde özde bulunan elastanın daha az zarar görmesi sebebiyle bu iplikler kullanılarak üretilen kumaşların kalıcı uzama değerlerinin daha düşük olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kumaş bünyesinde kullanılan PES miktarının artması da kalıcı uzama değerlerini olumlu yönde etkilemiştir. Kalıcı uzama üzerinde silikonun olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Silikon ile işlem yapmak kumaş elastikiyetini arttırdığından, silikonun lifler arasındaki sürtünmeyi azaltıp liflere daha rahat hareket kabiliyeti kazandırmasından dolayı kalıcı uzama değerleri düşmüştür.

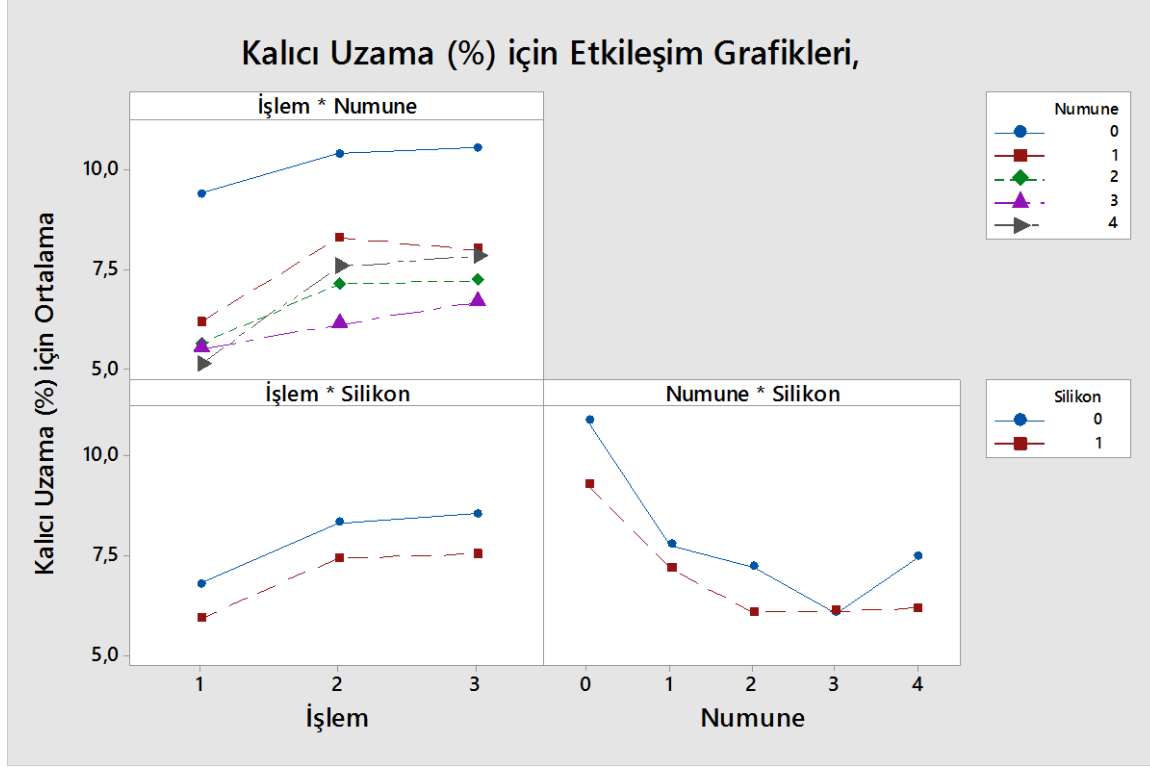


Şekil 5.7. Kalıcı uzama için ana etkiler grafiği

Çizelge 5.5. Numune kumaşların kalıcı uzama ortalamalarının karşılaştırılması

Numune	N	Ortalama	Grup
R	18	10.11	A
1	18	7.48	B
4	18	6.83	C
2	18	6.65	C
3	18	6.09	D

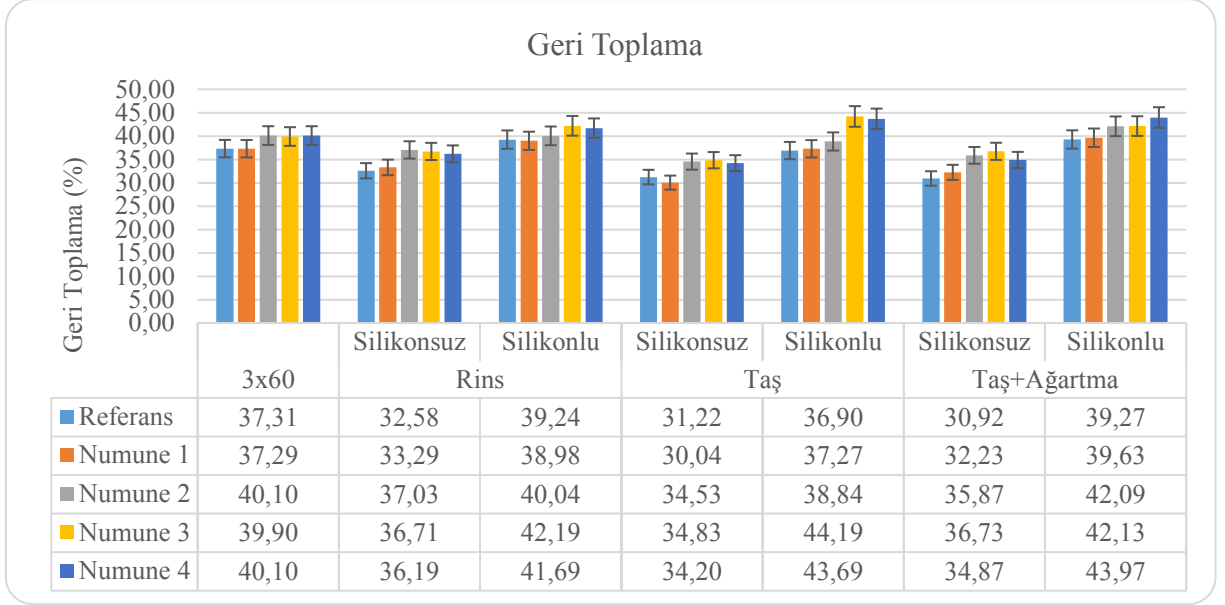
Şekil 5.8’de kalıcı uzama için ikili etkileşim grafikleri yer almaktadır. Yıkama işlemlerinin ağırlaştıkça her numune üzerinde kalıcı uzamayı arttırıcı etkisinin olduğu, yani yıkama ağırlaştıkça kalıcı uzama değerinin olumsuz etkilendiği görülmektedir. Silikon eklemenin her yıkama işlemi üzerinde kalıcı uzamaya olumlu etkisi olduğu ve 3 nolu numune hariç diğer bütün numuneler üzerinde iyileştirici etkisi olduğu söylenebilir.



Şekil 5.8. Kalıcı uzama için etkileşim grafikleri

5.2.3. Geri Toplama Test Sonuçları

Kumaşlara uygulanan farklı yıkamalar sonrası elde edilen geri toplama test sonuçları Şekil 5.9’da yer almaktadır. Geri toplama testi hem silikonlu hem de silikonsuz yıkama işlemi görmüş denim kumaşlarda elastikiyet ve kalıcı uzama arasındaki fark olarak ele alınmıştır. Sanayi yıkaması sonrası geri toplama değeri üzerine atkı iplik içeriği değişkeninin bir miktar etkisi olduğu görülmektedir. Çalışmanın amaçlarından biri olan farklı atkı ipliği kullanımının geri toplama değerlerine pozitif etki yaptığı çıkan sonuçlar doğrultusunda söylenebilir. Bütün sonuçlar incelendiğinde en iyi değerlerin 3 ve 4 nolu numunelere ait olduğu, bunun sebebinin de polyesterin kalıcı uzama değerleri üzerindeki olumlu etkisinin kumaşın geri toplama özellikleri üzerinde de iyileştirici etkiye sahip olmasından kaynaklandığı söylenebilir.



Şekil 5.9. Farklı yıkama işlemleri sonrası geri toplama test sonuçları

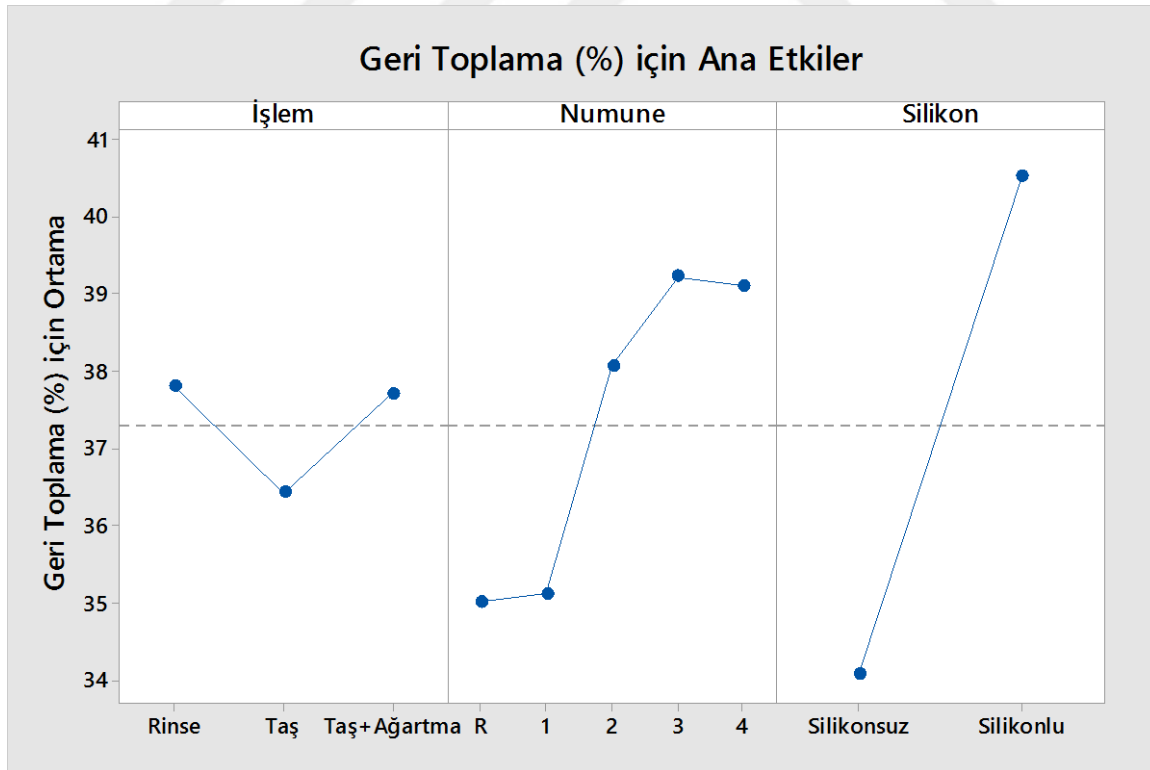
Çizelge 5.6. Farklı yıkama işlemleri sonrası geri toplama değerlerine ait ANOVA sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Uyarlanmış Kararlar Toplamı	Uyarlanmış Kareler Ortalaması	F-Değeri	P-Değeri
İşlem	2	35.08	17.538	29.46	0.000
Kumaş	4	313.68	78.42	131.74	0.000
Silikon	1	936.38	936.379	1573.1	0.000
İşlem*Kumaş	8	16.02	2.002	3.36	0.003
İşlem*Silikon	2	15.92	7.96	13.37	0.000
Kumaş*Silikon	4	29.16	7.29	12.25	0.000
İşlem*Kumaş*Silikon	8	19.81	2.477	4.16	0.001
Hata	60	35.71	0.595		
Toplam	89	1401.76			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
0.77152	97.45%	96.22%	94.27%		

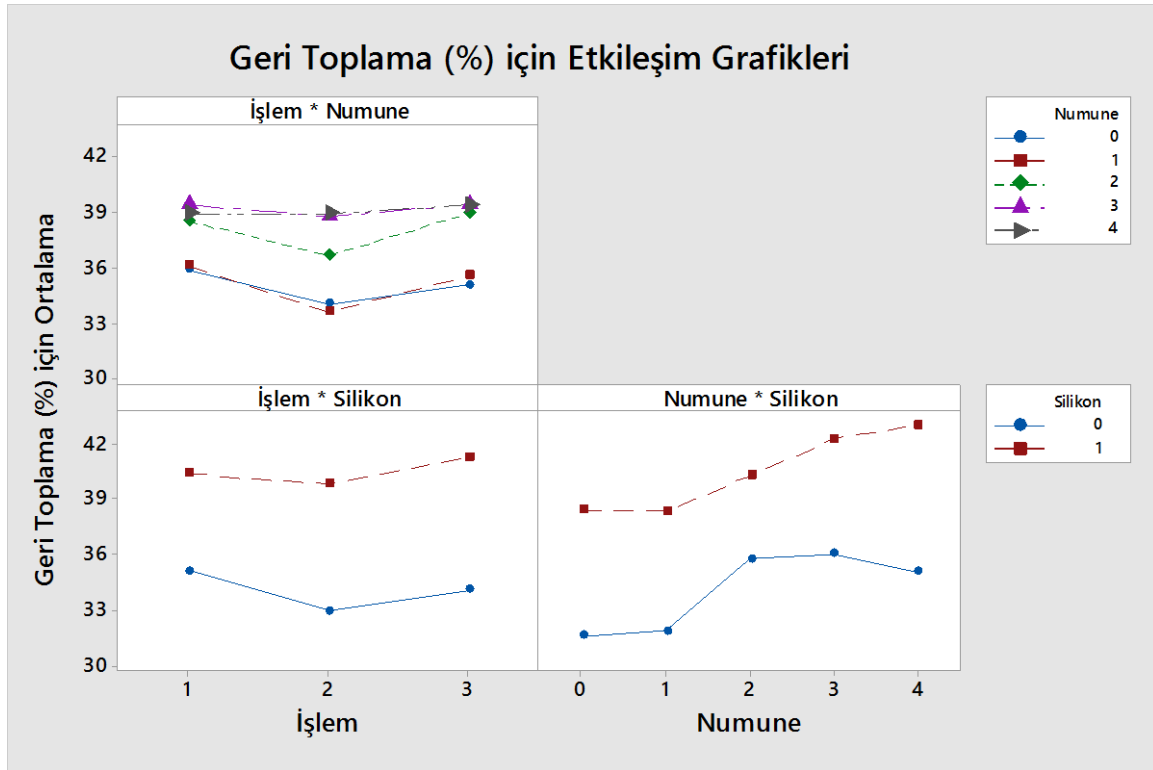
Çizelge 5.6'da farklı yıkama işleminin, atkı iplik tipinin ve silikonun kumaş geri toplama özelliği üzerine etkisini görmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları verilmiştir.

