



**R-PET İPLİK İÇEREN ÜST GİYİMLİK
DOKUMA KUMAŞLAR ÜZERİNE BİR
ÇALIŞMA**

Gül KAVLAK

Yüksek Lisans Tezi

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

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

R-PET İPLİK İÇEREN ÜST GİYİMLİK DOKUMA KUMAŞLAR
ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Gül KAVLAK

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. H. Ziya ÖZEK

TEKİRDAĞ-2020

Her hakkı saklıdır.



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

Gül KAVLAK

İMZA



Bu tez (TÜBİTAK / SANTEZ / NKÜBAP vb.) tarafından
..... numaralı proje ile desteklenmemiştir.

Prof. Dr. H. Ziya ÖZEK danışmanlığında, Gül KAVLAK tarafından hazırlanan '**R-PET İplik İçeren Üst Giyimlik Dokuma Kumaşlar Üzerine Bir Çalışma**' başlıklı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından 27/10/2020 tarihinde Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği /~~oy çokluğu~~ ile kabul edilmiştir

Jüri Başkanı : Prof. Dr Pelin GÜRKAN ÜNAL

İmza:

Üye : Prof. Dr. Burçak KARAGUZEL KAYAOĞLU

İmza:

Üye : Prof. Dr. H. Ziya ÖZEK

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç.Dr. Bahar UYMAZ
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

R-PET İPLİK İÇEREN ÜST GİYİMLİK DOKUMA KUMAŞLAR ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Gül KAVLAK

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ziya ÖZEK

Bu çalışmada farklı oranlarda r-PET iplik içeren dokuma kumaşların performans özellikleri incelenmiştir. Kumaşlar üst giyimde kullanılacak şekilde tasarlanmıştır. Tez kapsamında toplam 18 adet kumaş dokunmuştur. Dokunan kumaşlar karışımlarına göre 4 grupta incelenmiştir. Her grupta r-PET ve PES karışımı olarak ayrı ayrı kumaşlar dokunmuştur. Test sonuçlarına göre r-PET karışımı kumaşlar ile PES karışımı kumaşlar karşılaştırılmıştır. Test sonuç değerleri arasında farklılar gözlemlenmiştir. Ancak kumaş performansını olumsuz etkileyecek bir sonuç tespit edilmemiştir.

Anahtar kelimeler: r-PET, dokuma kumaş, geri dönüşüm kumaş

2020, 83 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

A STUDY OF WOVEN APPAREL FABRICS CONTAINING R-PET YARNS

Gül KAVLAK

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Textile Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ziya ÖZEK

In this study, the performance characteristics of woven fabrics containing different proportions of r-PET yarn were examined. A total of 18 fabrics were woven within the scope of the thesis. Woven fabrics were examined in 4 groups according to their blends. Different fabrics were woven in ELch group with a mixture of r-PET and PES. According to the test results, r-PET blended fabrics and PES blended fabrics were compared. Differences were observed between the Test result values. However, no result has been determined that will negatively affect fabric performance.

Key words: r-PET, woven fabric, recycling fabric

2020, 83 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGE DİZİNİ.....	v
ŞEKİL DİZİNİ.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	x
TEŞEKKÜR.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR.....	3
2.1 Geri Dönüşüm ve Önemi	3
2.2 Atıkların Yönetilmesi	4
2.3 Polyester Lifi.....	5
2.4. Polyester Geri Kazanım İşlemleri	8
2.5. Literatür Özeti.....	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1. Deney Planı ve Numune Kumaş Bilgileri	19
3.1.1. Deney Planı Numuneleri	20
3.2. Test Yöntemleri	25
3.2.1. Mukavemet Testleri	26
3.2.2. Boncuklanma (Pilling) Testi.....	27
3.2.3. Çekmezlik Testleri.....	28
3.2.4. Haslıklar.....	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	33
4.1. Numune Kumaşların Özellikleri.....	33
4.2. Kopma Mukavemeti Testi Bulguları	34
4.3. Yırtılma Mukavemeti Testi Bulguları	39
4.4. Boncuklanma (Pilling) Testi Bulguları.....	43
4.5. Yıkama Çekmezliği Testi Bulguları	46
4.6. Buhar Çekmezliği Testi Bulguları	52
4.7. Haslıklar.....	59
4.7.1. Yıkama Haslığı Test Bulguları	59
4.7.2. Su Haslığı Test Bulguları.....	65

4.7.3. Ter Haslığı Test Bulguları	71
5.SONUÇ	76
6.KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ	83



ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 2.1. Polyester Polimerinin Sınıflandırılması	6
Çizelge 2.2. Geri dönüşüm polyester ile yeni polyesterin özelliklerinin karşılaştırılması (Radhakrishnan, Vetrivel, Vinodkumar, Palanisamy, 2020)	12
Çizelge 2.3. Geri dönüşüm polyester kullanmanın avantaj ve dezavantajları (Radhakrishnan, Vetrivel, Vinodkumar, Palanisamy, 2020)	13
Çizelge 3.1. Birinci grup numune (PES-Viskon-Elastan Karışımı) çalışmalarına ait iplik teknik özellikleri	23
Çizelge 3.2. İkinci grup numune (PES-Pamuk-Viskon-Elastan Karışımı) çalışmalarına ait iplik teknik özellikleri	25
Çizelge 3.3. Üçüncü grup numune (PES-Pamuk-EL Karışımı) çalışmalarına ait iplik teknik özellikleri	26
Çizelge 3.4. Dördüncü grup numune (% 100 PES) çalışmalarına ait iplik teknik özellikleri	27
Çizelge 4.1. Birinci grup numune (PES-Viskon-EL Karışımı) konstrüksiyon bilgileri	33
Çizelge 4.2. İkinci grup numune (PES-Pamuk-Viskon-Elastan Karışımı) çalışmalarına ait konstrüksiyon özellikleri	35
Çizelge 4.3. Üçüncü grup numune (PES- Pamuk Karışımı) konstrüksiyon bilgileri	36
Çizelge 4.4. Dördüncü grup numune (% PES) konstrüksiyon bilgileri	36
Çizelge 4.5. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) numunelerin kopma mukavemeti test sonuçları	37
Çizelge 4.6. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) numunelerin kopma mukavemeti test sonuçları	37
Çizelge 4.7. Üçüncü grup (PES- Pamuk Karışımı) numunelerin kopma mukavemeti test sonuçları	39
Çizelge 4.8. Dördüncü grup (%100 PES) numunelerin kopma mukavemeti test sonuçları ...	40

Çizelge 4.9. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait yırtılma mukavemeti test sonuçları	41
Çizelge 4.10. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait yırtılma mukavemeti test sonuçları	40
Çizelge 4.11. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait yırtılma mukavemeti test sonuçları	41
Çizelge 4.12. Dördüncü grup (% 100 PES) nunune çalışmalarına ait yırtılma mukavemeti test sonuçları.	42
Çizelge 4.13. Dört gruba ait nununelerin boncuklanma test sonuçları	43
Çizelge 4.14. Birinci grup (PES-Viskon--EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları	49
Çizelge 4.15. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları	48
Çizelge 4.16. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları	50
Çizelge 4.17. Dördüncü grup (% 100 PES) nunune çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları	51
Çizelge 4.18. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları	53
Çizelge 4.19. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları	54
Çizelge 4.20. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları	56
Çizelge 4.21. Dördüncü grup (% 100 PES) nunune çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları	58
Çizelge 4.22. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları	60

Çizelge 4.23. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları	61
Çizelge 4.24. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları.....	61
Çizelge 4.25. Dördüncü grup (% 100 PES) nunune çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları	64
Çizelge 4.26. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları	69
Çizelge 4.27. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları	67
Çizelge 4.28. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) nunune çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları	69
Çizelge 4.29. Dördüncü grup (% 100 PES) nunune çalışmaları ait su haslığı test sonuçları	70
Çizelge 4.30. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) numunelere ait asidik ve alkali ter haslığı test sonuçları	72
Çizelge 4.31. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) numunelere ait asidik ve alkali ter haslığı test sonuçları	73
Çizelge 4.32. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) numunelere ait asidik ve alkali ter haslığı test sonuçları	74
Çizelge 4.33. Dördüncü grup (% 100 PES) numunelere ait asidik ve alkali ter haslığı test sonuçları	75
Çizelge 5.1. Kumaş yapısında geri dönüşüm PET lifi içeriğinin kumaş özelliklerine etkisi	76

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.1. Polyetilen teraftalat kimyasal yapısı ve bileşenleri	7
Şekil 2.2. PET şişe üretim ve geri dönüşüm oranları (Tudball & Mair 2018)	8
Şekil 2.3. Polyester lif üretiminde yeni ve geri dönüşüm lif oranları (Tudball & Mair 2018)..	8
Şekil 2.4. PET şişe üretim ve geri dönüşüm oranları (Tudball & Mair 2018)	9
Şekil 2.5. Geri dönüşüm polyesterin polimerizasyon işlemi	10
Şekil 3.1. Grup çalışmaları için dokunan kumaşlar	20
Şekil 3.2. James HEAL / ElmatELr(Yırtılma mukavemeti test cihazı)	26
Şekil 3.3. James HEAL/ Titan (Kopma mukavemeti tet cihazı)	27
Şekil 3.4. James HEAL / Martindale (Boncuklanma testi cihazı).....	27
Şekil 3.5. James HEAL / Titan(Yıkama çekmezliği test cihazı).....	28
Şekil 3.6. James HEAL / Wıra(Buhar çekmezliği test cihazı)	29
şekil 3.7. Numune kumaşın multifiber kumaş ile dikilmiş hali.....	29
Şekil 3.8. Multifiber kumaş üzerindeki tüyün alınması	30
Şekil 3.9. Test edilmiş multifiber kumaşın karşılaştırılması	30
Şekil 3.10. Haslık test sonucu değerlendirme alanı	31
Şekil 3.11. Gri skalalar	31
Şekil 4.1. Dört gruba ait boncuklanma test sonuçları	45
Şekil 4.2. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları	47
Şekil 4.3. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları	48

Şekil 4.4. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları	50
Şekil 4.5. Dördüncü grup (% 100 PES) çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları...	52
Şekil 4.6. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları	53
Şekil 4.7. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) çalışmalarına ait çözgü yönü buhar çekmezliği test sonuçları	55
Şekil 4.8. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları	57
Şekil 4.9. Dördüncü grup (% 100 PES) çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları	59
Şekil 4.10. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları	60
Şekil 4.11. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları	62
Şekil 4.12. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları	63
Şekil 4.13. Dördüncü grup (% 100 PES) çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları	65
Şekil 4.14. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları	67
Şekil 4.15. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları	69
Şekil 4.16. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları	71
Şekil 4.17. Dördüncü grup (% 100 PES) çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları	71

SİMGELER VE KISALTMALAR

EL	:Elastan
CV	:Viskon
r-PET	:Geri dönüşüm Polyester
PES	:Yeni polyester
COT	:Pamuk
SD	:Standart değer
Kgf	:Kilogram kuvvet
Gf	:Gram kuvvet



TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanıp uygulanmasında katkılarını esirgemeyen, bilgileri ve yol göstericiliği ile çalışmama ışık tutan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ziya ÖZEK ‘ e, üretim çalışmalarımı gerçekleştirdiğim Uğurteks Tekstil San. ve Tic. A.Ő ‘ ye teőekkürü bir borç bilirim. Ayrıca araştırma süresince benden desteğini esirgemeyen başta eşim İbrahim KAVLAK’a, verdiği yaşam enerjisi ile her daim daha güçlü olmamı sağlayan kızım Meryem Nehir KAVLAK’a, her dönem manevi destekleriyle yanımda olan annem ve babam Sevgi ve Muharrem ALTMİŐ’a ve sonrasında tüm aile bireylerime teőekkürlerimi sunarım.

Eylül, 2020



Gül KAVLAK
Tekstil Mühendisi

1. GİRİŞ

Dünyada hızla artan nüfus, beraberinde tüketimin de artmasına neden olmuştur. Tüketimin günümüzde bilinçsizlik düzeyine ulaşmış olması çevre açısından endişe verici bir boyut kazanmıştır. Bu durum çeşitli doğal kaynakların hızla tüketilmesine neden olduğu kadar, bazılarının da zarar görmesine neden olmaktadır. Tüm bu durumlar da geri dönüşüm sürecinin hayatımızda artık olduğundan fazla yer almasını kaçınılmaz kılmıştır.

Hızlı moda anlayışının egemenliği henüz kırılmasa da, çoğu firma bu konuda temkinli ve duyarlı olma gayreti içine girmiştir. Moda ile tüketim arasındaki ilişkilerin sürdürülebilirlik hedefleri ile daha uyumlu kılacak model arayışları sürmektedir. Sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi yaklaşımları, ürünlerin yalnızca üretim süreçleriyle değil; beşikten mezara tüm yaşam çevrimi aşamalarını ele alır. Bu açıdan tekstil malzemelerinin geri dönüşüm olanakları ve yeniden değerlendirilmeleri de çok önemlidir. Geri dönüşüm malzemelerinin belirli oranlarda yeni lifler ile karıştırılıp kullanılması, bu alandaki en kolay ve kabul gören uygulamalardan birisi olarak görünmektedir. Tekstil üretiminde geri kazanılmış malzemeleri kullanmanın çevre ve ekonomik açıdan önemli katkılar sağlama potansiyeli yüksektir. Diğer taraftan giysiler ya da diğer tekstil ürünlerinden çeşitli teknikler ile geri dönüşüm lifleri elde etmenin çok kolay ve ekonomik olmadığına da dikkate çekmek gerekir. Bu nedenle, tekstil ürünlerinin kullanım ömrünü uzatmak ya da ikinci ve üçüncü kullanım yerleri uyarlamak daha pratik ve etkili sürdürülebilirlik yaklaşımlarıdır (Özek, 2019).

Geri dönüşüm polyesterden üretilen lifler ile yapılan çalışmalarda daha çok ikincil amaçlı ürün grupları hedef alınmıştır. Hazır giyim sektöründeki öncü markaların koleksiyonlarını hedefleyen ürünler üzerine yapılan çalışmalar kısıtlıdır. Bu tez çalışmasında, uzun zamandır giyim dışı alanlarda kısmen kullanılan geri dönüşüm ipliklerin, sürdürülebilir moda yaklaşımları kapsamında markalar birliği üyesi firmalar için üst giyimlik kumaşların üretiminde de kullanılabilirliği ve performans düzeyinin yeterliliğini araştırmak hedef alınmıştır. Yapılacak deneysel çalışmada, r-PET lifleri ile en iyi kombinasyonu verecek optimum karışım oranları belirlenmeye çalışılacaktır. Oluşturulan harman kompozisyonlarında liflerin birbirlerini tamamlayıcı özelliklerini bir avantaja dönüştürmek amaçlanmıştır. Bu çalışmada özellikle bayan üst giyimlik kumaşlar için r-PET iplikleriyle viskon, elastan ve yeni polyester lif karışımlarından oluşan farklı kumaş yapılarının üretilmesi ve bunların performans değerlerinin analiz edilmesi hedef alınmıştır. Tez çalışması, bir endüstriyel ar-ge merkezi ile işbirliği içinde yürütülmüştür.

Geri dönüşüm lif ve iplik üretimi ve kullanımı, doğal ve sentetik liflerin geneli için mümkün görünüyor olsa da; pamuk ve polyester lifinin geri dönüşümleri daha fazla öne çıkmaktadır. Tekstilde en çok kullanılan lif olan polyester liflerinin geri dönüşümü; sürdürülebilir ve çevreci üretim açılarından çok etkili bir çözüm olarak değerlendirilmelidir. Fakat, geri dönüşüme uğrayan asıl malzemenin, lif formundaki polyester değil de, enjeksiyon ya da ekstrüzyon şişirme tekniğiyle üretilen polietilen dimetil teraftalat (PET) olduğunu vurgulamak gerekir. Özünde her ikisi de aynı kimyasal yapıya sahip termo plastik polyesterdir; yani petrokimyasal kökenli etilen glikol ve dimetil teraftalatın polimerizasyon tekniğiyle sentezlenmesi sonucu oluşan polietilen dimetil teraftalat (PET) polimerinden üretilir. PET polimerinin ekstrüzyon yöntemiyle düzelerden çekilmesiyle polyester lifi elde edilirken, şişirme tekniğiyle üretim sonucunda da PET şişeler elde edilir. Geri dönüşüm polyester lifi, şeffaf plastik PET şişelerden elde edildiği için r-PET lifi olarak adlandırılmaktadır. İlk kez 1977 yılında gerçekleştirilen geri dönüşüm işlemi (Park ve Kim, 2014) üzerinde süren çalışmalar sonucunda; konfeksiyon ürünlerinde kullanabilmek için çekilen filament kalınlığını 3 denyenin altına düşüren özgün bir tekniğin geliştirilmesi 1993 yılında başarılımıştır. Geri dönüşüm PES lifini tekstilde ticari olarak ilk kez kullanmaya da aynı yıl ABD kökenli Patagonia firması başlamıştır.