ANOVA sonuçlarına göre; yıkama işleminin, atkı iplik tipinin, silikonun kumaş geri toplama özelliği üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p \leq 0.05$).

Şekil 5.10'da denim kumaşların geri toplama değerlerinin söz konusu faktörlerden nasıl etkilendiği yer almaktadır. Sonuçlar incelendiğinde; yıkama işlemlerinin, kumaş geri toplama özelliği üzerine etkilerinde rinse yıkamadan taş yıkamaya doğru artan mekanik etki sebebiyle ve oluşan lif kaybından dolayı önce geri toplama kabiliyetinin azaldığı ancak taş+ağartma yıkamada yıkama süresinin artmasıyla birlikte liflerin enine kesitlerinin şişerek boydan çekmesi sebebiyle tekrar geri toplamalarının artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Söz konusu işlemler sonrası elde edilen değerler birbirine yakındır. Numune bazında değerlendirme yapıldığında ise, kalıcı uzama değerine bağlı olarak referans numunenin en yüksek kalıcı uzamaya ve dolayısıyla en düşük geri toplama değerine sahip olduğu görülmektedir. 4 ve 3 nolu numunelerin ise en yüksek geri toplama değerlerine sahip olduğu görülmektedir dolayısıyla diğer atkı ipliklerinin kullanımı bu özelliği olumlu anlamda geliştirmiştir. Geri toplama değerleri üzerinde silikonun olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Silikonun lifler arasındaki sürtünmeyi azaltıp liflere daha rahat hareket kabiliyeti kazandırmasından dolayı kumaşların geri toplama kabiliyetlerini iyileştirici etkisi olduğu görülmüştür.



Şekil 5.10. Geri toplama için ana etkiler grafiği



Şekil 5.11. Geri toplama için etkileşim grafikleri

Şekil 5.11’de geri toplama için ana etkileşim grafikleri ve Çizelge 5.7’de numunelerin geri toplama ortalamalarının ikili karşılaştırılması ayrıntılı olarak yer almaktadır. Yıkama işlemlerinin ağırlaştıkça her numune üzerinde geri toplama önce azaltıcı sonra arttırıcı etkisinin olduğu görülmektedir. Silikon eklemenin her yıkama işlemi üzerinde geri toplama olumlu etkilediği ve bütün numuneler üzerinde iyileştirici etkisi olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.7. Numune kumaşların geri toplama ortalamalarının karşılaştırılması

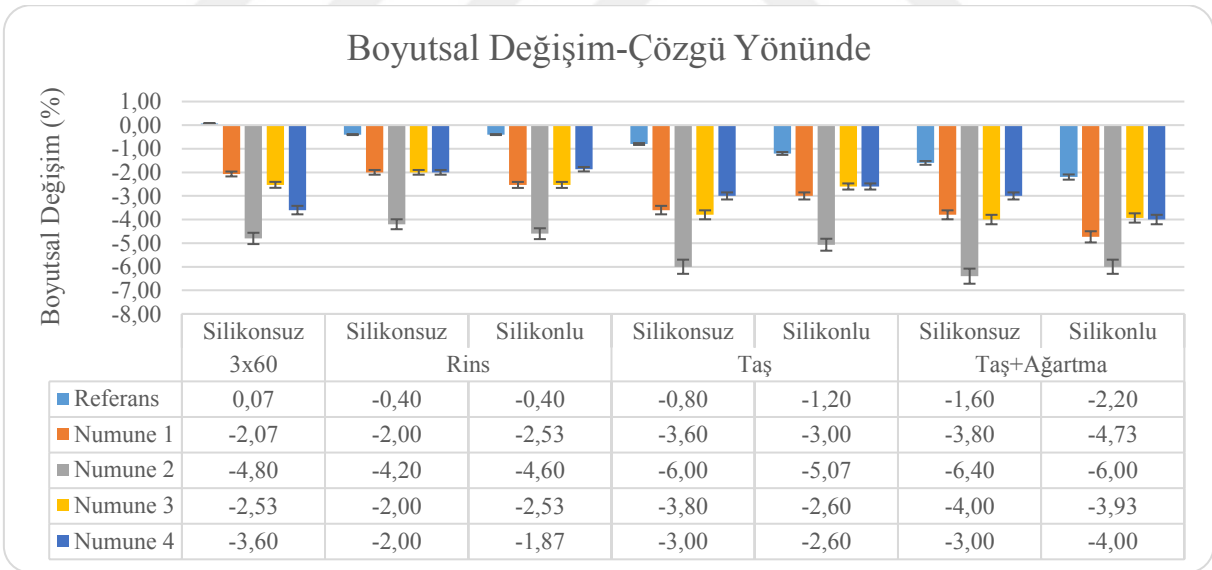
Numune	N	Ortalama	Grup
3	18	39.22	A
4	18	39.10	A
2	18	38.06	B
1	18	35.13	C
R	18	35.02	C

5.3. Boyutsal Değişim Test Sonuçları

5.3.1. Çözgü Yönünde Boyutsal Değişim Test Sonuçları

Çözgü yönü boyutsal değişim testi hem silikonlu hem de silikonsuz yıkama işlemi görmüş denim kumaşlara yapılmıştır. Kumaşlara uygulanan farklı yıkamalar sonrası çözgü yönünde elde edilen boyutsal değişim test sonuçları Şekil 5.12’de yer almaktadır.

Sonuçlara bakıldığında tüm yıkama işlemlerinden sonra çözgü yönünde çekme olduğu görülmektedir. Bunun sebebi yıkama işlemine tabi tutulan kumaşlarda yıkama sırasında liflerde ve dolayısıyla ipliklerde enine kesitlerin şişmesi, ipliklerin enine kesitinin artmasıyla birlikte boylarında kısalma oluşmasıdır, bu durumda ipliklerin doku içerisinde kat etmeleri gereken mesafe uzadığından kumaşta hem atkı hem de çözgü yönünde çekme, kısalma bir diğer adıyla boyutsal değişim meydana gelmektedir. Çözgü çekmeleri incelendiğinde atkı ipliği değişkeninin ve farklı yıkama işlemlerinin etkisi olduğu görülmektedir. Yıkamalara göre çözgü çekmeleri incelendiğinde yıkama şartlarında mekanik etki arttıkça ve yıkama süresi uzadıkça çözgü çekmelerinin tüm numunelerde arttığı gözlemlenmiştir.



Şekil 5.12. Farklı yıkama işlemleri sonrası çözgü yönünde boyutsal değişim sonuçları

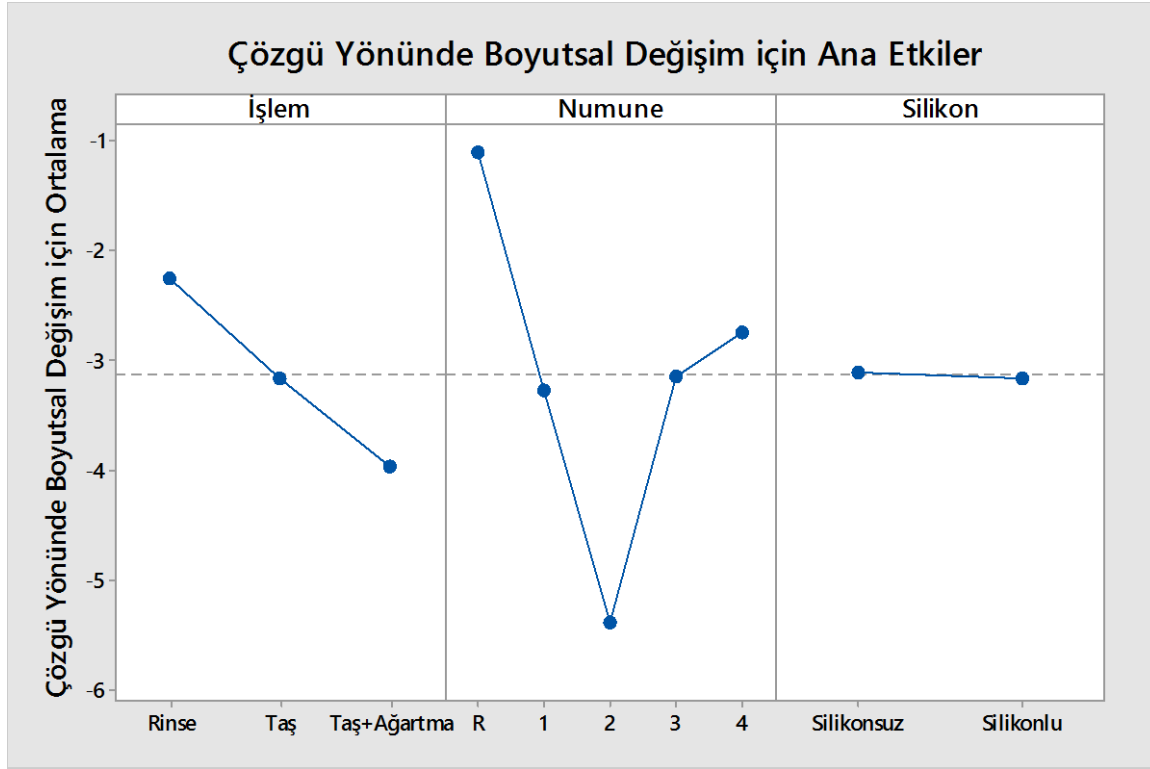
Çizelge 5.8. Farklı yıkama işlemleri sonrası çözgü yönü boyutsal değişim ANOVA sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Uyarlanmış Karalar Toplamı	Uyarlanmış Kareler Ortalaması	F-Değeri	P-Değeri
İşlem	2	44.097	22.0484	918.69	0.000
Kumaş	4	168.194	42.0484	1752.02	0.000
Silikon	1	0.044	0.0444	1.85	0.179
İşlem*Kumaş	8	0.774	0.0968	4.03	0.001
İşlem*Silikon	2	4.012	2.0058	83.57	0.000
Kumaş*Silikon	4	1.644	0.4111	17.13	0.000
İşlem*Kumaş*Silikon	8	3.5	0.4374	18.23	0.000
Hata	60	1.44	0.024		
Toplam	89	223.705			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
0.154919	99.36%	99.05%	98.55%		

Çizelge 5.8’de farklı yıkama işleminin, atkı iplik tipinin ve silikonun çözgü yönü boyutsal değişim üzerine etkisini görmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre; yıkama işleminin, atkı iplik tipinin çözgü yönü boyutsal değişim üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmışken, silikonun çözgü yönü boyutsal değişim üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır.

Şekil 5.13’te çözgü yönü boyutsal değişim üzerine kumaşa farklı atkı ipliği kullanımının etkisi ve Çizelge 5.9’da söz konusu numunelerin çözgü yönü boyutsal değişim ortalamalarının ikili karşılaştırılması verilmektedir. Yıkama işlemlerinin boyutsal değişim üzerine etkisi olduğu görülmektedir. Rinse ve taş yıkama işlemlerinde boyutsal değişimler tolerans dahilinde çıkarken en büyük değişim taş+ağartma yıkamada görülmektedir. En yüksek çözgü yönü boyutsal değişim 2 nolu kumaş numunesine ait iken en düşük çözgü yönü boyutsal değişim referans numunesine aittir. Bu tarz rijit (elastik iplik içermeyen) çözgü ipliğine sahip kumaşlarda çözgü yönü çekmelerin 0 ve -3 aralığında olması beklenir, 2 nolu numunenin çözgü çekmesinin tolerans dışında gelmesinden ötürü tekrar egalize sanfor yapıp çözgü çekmesinin

düzeltilmesi gerekmektedir. Silikonun çözgü yönünde boyutsal değişim üzerinde etkisi olmadığı görülmektedir.

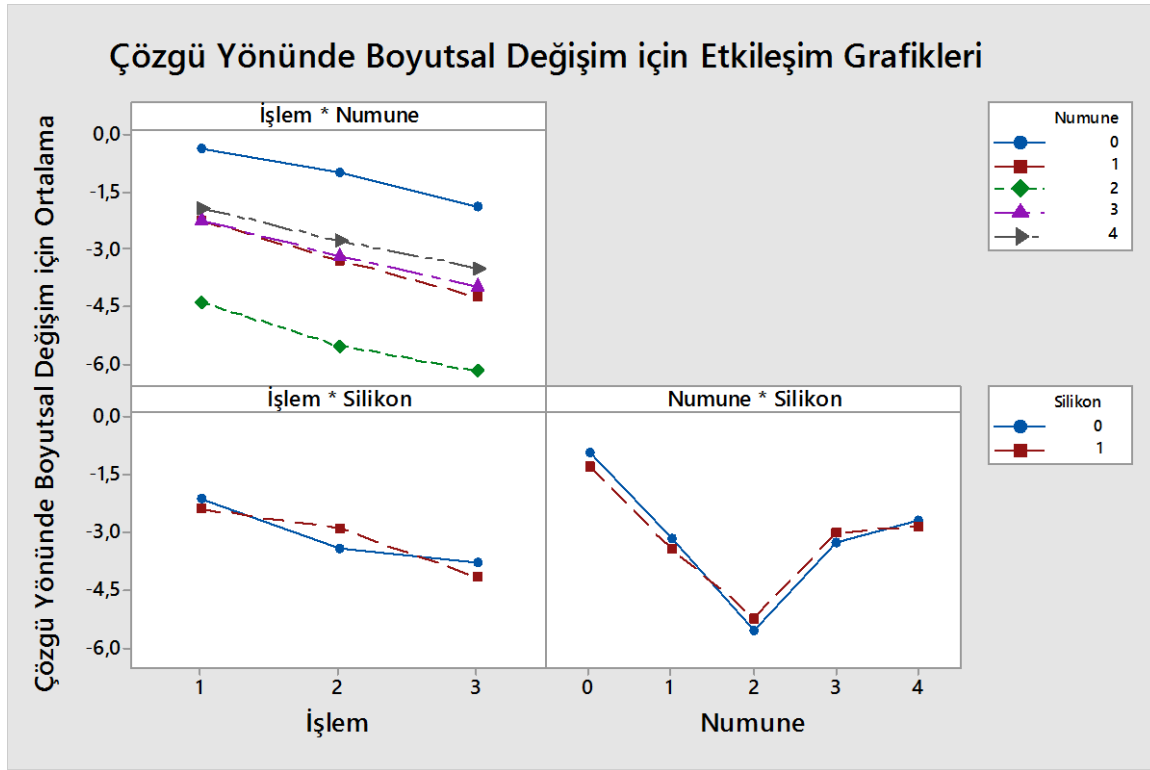


Şekil 5.13. Çözgü yönünde boyutsal değişim için ana etkiler grafiği

Çizelge 5.9. Numune kumaşların çözgü yönü boyutsal değişim ortalamalarının karşılaştırılması

Numune	N	Ortalama	Grup
R	18	-1.10	A
4	18	-2.74	B
3	18	-3.14	C
1	18	-3.27	C
2	18	-5.37	D

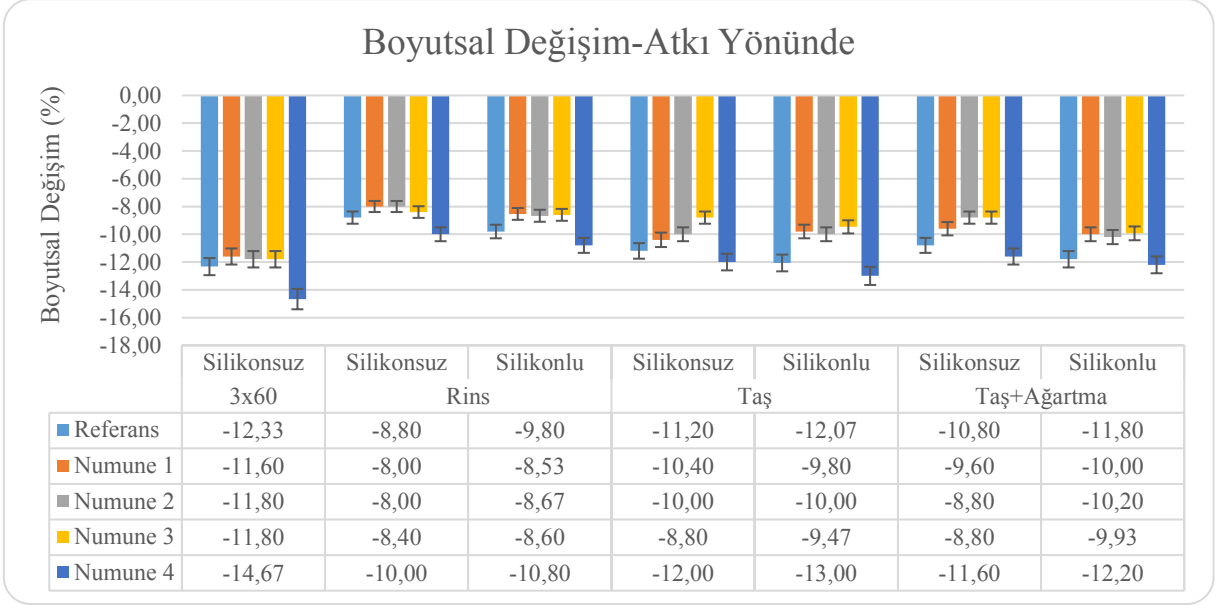
Şekil 5.14'te çözgü yönünde boyutsal değişim etkileşim grafikleri yer almaktadır. Yıkama işlemlerinin ağırlaştıkça her numune üzerinde çözgü yönü boyutsal değişimi artırıcı etkisinin olduğu görülmektedir. Silikonun ise hem işlem üzerinde hem de numune üzerinde etkisi olmadığı söylenebilir.



Şekil 5.14. Çözümlü yönde boyutsal değişim için etkileşim grafikleri

5.3.2. Atkı Yönünde Boyutsal Değişim Test Sonuçları

Atkı yönünde boyutsal değişim testi hem silikonlu hem de silikonsuz yıkama işlemi görmüş denim kumaşlara yapılmıştır. Kumaşlara uygulanan farklı yıkamalar sonrası atkı yönünde elde edilen boyutsal değişim test sonuçları Şekil 5.15'te yer almaktadır. Sonuçlara bakıldığında tüm yıkama işlemlerinden sonra atkı yönünde çekme olduğu görülür. Atkı çekmeleri incelendiğinde atkı ipliği değişkeninin ve farklı yıkama işlemlerinin etkisi olduğu görülmektedir.



Şekil 5.15. Farklı yıkama işlemleri sonrası atkı yönünde boyutsal değişim sonuçları

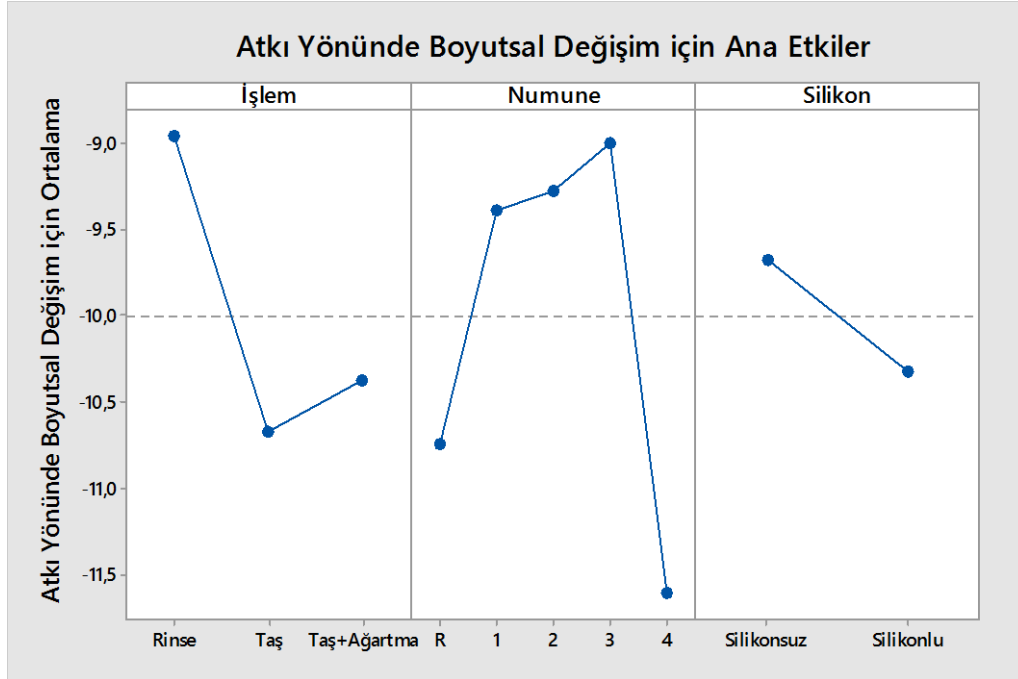
Çizelge 5.10. Farklı yıkama işlemleri sonrası atkı yönü boyutsal değişim ANOVA sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Uyarlanmış Karalar Toplamı	Uyarlanmış Kareler Ortalaması	F-Değeri	P-Değeri
İşlem	2	50.23	25.1151	706.36	0.000
Kumaş	4	90.166	22.5416	633.98	0.000
Silikon	1	9.344	9.3444	262.81	0.000
İşlem* Kumaş	8	5.716	0.7146	20.1	0.000
İşlem*Silikon	2	1.014	0.5071	14.26	0.000
Kumaş *Silikon	4	1.836	0.4589	12.91	0.000
İşlem* Kumaş *Silikon	8	2.399	0.2999	8.43	0.000
Hata	60	2.133	0.0356		
Toplam	89	162.84			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
	0.188562	98.69%	98.06%	97.05%	

Çizelge 5.10'da farklı yıkama işleminin, atkı iplik tipinin ve silikonun atkı yönü boyutsal değişim üzerine etkisini görmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları verilmiştir.

ANOVA sonuçlarına göre; yıkama işleminin, atkı iplik tipinin, silikonun ve her bir faktörün etkileşimlerinin atkı yönü boyutsal değişim üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Şekil 5.16’da yıkama türünün, farklı atkı ipliği ve silikon kullanımının atkı yönünde boyutsal değişim üzerine ana etkileri ve Çizelge 5.11’de numunelerin atkı yönünde boyutsal değişim ortalamalarının ikili karşılaştırması verilmektedir. Yıkama işlemi ağırlaştıkça rinse yıkamadan taş yıkamaya doğru atkı yönünde boyutsal değişim değerlerinin daha yüksek çıktığı görülmektedir; bunun sebebinin yıkama süresinin artması ve artan mekanik etki sebebiyle liflerin enine kesitlerinin şişerek boydan çekmesi ile açıklanabilir. Ardından ağartma işleminin yapılması ise kumaşın kompozisyonuna bağlı olarak kumaş yapısında lif kaybına yol açtığından atkı yönündeki boyutsal değişim değerleri düşmüştür (söz konusu iki işlem sonrası değerler birbirine yakındır). Numune bazında değerlendirme yapıldığında ise, referans numune ve 4 nolu numuneler hariç diğer numunelerin atkı yönündeki boyutsal değişim değerleri tolerans dahilinde çıkmıştır. Çıkan sonuçlar doğrultusunda atkıya polyester eklemenin atkı yönü boyutsal değişim değerleri için olumlu bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. 4 nolu numunenin atkı yönü boyutsal değişiminin en yüksek olmasının sebebinin elastikiyetinin en yüksek değere sahip olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Silikonun atkı yönünde boyutsal değişim üzerinde arttırıcı etkisi olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin kullanılan yumuşatıcıların elyaf yapısını şişirerek boyut değişimini artırmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