Biyolojik çözünebilirlik özelliği olmayan ve ancak yeraltı dolgusu olarak bertarafı söz konusu olan bu atıkların geri dönüşüme tabii tutulması, sürdürülebilir üretim yaklaşımı açısından mükemmel bir seçenek olmuştur. Üstelik bu geri dönüşüm sürecindeki enerji tüketimi de, yeni polyester lifi üretimindeki üçte ikisinden daha az olmaktadır. Tekstil üretiminde en çok kullanılan lif türü olan polyester lifleri için, uygun bir geri dönüşüm çevriminin varlığı stratejik olarak da önemlidir. Yaygın kullanım olanağı da, bu tip liflerin geri dönüşümünü özendirici bir unsur olarak etkilemektedir. Ayrıca, sentetik liflerin eriyik haline getirilerek yeniden istenilen lif özelliklerinde çekilebilmesi de, hem ortalama standart sağlama hem de maliyet açısından önemli bir avantaj oluşturmaktadır.

Tekstil üretiminde en yaygın bilinen Küresel Geri dönüşüm Sertifikası (GRS 4.0) için kullanılması gereken minimum geri dönüşüm lif miktarı % 20'dir. Bu tez çalışmasında, r-PET ipli oranı % 20 'den az olmayacak şekilde değişik harman kompozisyonlarından oluşan numuneler üretilmiştir.

2. LİTERATÜR

2.1 Geri Dönüşüm ve Önemi

Arabacı çalışmasında Tekstil ve Hazır giyim sektöründe çeşitli atıkların söz konusu olduğunu belirtmiştir. Elyaf oluşum sürecinden son ürün oluşum sürecine kadar çok çeşitli atıklar meydana gelmektedir. Bu atıkların sadece temizleme işlemi uygulanarak tekrar kullanılmasına yeniden kullanmadır.. İşlenebilir özellikte olan atıkların, belli bir fiziksel ve kimyasal uygulamalara tabi tutularak tekrar hammaddeye dönüştürülmesine ise geri dönüşüm denir (Özgen, 2005).

Geri kazanım; yeniden kullanım ve geri dönüşüm kavramlarını da kapsayan atıkların özelliklerinden yararlanılarak içindeki bileşenlerin başka ürünlere ve enerjiye çevrilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Atmaca, 2004: 24).

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde (2015) bu kavramlar şöyle tanımlanmıştır:

Geri dönüşüm: Enerji geri kazanımı ve yakıt olarak kullanımı ya da dolgu yapmak üzere atıkların tekrar işlenmesi hariç olmak üzere, organik maddelerin tekrar işlenmesi dâhil atıkların işlenerek asıl kullanım amacı ya da diğer amaçlar doğrultusunda ürünlere, malzemelere ya da maddelere dönüştürüldüğü herhangi bir geri kazanım işlemi,

Geri kazanım: Piyasada ya da bir tesiste kullanılan maddelerin yerine ikame edilmek üzere atıkların faydalı bir amaç için kullanıma hazır hale getirilmesinde yer alan ve kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların (bileşenlerin) geri kazanımı gibi çeşitli işlemleri

Yeniden kullanım: Ürünlerin ya da atık olmayan bileşenlerin tasarlandığı şekilde aynı amaçla kullanıldığı herhangi bir işlemi tanımlar.

Artan tüketim talebi ve azalan doğal kaynak nedenleri ile geri dönüşüm, atık yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır. Geri dönüşüm ile atıkların sınıflandırılması ve kullanılabilir hale getirilmesini sağlamaktadır. Böylece sınırlı hammadde ve madenler sonraki nesillere aktarılacaktır. Aynı zamanda geri dönüşüm daha az enerji kullanımı da beraberinde getirecektir.

Tekstilde kullanılan hammaddeler yün, pamuk, viskon, polyester vb. geri dönüşüm ile tekrar kullanılabilir bir form kazanmaktadır. Projemiz kapsamında geri dönüştürülmüş polyester iplik karışımlarından oluşan dokuma kumaşların performansları karşılaştırılmıştır.

2.2 Atıkların Yönetilmesi

Atıkların oluşumundan bertarafına dek uzanan süreçte insan ve çevre sağlığına zarar vermeden tüm işlemlerin yönetilmesi esastır. Ancak daha önemlisi, atık oluşumunun azaltılması, yeniden kullanımı ya da geri dönüşümünün yapılarak sürdürülebilir bir ekonomik döngü sağlamaktır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca yayınlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde (2015) atıkla ilgili kavramlar şöyle tanımlanmıştır:

Atık: Üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyali tanımlar.

Atık işleme: Atıkların ön işlemler ve ara depolama dâhil olmak üzere yönetmelik ekinde açıklanan geri kazanım ya da bertaraf işlemlerini kapsar.

Atık yönetimi: Atığın oluşumunun önlenmesi, kaynağında azaltılması, yeniden kullanılması, özelliğine ve türüne göre ayrılması, biriktirilmesi, toplanması, geçici depolanması, taşınması, ara depolanması, geri dönüşümü, enerji geri kazanımı dâhil geri kazanılması, bertarafı, bertaraf işlemleri sonrası izlenmesi, kontrolü ve denetimi faaliyetleridir.

Bertaraf: İkincil amacı enerji geri kazanımı olsa dahi geri kazanım olarak kabul edilmeyen ve toprağın altında ya da üstünde depolama gibi yönetmelik ekinde yer alan çok sayıda işlemlerden herhangi birini kullanarak atıkları ortadan kaldırmaktır.

Ambalaj: Hammaddeden işlenmiş ürüne kadar, bir ürünün üreticiden kullanıcıya veya tüketiciye ulaştırılması aşamasında, taşınması, korunması, saklanması ve satışa sunulması için kullanılan herhangi bir malzemedan yapılmış geri dönüşümü mümkün olmayan ürünler de dâhil tüm ürünleri kapsar.

Tekstil üretiminde ortaya çıkan atıklar atık su, hava emisyonları ve katı atıklar olarak üç ana grupta toplanır. Tekstil atıklarını minimize etmeyi hedefleyen bir AB proje çalışması (Resitex Project, 2007) kapsamında, katı atıklar AB Standartlarına göre 4 grupta incelenmiştir.

- Tehlikeli olmayan ambalaj atıkları
- Tehlikeli doğal ambalaj atıkları
- Tehlikeli olmayan atıklar
- Tehlikeli olmayan atıklar

Tekstil esaslı lif, iplik, kumaş ya da benzeri atıklar bu sınıflamada Tehlikeli olmayan atıklar grubunda yer almıştır. Diğer taraftan tüketim ve kullanım açısından ele alındığında; atıklar, tüketim öncesi ve tüketim sonrası olarak ikiye ayrılmaktadır.

Tüketim öncesi atıklar, üretim sürecinde meydana gelen atıklardır. Örneğin ; kumaş kırpıntısı, iplik telefi vb.. üretim esnasında meydana gelen atıklardır.

Tüketim sonrası atıklar ise son tüketiciye ulaşarak işlevini yitirmiş kullanım ömrünü doldurmuş ürünlerdir. Örneğin; PET şişeler, kullanılmış tekstil ürünleri

Tez kapsamında tüketim sonrası geri dönüştürülmüş polyester karışımli iplikler kullanılmıştır.

2.3 Polyester Lifi

2019 yılında dünya genelinde gerçekleşen 111 milyon ton lif üretimin yaklaşık %70 'ini sentetik lifler oluştururken polyester lifi tek başına %52'lik bir paya sahiptir. Son yirmi yıl içinde ikiye katlanan lif üretiminde salan payı yaklaşık 58 milyon ton ile polyester grubu liflerin olmuştur (Textile Exchange, 2020). Geri dönüşüm polyester lifinin bu toplam içindeki payı da 2019 yılı itibariyle % 14'e yükselmiştir, ancak henüz hedeflenen düzeye ulaşabilmiş değildir. Diğer taraftan biyolojik esaslı polyester lif oranı da %1'lere ulaşmıştır (Textile Exchange, 2020). Ham petrol esaslı polyester maliyetinin görece düşük olması, diğer lif tiplerinin pazar paylarının kısıtlı kalmasında önemli bir rol oynamaktadır.

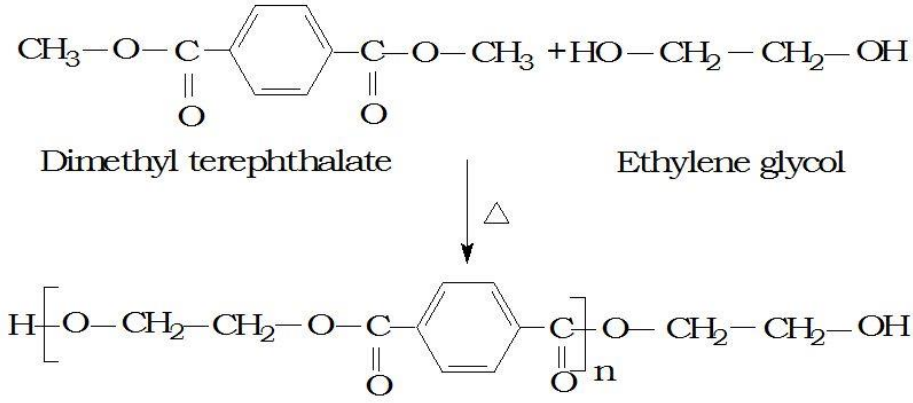
Polyester, genelde kondenzasyon reaksiyon ile elde edilen ve ana yapısında karakteristik ester bağı içeren bir polimer grubudur. Yapısında polietilen teraftalat gibi malzemeler içerir ve yüksek kristalinite özelliğine sahiptir. Polyester grubu polimerlerin genel sınıflandırması Çizelge 2.1'de verilmiştir. Polyester lif formunun dışında da çok farklı kullanım alanlarına sahiptir. Polimerler genel olarak reçine (resin), lif ve film olmak üzere üç temel formda endüstriyel kullanıma sunulurlar. Polyester ailesinde en yaygın kullanılan polimer polietilen teraftalat (PET ya da PETE) 'dır. Sağlam ve şeffaf yapısı ile hafifliği

sayesinde gıda ambalajlarında ve özellikle de su ve benzeri içeceklerin şişelenmesinde çok yaygın kullanılmaktadır. Polyester liflerinin elastik ve geri toplama özelliklerinin iyi olması ile yüksek boyanabilirlik özellikleri sayesinde lif olarak kullanım potansiyeli de çok yüksek olmuştur. (Thiele, 2002).

Çizelge 2.1. Polyester polimerinin sınıflandırılması

Polimer Grubu	Yapısal Özelliği	Kimyasal Bileşik	Polimer Adı
TERMOPLASTİK POLYESTERLER	Lineer aromatik poliesterler	Ftlatlar	<i>Poli(propilen tereftalat) (PPT -PTT)</i>
			<i>Polietilen tereftalat (PET)</i>
			<i>Polibütilen tereftalat (PBT)</i>
			<i>Polietilen isophthalate (PEI)</i>
		Naftalatlar	<i>Polietilen naftalat (PEN)</i>
			<i>Politrimetilen naftalat (PTN)</i>
	<i>Polibütilen naftalat (PBN)</i>		
	Elastomerler		
	Sıvı kristalli poli esterler (LCP)		
	Mühendislik plastikleri		
Alifatik polyesterler			
Polihidroksil alkanolatlar			
TERMOSET POLYESTERLER	Doymamış polyester reçine (UPR)		

PET yaygın olarak bir diklormetoksitin, dikarboksilik asit(teraftalik asit) ve bir diol(etilen glikol) ile birleştirilerek metanolün yok edilmesiyle elde edilir. Kimyasal yapısı ve bileşenleri Şekil 2.2 de verilmiştir. Temel polimer yapısını etilen glikol ve teraftalik asit oluşturur. PET ilk kez 1940’larda Dupont bünyesinde A.B.D. de sentezlenmiştir. PET’den ilk plastik şişe yapımı ise şişirme tekniğinin gelişmesi sonucu 1973 yılında gerçekleşmiştir. Endüstriyel kullanımda polietilen teraftalat şişeler PET şişe olarak tanımlanırken PET esaslı lifler genelde polyester jenerik adıyla tanımlanmıştır (PET Resin, 2015). Dakron, Terylen, Trevira ve Polartec gibi çok sayıda tescil edilmiş ticari polyester markalarının hiçbirisi polyester tanımlamasını aşmayı başaramamıştır. Termoset özellikli doymamış polyesterler de genel olarak polyester reçine olarak adlandırılır.

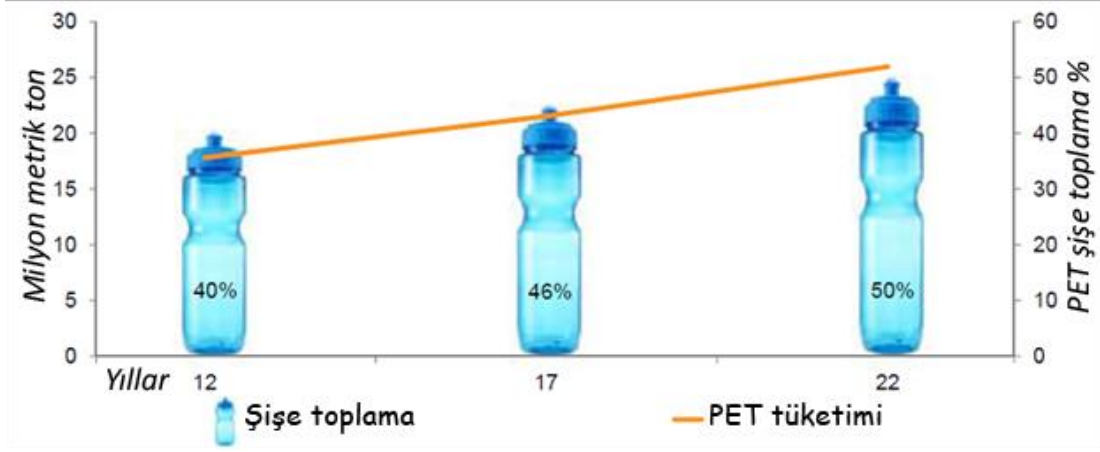


Şekil 2.1. Polyeten tereftalat kimyasal yapısı ve bileşenleri

Dünya genelinde eriyik polyester üretim miktarının 2017 yılında yeni üretim 70 milyon ton ve mekanik geri dönüşüm polyester 15 milyon ton olmak üzere toplam 85 Milyon ton olduğu öngörülmektedir (Tudball & Mair 2018). Bu toplam değer üç ana tüketim grubuna dağılımı da şöyle öngörülmüştür:

Polyester lif	% 68	(58 milyon ton)
PET Resin	% 27	(23 milyon ton)
Polyester film	% 5	(4 milyon ton)

2018'e dek ortalama % 6,5 olan yıllık artış oranında düşme olması beklenirken, 2030 yılında mekanik geri dönüşüm payının toplam üretimin % 20'sini sağlayacağı tahmin edilmektedir. Son 10 yıllık PET şişe üretim ve geri toplama oranı Şekli 2.2 'de verilmiştir. Bu arada süregelen çalışmalar sonucunda, kimyasal geri dönüşümün de uygulanabilir seçenek haline geleceği düşünülmektedir.