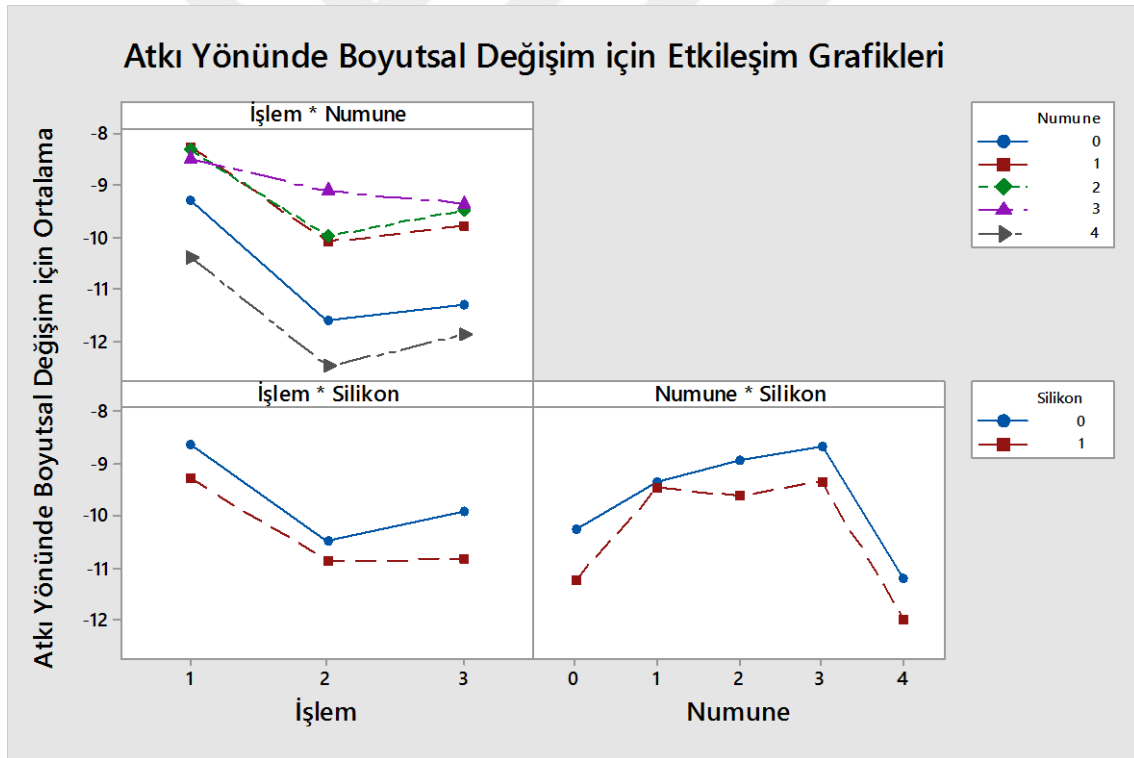


Şekil 5.16. Atkı yönünde boyutsal değişim için ana etkiler grafiği

Çizelge 5.11. Numune kumaşların atkı yönü boyutsal değişim ortalamalarının karşılaştırılması

Numune	N	Ortalama	Grup
3	18	-9.00	A
2	18	-9.27	B
1	18	-9.38	B
R	18	-10.74	C
4	18	-11.60	D

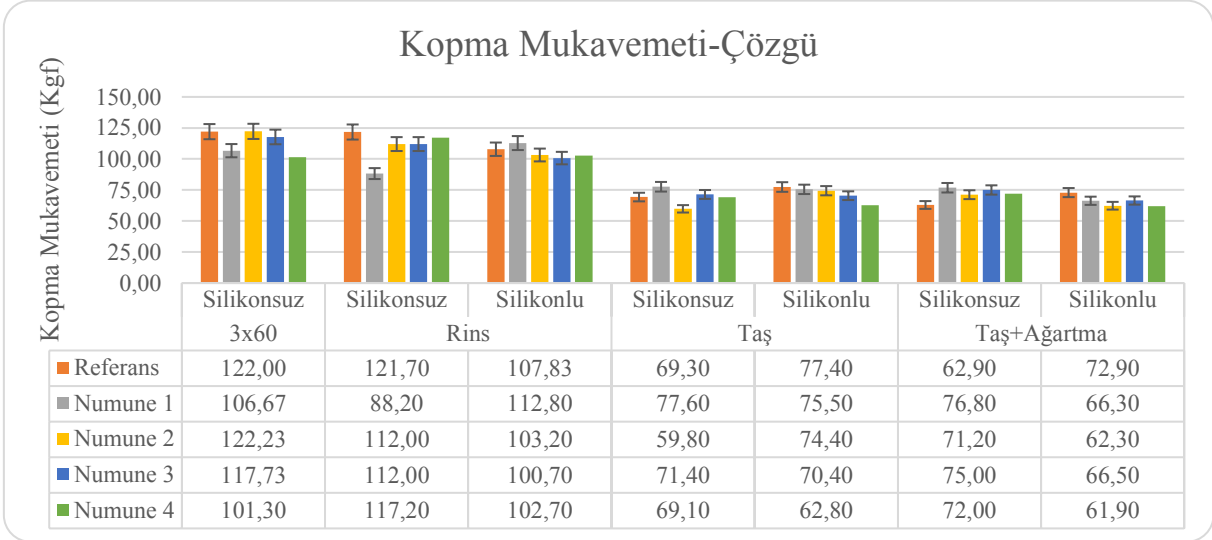
Şekil 5.17’de atkı yönünde boyutsal değişim etkileşim grafikleri yer almaktadır. Yıkama işlemlerinin ağırlaştıkça her numune üzerinde atkı yönü boyutsal değişimi artırıcı etkisinin olduğu görülmektedir. Silikonun ise hem yıkama işlemi üzerinde hem de numuneye göre atkı yönünde boyutsal değişimi artırıcı etkisi olduğu görülmektedir.



Şekil 5.17. Atkı yönünde boyutsal değişim için etkileşim grafikleri

5.4. Kopma Mukavemeti Sonuçları

5.4.1. Çözgü Kopma Mukavemeti Test Sonuçları



Şekil 5.18. Farklı yıkama işlemleri sonrasında çözgü yönünde kumaş kopma mukavemeti sonuçları

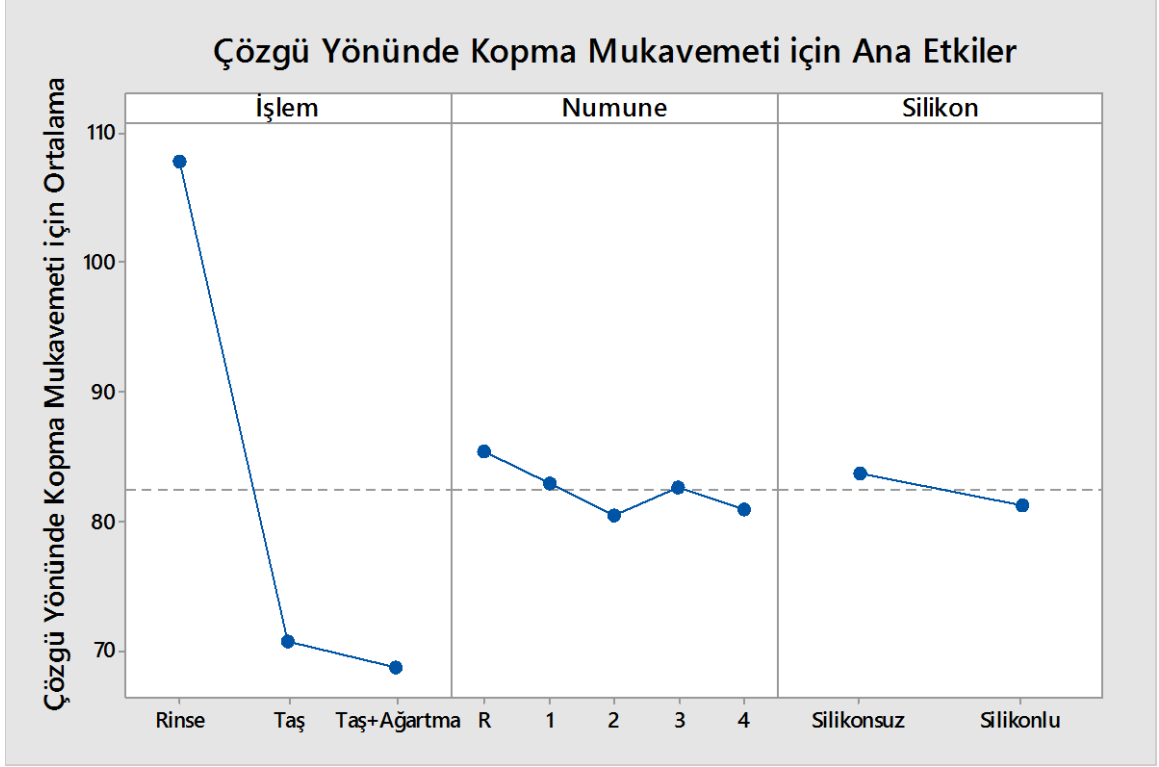
Kumaşlara uygulanan farklı yıkama işlemleri sonrası çözgü yönünde elde edilen kopma mukavemeti test sonuçları Şekil 5.18’de yer almaktadır. Sonuçlara değerlendirildiğinde, çözgü kopma mukavemeti değerinin atkı kopma mukavemeti değerinden fazla olduğu görülmektedir. Çözgü ipliğinin atkı ipliğine göre daha kalın olması ve çözgü sıklığının atkı sıklığına göre daha yüksek olması çözgü kopma mukavemetinin atkı kopma mukavemetinden daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. Yıkamalara göre kopma mukavemeti değerlendirildiğinde bazı numunelerin kopma kuvveti kumaştaki çekme sebebiyle artmış gibi görünse de genel olarak yıkama süresi arttıkça ve yıkama işlemi ağırlaştıkça çözgü yönünde kopma mukavemetinin azaldığı görülmektedir.

Çizelge 5.12’de farklı yıkama işleminin, atkı iplik tipinin ve silikonun çözgü yönünde kopma mukavemeti üzerine etkisini görmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre; yıkama işleminin, atkı iplik tipinin, silikonun ve her bir faktörün kesişimlerinin çözgü yönü kopma mukavemeti üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Çizelge 5.12. Farklı yıkama işlemleri sonrası çözgü yönünde kopma mukavemeti ANOVA sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Uyarlanmış Karalar Toplamı	Uyarlanmış Kareler Ortalaması	F-Değeri	P-Değeri
İşlem	2	29028.1	14514.1	37950.79	0.000
Kumaş	4	264.3	66.1	172.77	0.000
Silikon	1	148.7	148.7	388.92	0.000
İşlem* Kumaş	8	966.7	120.8	315.96	0.000
İşlem*Silikon	2	310.4	155.2	405.83	0.000
Kumaş *Silikon	4	630.8	157.7	412.32	0.000
İşlem* Kumaş *Silikon	8	1910.7	238.8	624.51	0.000
Hata	60	22.9	0.4		
Toplam	89	33282.7			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
0.618421	99.93%	99.90%	99.84%		

Şekil 5.19’da çözgü yönünde kopma mukavemeti için ana etkiler ve Çizelge 5.13’te numunelerin çözgü yönü kopma mukavemeti ortalamalarının ikili karşılaştırılması verilmektedir. Yıkama işlemlerinin çözgü yönünde kopma mukavemeti üzerine en fazla etkiye sahip olduğu görülebilir, bunun sebebinin yıkama süresi uzadıkça ve ağartma işlemi sonrası lif kaybı oluşmuş olması gösterilebilir. Kumaş numunelerinin üretiminde kullanılan çözgü ipliklerinin özelliklerinin aynı olması sebebiyle atkı iplik tipinin çözgü yönündeki kopma mukavemeti üzerine etkisinin çok fazla olmadığı söylenebilir. Silikonun da çözgü yönünde kopma mukavemeti üzerine olumsuz etkisi olduğu görülmektedir.

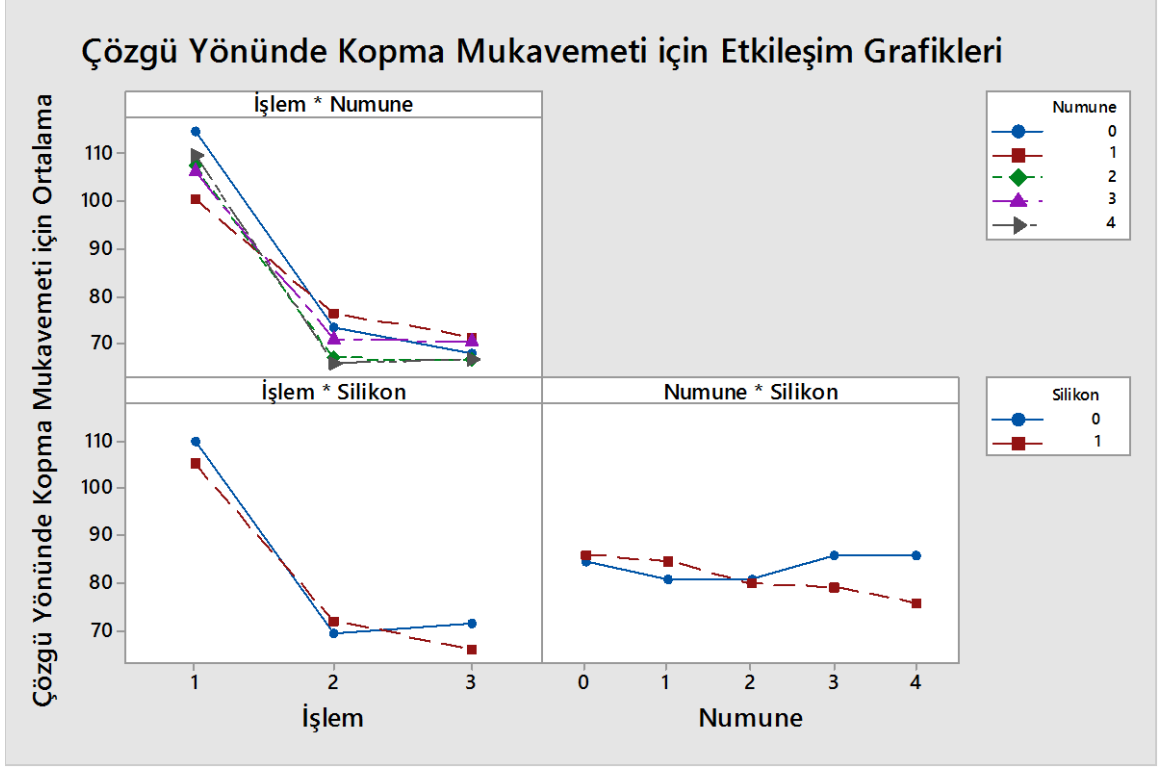


Şekil 5.19. Çözgü yönünde kopma mukavemeti için ana etkiler grafiği

Çizelge 5.13. Numune kumaşların çözgü yönü kopma mukavemeti ortalamalarının karşılaştırılması