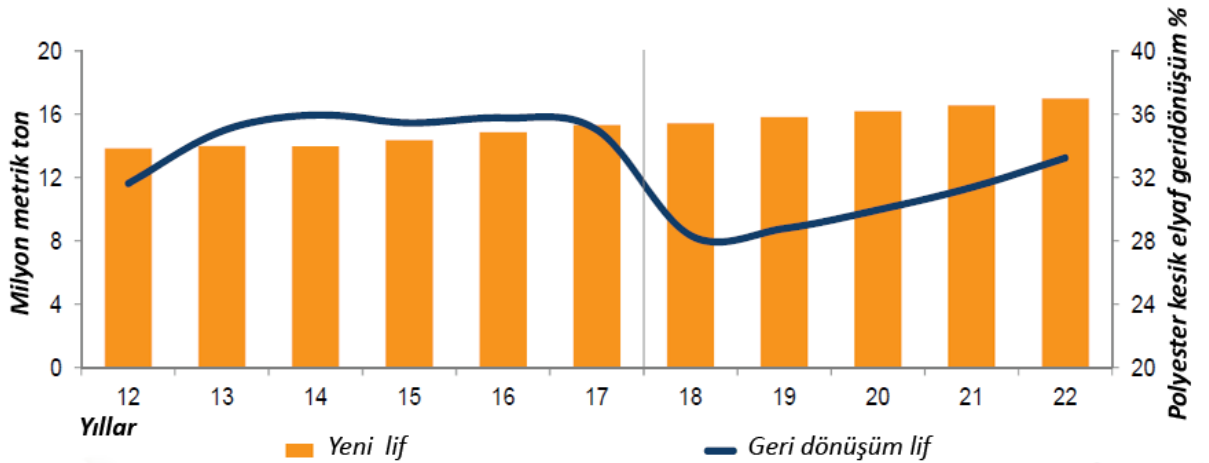


Şekil 2.2. PET şişe üretim ve geri dönüşüm oranları (Tudball & Mair 2018)

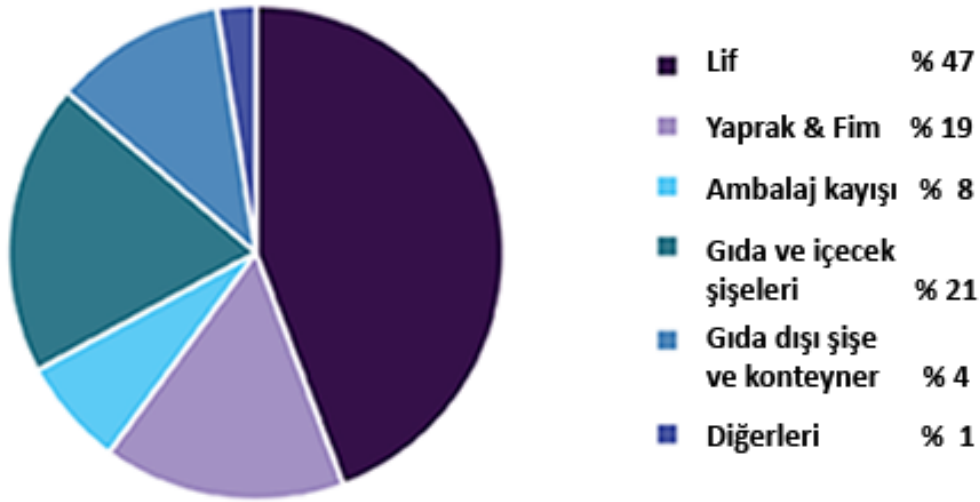
2.4. Polyester Geri Kazanım İşlemleri

Geri dönüşüm r-PET liflerinin, yeni polyester liflere göre kullanım oranı giderek artmaktadır. Bu durum Şekil 2.3 de gözlemlenmektedir. Grafikte 2017-18 döneminde yaşanan azalmaya, petrol fiyatlarındaki düşme sonucu yeni polyester maliyetlerinin düşmesi neden olmuştur. Şekil 2.4 'de geri dönüşüm liflerin son kullanım yerlerine göre dağılımı verilmiştir. Görüldüğü üzere, toplam kapasitenin yaklaşık yarısı, tekstil lif üretimi için kullanılmaktadır.

Sentetik lif üretim atıkları, üretimin herhangi bir aşamasında istenmeden ortaya çıkan ve bir işlem görmeden yeniden kullanılmayan maddelerdir (Altun, 1993: 10). Tekstil endüstrisinde de en büyük katı atık problemi sentetik esaslı ürünlerde yaşanmaktadır. Bu ürünler hem doğada uzun süre bozunmadan kalmakta, hem hacim olarak büyük yer tutmakta hem de giderek tükenen petrole bağımlı ve pahalı hammaddelerden üretilmektedir.



Şekil 2.3. Polyester lif üretiminde yeni ve geri dönüşüm lif oranları (Tudball & Mair 2018)



Şekil 2.4. Küresel PET şişe geri dönüşüm üretimi son kullanım yeri pazar payları (Tudball & Mair 2018)

Arabacı çalışmasında polyesterin geri kazanımını açıklamıştır. Polyesterin geri kazanımı mekanik veya kimyasal geri dönüşüm olmak üzere iki şekilde olur. Mekanik olarak geri dönüşümde, malzeme toplanır, temizlenir, kurutulup elyaf veya plastik maddeye dönüştürülmek için tekrardan eritilir. Üretim veya kullanımdan sonra açığa çıkan atıkları öncelikle renk, hammadde, yeniden geri kazanılma derecesine göre çok iyi bir şekilde sınıflandırılmalıdır. Bu sınıflama daha sonra oluşturulacak dokusuz yüzey için açma harmanlama ve taraklama işlemlerinde daha kolay çalışma olanağı sunacaktır. Bu işlem dizisinde paralelleştirme işlemi ne kadar iyi olursa tülbent yüzeyin kalitesi de o kadar iyi olacaktır (Orhan, 2001). Bu yöntemde amaç, atık materyali lifli hâle getirerek uygun tekstil işlemlerinde kullanabilmektir. Bu işlem sonucunda elde edilen ürün;

- Belirli oranlarda orijinal hammaddeye katılarak veya %100 oranında atık ürün kullanılarak dokusuz yüzeylerin üretiminde,
- Belirli oranlarda orijinal hammaddeye katılarak iyi ve orta kalite iplik üretiminde ,
- %100 oranında atık ürün kullanılarak düşük kalitede iplik üretiminde kullanılmaktadır (Şengönül, 1997). Atık lifler için geliştirilen Dref- 2 iplik eğirme tekniği %100 atık materyalden 0.25 – 5 Nm (4000 – 200 tex) arasında iplik üretilmekte ve bu iplikler örtüler, döşemelik kumaşlar, teknik amaçlı kumaşlar (filtreler, ısıya dayanıklı giysiler vb.), temizleme bezleri, perdeler, tüller, astarlık kumaşların üretiminde kullanılmaktadır (Altun ve Ulcay, 2009).

Kimyasal yöntem ise depolimerizasyon ve termo-mekanik yöntem olmak üzere iki ana başlık altında toplanabilir. Polyester atıkların kimyasal depolimerizasyonunda kullanılan başlıca yöntemler; Glikolizis, hidrolizis, metanolizis, alkolizis, asidolizis ve buharla parçalamadır. Atıkların yakılarak ısı enerjisine çevrilmeleri de kimyasal yöntemler içerisinde değerlendirilebilir. Bu yöntemler içerisinde en yaygın olarak kullanılan yöntemler glikoliz ve metanoliz yöntemleridir (Altun ve Ulcay, 1996).

Glikoliz yönteminde atık polimer, glikollerle belli sıcaklık ve basınç altında işlem görerek, DMT (dimetiltereftalat) ve DGT (diglikoltereftalat)'a kadar parçalanmaktadır. Elde edilen ürünler belli miktarda orijinal materyale karıştırılarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu yöntemde kontrollü bozunma ile elde edilen ürünler doymamış polyester reçinelerin yapımında kullanılmaktadır. Metanoliz yönteminde ise atık materyal metil alkol buharı ile yüksek basınçta işlem görmekte ve monomere dek parçalanmaktadır (Altun ve Ulcay, 1996).

Sentetik lif atıklarının geri kazanma yöntemleri incelendiğinde; depolimerizasyon yöntemlerinin yüksek yatırım ve enerji maliyetleri gerektirmesi, işlemin pratik olmaması; mekaniksel yöntemle geri kazanımın ürüne gerçek değerini vermemesi nedeniyle en ekonomik geri kazanım yönteminin re-granülasyon yöntemi (termo-mekanik yöntem) olduğu belirtilmektedir (Şengönül, 1997). Dünyada polyester ipliklerin geri kazanımında en yaygın olarak uygulanan yöntemlerden biri termo-mekanik yöntemdir. Bu yöntemde atık materyal eritilerek kullanılabilir ürünlere çevrilmektedir. Elde edilen başlıca ürünler kalın numaralı ipliklerdir. Bu iplikler özellikle halı üretiminde ve jeotekstillerde kullanılmaktadır (Altun ve Ulcay, 1996)



Şekil 2.5. Geri dönüşüm polyester üretim akışı

Polyester iplik üretim atıklarının termo-mekanik yöntemle geri kazanılmasında izlenen yöntem aşağıda verilmiştir:

- Atıkların sınıflandırılması,
- Gerekiyorsa yıkama,
- Kurutma,
- Kesme ve/veya öğütme veya kompaktlaştırma (bu adımlar kendi içinde yer değiştirebilir),
- Ekstrüdere besleme,
- Cips elde etme veya doğrudan yukarıda belirtilen alanlarda kullanılmak üzere üretim hatlarına besleme.

Hafif materyalin ekstrüdere beslenmesi sırasında, besleme ağzında mekanik sürtünmenin artması gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunları gidermek ve aynı zamanda ön kurutma işlemini de gerçekleştirebilmek amacıyla atık lifler yumuşama sıcaklığının üzerinde, erime sıcaklığının altındaki sıcaklıklara kadar mekanik basınç ve ısı vasıtasıyla ısıtılarak kompakt materyaller hâline getirilmektedirler. Bu amaç için geliştirilmiş çeşitli sistemler mevcuttur. Bu sistemlerdeki temel prensip genellikle aynıdır. Önce atık lifler kesilerek aglomeratöre beslenirler, aglomeratörde mekanik basınç ve ısı yardımıyla yumuşatılır ve ardından kesilerek cipse benzeyen ancak daha az üniform özellikte granüller / aglomerler elde edilir. Bu aglomerler daha sonra yeniden ekstrüderlere beslenip eritilerek cips üretiminde kullanılabilirler gibi, %20 gibi belirli oranlarda orijinal ürünle karıştırılarak da kullanılabilirler. Bunların doğrudan iplik üretiminde kullanılmaları filtreleme işlemlerinin çok iyi yapılmasıyla mümkündür (Altun ve Ulcay, 1996).

Geri dönüşüm polyester ile yeni polyestere ait özellikler çizelge 2.1. de karşılaştırılmıştır.

Çizelge 2.2. Geri dönüşüm polyester ile yeni polyesterin özelliklerinin karşılaştırılması (Radhakrishnan, Vetrivel, Vinodkumar, Palanisamy, 2020)

Bölüm No	Parametreler	Yeni polyester	Geri dönüşüm polyester
1	Kristallik		
	Kristal bölge	37,2	28,5
	Amorf bölge	62,8	71,5
2	Termal özellikler		
	Camlaşma Noktası (°C)	75,35	87,27
	Erime Noktası (°C)	242,72	244,15
	Bozulma sıcaklığı (°C)	419,99	419,62
	Kalıntı	0,79	10,8
3	Ortalama moleküler ağırlık (g mol)	19,342	15,812
4	Mukavemet özellikleri		
	Kopma mukavemeti (kg / cm ²)	140,5	220
	Yırtılma gerilimi (kg / cm ²)	82,2	42,2
	Kopma uzaması (%)	6,96	5
5	Büzülme % (150 denye)	9,31	6,18

Çizelge 2.2'deki verilere göre geri dönüşüm polyester ile yeni polyesterin termal özellikleri birbirine çok yakındır. Geri dönüşüm polyesterin amorf bölesi daha yoğun iken yeni polyesterin kristalin bölgesi daha yoğundur.

Geri dönüşüm polyester kullanmanın avantaj ve dezavantajları Çizelge 2.3. gösterilmiştir.

Çizelge 2.3. Geri dönüşüm polyester kullanmanın avantaj ve dezavantajları (Radhakrishnan, Vetrivel, Vinodkumar, Palanisamy, 2020)

Avantajlar	Dezavantajlar
<ul style="list-style-type: none">• Çevreyi kirleten plastiklerin değerlendirilmesini sağlar.• r-PET, yeni polyester ile benzer özelliklere sahiptir.• Yaşam döngüsü değerlendirmeleri, bir karbon emisyonlarının ve yakmaya bağlı toksik emisyonların azaltılması ve önlenmesine katkıda bulunur.• Yeni ürünler geliştirmek için araştırmayı teşvik eder. Teknolojik gelişmeler ile r-PET 'in üretim döngüsüne dahil edilmesi	<ul style="list-style-type: none">• Diğer elyaflarla harmanlanmış polyesterin geri dönüşümü zordur.• % 100 polyester sonsuza kadar geri dönüştürülemez. Malzeme her geri dönüştürüldüğünde, polimer parçalanır. Bu nedenle yeni polyester ilavesi yapılması gerekmektedir.• Pet şişeler kansere neden olan antimon içerir.• Okyanuslarda ve su kütlelerinde mikrofiber kirliliğine katkıda bulunur.• r-PET, atık şişelerin bir karışımından oluşur ve bu nedenle hammaddenin temel rengi yoktur. Bu tutarsızlığı gidermek için klor bazlı ağartma yapılmaktadır.• Hammadde renk değişimi, boya renginde tutarsızlığa neden olur.

Uluslararası tekstil standartları arasında, geri dönüşüm malzemelerin kullanımını düzenleyen iki farklı standart vardır. Global Geri Dönüşüm Standardı (GRS- Global Recycled Standard), 2008 yılında Control Union tarafından geliştirilmiş olup daha sonra 2011 yılında “Textile Exchange”e devredilmiştir. Standartın en son versiyonu olan GRS 4.0 (Textile Exchange, 2017.a), bu standardın en az %20’si geri dönüştürülmüş materyal içeren tüm ürünler için kullanımının amaçlandığı ifade edilmektedir. Bu tez çalışmasında da, r-PET ipliklerinin % 20 den az olmayacak şekilde değişik harman kompozisyonları ve örgülerde numuneler üretilecektir. Üretimdeki geri dönüşüm aşamasından başlayıp son satıcı da sona eren tüm aşamaların sertifikasyonunun gerektiği standart uygulaması gönüllük bazında yürütülen ve yasal yaptırımını olmayan bir standarttır. Standart, geri dönüştürülmüş ürünlerin mamul ya da yarı mamul olarak üretimini ve/veya ticaretini yapan firmalara uygulanabilmektedir. Uygulama alanı sadece tekstil ürünleri ile sınırlı olmayıp başta kağıt, ambalaj, cam, plastik gibi ürünler olmak üzere çok geniş bir aralıkta yer alan ürünleri kapsar.

Aynı kurum tarafından denetlenen diğer bir standart da Geri Dönüşüm Kullanma Kanıt Standardı (RCS- Recycled Claim Standard)) son üründe geri dönüştürülmüş materyalin varlığını ve miktarını üçüncü taraf girdi ve gözetim zinciri doğrulaması ile kanıtlamaktadır. RCS 2.0 diğer girdileri, işlemenin çevresel şartlarını (enerji, su veya kimyasal kullanımı gibi) veya kalite ile sosyal şartlar veya yasal uyumluluğu sorgulamamaktadır (Textile Exchange, 2017.b). Standartın, işçi sağlığı ve güvenliği ile çevre ve atık yönetimi başta olmak üzere kriterleri mevcuttur.