Numune	N	Ortalama	Grup
R	18	85.33	A
1	18	82.86	B
3	18	82.66	B
4	18	80.95	C
2	18	80.48	C

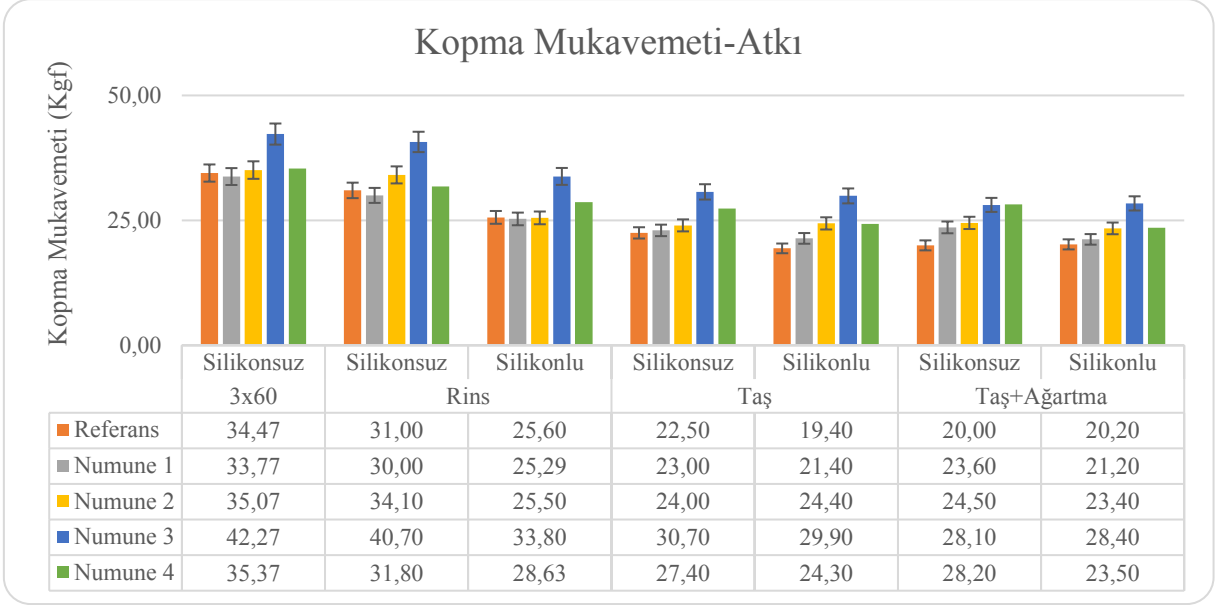
Şekil 5.20’de çözgü yönünde kopma mukavemeti etkileşim grafikleri yer almaktadır. Yıkama işlemlerinin ağırlaştıkça her numune üzerinde çözgü yönü kopma mukavemeti için azaltıcı etkisinin olduğu görülmektedir. Silikonun ise yıkama işlemi ve numuneye göre etkisi çok değişmemekle beraber genel olarak çözgü yönü kopma mukavemeti için olumsuz etkisi olduğu görülmektedir.



Şekil 5.20. Çözgü yönünde kopma mukavemeti için etkileşim grafikleri

5.4.2. Atkı Kopma Mukavemeti Test Sonuçları

Kumaşlara uygulanan farklı yıkama işlemleri sonrası atkı yönünde elde edilen kopma mukavemeti test sonuçları Şekil 5.21’de yer almaktadır. Atkı kopma mukavemeti testi hem silikonlu hem de silikonsuz yıkama işlemi görmüş denim kumaşlara yapılmıştır. Atkı yönünde kopma mukavemeti sonuçları incelendiğinde en yüksek değer 3 nolu numuneye, en düşük değer ise referans numunesine ait olduğu görülmektedir. Dolayısıyla polyester içeriğin kumaş kopma mukavemeti üzerine olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Yıkamalara göre kopma mukavemeti değerlendirildiğinde bazı numunelerin kopma kuvveti kumaştaki çekme sebebiyle artmış gibi görünse de genel olarak yıkama süresi arttıkça ve ağırlaştıkça atkı yönünde kopma mukavemetinin azaldığı görülmektedir. Numuneler kendi içlerinde silikonlu ve silikonsuz yıkamaya göre değerlendirildiğinde ise genel olarak silikon içeren yıkamaların atkı yönünde kopma mukavemetini azaltıcı bir etkisinin olduğu söylenebilir.



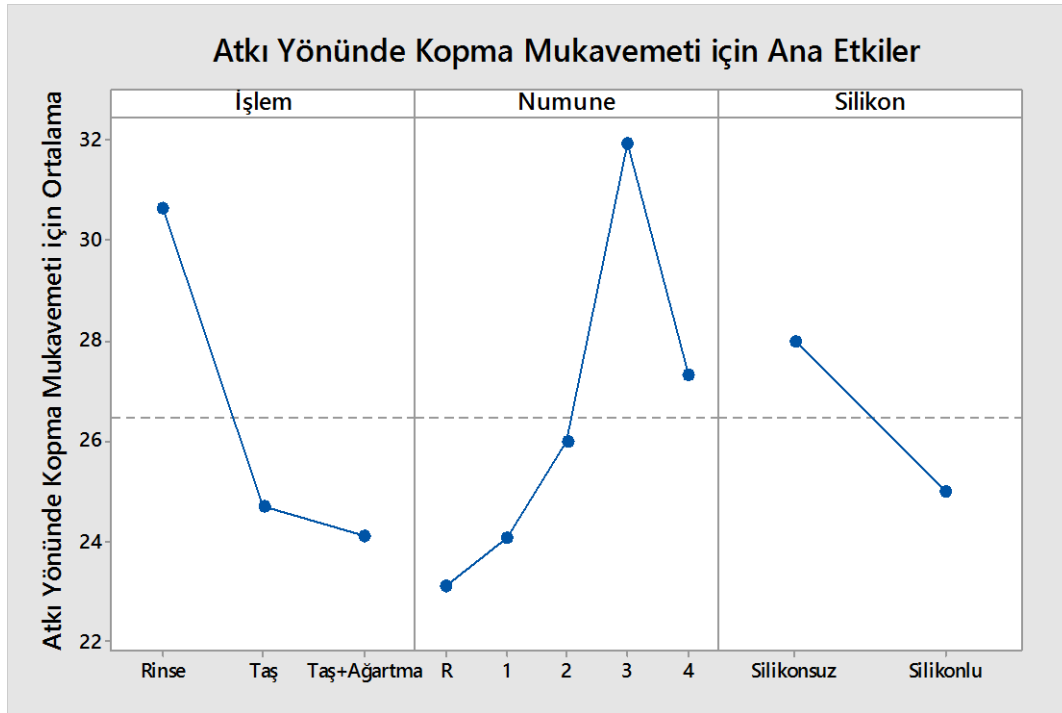
Şekil 5.21. Farklı yıkama işlemleri sonrasında atkı yönünde kumaş kopma mukavemeti sonuçları

Çizelge 5.14’te farklı yıkama işleminin, atkı iplik tipinin ve silikonun atkı yönünde kopma mukavemeti üzerine etkisini görmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre; yıkama işleminin, atkı iplik tipinin ve silikonun atkı yönü kopma mukavemeti üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Şekil 5.22 incelendiğinde yıkama işlemlerinin atkı yönünde kopma mukavemeti üzerine en fazla etkiye sahip olduğu görülebilir, bunun sebebinin yıkama süresi uzadıkça ve ağartma işlemi sonrası lif kaybı oluşmuş olması gösterilebilir. Çizelge 5.15’te numunelerin atkı yönü kopma mukavemeti ortalamalarının ikili karşılaştırılması verilmektedir. Görüldüğü üzere en düşük atkı kopma mukavemeti değeri Ne 16/1 (Tencel/Pamuk 50/50+78 dtex Elastan) atkı ipliği kullanılarak üretilen referans kumaş numunesi iken, en yüksek değerler Ne 16/1 (Tencel/PES 50/50+78 dtex Elastan) atkı ipliği kullanılarak üretilen 3 nolu kumaş numunesidir. PES karışumlu özlü ipliklerin kumaş kopma mukavemet değerlerini yükselttiği çıkan sonuçlar doğrultusunda görülmektedir. Değerlere bakıldığında polyester içeriğinin kumaş kopma mukavemeti üzerine olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Silikonun atkı yönünde de kopma mukavemeti üzerine olumsuz etkisi olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.14. Farklı yıkama işlemleri sonrası atkı yönünde kopma mukavemeti ANOVA sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Uyarlanmış Karalar Toplamı	Uyarlanmış Kareler Ortalaması	F-Değeri	P-Değeri
İşlem	2	781.06	390.532	934.04	0.000
Kumaş	4	860.46	215.115	514.49	0.000
Silikon	1	200.41	200.405	479.31	0.000
İşlem* Kumaş	8	49.96	6.245	14.94	0.000
İşlem*Silikon	2	87.54	43.769	104.68	0.000
Kumaş *Silikon	4	3.52	0.88	2.1	0.091
İşlem* Kumaş *Silikon	8	61.89	7.736	18.5	0.000
Hata	60	25.09	0.418		
Toplam	89	2069.92			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
0.646615	98.79%	98.20%	97.27%		

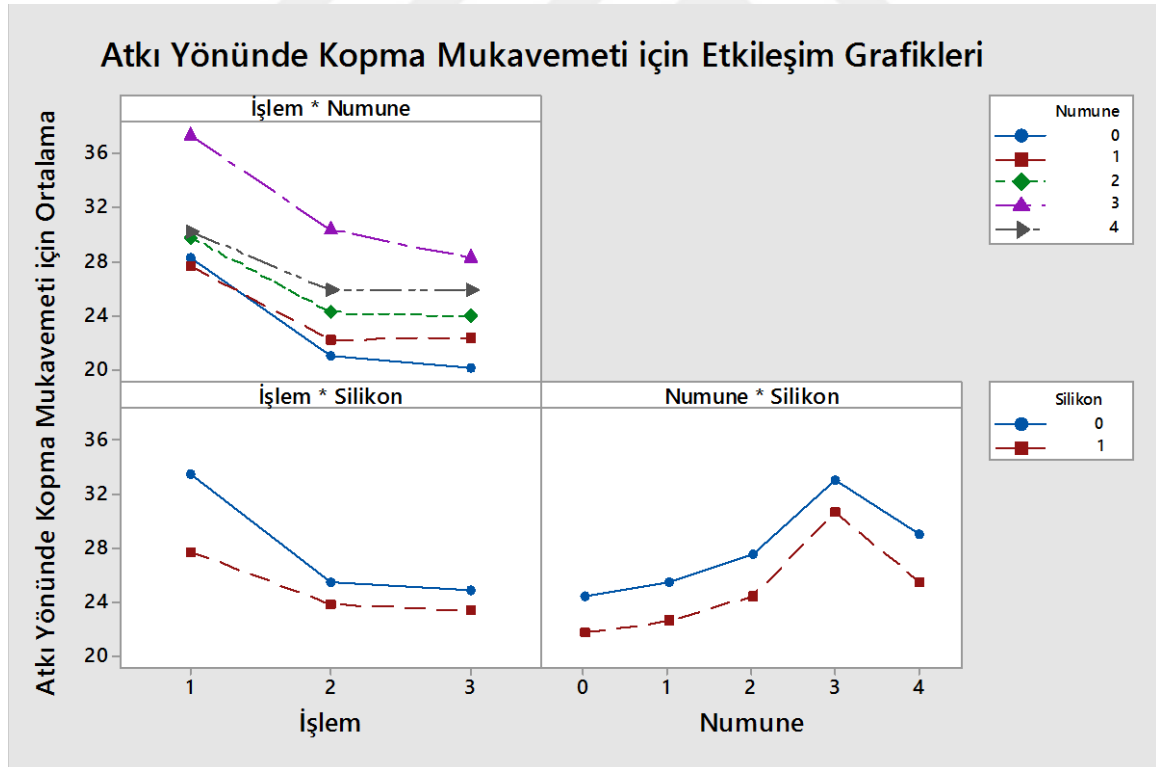


Şekil 5.22. Atkı yönünde kopma mukavemeti için ana etkiler grafiği

Çizelge 5.15. Numune kumaşların atkı yönü kopma mukavemeti ortalamalarının karşılaştırılması

Numune	N	Ortalama	Grup
3	18	31.93	A
4	18	27.30	B
2	18	25.98	C
1	18	24.06	D
R	18	23.11	E

Şekil 5.23'te atkı yönünde kopma mukavemeti etkileşim grafikleri yer almaktadır. Yıkama işlemlerinin ağırlaştıkça her numune üzerinde atkı yönü kopma mukavemeti için azaltıcı etkisinin olduğu görülmektedir. Silikonun ise hem her yıkama işlemi hem de her numune için atkı yönü kopma mukavemeti üzerinde mukavemeti azaltıcı etkisi olduğu görülmektedir.

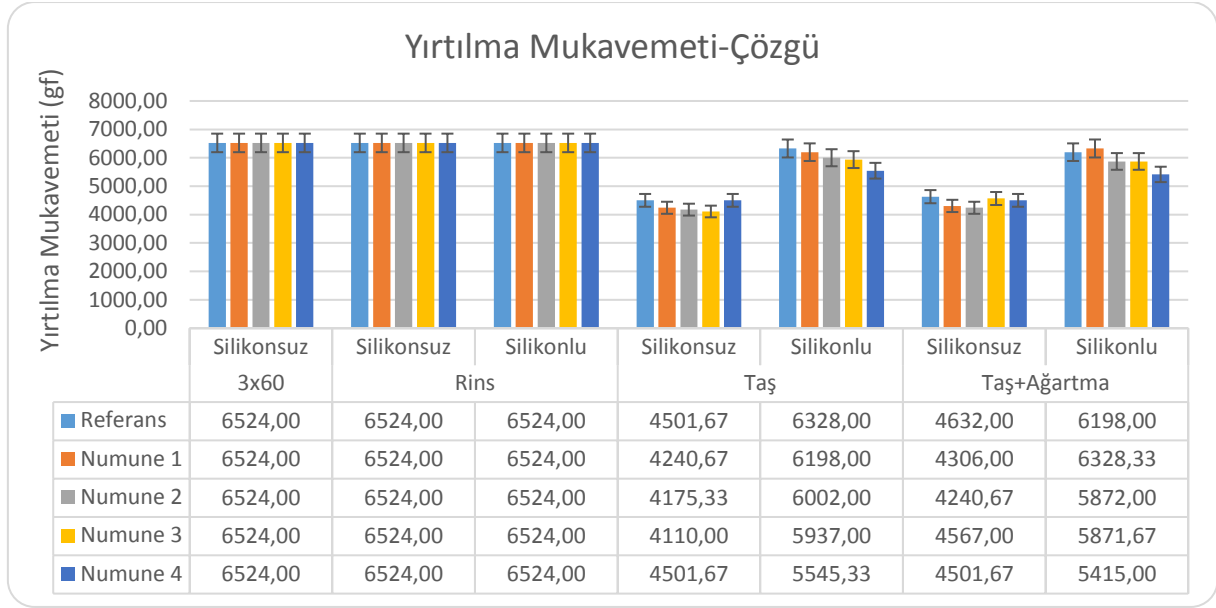


Şekil 5.23. Atkı yönünde kopma mukavemeti için etkileşim grafikleri

5.5. Yırtılma Mukavemeti Sonuçları

5.5.1. Çözgü Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları

Kumaşlara uygulanan farklı yıkama işlemleri sonrası elde edilen çözgü yırtılma mukavemeti test sonuçları Şekil 5.24'te yer almaktadır.



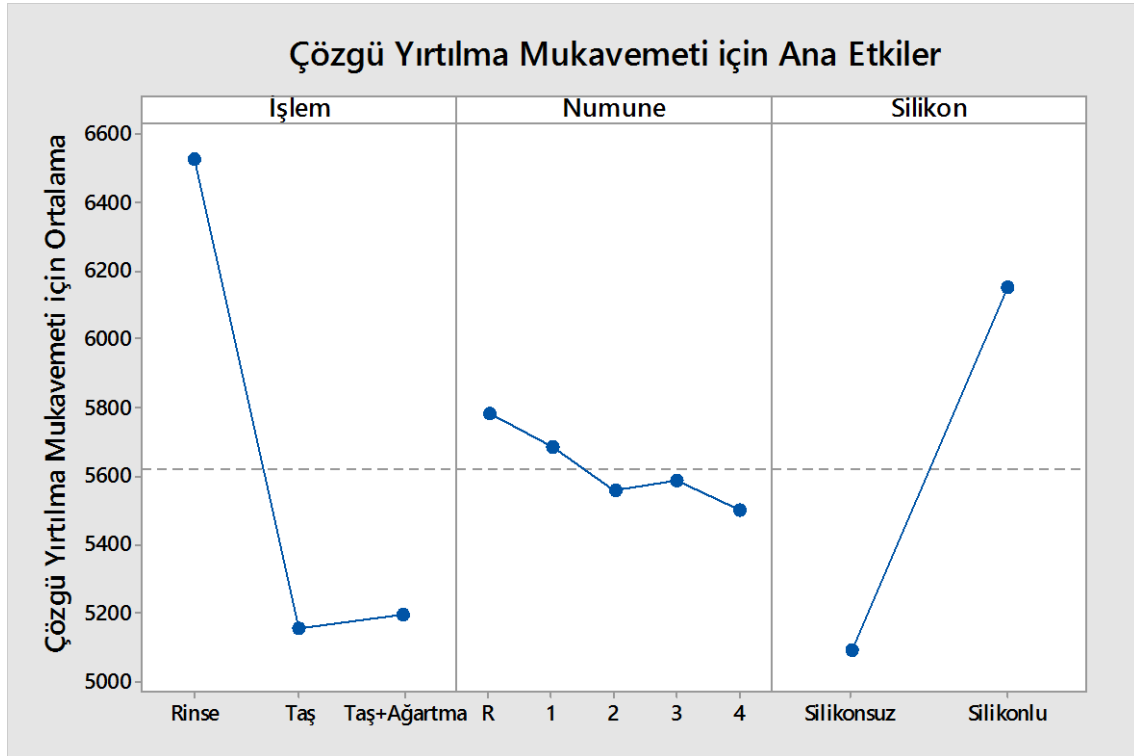
Şekil 5.24. Farklı yıkama işlemleri sonrasında çözgü yırtılma mukavemeti sonuçları

Çözgü yırtılma mukavemeti testi hem silikonlu hem de silikonsuz yıkama işlemi görmüş denim kumaşlara yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde; çözgü yırtılma mukavemeti değerinin atkı yırtılma mukavemeti değerinden fazla olduğu görülmektedir. Çözgü ipliğinin atkı ipliğine göre daha kalın olması çözgü yırtılma mukavemetinin atkı yırtılma mukavemetinden daha yüksek çıkmasına neden olmuştur.

Çizelge 5.16'da farklı yıkama işleminin, atkı iplik tipinin ve silikonun çözgü yırtılma mukavemeti üzerine etkisini görmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre; yıkama işleminin, atkı tipinin ve silikonun çözgü yırtılma mukavemeti üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Çizelge 5.16. Farklı yıkama işlemleri sonrası çözgü yırtılma mukavemeti ANOVA sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Uyarlanmış Karalar Toplamı	Uyarlanmış Kareler Ortalaması	F-Değeri	P-Değeri
İşlem	2	36494731	18247366	7559.71	0.000
Kumaş	4	908079	227020	94.05	0.000
Silikon	1	25340395	25340395	10498.28	0.000
İşlem* Kumaş	8	590554	73819	30.58	0.000
İşlem*Silikon	2	12833479	6416740	2658.39	0.000
Kumaş *Silikon	4	1129916	282479	117.03	0.000
İşlem* Kumaş *Silikon	8	701656	87707	36.34	0.000
Hata	60	144826	2414		
Toplam	89	78143636			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
49.1301	99.81%	99.73%	99.58%		

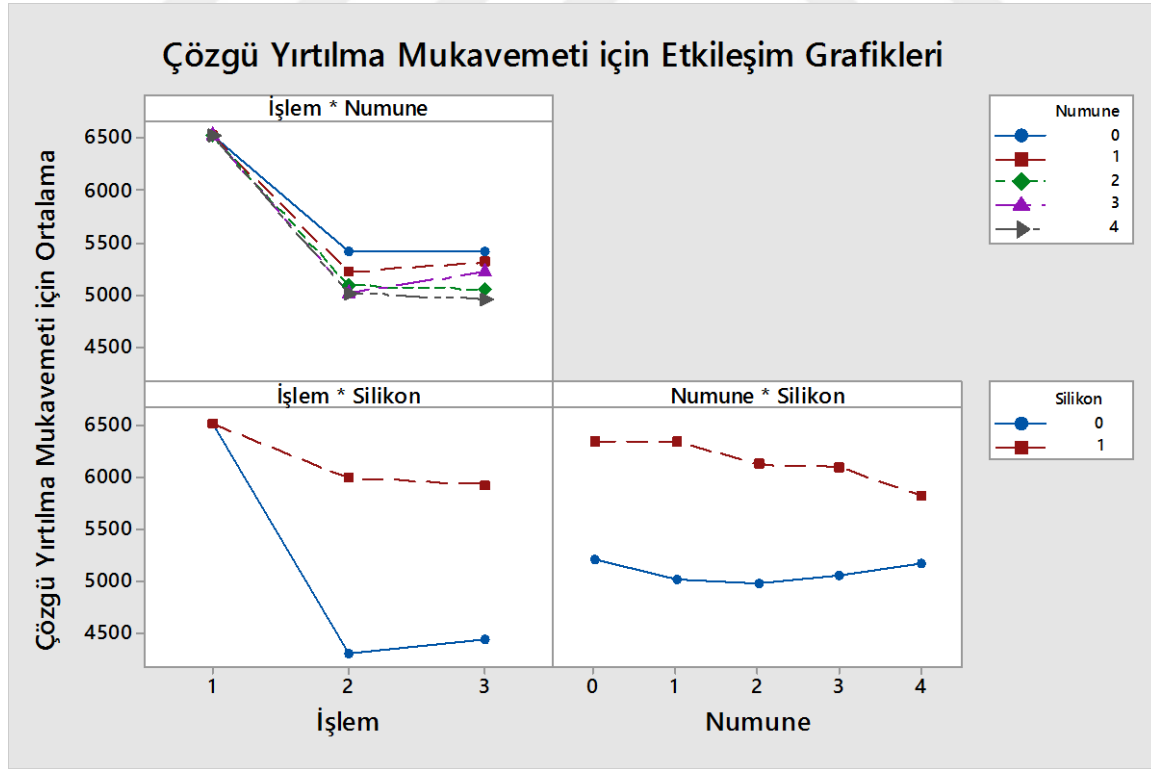


Şekil 5.25. Çözgü yırtılma mukavemeti için ana etkiler grafiği

Şekil 5.25 incelendiğinde yıkama işlemlerinin çözgü yırtılma mukavemeti üzerine büyük bir etkiye sahip olduğu görülebilir, bunun sebebinin yıkama süresi uzadıkça ve ağartma işlemi sonrası lif kaybı oluşmuş olması gösterilebilir. Çizelge 5.17’de numunelerin çözgü yırtılma mukavemeti ortalamalarının ikili karşılaştırılması verilmektedir. Görüldüğü üzere çözgü iplikleri ortak iplik numarası ve sıklığa sahip olduğundan dolayı numune kumaş çözgü yırtılma mukavemetleri yakın değerlerde çıkmıştır. Silikonun çözgü yırtılma mukavemeti üzerine etkisinin pozitif yönde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.17. Numune kumaşların çözgü yırtılma mukavemeti ortalamalarının karşılaştırılması

Numune	N	Ortalama	Grup
R	18	5784.61	A
1	18	5686.83	B
3	18	5588.94	C
2	18	5556.33	C
4	18	5501.94	D

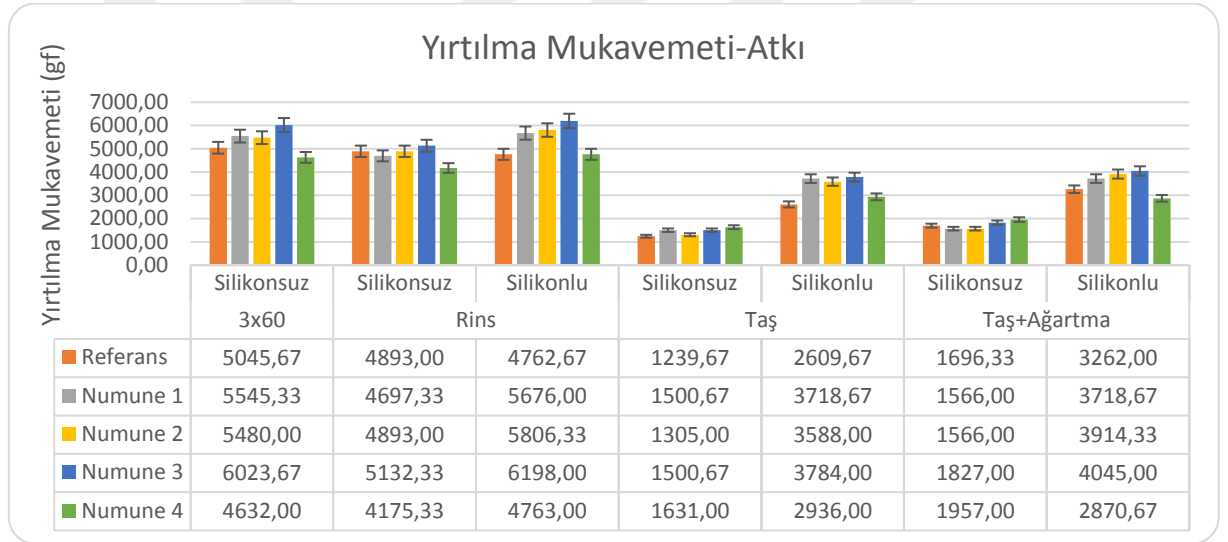


Şekil 5.26. Çözgü yırtılma mukavemeti için etkileşim grafikleri

Şekil 5.26’da çözgü yırtılma mukavemeti etkileşim grafikleri yer almaktadır. Yıkama işlemleri ağırlaştıkça her numune üzerinde çözgü yırtılma mukavemeti için azaltıcı etkisinin olduğu görülmektedir. Silikonun rinse yıkama hariç diğer yıkama işlemleri için etkisi pozitif yöndedir, rinse yıkama üzerine etkisi olmamasının sebebinin yırtılma mukavemetinin rinse yıkamada maksimum değerde olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Silikonun her bir numune için çözgü yırtılma mukavemeti üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu görülmektedir.