2.5. Literatür Özeti

Duru ve Babaarslan (2003), El-Nouby ve Kamel (2007) geri dönüşüm lifler ile iplik eğirme süreci ve eğrilen ipliklerin özelliklerini değerlendiren çalışmalar yapmışlardır. Telli ve ark (2012) çalışmalarında PES şişe atıklarının tekstil endüstrisinde değerlendirilebilmesi ve bunun çevreye katkılarını irdelemişlerdir. Çalışmada PES talaşlarının tekstil sektöründe kullanımını açıklanarak, Türkiye'deki PES talaş ve bu talaşlardan lif üreten işletmelerimizin durumu hakkında bilgi verilmiştir. Türkiye'deki işletmeler, bu alanda sahip oldukları teknolojik düzey bakımından, yurtdışındaki emsalleriyle karşılaştırılmıştır. Ülkemizde bu alanda önemli yatırımların olduğu, elde edilen PES talaşlarının büyük çoğunluğunun lif sektöründe kullanıldığı belirtilmiştir.

Hasani ve ark (2010) çalışmalarında, üç farklı pamuk atık oranı için optimum eğirme şartları araştırılmıştır. Üretilen ipliklerin kopma mukavemeti, kopma uzaması ve düzgünsüzlük ölçümleri yapılmıştır. Bu üç değeri baz alan toplam kalite indeksi sonuçlarına göre optimum parametreler belirlenmiştir. İplik kalitesi üzerine en önemli etkiyi iplik numarası ve rotor çapı göstermiştir. %65'e kadar atık oranı ile çalışılmış ve atık durumuna göre farklı optimum şartlar önerilmiştir.

Pınarlık ve Şenol (2012) araştırmalarında, hammadde olarak şifanözde açılmış %50 Pamuk/%50 Sentetik içerikteki ikinci kullanım tekstil lifleri ile üretilen open-end iplik özelliklerini test etmişlerdir. Çalışmada şifanözden geçirilmiş telef ürünlerden elde edilen liflerin karışımdaki oranı arttıkça iplik kopma mukavemeti, kopma uzaması ve optik düzgünsüzlük değerlerini olumsuz etkilediği, kapasitif düzgünsüzlük değerlerinde ise önemli bir değişim bulunmadığı ifade edilmiştir.

Telli ve Özdil (2013) yaptıkları çalışmada, r-PET lifi ve bu liflerin orijinal pamuk ve polyester lifleri ile karışımlarından elde edilen ipliklerin özellikleri kıyaslamalı olarak incelenerek tekstil endüstrisinde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Farklı karışım oranlarındaki dokuz farklı ipliğin kopma mukavemeti ve kopma uzaması, ince-kalın yer ve neps sayısı, düzgünsüzlük ve tüylülük değerleri değerlendirilmiştir. İplik üretim işlemleri açısından değerlendirildiğinde r-PET lif kullanılarak yapılan iplik üretimlerinde olağan sorunlar dışında bir sorunla karşılaşmadığı belirtilmiştir. Test sonuçlarında %100r-PET ipliklerin %100PES ipliklere göre daha düşük mukavemette ancak daha yüksek uzama yüzdesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Pamuk ve polyester karışımı kumaşlarda r-PET oranının artmasının mukavemette azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. İplik düzgünsüzlüğü değerlerine bakıldığında varyasyon katsayısı, ince yer, kalın yer ve neps açısından %100r-PET iplikler %100PES ipliklere göre daha kötü değerler verdiği görülmüştür. Ancak r-PET'in polyester ve pamuk ipliklerindeki karışımlarında daha iyi sonuçlar alınmış ve belirgin bir fark tespit edilmemiştir.

PET şişe atıklarının geri dönüştürülmesi ile elde edilen r-PET lifi ile üretilen ring ipliklerin karakteristiklerini araştıran bir çalışmada (Nohut ve ark. 2018), farklı karışım oranlarına sahip (70/30% ve 50/50%) pamuk/r- PES ve viskon/r-PET iplikleri üretmişlerdir. Ayrıca yeni, orijinal polyester (PES) lif karışımı pamuk/PES ve viskon/PES iplikleri de aynı üretim parametrelerinde üretilmiştir. Mukavemet, uzama, düzgünsüzlük, hata indeksi ve tüylülük testleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, geri dönüşüm liflerin, mukavemet, uzama,

düzensüzlük, hata indeksi ve tüylülük değerlerinin, yeni lif iplikleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bir düzeyde daha olduğunu ortaya koymuştur. Karışım oranının ise tüylülük dışında diğer tüm özellikler üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

He ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan çalışmada, aynı incelik ve uzunlukta üretilmiş orijinal (virgin) polyester lifleri ile geri dönüşüm liflerin karakteristiklerini incelemiştir. Geri dönüşüm liflerdeki sınırlı işlem şartları ve safsızlıkları nedeniyle incelikteki düzensüzlüğün fazla olduğu ve bunun daha sonraki iplik ve dokuma işlemleri olumsuz etkileyeceğini belirtmişlerdir. İki PES esaslı lifin yüzey morfolojisinde farklılık olmadığını belirten araştırmacılar, geri dönüşüm liflerin daha yüksek kopma mukavemeti (53,7 cN/tex) ve kopma uzamasına (%19,65) sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Hong Kong'ta tüketici satın alma davranışlarına etik moda kavramının etkisini araştıran bir çalışma (Shen ve ark.2012) yapılmıştır. Çalışmada, firmaların bu yaklaşıma geçmeden önce başarı sağlamak için konu hakkında tüketicileri bilgilendirmeleri gerektiği, böylelikle müşterilerin daha yüksek ücretleri ödemeye istekli olabilecekleri belirtilmiştir. Shen ve ark (2014) bir diğer çalışmada, 2004-2012 yılları arasında online moda forumlarındaki tüketicilerin sürdürülebilir moda üzerine yaklaşımlarını incelemiştir. Çevresel etkileri azaltmak amacıyla yapılan uygulamalarda Nike, H&M, Muji, GAP, Marks&Spencer ve Levi Straus gibi markaların ön plana çıktığını örneklerle açıklayan araştırmacılar, sürdürülebilirlik üzerine olan literatür bilgisini de kategorize etmişlerdir. Araştırmada sürdürülebilirlik ile ilgili 18 anahtar kelime üzerinden forumdaki tartışmalar analiz edilmiştir. Tüketici davranışlarının 2000'li yılların başından günümüze kadar değişime uğramaya başladığını, firmaların yaptıkları çalışmaların tüketicileri bilinçlendirdiği, bilgi sahibi yaptığı ve bunun doğal sonucu olarak sürdürülebilir modanın müşteri satın alma alışkanlıklarını değiştirmeye başladığı ifade edilmiştir.

Celep ve Yüksekaya (2012) yaptıkları çalışmada, geri dönüşüm liflerden ve orijinal liflerden üretilen battaniyelerin ısı konfor özelliklerini incelemiştir. Konfeksiyon ve giysi atıklarının geri dönüşümü ve battaniye konforu üzerine bilgi veren araştırmacılar, Nm9 olarak open-end sisteminde ürettikleri iplikleri battaniyelerin atkısında kullanmışlardır. Geri dönüşüm hammaddeden üretilen atkı ipliğinin içeriği %63CO%33PES%4PAC şeklinde iken, orijinal battaniye ipliğinin %46CO %10PES %44PAC şeklinde olmuştur. Geri dönüşüm hammaddeden

Üretilen battaniyenin ısı konfor özelliklerinin standart battaniye ile karşılaştırıldığı bu çalışmada, battaniler arasında ısı direnç ve ısı iletkenlik özellikleri açısından istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir.

Güncel bir çalışmada (Macit, 2020) tekstil atıklarından elde edilen liflerden üretilmiş ipliklerin kullanıldığı dokuma battanilerin farklı üretim parametreleri göz önünde bulundurulularak bazı performans özellikleri araştırılmıştır. Battanilerin hava geçirgenliği, kopma mukavemeti ve uzaması ve eğilme rijitliği ölçülerek sonuçlar istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Yapılan değerlendirmeler sonucunda geri dönüşüm liflerden oluşan battanilerin kullanım özelliklerinin tatmin edici olduğu grlmştir. Bu sonuçlara göre geri dönüşüm liflerin uygun kullanım alanları belirlenerek istenen dayanım performanslarını sağlamaları halinde tekstil üretim süreçlerinde yaygın olarak yer alabileceği söylenebilmektedir.

Hazır giyim üretimi sırasında oluşan kumaş kırpıntılarında elde edilen pamuk liflerinin polyester karışımı ve normal pamuk liflerinin polyester lifleriyle karışımından üretilen iplikler ile bunlardan örülen örme kumaşlar bir çalışmada (Necet ve ark 2013) karşılaştırılabilir olarak incelenmiştir. İplikler Ne 28 numarada ve geri dönüşüm lif ierene göre daha yüksek büküm kullanılarak üretilmiş olup sonuçta düzgünsüzlük değerleri orijinal iplikten düşük, tüylülük değerleri daha yüksek çıkmıştır. Kumaşta ise geri dönüşüm örgülerin boncuklanma değerleri daha kötü sonuç vermiştir. Araştırmacılar kumaş kırpıntılarında elde edilen geri dönüşüm iplik ve kumaşların hazır giyim sanayiinde kullanımına yönelik hissedilebilir bir fark oluşturmadığı belirtmişlerdir.

Azalan doğal kaynakların kullanımında sınırlama yapılmasının önemini vurgulayan bir çalışmada (Saini, 2020), yeni ve geri kazanılmış yn, akrilik ve polyester karışımları içeren iplikler ve kumaşların fiziksel özellikleri araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları, geri dönüşüm liflerden elde edilen iplik ve kumaş fiziksel özelliklerinin yeni olanlarla karşılaştırılabilir düzeyde olduğunu ileri srmştir.

Örme ve düz dokuma kumaşlarda r-PET iplikler ile üreterek, temel kumaş karakteristiklerini inceleyen bir çalışmada (Albini, Brunella, Placenza, Martorana ve Lambertini 2019), mukavemet ve aşınma dayanımları karşılaştırılmıştır. Kumaşlar için tüketicisi öncesi geri dönüşüm r-PET elyafı ve tüketicisi sonrası r-PET elyafı kullanılmıştır. Çalışma

sonucunda tüketici sonrası r-PET ile oluşturulan kumaşların, özellikle aşınma direnci testinden sonra en iyi sonuç gösterdiği belirtilmiştir.

Otomotiv koltuk kumaşları için yapılan bu çalışmada, hem örme hem de dokuma kumaşlarda çok iyi mekanik performans elde edildiği ifade edilmiştir. Sonuçlar itibariyle bu liflerin otomotiv koltuklarında kullanılma potansiyeli olduğu vurgulanmıştır.

Hazır giyimde atık yönetimine yönelik bir araştırmada (Arabacı, 2010) , 70 adet büyük ölçekli hazır giyim işletmesi ile 33 adet geri dönüşüm işletmesinden anket yoluyla veriler toplanmıştır. Toplanan veriler sonucunda, geri dönüşüm işletmelerinin üretim verimliliklerinin %86 ile %100 arasında olduğu görülmüştür. Geri dönüşüm işletmelerinin kumaş atıklarından iplik, keçe, temizlik bezi ve battaniye gibi geri kazanılmış ürün elde ettikleri sonuçlarına ulaşılmıştır.

2012 yılında PTT elyafının sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özelliklerin araştırılmasına yönelik bir çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucunda PTT lifinin diğer polyester ve kimyasal liflerden daha üstün olduğu belirtilmiştir. Son yıllarda düşen maliyeti ile üretim hızında artış söz konusudur. (Yıldırım, Avinç ve Yavaş, 2012)

Tekstil sektörünün de kullanılan materyallerin %95'ten daha fazlasının geri dönüştürülebilir özelliğinden bahseden Türemen, Demir ve Özdoğan (2019) üretim sırasında atık kontrolüne değinmiştir. Sürdürülebilir bir gelecek için üretici ve tüketicilerin üzerine düşen sorumlulukları fark etmeleri ve yerine getirmeleri belirtilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Deney Planı ve Numune Kumaş Bilgileri

Bu tez kapsamında toplam 18 farklı dış giyimlik kumaş üretilmiştir. Numuneler kumaş kompozisyonuna göre belirlenmiş olan 4 ayrı grup altında toplanmıştır. Bu numuneler, tüm teknik özellikler aynı kalmak koşulu ile yeni polyester ve geri dönüşüm (recyled) polyester ile yapılmıştır. Yapılan çalışmalar kendi grupları içerisinde karşılaştırılmıştır. Yapılan ön çalışmada geri dönüşüm (geri dönüşüm) polyester lif oranının kumaş performansına etkisi araştırılmıştır. Grup çalışmalarında ise, farklı elyaflar ile harmanlanarak kullanılması durumunda geri dönüşüm polyesterin kumaş performansına etkisi araştırılmıştır.

Tüm kumaşlar Picanol Optimex dokuma tezgahlarında 500 atk/ d hızında üretilmiştir. Her bir kumaş kompozisyonuna uygun olacak şekilde, siyah renge boyanarak mamul edilmiştir.



Şekil 3.1. Grup çalışmaları için dokunan kumaşlar

3.1.1. Deney Planı Numuneleri

Polyester içeriği değişik oranlarda olan 4 farklı deney grubu hazırlanmıştır. Bu deney numunelerinde çalışma yeni polyester ve geri dönüşüm r-PET karşılaştırılmasının yanı sıra kumaş örgü türünün ve atkı sıklığının arttırılmasının kumaş performansına etkisi de araştırılacaktır.

Birinci Grup Numuneler : Polyester-Viskon-Elastan Karışımı Kumaşlar

İlk deney grubunda toplam 4 numune üretilmiştir. Yapılan çalışmada iplik özellikleri ve teknik özellikler sabit tutulmuş olup örgü yapısı değiştirilmiştir. Bu grupta, kumaş kompozisyonları %64 PES %34 CV %2 EL ve %64 r-PET %34 CV %2 EL olacak şekilde konstrüksiyon düzenlemesi yapılmıştır. Kumaşlar, 140 cm ende ve yaklaşık 290 g/m² gramajda mamul edilmiştir. Bu çalışma yeni polyester ve geri dönüşüm polyester karşılaştırılmasının yanı sıra örgü türü ile sıklık değişiminin kumaş performansına etkisi de araştırılacaktır.

İlk grupta yapılan çalışmalara ait iplik teknik özellikleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Birinci numune grubu (PES-Viskon-Elastan Karışımı) iplik bilgileri

NUMUNE ADI	BİRİNCİ GRUP NUMUNELER	
	ÇÖZGÜ İPLİĞİ	ATKI İPLİĞİ
r-PET 64.B.21	%65 r-PET %35 CV+78 dtex EL Ne 28/2 630 S Büküm	%65 r-PET %35 CV , Ne 28/2 630 S Büküm
PES 64.B.21	%65 PES %35 CV +78 dtex EL Ne 28/2 630 S Büküm	%65 PES %35 CV , Ne 28/2 630 S Büküm
r-PET 64.S.21	%65 r-PET %35 CV+78 dtex EL Ne 28/2 630 S Büküm	%65 r- PES %35 CV Ne 28/2 630 S Büküm
PES 64.S.21	%65 PES %35 CV +78 dtex EL Ne 28/2 630 S Büküm	Ne 28/2 %65 PES %35 CV 630 S Büküm

Yukarıda belirtilen teknik özelliklerde kumaşlar dokunarak aşağıdaki proses akışı ile mamul edilmiş olup kumaş siyah renge boyanmıştır.

Ön yıkama → Ramöz fikse → Jet boya → Ram kurutma → Sanfor

Kumaşlar THEN Jet boyama makinasında aşağıdaki reçete ile çift boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. İlk boyamada polyester, ikinci boyamada ise viskon kısmı boyanmıştır.

İlk boyama kullanılan boyar maddeler aşağıdaki gibidir.

➤ % 1 Stac yell br s4rl

- % 1 Stac red s5bl
- %3,5 Stac black s4bl
- 50 gr/L Sodyum sülfat
- 11 gr/L Sodyum karbonat

İkinci boyamada kullanılan boyar maddeler aşağıdaki gibidir.

- % 1,65 Den yell spe
- %1,05 Den red spe
- %4 DyELctive black tnn
- 50 gr/L Sodyum sülfat
- 11 gr/L Sodyum karbonat

Boyama işleminden sonra kumaşlar açık halde ramözden 200°C 'de 10 saniye sürede geçirilmiştir.

İkinci Grup Numuneler: Polyester-Pamuk-Viskon-Elastan Karışımı

İkinci deney grubunda toplam 6 numune üretilmiştir. Yapılan çalışmada iplik özellikleri sabit tutulmuş olup, örgü yapısı ve atkı sıklığı değiştirilerek denemeler yapılmıştır. Bu grupta, kumaş kompozisyonları %48 COT %32 PES %17 CV %3 EL ve %48 COT %32 r-PET %17 CV %3 EL olacak şekilde konstrüksiyon düzenlemesi yapılmıştır. Kumaşlar, 140 cm ende ve 300-310 g/m² gramaj aralığında mamul edilmiştir.

Bu çalışma yeni polyester ve geri dönüşüm polyester karşılaştırılmasının yanı sıra kumaş örgü türünün ve atkı sıklığının arttırılmasının kumaş performansına etkisi de araştırılacaktır.

İkinci grupta yapılan çalışmalara ait iplik teknik özellikleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. İkinci numune grubu (PES-Pamuk-Viskon-Elastan Karışımı) iplik bilgileri

NUMUNE ADI	İKİNCİ GRUP NUMUNELER	
	ÇÖZGÜ İPLİĞİ	ATKI İPLİĞİ

r-PET 32.B.23	%65 r-PET %35 Viskon+78dtex EL Ne 28/2 630 S Büküm	% 100 Pamuk, Ne 16/1 650 Z Büküm
PES 32.B.23	%65 PES %35 Viskon +78dtex EL Ne 28/2 630 S Büküm	% 100 Pamuk, Ne 16/1 650 Z Büküm
r-PET 32.S.23	%65 r-PET %35 Viskon+78dtex EL Ne 28/2 630 S Büküm	% 100 Pamuk, Ne 16/1 650 Z Büküm
PES 32.S.23	%65 PES %35 Viskon +78dtex EL Ne 28/2 630 S Büküm	% 100 Pamuk, Ne 16/1 650 Z Büküm
r-PET 32.B.25	%65 r-PET %35 Viskon+78dtex EL Ne 28/2 630 S Büküm	% 100 Pamuk, Ne 16/1 650 Z Büküm
PES 32.B.25	%65 PES %35 Viskon +78dtex EL Ne 28/2 630 S Büküm	% 100 Pamuk, Ne 16/1 650 Z Büküm

İkinci grupta yapılan çalışmalara ait konstrüksiyon özellikleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Yukarıda belirtilen teknik özelliklerde kumaşlar dokunarak aşağıdaki proseste mamul edilmiş olup kumaş siyah renge boyanmıştır. Renk reçetesi birinci grup çalışma ile aynıdır.

Kasar → Ön yıkama → Ramöz fikse → Jet boya → Ram kurutma → Sanfor

Üçüncü Grup Numuneler: Polyester-Pamuk Karışımları

Üçüncü grupta toplam 6 çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmada iplik özellikleri sabit tutulmuş olup, örgü yapısı ve atkı sıklığı değiştirilerek denemeler yapılmıştır. Bu grupta, kumaş kompozisyonları %70 COT, %26 PES,%4 EL ve %70 COT, %26 r-PET, %4 EL olacak şekilde konstrüksiyon düzenlemesi yapılmıştır. Kumaşlar, 140 cm ende ve 220-230 g/m² gramajda mamul edilmiştir..

Üçüncü grupta yapılan çalışmalara ait iplik teknik özellikleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Üçüncü numune grubu (PES-Pamuk-EL Karışımı) iplik bilgileri

KUMAŞ ADI	ÜÇÜNCÜ GRUBUN BİRİNCİ ÇALIŞMASI	
	ÇÖZGÜ İPLİĞİ	ATKI İPLİĞİ
r-PET 26.B.35	% 100 r-PET 100/36 Den, +44 DTEX EL, Puntalı	% 100 Pamuk Ne 20/1 750 Z Büküm
PES 26.B.35	% 100 Polyester 100/36 Den, +44 DTEX EL, Puntalı	% 100 Pamuk Ne 20/1 750 Z Büküm
r-PET 26.S.35	% 100 r-PET 100/36 Den, +44 DTEX EL, Puntalı	% 100 Pamuk Ne 20/1 750 Z Büküm
PES 26.S.35	% 100 Polyester 100/36 Den, +44 DTEX EL, Puntalı	% 100 Pamuk Ne 20/1 750 Z Büküm
r-PET 26.B.37	% 100 r-PET 100/36 Den, +44 DTEX EL, Puntalı	% 100 Pamuk Ne 20/1 750 Z Büküm
PES 26.B.37	% 100 Polyester	% 100 Pamuk
	100/36 Den, +44 DTEX EL, Puntalı	Ne 20/1 750 Z Büküm

Yukarıda belirtilen teknik özelliklerde kumaşlar dokunarak ikinci grupta uygulanan proses ile mamul edilmiş olup kumaş yine aynı reçete ile siyah renge boyanmıştır.

Dördüncü Grup Numuneler: Tamamı Polyester Numuneler

Dördüncü grupta toplam 2 çalışma yapılmıştır. Bu grupta, kumaş kompozisyonları %100 PES ve %100 r-PET 'dir. Kumaşlar, 140 cm ende ve 175 g/m² gramajda mamul edilmiştir.

Dördüncü grupta yapılan çalışmalara ait iplik teknik özellikleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Dördüncü numune grubu (% 100 PES) iplik bilgileri

KUMAŞ ADI	DÖRDÜNCÜ GRUP ÇALIŞMALARI	
	ÇÖZGÜ İPLİĞİ	ATKI İPLİĞİ
r-PET 100.B.35	100 Den, % 100 r-PET 36 Flament ,Puntalı	75 Den, % 100 r-PET 36 Flament, 800S Büküm
PES 100.B.35	100 Den, % 100 PES 36 Flament ,Puntalı	75 Den, % 100 r-PET 36 Flament, 800S Büküm

Yukarıda belirtilen teknik özelliklerde kumaşlar dokunarak aşağıdaki proseste mamul edilmiş olup kumaş siyah renge boyanmıştır.

Ön yıkama → Fiksaj → Jet boya → Ram kurutma → Ram-Fular Apre

Kumaşlar THEN Jet boyama makinasında aşağıdaki reçete ile boyanmıştır.

- % 1 Stac yell br s4rl
- %1 Stac red s5bl
- %3,5 Stac black s4bl
- 50 gr/L Sodyum sülfat
- 11 gr/L Sodyum karbonat

Boyama işleminden sonra kumaşlar açık halde ramözden 200°C 'de 10 saniye sürede geçirilmiştir.

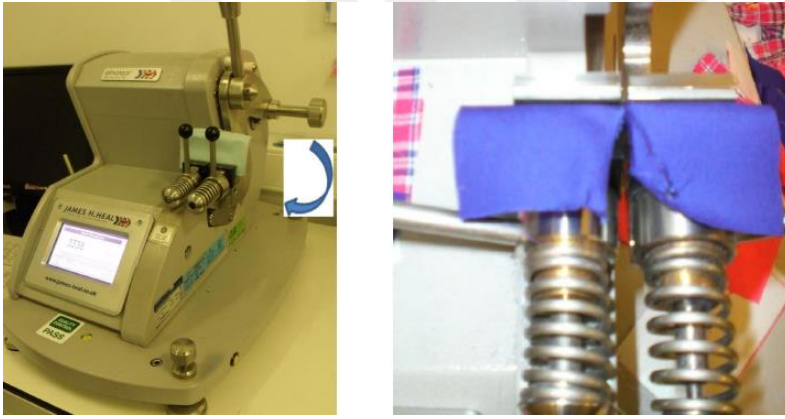
3.2. Test Yöntemleri

Bu tez kapsamında üretilmiş olan tüm kumaşlara aşağıdaki yöntemlerde testler uygulanmıştır. Deneyle 3 tekrarlı yapılmış olup ortalama değerleri alınmıştır.

3.2.1. Mukavemet Testleri

Tez kapsamında, tüm numunelere yırtılma mukavemeti ve kopma mukavemeti testleri yapılmıştır.

Yırtılma mukavemeti testi James HEAL/ Elmatear test cihazında yapıldı. Numune 7.5 cm ve en az 20 cm uzunluğunda bir dikdörtgen olarak kesildi. Kısa boyut çözümlü testi için çözümlü ipliklerine, atkı testi için ise atkı ipliklerine paralel olacak şekilde belirlendi. Numunenin kısa kenarının ortası, kısa kenara dik olacak şekilde 8 cm kesildi. Numune tutucu çeneye numune üzerindeki yarık çenelerin ortasına gelecek şekilde yerleştirildi. Hareketli çene kumaşa yaklaşık 6 mm'lik bir yırtık oluşturduktan sonra kısıkaçlar arasındaki toplam uzaklık 75 mm'yi geçtiği anda hareketli çene durduruldu. Bu esnada kaydedilen 5 maksimum değer aritmetik ortalaması kumaşın yırtılma mukavemetini olarak hesap edildi.



Şekil 3.2. James HEAL/ Elmatear (Yırtılma test cihazı)

Kopma mukavemeti testi James HEAL/Titan test cihazında yapıldı. Her bir kumaştan, atkı ve çözümlü yönünde 2'şer adet 30x6 cm'lik numune alındı. Uzun kenarlar saçaklandırılıp 5 cm'e indirilerek teste hazır hale getirildi. 20 cm'lik başlangıç mesafesindeki çeneler arasında yerleştirilen numuneler 100 mm/dk'lık sabit hızda maksimum 5000 N'luk yük uygulanırken bu esnada kumaşın gösterdiği direnç cihazın bağlı bulunduğu bilgisayardan okundu.



Şekil 3.3. James HEAL/ Titan (Kopma mukavemeti test cihazı)

3.2.2. Boncuklanma (Pilling) Testi

Test edilecek kumaştan 30 cm'lik enden ene parça alınarak, yıkama talimatına uygun olarak yıkandı. Yıkamış kumaşın kenarlarından en az 10 cm içeride olacak şekilde 110 cm'lik şablon ile 4 adet numune kesildi. 15 x 15 cm boyutlarında 4 adet alt numune kesildi. 9 cm'lik hafif aşındırma kesesinden 4 adet hazırlandı. Ağır olan keçeden ise 15 x 15 cm boyutlarında alt numuneler için 4 adet hazırlandı. Cihazın üst tabakası kaldırıldı ve tabla taşıyıcı dönen silindirlere üzerindeki bilyeler içteki deliklere takıldı. Daire şeklindeki küçük numuneler üst taşıyıcılara yerleştirildi (Hafif keçe içte numune dışta ve numunenin doğru yüzü dışta kalacak şekilde). Alt numune taşıyıcılarına önce ağır olan keçeler üzerine de doğru yüzü dışarı gelecek şekilde kare kesilmiş numuneler yerleştirildi. Üzerine metal bilezikler geçirildi. Cihazın ağırlıkları alt numunelerin üzerine konduktan sonra, bu vaziyetteyken bileziğin somunları sıkıldı. Üst numune taşıyıcıları alt numunelerin üzerine kondu ve üst tabla yerine yerleştirildi. Üzerine kapakları geçirilip vidaları sıkıştırıldı. Numune taşıyıcılarının üzerine Martindale Pilling için olan 460 gr'lık ağırlıkları yerleştirildi. Cihaz önce 125 devire ayarlandı ve 1 nolu numune çıkartıldı. Cihaz tekrar çalıştırıldı ve 500 devir sonunda 2 nolu numune çıkartıldı. Toplam 1000 devir sonunda 3 nolu numune çıkartıldı. Toplam 2000 devir sonunda 4 nolu numune çıkartıldı. Parçalar piling test formuna kartlandı. Holoscopta değerlerine bakıldı ve buna bağlı olarak test sonucu belirlendi.



Şekil 3.4. James HEAL/ Martindale (Boncuklanma test cihazı)

3.2.3. Çekmezlik Testleri

Tez kapsamında, her bir numuneye yıkama çekmezlik ve buhar çekmezlik testleri yapılmıştır.

Yıkama çekmezliği, 50-50 cm enden ve boydan boyalı bir kalem ve bir cetvelle işaretlenerek, işaretlenen yerden taşarak kumaş kesildi. 40 derece sıcaklıkta çamaşır makinesinde yıkamaya alındı. Daha sonra yıkama bitince kumaşın çözgü iplikleri yönünde, tambur ile kurutuldu. Kurutma sonunda cetvelle işaretlenen yerden ne kadar sapma olduğu cetveldeki değerden okunarak kayıtlara alındı.



Şekil 3.5. James HEAL / Titan (Yıkama çekmezliği test cihazı)

Buhar çekmesi ise 100 0C de 1 dakika bekletme sonucunda kumaşta oluşan çekme hesaplanmış olup aynı tabloda belirtilmiştir.



Şekil 3.6. James HEAL / Wira(Buhar çekmezliği test cihazı)

3.2.4. Haslıklar

Haslık testlerine ilişkin numune hazırlığında ISO standartları referans almaktadır. Numune hazırlık aşaması ortak olan su haslığı, ter haslığı, yıkama haslığı testleri için numune hazırlık süreçleri aşağıda açıklanmıştır. Haslık testlerinde kullanılan multifiber ISO 105 F10 standardına uygun seçilmiştir.

Test edilecek numuneler , (100 ± 2) mm x (40 ± 2) mm boyutunda hazırlanmıştır. Aynı boyuttaki DW tipi multifiber kumaşa, hazırlanan kumaş numunesinin ön yüzü temas edecek şekilde dikilir. (LC WAikiki Mağazacılık laboratuvar test kitabı, 2020)



Şekil 3.7. Numune kumaşın multifiber kumaşla dikilmiş hali

Değerlendirilecek numunenin multifiber test kumaşı üzerindeki fazla tüyler yapışkan bant ile alınır.



Şekil 3.8. Multifiber kumaş üzerindeki tüyün alınması

Temiz bir multifiber test edilmiş multifiber ile karşılaştırma yapmak üzere her bir elyaf bandı yan yana gelecek şekilde kabin içine yerleştirilir.



Şekil 3.9. Test sonrası multifiber kumaşın karşılaştırılması

Değerlendirme, 45° lik açıya sahip platform üzerinde ışık kabini içerisinde ve D65 ışığı altında yapılır. Değerlendirmeyi yapan teknisyen, numuneye 90° lik bir açı ile bakmalıdır.



Şekil 3.10. Haslık test sonucu değerlendirme alanı

Numunedeki renk değişimi ve multifiberdeki renk değişimi ve lekeleme dereceleri sırasıyla ISO 105-A02 ve ISO 105-A03 numaralı gri skalaları ile değerlendirilmiştir.

Lekeme değerlendirilmesinde kullanılan gri skala (ISO 105 A03)



Solma değerlendirilmesinde kullanılan gri skala (ISO 105 A02)



Şekil 3.11. Gri skalalar

3.2.4.1. Yıkama Haslığı

Bu testte amaç, her türlü tekstil numunesinin ev tipi ve ticari yıkamaya karşı renk haslığı tayininin yapılmasıdır. Numune ile multifiber ile önyüzleri birbirine temas edecek şekilde kısa kenarlarından dikildi, hazırlanan numuneler yıkandı, test sonrası durulandı ve kurutuldu. Deney parçaları uygun sıcaklık, alkalinite, ağartma ve aşındırma şartları altında yıkanarak sonuçların en kısa sürede alınması sağlandı. Aşındırma etkisi, flotte oranının düşük tutulması ve uygun sayıda çelik topların kullanılması ile sağlandı. Deney parçasındaki renk değişimi ve multifiber üzerindeki lekelenme, gri skala ile değerlendirildi.

3.2.4.2. Su Haslığı

Bu test, tekstil numunelerinin su ile teması ve muamele edilmesi durumunda oluşabilecek renk değişimi ve lekelemeleri belirlemek amacıyla uygulanır. Numuneler multifiber ile birlikte deiyonize suda belli bir süre, belli sıcaklık ve basınçta bekletildikten sonra kurutuldu. Kurutulan numune ile multifiber gri skala değerlendirmesi yapılarak renkteki değerişim ve multifiber üzerindeki lekeleme tayin edildi.