5.5.2. Atkı Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları

Kumaşlara uygulanan farklı yıkama işlemleri sonrası elde edilen atkı yırtılma mukavemeti test sonuçları Şekil 5.27’de yer almaktadır. Atkı yırtılma mukavemeti testi hem silikonlu hem de silikonsuz yıkama işlemi görmüş denim kumaşlara yapılmıştır.



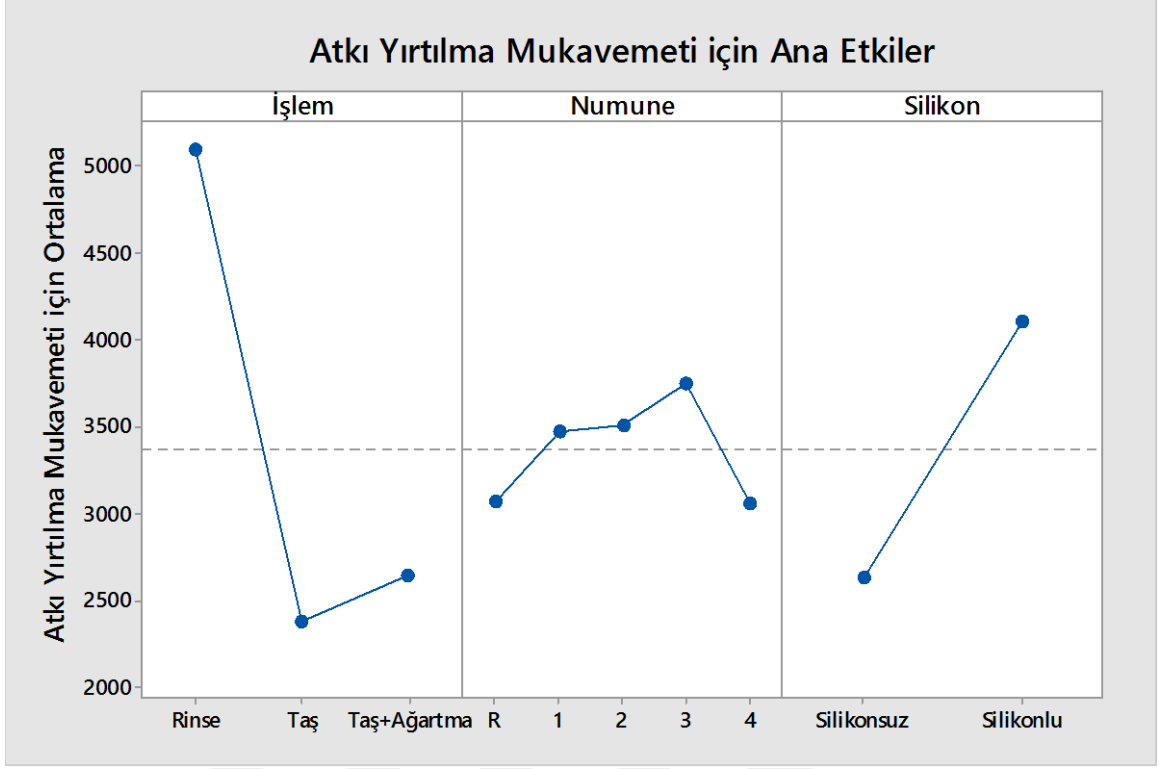
Şekil 5.27. Farklı yıkama işlemleri sonrasında atkı yırtılma mukavemeti sonuçları

Çizelge 5.18’de farklı yıkama işleminin, atkı iplik tipinin ve silikonun atkı yırtılma mukavemeti üzerine etkisini görmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre; yıkama işleminin, atkı tipinin ve silikonun atkı yırtılma mukavemeti üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Çizelge 5.18. Farklı yıkama işlemleri sonrası atkı yırtılma mukavemeti ANOVA sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Uyarlanmış Karalar Toplamı	Uyarlanmış Kareler Ortalaması	F-Değeri	P-Değeri
İşlem	2	134964357	67482178	16223.93	0.000
Kumaş	4	6470754	1617688	388.92	0.000
Silikon	1	48720261	48720261	11713.23	0.000
İşlem* Kumaş	8	1800543	225068	54.11	0.000
İşlem*Silikon	2	7004903	3502452	842.05	0.000
Kumaş *Silikon	4	4327532	1081883	260.1	0.000
İşlem* Kumaş *Silikon	8	801352	100169	24.08	0.000
Hata	60	249565	4159		
Toplam	89	204339268			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
64.4936	99.88%	99.82%	99.73%		

Şekil 5.28 incelendiğinde yıkama işlemlerinin atkı yırtılma mukavemeti üzerinde en büyük etkiye sahip olduğu söylenebilir, yıkama işlemi ağırlaştıkça rinseden taş yıkamaya doğru atkı yırtılma mukavemetinin azaldığı görülmektedir. Çizelge 5.19’da numunelerin atkı yırtılma mukavemeti ortalamalarının ikili karşılaştırılması verilmektedir. Referans ve 4 nolu numune hariç diğer numunelerin atkı yırtılma mukavemeti değerleri tolerans dahilinde çıkmıştır. Görüldüğü üzere en düşük atkı kopma mukavemeti değeri Ne 16/1 (Tencel/Pamuk 50/50+78 dtex Elastan) atkı ipliği kullanılarak üretilen referans kumaş numunesi ve Ne 16/1 (Tencel/Pamuk 50/50+55 dtex T400+78 dtex Elastan) çift çekirdekli atkı ipliği kullanılarak üretilen 4 nolu numuneye ait iken, en yüksek değerler Ne 16/1 (Tencel/PES 50/50+78 dtex Elastan) atkı ipliği kullanılarak üretilen 3 nolu kumaş numunesidir. Çıkan sonuçlar doğrultusunda atkıya polyester eklemenin atkı yönü yırtılma mukavemeti değerleri için olumlu bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Silikonun atkı yırtılma mukavemeti üzerinde pozitif etkisi olduğu görülmektedir.

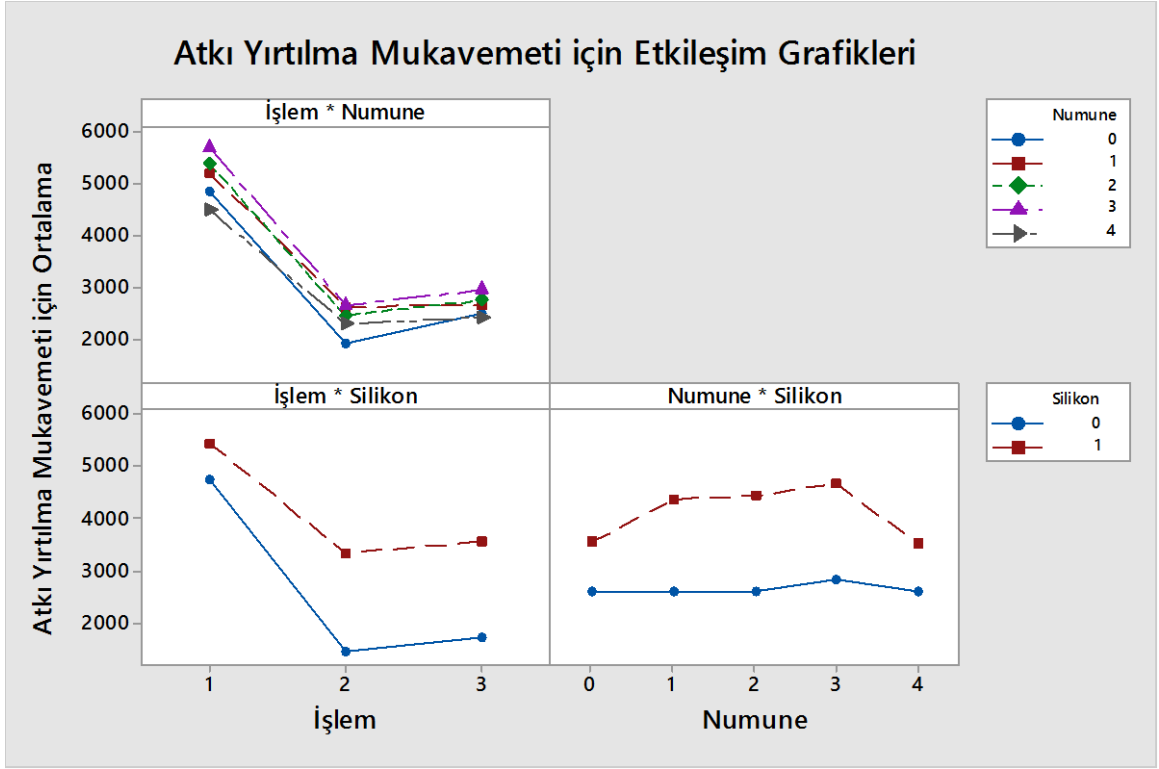


Şekil 5.28. Atkı yırtılma mukavemeti için ana etkiler grafiği

Çizelge 5.19. Numune kumaşların atkı yırtılma mukavemeti ortalamalarının karşılaştırılması

Numune	N	Ortalama	Grup
3	18	3747.83	A
2	18	3512.11	B
1	18	3479.56	B
R	18	3077.22	C
4	18	3055.5	C

Şekil 5.29’da atkı yırtılma mukavemeti etkileşim grafikleri yer almaktadır. Yıkama işlemlerinin ağırlaştıkça her numune üzerinde atkı yönü yırtılma mukavemeti için azaltıcı etkisinin olduğu görülmektedir. Silikonun her yıkama işlemi için yırtılma mukavemetini artırıcı etkisi vardır, silikonun her numune için de atkı yırtılma mukavemeti üzerinde mukavemeti artırıcı etkisi olduğu görülmektedir.



Şekil 5.29. Atkı yırtılma mukavemeti için etkileşim grafikleri

6. SONUÇLAR

Streç denim kumaşların elastikiyet ve geri toplama özelliklerine dokuma kumaş parametrelerinin etkisinin incelenmesi başlıklı bu tez çalışması kapsamında halihazırda üretilmekte olan streç denim bir kumaşın müşteri şikayetleri doğrultusunda kalıcı uzama değerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda kumaşın genel görünüm, tuşe, gramaj özelliklerini çok fazla değiştirmeden çözgü ipliği sabit tutularak (Ne 10/1 penye ring (Tencel/Pamuk 50/50) ve atkı ipliklerinin (Ne 16/1; 50/50 Tencel /Pamuk +78 dtex elastan, 50/50 Tencel /Polyester +78 dtex elastan ve 50/50 Tencel /Pamuk +55 dtex T400+78 dtex elastan) farklı oranlarda atılmasıyla Dimi 3/1 Z doku yapısında dört yeni kumaş üretilmiştir.

Elde edilen kumaşlara sanayi tipi yıkama olan rinse yıkama, taş yıkama ve taş+ağartma yıkamalar yapılmış ayrıca silikonun da kumaş performansına etkisinin incelenmesi için her bir yıkama hem silikonlu hem de silikonsuz olarak uygulanmıştır. Bu numunelere elastikiyet, kalıcı uzama, boyutsal değişim, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti ve gramaj testleri yapılmış ve değerleri incelenmiştir. Yapılan tüm testler istatistiksel olarak da değerlendirilmiştir.