3.2.4.3. Ter Haslığı

Bu test, tekstil numunelerinin ter ile teması durumunda oluşabilecek renk değerişimi ve lekelemeleri belirlemek amacıyla uygulanır. Numuneler multifiber ile birlikte asidik ve bazik çözeltilerde belli bir süre, belli sıcaklık ve basınçta bekletildikten sonra multifiber ve numuneler ayrı ayrı kurutuldu. Kurutulan numune ve multifiber gri skala değerlendirmesi yapılarak renkteki değerişim ve multifiber üzerindeki lekelenme tayin edildi.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Numune Kumaşların Özellikleri

Tez deney planı kapsamında yürütülen çalışmalar için toplam 18 numune kumaş üretilmiştir. Geri dönüşüm polyester içerik oranına göre gruplanan numuneler dört ayrı grupta incelenmiştir. Numune gruplarında yer alan kumaş verileri, Çizelge 4.6, 4.7, 4.8 ve 4.9 'da verilmiştir.

Çizelge 4.1. Birinci grup numune (PES-Viskon-EL Karışımı) konstrüksiyon bilgileri

NUMUNE ADI	MEKANİK SIKLIK		ÖRGÜ	GRAMAJ [g/m ²]	KUMAŞ KOMPOZİSYONU
	ÇÖZGÜ [tel/cm]	ATKI [atki/cm]			
r-PET 64.B.21	26	21	Bezayağı	290	%64 r-PET %34 VİS %2 EL
PES 64.B.21	26	21	Bezayağı	290	%64 PES %34 VİS %2 EL
r-PET 64.S.21	26	21	Saten	290	%64 r-PET %34 VİS %2 EL
PES 64.S.21	26	21	Saten	290	%64 PES %34 VİS %2 EL

Çizelge 4.2. İkinci grup numune (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) konstrüksiyon bilgileri

NUMUNE ADI	MEKANİK SIKLIK		ÖRGÜ	GRAMAJ [g/m ²]	KUMAŞ KOMPOZİSYONU
	ÇÖZGÜ [tel/cm]	ATKI [atki/cm]			
r-PET 32.B.23	26	23	Bezayağı	300	%48 COT %32 r-PET %17 CV %3 EL
PES 32.B.23	26	23	Bezayağı	300	%48 COT %32 PES %17 CV %3 EL
r-PET 32.S.23	26	23	Saten	300	%48 COT %32 r-PET %17 CV %3 EL
PES 32.S.23	26	23	Saten	300	%48 COT %32 PES %17 CV %3 EL
r-PET 32.B.25	26	25	Bezayağı	310	%48 COT %32 r-PET %17 CV %3 EL
PES 32.B.25	26	25	Bezayağı	310	%48 COT %32 PES %17 CV %3 EL

Cizelge 4.3. Üçüncü grup numune (PES- Pamuk Karışımı) konstrüksiyon bilgileri

NUMUNE ADI	MEKANİK SIKLIK		ÖRGÜ	GRAMAJ [g/m ²]	KUMAŞ KOMPOZİSYONU
	ÇÖZGÜ [tel/cm]	ATKI [atki/cm]			
r-PET 26.B.35	34	35	Bezayağı	220	%70 COT %26 r-PET %4 EL
PES 26.B.35	34	35	Bezayağı	220	%70 COT %26 PES %4 EL
r-PET 26.S.35	34	35	Saten	220	%70 COT %26 r-PET %4 EL
PES 26.S.35	34	35	Saten	220	%70 COT %26 PES %4 EL
r-PET 26.B.37	34	37	Bezayağı	230	%70 COT %26 r-PET %4 EL
PES 26.B.37	34	37	Bezayağı	230	%70 COT %26 PES %4 EL

Cizelge 4.4. Dördüncü grup numune (%100 PES) konstrüksiyon bilgileri

NUMUNE ADI	MEKANİK SIKLIK		ÖRGÜ	GRAMAJ [g/m ²]	KUMAŞ KOMPOZİSYONU
	ÇÖZGÜ [tel/cm]	ATKI [atki/cm]			
r-PET 100.B.35	87	35	Bezayağı	175	%100 r-PET
PES 100.B.35	87	35	Bezayağı	175	%100 PES

Numune kumaşlara ait görsel Şekil 3.2’de verilmiştir. Numunelere, akredite test laboratuvarında uygulanan mukavemet, boncuklanma (pilling), çekmezlikler ve haslık değerleri test edilmiştir. Test sonuçları 4 grup başlığı altında toplam 9 bölümde karşılaştırılmıştır. Her bir test sonucu LC Waikiki Markasının belirlemiş olduğu standart değerler içerisinde karşılaştırılmıştır.

4.2. Kopma Mukavemeti Testi Bulguları

ISO 13934-2 standardına uygun olarak yapılmıştır. Atkı ve çözgü yönünde ayrı ayrı test edilmiştir. Sonuçlar numune grupları bazında aşağıda verilmiş ve değerlendirilmiştir.

- Birinci Grup (PES-Viskon-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

Birinci grup çalışmalarına ait kopma mukavemeti test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) numuneler kopma mukavemeti test sonuçları

Numune Adı	Kopma Mukavemeti Testi	Test Sonucu(kgf)	SD
r-PET 64.B.21	Çözgü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf
PES 64.B.21	Çözgü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf
r-PET 64.S.21	Çözgü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf
PES 64.S.21	Çözgü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf

Bu gruptaki tüm numune kumaşların kopma mukavemeti değeri, 61,18 kgf (≈ 600 N) çekme kuvvetinin üstünde bir değer olmuştur. Her bir numunenin kendine özgü üst sınır değerleri ölçülemediği için; numuneler arasında bir karşılaştırma yapma imkanı olmamıştır. Tüm numuneler standart eşik değerinin üstünde bir sonuç vermiştir. Birinci grup numunelerin kopma testlerinde, geri dönüşüm polyester ile yeni polyester karışımı numuneler arasındaki farklılığı ortaya çıkaracak bir sonuç alınamamıştır.

- İkinci Grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

İkinci grup çalışmalarına ait kopma mukavemeti test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) numuneler kopma m. test sonuçları

Numune Adı	Kopma Mukavemeti Testi	Test Sonucu(kgf)	SD
r-PET 32.B.23	Çözüğü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf
PES 32.B.23	Çözüğü Yönü	54,2	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf
r-PET 32.S.23	Çözüğü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf
PES 32.S.23	Çözüğü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	42,5	15 kgf
r-PET 32.B.25	Çözüğü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf
PES 32.B.25	Çözüğü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf

Bu gruptaki tüm numune kumaşların kopma mukavemeti değerleri de iki numune dışında, hem çözüğü ve hem atkı yönünde 61,18 kgf (≈ 600 N) çekme kuvvetinin üstünde bir değere ulaşmıştır. Numunelerin üst sınır değerleri ölçülemediği için; numuneler arasında bir benzetim ya da karşılaştırma yapma imkanı olmamıştır. Tüm numuneler standart eşik değer üstünde bir sonuç vermiştir.

PES 32.B.23 kodlu numunede atkı ve çözüğü yönünde farklı dirençler göstermiştir. Çözüğü yönündeki kopma mukavemeti daha düşük olduğu görülmüştür. Aynı yapıdaki r-Pet içeren numuneye göre yeni PES iplik içeren kumaşın çözüğü yönünde daha düşük dayanım göstermesinin deneysel sapma kaynaklı olduğu düşünülmektedir. PES 32.S.23 kodlu saten örgülü numunenin, bezayağı versiyonuna göre daha düşük bir kopma performansı göstermesi beklenen bir sonuç olmuştur. Fakat aynı durum, r-PET içeren numunede gerçekleşmemiştir.

Saten örgüde dokunan r-PET 32.S.23 kodlu geri dönüşüm polyester karışımli numune, atkı ve çözüğü yönünde benzer dirençte kopma mukavemeti göstermiştir. Ancak aynı kumaşın yeni polyester karışımli olan PES 32.S.23 koldu numune için aynı durum gözlemlenmemiştir. Atkı yönündeki kopma mukavemeti değeri çözüğü yönünden daha düşük olduğu görülmüştür.

Atkı sıklığının 2 atkı/cm artırılması durumunda beklenen mukavemet artışı, kopma testinin üst sınırı aşıldığı için tespit edilememiştir. Geri dönüşüm polyester ve yeni polyester karışımli kumaşlar arasında belirgin bir farklılık gözlemlenememiş olsa da r-PET içeren numuneler de görece daha yüksek değerlere ulaşılması dikkat çekmiştir.

- **Üçüncü Grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları**

Üçüncü grup çalışmalarına ait kopma mukavemeti test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Üçüncü grup (PES- Pamuk Karışımı) numune kopma mukavemeti test sonuçları

Numune Adı	Kopma Mukavemeti Testi	Test Sonucu(kgf)	SD
r-PET 26.B.35	Çözümlü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf
PES 26.B.35	Çözümlü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	57,3	15 kgf
r-PET 26.S.35	Çözümlü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	55,6	15 kgf
PES 26.S.35	Çözümlü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf
r-PET 26.B.37	Çözümlü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf
PES 26.B.37	Çözümlü Yönü	40,18	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf

Bu gruptaki tüm numune kumaşların kopma mukavemeti değerleri de genel olarak hem çözgü ve hem atkı yönünde 61,18 kgf (≈ 600 N) çekme kuvvetinin üstünde bir değere ulaşmıştır. Numunelerin üst sınır değerleri ölçülemediği için, karşılaştırma yapma imkanı kısıtlı olmuştur. Tüm numuneler standart eşik değerin üstünde bir sonuç vermiştir.

PES 26.B.35 kodlu yeni polyester karışımı numune atkı yönünde daha düşük kopma dayanımı verirken, r-PET içeren eşdeğer numunede benzer durumun geçerli olduğu tahmin edilmektedir. Zira atkıda görece daha ince pamuk ipliği kullanılmış ve sıklık değeri de çözgüye oranla daha düşük olmuştur. Benzer durum, saten örgüyle dokunmuş r-PET 26.S:35 kodlu numune içinde geçerli olmuştur. PES 26.B.37 kodlu numunenin çözgü yönündeki kopma dayanımının. Atkı yönündeki kopma mukavemetinden daha düşük olduğu görülmüştür. Atkısı çözgüye oranla iki kat daha kalın %100 pamuk olan bu kumaşa ayrıca atkı sıklığının daha yüksek olduğu dikkate alınır, bu farkın nedeni anlaşılacaktır.

Geri dönüşüm polyester ve yeni polyester karışimli kumaşlar arasında; r-PET 26.B.37 ve PES 26.B.37 kodlu numuneler bazında, yeni polyester içeren numunenin, çözgü yönünde daha düşük bir performans sergilemesi dikkat çekmiştir.

- Dördüncü Grup (% 100 PES) Numunelerin Sonuçları

Dördüncü grup çalışmalarına ait kopma mukavemeti test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Dördüncü grup (%100 PES) numunelerin kopma mukavemeti test sonuçları

Numune Adı	Kopma Mukavemeti Testi	Test Sonucu(kgf)	SD
r-PET 100.B.35	Çözgü Yönü	>61,18	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf
PES 100.B.35	Çözgü Yönü	57,3	15 kgf
	Atkı Yönü	>61,18	15 kgf

r-PET 100.B.35 kodlu geri dönüşüm polyester karışimli numune atkı ve çözgü yönünde üst sınır değerinin üstünde bir kopma mukavemeti göstermişlerdir. Ancak aynı kumaşın yeni polyester karışimli olan PES 100.B.35 kodlu numunenin çözgü yönünde daha düşük bir kopma dayanımı gösterdiği gözlenmiştir. Çözgüsü yaklaşık 100 denye puntalı polyester ve atkısı da 75 denye turlu polyester olan kumaş numunesinin az da olsa atkı yönünde daha yüksek mukavemet göstermesinin nedeni olarak, iplikteki bükümün getirdiği mukavemet artışı gösterilebilir. Benzer durumun geri dönüşüm iplikli numune için de geçerli olduğu düşünülmektedir. Eşdeğer konstrüksiyona sahip iki numunenin çözgü yönünde kopma dayanımında; küçük de olsa geri dönüşüm PET içeren numune lehine bir fark gözlenmiştir.

Tüm gruplar için genel değerlendirme yapılacak olur ise; geri dönüşüm lif içeren numunelerin yeni polyester karışimli numunelere göre kopma mukavemeti değerinin, küçük farklar ile de olsa daha yüksek gerçekleşmiştir. Atkı sıklığındaki artışların da kopma mukavemetini artırma yönünde bir eğilim gösterdiği gözlenmiş ancak örgü yapısının etkisini yansıtacak sonuçlar alınamamıştır. Çizelge 2.2 'deki verilere ve He'nin (2015) yapmış olduğu

çalışmalara göre geri dönüşüm polyestelerin kopma mukavemeti, yeni polyestere göre daha yüksektir. Elde edilen sonuçlar, önceki çalışmaları doğrulamaktadır.

4.3. Yırılma Mukavemeti Testi Bulguları

ISO 13937-1 standardına uygun olarak yapılmıştır. Atkı ve çözgü yönünde ayrı ayrı test edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- Birinci Grup (PES-Viskon-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

Birinci grup çalışmalarına ait yırtılma mukavemeti test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait yırtılma mukavemeti test sonuçları

Numune Adı	Yırılma Mukavemeti Testi	Test Sonucu(gf)	SD
r-PET 64.B.21	Çözgü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf
PES 64.B.21	Çözgü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf
r-PET 64.S.21	Çözgü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf
PES 64.S.21	Çözgü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf

Birinci grup numune kumaşların tümünde, yırtılma mukavemeti 6524 gf (\approx 64 N) değerini aşmıştır. Test cihazındaki ölçüm ayarı kısıtlamaları nedeniyle, üst olan 64 N ve üzerinde gerçekleşen yırtılma mukavemeti değerleri ölçülemediği için, numuneler karşılaştırma yapmak mümkün olamamıştır. Tüm numuneler standart eşik değerinin üstünde bir sonuç vermiştir.

- İkinci Grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

İkinci grup çalışmalarına ait yırtılma mukavemeti test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait yırtılma mukavemeti test sonuçları

Numune Adı	Yırtılma Mukavemeti Testi	Test Sonucu(gf)	SD
r-PET 32.B.23	Çözümlü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf
PES 32.B.23	Çözümlü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf
r-PET 32.S.23	Çözümlü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf
PES 32.S.23	Çözümlü Yönü	5613	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf
r-PET 32.B.25	Çözümlü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf
PES 32.B.25	Çözümlü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf

r-PET 32.B.23 kodlu geri dönüşüm polyester karışımı numune ve bu numunenin yeni polyester karışımı PET 32.B.23 kodlu numune için atkı ve çözgü yönü yırtılma mukavemeti değerleri eşittir. Her iki numuneden 6524 gf'in üstünde bir yırtılma mukavemeti direnci göstermiştir. .

Örgünün Saten örgü olarak değiştirilmesi durumunda: r-PET 32.S.23 kodlu numune de atkı ve çözgü yönünde aynı dirençte kopma mukavemeti göstermişlerdir. Ancak aynı kumaşın yeni polyester karışımı olan PES 32.S.23 kodlu numune için aynı durum gözlemlenmemiştir. Atkı yönündeki kopma mukavemeti değeri çözgü yönünden daha düşük olduğu görülmüştür.

Atkı sıklığının 2 atkı/cm artırılması durumunda: r-PET 32.B.25 kodlu numune de ve bu numunenin yeni polyester karışımı olan PES 32.B.25 kodlu numunedeki 61,18 kgf 'in üstünde bir kopma mukavemeti göstermişlerdir.

İkinci grup çalışmalarında standart dışı bir değer gözlemlenmemiştir. Örgü yapısının değişmesinin atkı yönünde yırtılma mukavemetine etkisi olmadığı test sonuçlarına göre görülmüştür. Çözgü yönünde ise yeni polyester karışimli numunenin daha düşük bir değer aldığı görülmüştür. Atkı sıklığının arttırılmasının yırtılma mukavemeti değerlerinde bir değişime neden olmadığı görülmüştür.

Geri dönüşüm polyester ve yeni polyester karışimli kumaşlar arasında belirgin bir farklılık gözlemlenmemiştir.