Yapılan tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen değerlendirmeler ve sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

- Yıkama işleminin ve atkı iplik tipinin kumaş **gramaj** değeri üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Çıkan sonuçlar %5 üretim toleransı dahilinde olmakla beraber çift çekirdekli atkı ipliğinin kullanıldığı 4 nolu numunenin kumaş çekme değerlerinin daha fazla olmasından kaynaklı gramaj değerlerinin de en yüksek çıktığı söylenebilir. Rinse yıkamanın, proses adımı olarak az, süre olarak kısa ve daha az kimyasal içermesi nedeniyle kumaş performansı üzerindeki etkisi diğer yıkamalara göre en düşük değere sahiptir. Taş yıkama ve taş+ağartma işlemleri rinse yıkama üzerine yapıldığından ve bu işlemlerde de çok yakın mekanik etki olduğundan rinse yıkamaya göre gramaj değerleri daha yüksek çıkmıştır. 3x60 ev tipi yıkama işleminin ise süresinin fazla olması aynı sonucu doğurmuştur.
- Çalışmada incelenen yıkama işlem tipi, atkı ipliği çeşidi, yıkamada silikon kullanılıp kullanılmaması faktörlerinin ve her bir faktörün etkileşimlerinin kumaş **elastikiyeti** üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Çift

çekirdekli atkı ipliğinin kullanıldığı 4 nolu numunenin en yüksek elastikiyet değerine sahip olduğu görülmüştür. Silikonun lifler arasındaki sürtünmeyi azaltıp liflere daha rahat hareket kabiliyeti kazandırmasından kaynaklı elastikiyeti arttırıcı etkiye sahip olduğu söylenebilir. En kısa ve basit yıkama olan rinse yıkamada elastikiyet değerlerinin en küçük çıktığı, en yüksek elastikiyet değerlerinin ise en uzun yıkama işlemi olan 3x60 ev tipi yıkamaya ait olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin kumaşlardaki çekme yani boyutsal değişim ile de yakından ilgisi olduğu düşünülmektedir. Kumaşların daha fazla çekmesi elastikiyet ölçümleri sırasında öncelikle kıvrımın giderilmesi ardından ise uzama yönlü davranışın gerçekleşmesine neden olmaktadır. Bu sebeple de bu yıkamadaki mekanik etkinin ve sürenin artması elastikiyeti bir miktar artmasına yol açmıştır.

- Yıkama işleminin, atkı iplik tipinin, silikonun kumaş **kalıcı uzama** üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Bütün sonuçlara bakıldığında en iyi değerlerin 3 nolu numuneye ait olduğu görülmektedir, dolayısıyla polyesterin kalıcı uzama üzerinde olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Rinse yıkamada kalıcı uzama değeri en düşük seviyedeysen, taş+ağartma yıkamada mamulü yıpratıcı bir etkisi olması sebebiyle kalıcı uzama üzerine olumsuz etkisi olduğu görülmektedir. Silikonun lifler arasındaki sürtünmeyi azaltıp liflere daha rahat hareket kabiliyeti kazandırmasından kaynaklı kalıcı uzama değerini iyileştirdiği söylenebilir.
- Yıkama işleminin, atkı iplik tipinin, silikonun kumaş **geri toplaması** üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Bütün sonuçlar incelendiğinde en iyi değerlerin 3 ve 4 nolu numunelere ait olduğu, bunun sebebinin de polyesterin kalıcı uzama değerleri üzerindeki olumlu etkisinin kumaşın geri toplama özellikleri üzerinde de iyileştirici etkiye sahip olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Yıkama işlemlerinin, rinse yıkamadan taş yıkamaya doğru artan mekanik etki sebebiyle ve oluşan lif kaybından dolayı önce kumaş geri toplama özelliğini azaltıcı, ancak taş+ağartma yıkamada süresinin artmasıyla birlikte liflerin enine kesitlerinin şişerek boydan çekmesi sebebiyle geri arttırıcı etkiye sahip olduğu görülmektedir. Geri toplama değerleri üzerinde silikonun olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Silikonun lifler arasındaki sürtünmeyi azaltıp

liflere daha rahat hareket kabiliyeti kazandırmasından dolayı kumaşların geri toplama kabiliyetlerini iyileştirici etkisi olduğu söylenebilir.

- Yıkama işleminin, atkı tipinin **çözgü yönü boyutsal değişimi** üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmışken, silikonun çözgü yönü boyutsal değişim üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Yıkama işlemine tabi tutulan bütün numune kumaşlarda yıkama sırasında liflerin şişmesi ve ipliklerin enine kesitinin artmasıyla birlikte boylarında kısıalma meydana gelmiştir. 2 nolu kumaşın çözgü çekmesinden dolayı egalize olması gerekirken diğer numunelerde değerler tolerans dahilindedir.
- Yıkama işleminin, atkı tipinin, silikonun ve her bir faktörün kesişimlerinin **atkı yönü boyutsal değişim** üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Atkı yönü boyutsal değişiminin en yüksek olduğunu numune çift çekirdekli atkı ipliğinin kullanıldığı 4 nolu numunedir, elastikiyetinin en yüksek değere sahip olması atkı çekmelerini arttırmıştır. Silikonun atkı yönü boyutsal değişim üzerinde arttırıcı etkisi olduğu görülmektedir.
- Yıkama işleminin, atkı tipinin, silikonun ve her bir faktörün kesişimlerinin **çözgü yönü kopma mukavemeti** üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Çözgü ipliğinin atkı ipliğine göre daha kalın olması ve çözgü sıklığının atkı sıklığına göre daha yüksek olması çözgü kopma mukavemetinin atkı kopma mukavemetinden daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. Çözgü iplikleri ortak olduğundan kopma mukavemeti değerleri birbirine yakın çıkmıştır.
- Yıkama işleminin, atkı tipinin ve silikonun **atkı yönü kopma mukavemeti** üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. F değerleri incelendiğinde yıkama işleminin 934,04 değeri ile atkı yönünde kopma mukavemeti üzerine en yüksek etkiye sahip olduğu görülmektedir. En yüksek değer 3 nolu numuneye, en düşük değer ise referans numunesine ait olduğu görülmektedir. Dolayısıyla polyester içeriğin kumaş kopma mukavemeti üzerine olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Silikonun hem atkı hem çözgü kopma mukavemeti üzerine olumsuz etkisi olduğu görülmektedir. Kopma mukavemetinde hem atkı hem

çözgü yönünde en yüksek değer rinse yıkamaya ait iken taş+ağartmada oluşan lif kaybı sebebiyle en düşük değerler çıkmıştır.

- Yıkama işleminin, atkı tipinin ve silikonun **çözgü yırtılma mukavemeti** üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. F değerleri incelendiğinde silikon yıkamanın 10498,28 değeri ile çözgü yırtılma mukavemeti üzerine en yüksek etkiye sahip olduğu görülmektedir. Çözgü ipliğinin atkı ipliğine göre daha kalın olması çözgü yırtılma mukavemetinin atkı yırtılma mukavemetinden daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. Çözgü iplikleri ortak olduğundan yırtılma mukavemeti değerleri birbirine yakın çıkmıştır.
- Yıkama işleminin, atkı tipinin ve silikonun **atkı yırtılma mukavemeti** üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. F değerleri incelendiğinde yıkama işleminin 16223,93 değeri ile atkı yırtılma mukavemeti üzerine en yüksek etkiye sahip olduğu görülmektedir. Çıkan sonuçlar doğrultusunda atkıya polyester eklemenin atkı yönü yırtılma mukavemeti değerleri için olumlu bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Silikonun hem çözgü hem de atkı yırtılma mukavemeti üzerinde pozitif etkisi olduğu görülmektedir. Yırtılma mukavemetinde hem atkı hem çözgü yönünde en yüksek değer rinse yıkamaya ait iken taş yıkamada lifler mekanik olarak zarar görmektedir, yaşanan lif kaybı sebebiyle en düşük değerler çıkmıştır.

Genel olarak sonuçlara bakıldığında; kumaş içeriğindeki polyester oranı artışının elastikiyet, kalıcı uzama, boyutsal değişim, kopma ve yırtılma mukavemet değerleri üzerinde paralel oranda iyileştirici etkiye sahip olduğu, yıkama işlem süresinin ve yıkama mekanik etkisinin kumaşların elastikiyetini bir miktar arttırırken, kalıcı uzama, boyutsal değişim, kopma ve yırtılma mukavemet değerleri üzerine olumsuz etkiye sahip olduğu, yıkamada silikon kullanımının elastikiyet, kalıcı uzama ve yırtılma mukavemeti üzerinde iyileştirici etkisi var iken, boyutsal değişim ve kopma mukavemeti üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bütün test sonuçları incelendiğinde 3 no'lu numunenin (Ne 16/1 Tencel/PES 50/50 + 78 dtex Elastan) en başarılı sonuçlara sahip olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Acar, A. (2005). *Denim kumaş hatalarının optimizasyonuna yönelik çözüm önerileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akçakoca Kumbasar, E. P. (1999). Denim Kumaşlar ve İndigo Boyamacılığı. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 9, 136–143.
- Akçan, A. (2001). *Lycra'lı dokuma kumaşların üretimi lycralı dokuma kumaşlarda boyut değişimi*. (Yüksek Lisans Tezi), Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Ancutiene, K., Koldinska, M., & Havelka, A. (2017). Investigation of tensile resilience properties of stretch denim fabrics. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 42(2), 175–182.
- Anonim. (2006). Material of the Month Lycra. *Material World*, 7, 33.
- Arıkan, T., Çavuşoğlu, B., Alver, Y., Çil, Z. E., Akkaya, M. Ş., & Karagüzel Kayaoğlu, B. (2015). Effects of different industrial washing processes on strength and physical properties of denim fabrics. *Tekstil ve Mühendis*, 22(100), 54–68.
- Babaarslan, O., Balcı, H., & Güler, Ö. (2007). Effect of elastane on the properties of pes/vis blend woven fabrics. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2, 110–114.
- Bağıran, İ. C. (2011). *Denim yıkamada karşılaşılan sorunlar ve bunlara yönelik çözüm önerileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Baykuş, D., & Oğulata, R. T. (2019). Denim kumaşlarda özlü iplik kullanımının elastikiyet ve kalıcı uzama özelliklerine etkisi. *Tekstil ve Mühendis*, 26, 372–380.
- Bedez Ute, T. (2019). Analysis of mechanical and dimensional properties of the denim fabrics produced with double-core and core-spun weft yarns with different weft densities. *The Journal of The Textile Institute*, 110(2), 179–185.
- Bilir, M. Z. (2008). *Farklı lineer yoğunluk ve elastan oranlarında eğrilmiş pamuk ipliklerinin gömleklik kumaş özelliklerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Biterge, Ş. (2019). *Seçilmiş ipliklerden dokunmuş çift yönlü esnek (bi-streç) denim kumaşların performans özelliklerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

- Çataloğlu, A. (2007). *Elastan karışımı denim kumaşların elastikiyet ve kalıcı deformasyon özellikleri üzerine bir araştırma*. (Yüksek lisans Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Coşkun, M. T. (2010). *Pes/vis/ea (polyester/viskon/elastan) içerikli kumaşlarda atkıda kullanılan viskon filamentinin kumaş performans özelliklerine etkilerinin araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Elmalı, H. (2008). *Elastan iplik kullanımının kumaş özelliklerine etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Erdil, T. (2002). *Yapısında belirli oranda lycra içeren kumaşlarda, lycrada oluşabilecek bozunma (çürüme) nedenlerinin araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi) Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Ertaş, O. G., Zervent Ünal, B., & Çelik, N. (2016). Analyzing the effect of the elastane-containing dual-core weft yarn density on the denim fabric performance properties. *The Journal of The Textile Institute*, 107(1), 116–126.
- Kan, C. W., & Yuen, C. W. M. (2009). Evaluation of the performance of stretch denim fabric under the effect of repeated home laundering processes. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 2(2–3), 71–79.
- Karaaslan, F. (2017). *Dokuma kumaşların yaş işlemler sonrası çekme davranışlarının incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Karagöz, U. O. (2017). *Farklı yarı mamul denim kumaş konstrüksiyonlarının giysi hareket konforu üzerine etkilerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Kavuzlu, M. (2019). *Denim ve spor giyim ürünlerinde PBT'nin kumaş fiziksel performansına etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Köksal, F. (2015). *Denim yıkamada renk varyasyonlarının nedenlerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Nergis, A. (2016). *Denim kumaşlarda farklı yıkama proseslerinin kumaş performans özelliklerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Piccinini, P., & Senaldi, C. (2011). *Fibre labelling Elastomultiester - DuPont*. JRC Scientific and Technical Reports.
- Qadir, B., Hussain, T., & Malik, M. (2014). Effect of elastane denier and draft ratio of core-spun cotton weft yarns on the mechanical properties of woven fabrics. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 9(1), 23–31.
- Şekerden, F. (2009). *Pes/vis/lycra içerikli atkı elastan dokumalarda çeşitli dokuma faktörlerinin kumaşın fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisinin incelenmesi*. (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Seyrek Kurban, N., & Babaarslan, O. (2019). Süper streç denim kumaşların özelliklerine dair literatür incelemesi. *Tekstil ve Muhendis*, 26(113), 104–115.
- Türksoy, H. G., & Üstünağ, S. (2015). Elastic hybrid yarns for denim fabrics. *Industria Textila*, 66(5), 306–313.
- Üstünağ, S. (2014). *Denim kumaş üretiminde kullanılacak yapıda elastik hibrit ipliklerin geliştirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Hatay’da doğdu. İlkokulu Hatay’da, ortaokulu İzmir’de tamamladı. Lise öğrenimini Seferihisar Asil Nadir Çok Programlı Lisesi’nde tamamladıktan sonra lisans eğitimine Kayseri Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde devam etmiştir. 2011 yılında üniversiteden mezun olduktan sonra Kipaş Holding A.Ş.’de Tekstil Mühendisi olarak işe başlayan Dilara KONAL halen bu şirketteki görevine devam etmektedir. Ayrıca 2014 yılında Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi İşletme Bölümü’nden mezun olmuştur.