- Üçüncü Grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) Çalışmaları Yırtılma Mukavemeti Testi Sonuçları

Üçüncü grup çalışmalarına ait yırtılma mukavemeti test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) çalışmalarına ait yırtılma mukavemeti test sonuçları

Kumaş Adı	Yırtılma Mukavemeti Testi	Test Sonucu(gf)	SD
r-PET 26.B.35	Çözgü Yönü	5627	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf
PES 26.B.35	Çözgü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf
r-PET 26.S.35	Çözgü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf
PES 26.S.35	Çözgü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf
r-PET 26.B.37	Çözgü Yönü	5428	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf
PES 26.B.37	Çözgü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf

r-PET 26.B.35 kodlu geri dönüşüm polyester karışimli numunenin çözgü yönünde göstermiş olduğu yırtılma mukavemeti daha düşüktür. Bu numunenin yeni polyester karışılması PES 26.B.35 kodlu numunenin atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemeti değerleri eşittir.

Örgünün Saten örgü olarak değiştirilmesi durumunda: r-PET 26.S.35 kodlu geri dönüşüm polyester karışımı numune ve bu numunenin yeni polyester karışımı PES 26.S.35 kodlu numunenin atkı ve çözgü yönündeki yırtılma mukavemeti değerleri eşittir.

Atkı sıklığının 2 atkı/cm artırılması durumunda: r-PET 26.B.37 kodlu geri dönüşüm polyester karışımı numunenin atkı ve çözgü yönünde yırtılma mukavemetleri farklıdır. Çözgü yönü yırtılma mukavemeti değeri daha düşüktür. Aynı numunenin yeni polyester karışımı olan PES 26.B.37 kodlu numunede ise çözgü ve atkı yönündeki mukavemet değerleri eşittir.

Üçüncü grup çalışmalarında yapılan yırtılma mukavemeti testi sonuçlarına göre, farklı sonuçlar gözlemlenmiştir. Ancak standart dışı bir değer gözlemlenmemiştir. Örgü faktörünün değişmesinin ve atkı sıklığının artırılmasının kumaşın yırtılma mukavemeti performans değerine olumlu veya olumsuz bir etkisi olduğu gözlemlenmemiştir.

- **Dördüncü Grup(% 100 PES) Çalışmaları Yırtılma Mukavemeti Testi Sonuçları**

Dördüncü grup çalışmalarına ait yırtılma mukavemeti test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Dördüncü grup (% 100 PES) çalışmalarına ait yırtılma mukavemeti test sonuçları

Kumaş Adı	Yırtılma Mukavemeti Testi	Test Sonucu(gf)	SD
r-PET 100.B.35	Çözgü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf
PES 100.B.35	Çözgü Yönü	>6524	900 gf
	Atkı Yönü	>6524	900 gf

r-PET 100.B.35 kodlu geri dönüşüm polyester karışımı numune ve bu numunenin yeni polyester karışımı PES 100.B.35 kodlu numunenin atkı ve çözgü yönündeki yırtılma mukavemeti değerleri eşittir. Her iki numunede atı ve çözgü yönünde 6524 gf 'in üstünde bir yırtılma mukavemeti sağlamışlardır.

Bu sonuçlara göre standart dışı bir değer gözlemlenmemiştir.

Tüm gruplar için genel değerlendirme yapılacak olur ise; atkı yönünde %100 pamuk kullanılan numunelerde, geri dönüşüm karışımı numunelerin yeni polyester karışımı numunelere göre çözgü yönü yırtılma mukavemeti değerinin daha düşük olduğu söylenebilir. Çizelge 2.2'deki verilere göre geri dönüşüm polyesterin, yeni polyestere göre yırtılma mukavemeti daha düşüktür. Pamuk ipliği ile geri dönüşüm polyester karışımı ipliğin kombinasyonu durumunda bu durum daha belirgin olarak gözlenebilmiştir. Bu grupta çözgü yönünde yırtılma dayanımına, bezayağı örgüdeki bağlantıların ve artan atkı sıklığının negatif etkisi gözlenmiştir. Çizelge 2.2 'de verildiği üzere; yırtılma dayanımları düşük olan geri dönüşüm ipliklerin, daha düşük yırtılma dayanımı göstermesi beklenen bir sonuç olmuştur. Bu duruma, geri dönüşüm liflerin kristal yapısının daha zayıf olması nedeniyle darbelere karşı daha hassas olmasının yol açabileceği öngörülmüştür.

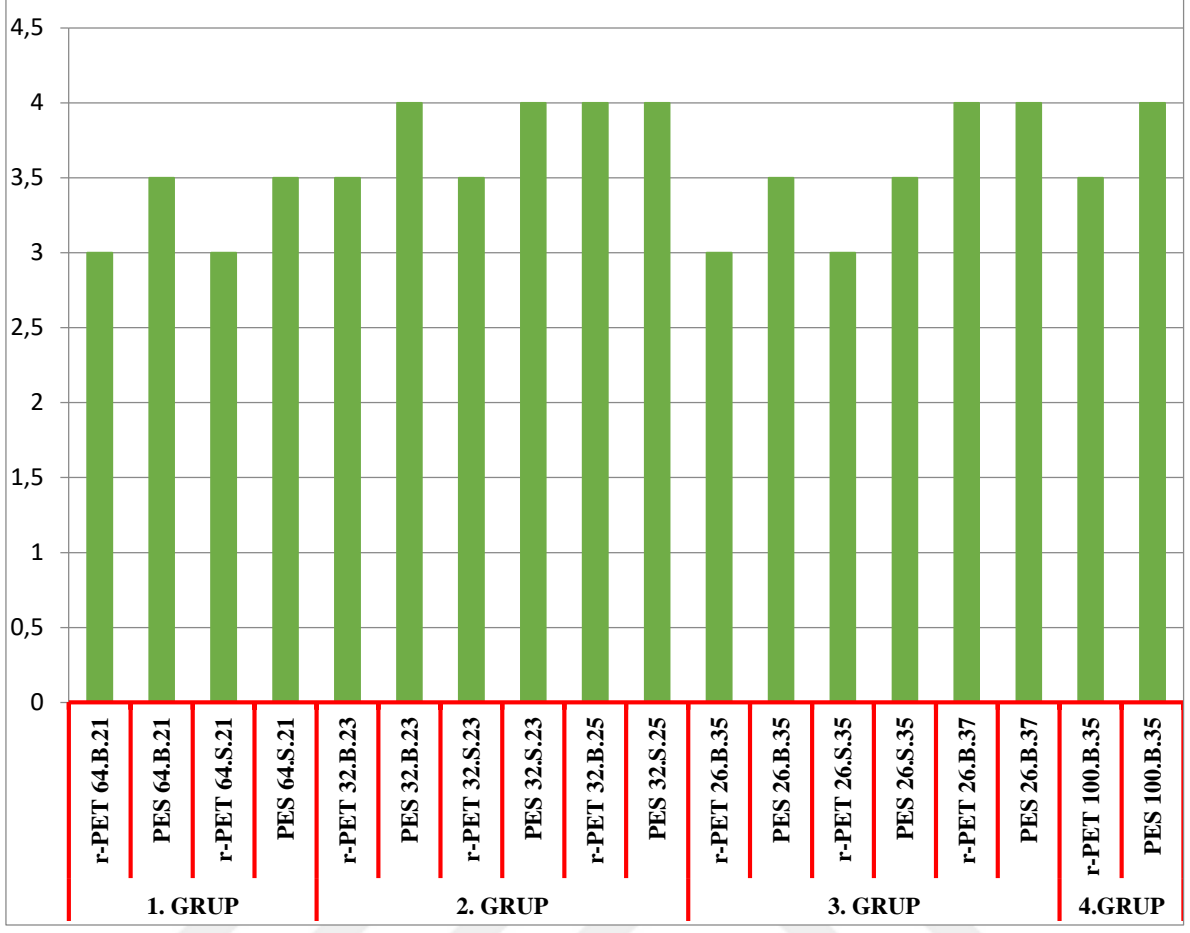
4.4. Boncuklanma (Pilling) Testi Bulguları

ISO 12945-2 standardına uygun olarak yapılmıştır. Tüm dört gruba ait numunelerin boncuklanma test sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.13' de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Dört gruba ait numunelerin boncuklanma test sonuçları

Numune Kodları		Test Metodu	Boncuklanma Test Sonucu	Standart Değer
1. GRUP	r-PET 64.B.21	ISO 12945-2	3	3/4
	PES 64.B.21	ISO 12945-2	3/4	3/4
	r-PET 64.S.21	ISO 12945-2	3	3/4

	PES 64.S.21	ISO 12945-2	3/4	3/4
2. GRUP	r-PET 32.B.23	ISO 12945-2	3/4	3/4
	PES 32.B.23	ISO 12945-2	4	3/4
	r-PET 32.S.23	ISO 12945-2	3/4	3/4
	PES 32.S.23	ISO 12945-2	4	3/4
	r-PET 32.B.25	ISO 12945-2	4	3/4
	PES 32.S.25	ISO 12945-2	4	3/4
3. GRUP	r-PET 26.B.35	ISO 12945-2	3	3/4
	PES 26.B.35	ISO 12945-2	3/4	3/4
	r-PET 26.S.35	ISO 12945-2	3	3/4
	PES 26.S.35	ISO 12945-2	3/4	3/4
	r-PET 26.B.37	ISO 12945-2	4	3/4
	PES 26.B.37	ISO 12945-2	4	3/4
4. GRUP	r-PET 100.B.35	ISO 12945-2	3/4	3/4
	PES 100.B.35	ISO 12945-2	4	3/4



Şekil 4.1. Dört gruba ait numunelerin boncuklanma test sonuçları

Birinci grup numunelerde, yeni polyester karışımlı numunenin boncuklanma test sonuçlarının $\frac{1}{2}$ kademe farkla da olsa; daha iyi sonuç verdiğini söyleyebiliriz. Tüm şartların aynı kalarak yalnızca örgünün değiştirilmesi durumunda; kumaşın boncuklanma test sonucunda belirgin bir fark gözlenememiştir. Polyester-Viskon-Elastan grubu numunelerin geri dönüşüm polyester içeren versiyonları, belirgin bir şekilde daha düşük boncuklanma dayanımı göstermişler ve diğer taraftan eşik referans değerini de aşmamışlardır.

İkinci grup numuneler de, kendi içinde kıyaslandığında yeni polyester karışımlı numunenin boncuklanma test sonuçlarının daha iyi sonuç verdiği söylenebilir. Boncuklanma performansına atkı sıklığındaki artışın olumlu etkisi olduğu izlenimi edinilmiş; ancak örgü farkının etkisi net olarak görülemedi. r-PET içeren numuneler tam olarak sınır değerde de olsa; tüm numuneler eşik referans değerleri sağlamıştır.

Üçüncü grup polyester-pamuk-elastan numunelerinin bulguları da; yeni polyester ile dokunan numunelerin boncuklanma test sonuçlarının daha iyi sonuç verdiğini ortaya koymuştur. Bezayağı örgüye sahip r-PET numuneleri, aynı zamanda eşik değerin de altında kalmıştır. Saten örgülü numune ise, uzun atlamaların sağladığı yüzey direncindeki artış ile sınır değerde de olsa referans değeri karşılayabilmiştir. Atkı sıklığındaki artışın, boncuklama değerini olumlu yönde arttırdığı görülmüştür.

Dördüncü grup çalışması diğer gruptaki çalışmaları doğrular nitelikte bir sonuç vermiştir. %100 polyester içeren bu grubun test sonuçlarında da; yeni polyester karışımı numunenin boncuklanma performansı daha iyi bir sonuç vermiştir. Geri dönüşüm lif içeren numune alt sınır değerle de olsa eşik değeri karşılamıştır.

Genel değerlendirme yapılacak olur ise; geri dönüşüm polyester karışımı numuneler, hem tüm karışım gruplarında, hem de yalnızca polyester içeren numuneler içinde yeni polyester içerenlere göre daha düşük bir performans göstermiştir. Geri dönüşüm polyesterin, daha düşük kristalin bölgesine sahip olması ve daha düşük moleküler ağırlığının da etkisiyle daha düşük yüzey sürtünme direnci gösterdiği söylenebilir. Geri dönüşüm liflerin düşük elastikiyete sahip olmalarının da etken olduğu düşünülmektedir. Örgü yapısındaki uzun atlamaların, boncuklanmaya etkisi kumaşın lif kompozisyonuna göre değişkenlik göstermiştir. Fakat atkı sıklığının arttırılmasının, boncuklanma üzerindeki pozitif etkisi açıkça gözlenebilmiştir.

4.5. Yıkama Çekmezliği Testi Bulguları

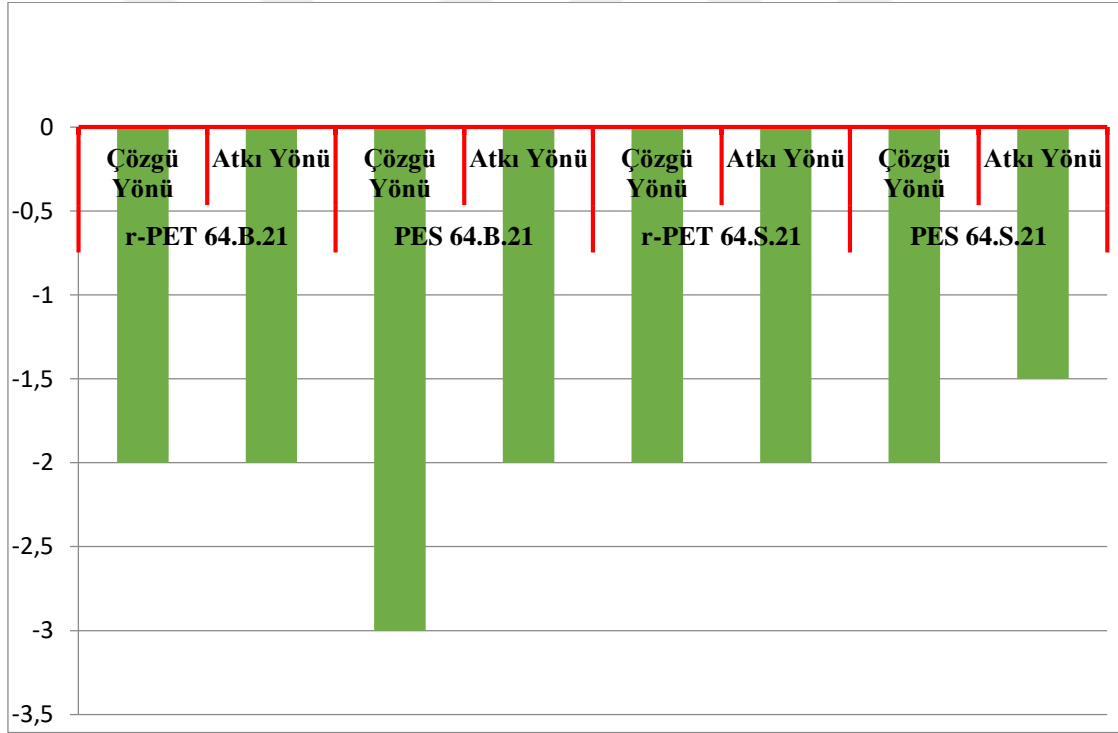
ISO 6330 standardına uygun olarak yapılmıştır. Atkı ve çözgü yönünde ayrı ayrı test edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- Birinci Grup (PES-Viskon-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

Birinci grup çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Birinci grup (PES-Viskon--EL Karışımı) numune çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları

Kumaş Adı	Yıkama Çekmezliği Testi	Test Sonucu	SD
r-PET 64.B.21	Çözümlü Yönü	-2	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
PES 64.B.21	Çözümlü Yönü	-3	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
r-PET 64.S.21	Çözümlü Yönü	-2	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
PES 64.S.21	Çözümlü Yönü	-2	+-%3
	Atkı Yönü	-1,5	+-%3



Şekil 4.2. Birinci grup (PES-Viskon--EL Karışımı) numune çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları

Yukarıdaki grafiğe göre r-PET 64.B.21 kodlu geri dönüşüm polyester karışımı numunenin atkı ve çözgü yönündeki yıkama çekmezlik değerlerinin eşit olduğu görülmektedir. Aynı çalışmanın yeni polyester karışımı numunesinde (PES 64.B.21) atkı yönündeki çekmezlik değeri değişmezken çözgü yönündeki çekmezlik değerinin arttığı gözlemlenmektedir.

Numune örgüsünün bezayağı örgüden saten örgüye değiştirilmesi durumunda geri dönüştürülmüş polyester karışimli numunede (r-PET 64.S.21) yıkama çekmezlik değerinin değişmediği gözlemlenmiştir. Aynı çalışmanın yeni polyester karışimli numunesinde (PES 64.S.21) çözgü çekmezlik değeri aynı kalır iken atkı çekmezlik değerinin azaldığı gözlemlenmiştir.

Birinci grup çalışmalarında yapılan yıkama çekmezlik testi sonuçlarına göre , tüm teknik verilerin aynı kalıp sadece örgünün değişmesi durumunda geri dönüşüm polyester ile dokunan kumaşa değerlerin değişmeyip sabit kaldığı, yeni polyester de ise değerlerin değiştiği gözlemlenmiştir. Ancak standart dışı bir değere rastlanmamıştır.

- İkinci Grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

İkinci grup çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları

Kumaş Adı	Yıkama Çekmezliği Testi	Test Sonucu	SD
r-PET 32.B.23	Çözgü Yönü	2	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
PES 32.B.23	Çözgü Yönü	-3	+-%3
	Atkı Yönü	-1,5	+-%3
r-PET 32.S.23	Çözgü Yönü	-0,5	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
PES 32.S.23	Çözgü Yönü	-2	+-%3
	Atkı Yönü	-1,5	+-%3
r-PET 32.B.25	Çözgü Yönü	1	+-%3
	Atkı Yönü	2	+-%3
PES 32.B.25	Çözgü Yönü	0,5	+-%3
	Atkı Yönü	1	+-%3



Şekil 4.3. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları

Bu grupta yapılan çalışmaların yıkama çekmelik test sonuç değerleri kendi içerisinde farklılık göstermektedir. r-PET 32.B.23 kodlu geri dönüşüm karışimli numunenin çözgü yönündeki çekmezlik değeri pozitif yönde 2 iken atkı yönündeki çekmezlik değeri negatif yönde -2'dir. Aynı numunenin yeni polyester karışimli ise (PES 32.B.23) ise çözgü ve atkı yönündeki yıkama çekmezlik değerleri negatif yönde bir değer almıştır.

Örgünün bezayağından saten olarak değiştirilmesi durumunda ise (r-PET 32.S.23 ve PES 32.S.23) çözgü ve atkı yönündeki yıkama çekme değerleri negatif yönde ve birbirine yakın değerler aldığı gözlemlenmiştir.

Tüm şartların sabit kalıp atkı sıklığının 2 atkı/cm arttırılması durumunda ise (r-PET 32.S.25 ve PES 32.S.25) yıkama çekmezlik değerleri pozitif yönde değer almıştır. Ancak yeni polyester karışimli numunenin (PES 32.S.25) çekmezlik değerleri geri dönüştürülmüş polyester karışimli numuneye (r-PET 32.S.25) göre atkı ve çözgü yönündeki çekmezlik değerlerinin daha düşük değer aldığı gözlemlenmiştir.

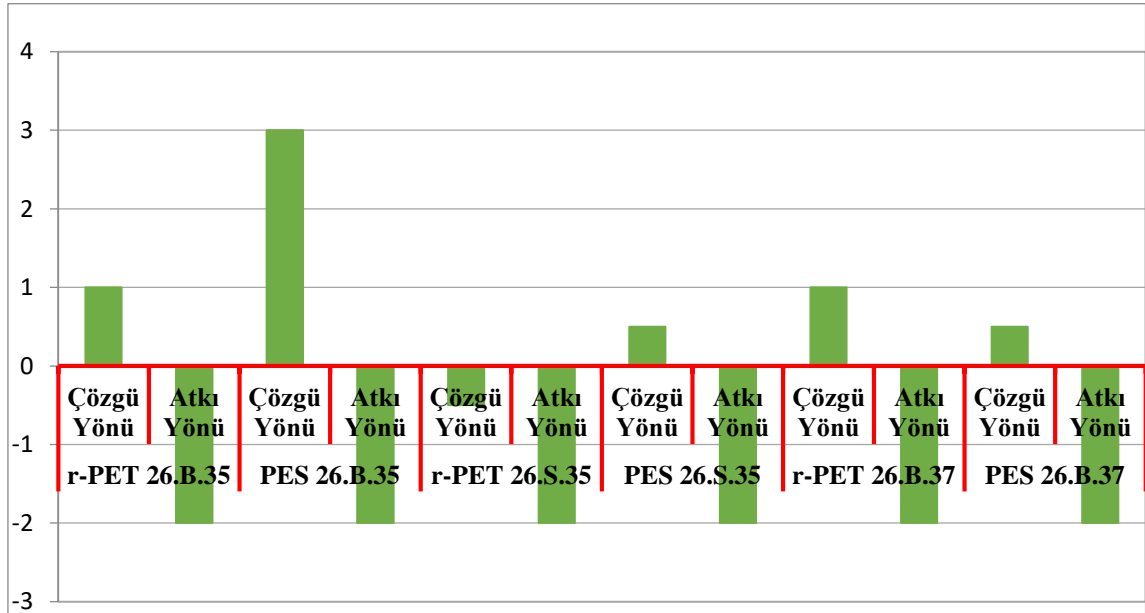
İkinci grup numunelerinde geri dönüşüm polyester karışimli numunelerin genel olarak yeni polyester karışimli numunelere göre çözgü ve atkı yönündeki yıkama çekmezlik test sonuçları daha yüksektir. Ancak örgünün saten olması durumunda tam tersi olmuştur. Bu nedenle örgünün yıkama çekmezlik değerlerine etkisi olduğu söylenebilir.

- Üçüncü Grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

Üçüncü grup çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları

Kumaş Adı	Yıkama Çekmezliği Testi	Test Sonucu	SD
r-PET 26.B.35	Çözümlü Yönü	1	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
PES 26.B.35	Çözümlü Yönü	3	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
r-PET 26.S.35	Çözümlü Yönü	-0,5	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
PES 26.S.35	Çözümlü Yönü	0,5	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
r-PET 26.B.37	Çözümlü Yönü	1	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
PES 26.B.37	Çözümlü Yönü	0,5	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3



Şekil 4.4. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları

Bu grupta yapılan tüm çalışmaların atkı yönündeki yıkama çekmezliklerinin negatif değer aldığı gözlemlenmiştir. Geri dönüştürülmüş polyester karışimli ve yeni polyester karışimli numuneler atkı yönünde aynı oranda çekme göstermemişlerdir.

Örgü şeklinin bezayağı örgüden saten örgüye geçmesi durumunda çözgü çekmezlik değerlerinin azaldığı görülmüştür.

Atkı sıklığının 2 atkı/cm artırılması durumunda ise geri dönüştürülmüş polyester karışimli numunenin (r-PET 26.B.37) çözgü yönü çekmesi değişmemiştir. Ancak yeni polyester karışimli numunenin (PES 26.B.37) çözgü çekmesinde azalma görülmüştür.

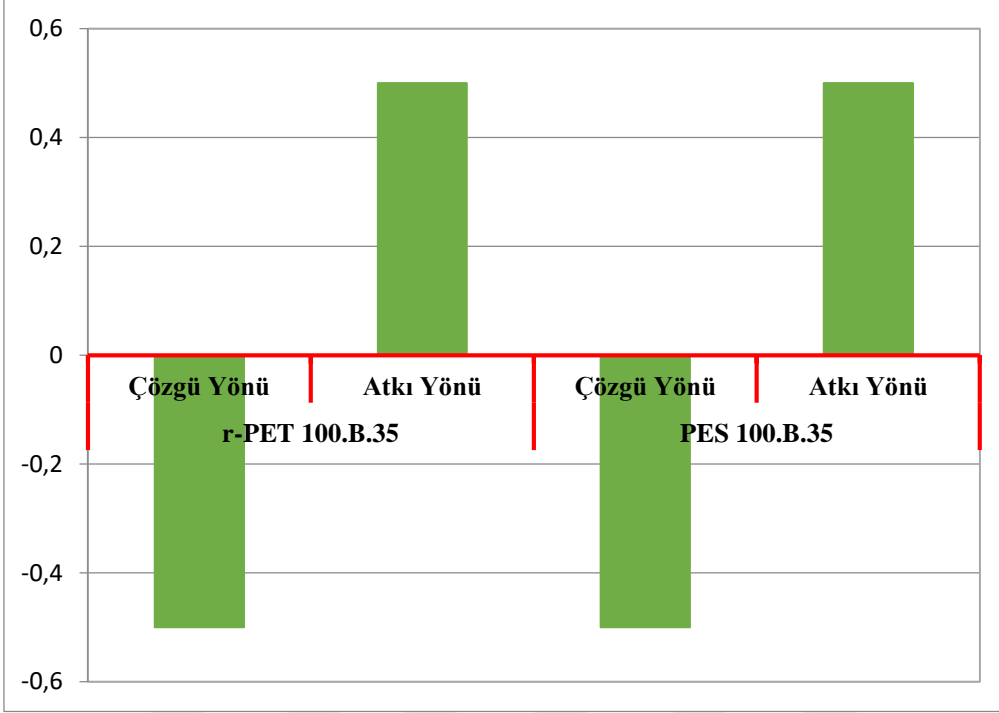
Bu grupta yapılan çalışmaların yıkma çekmelik test sonuç değerleri kendi içerisinde farklılık göstermektedir. Bir genelleme yapmak mümkün olmamıştır. Ancak standart dışı bir değere rastlanmamıştır.

- Dördüncü Grup (% 100 PES) Numunelerin Sonuçları

Dördüncü grup çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Dördüncü grup (% 100 PES) numune çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları

Kumaş Adı	Yıkama Çekmezliği Testi	Test Sonucu	SD
r-PET 100.B.35	Çözgü Yönü	-0,5	+-% 3
	Atkı Yönü	0,5	+-% 3
PES 100.B.35	Çözgü Yönü	-0,5	+-% 3
	Atkı Yönü	0,5	+-% 3



Şekil 4.5. Dördüncü grup (% 100 PES) numune çalışmalarına ait yıkama çekmezliği test sonuçları

Bu sonuçlara göre geri dönüşüm polyester karışımı r-PET 100.B.25 kodlu ve yeni polyester karışımı PES 100.B.25 kodlu numunelere ait atkı yönündeki yıkama çekmezlik değeri pozitif yönde gözlemlenmiştir. Aynı zamanda her iki numunenin atkı yönündeki yıkama çekmezlik değeri eşittir. Aynı şekilde çözgü yönündeki yıkama çekmeleri eşittir. Bu çalışmada geri dönüşüm polyester ve yeni polyester aynı performansı gösterdiği görülmüştür.

Genel değerlendirme yapılacak olur ise; yeni polyesterin büzülme oranının daha fazla olması nedeni ile (Çizelge2.2) yeni polyester karışımı numunelerin çekme oranlarının genel olarak daha fazla olduğu söylenebilir. Numunelerdeki geri dönüşüm ve yeni polyester oranının azalması ve atkı yönünde %100 pamuk ipliğinin kullanılması durumunda çözgü yönü çekme oranlarının azaldığı görülmüştür. Atkı yönündeki çekme oranları ise çözgü yönünden daha fazladır. Pamuk elyafının hidrofilik yapısı nedeniyle, atkı yönünde çekme oranı daha yüksek gerçekleşmiştir. Atkı sıklığının artırılmasının ve örgü yapısının değiştirilmesinin yıkama çekmezliği üzerinde belirgin bir etkisi gözlemlenmemiştir.

4.6. Buhar Çekmezliği Testi Bulguları

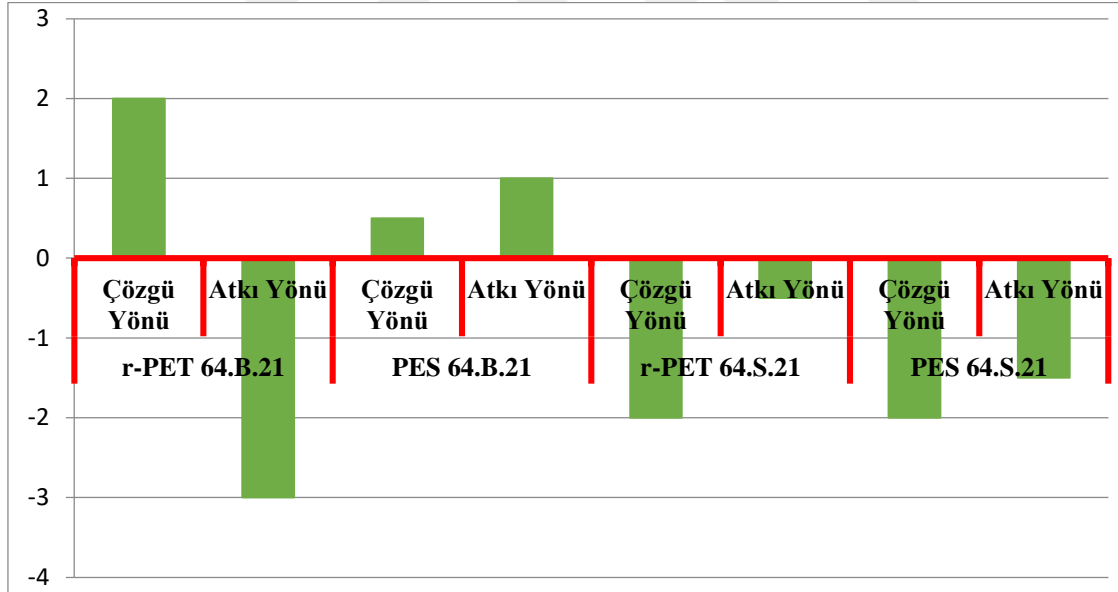
ISO 3005 standardına uygun olarak yapılmıştır. Atkı ve çözgü yönünde ayrı ayrı test edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- Birinci Grup (PES-Viskon-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

Birinci grup çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları

Kumaş Adı	Buhar Çekmezliği Testi	Test Sonucu	SD
r-PET 64.B.21	Çözgü Yönü	2	+-%3
	Atkı Yönü	-3	+-%3
PES 64.B.21	Çözgü Yönü	0,5	+-%3
	Atkı Yönü	1	+-%3
r-PET 64.S.21	Çözgü Yönü	-2	+-%3
	Atkı Yönü	-0,5	+-%3
PES 64.S.21	Çözgü Yönü	-2	+-%3
	Atkı Yönü	-1,5	+-%3



Şekil 4.6. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları

Şekil 4.6 'ya göre r-PET 64.B.21 kodlu geri dönüşüm polyester karışımılı numunenin atkı ve çözgü yönündeki buhar çekmezlik değerlerinin farklı olduğu görülmektedir. Aynı çalışmanın yeni polyester karışımılı numunesinde (PES 64.B.21) çözgü ve atkı yönündeki

çekmezlik değeri de birbirinden farklıdır. Yeni polyester karışımı PES 64.B.21 kodlu numunenin atkı ve çözgü yönündeki buhar çekmezlik değerleri geri dönüşüm polyester karışımı numuneye göre daha düşük sonuç vermiştir.

Numune örgüsünün bezayağı örgüden saten örgüye değiştirilmesi durumunda geri dönüştürülmüş polyester karışımı r-PET 64.S.21 kodlu numunede yıkama çekmezlik değerinin değişmediği gözlemlenmiştir. Aynı çalışmanın yeni polyester karışımı PES 64.S.21 kodlu numunesinde çözgü çekmezlik değeri aynı kalır iken atkı çekmezlik değerinin azaldığı gözlemlenmiştir.

Birinci grup çalışmalarında yapılan buhar çekmezlik testi sonuçlarına göre, tüm teknik verilerin aynı kalıp sadece örgünün bezayağı örgüden saten örgüye değişmesi geri dönüşüm polyester karışımı numune ile yeni polyester karışımı numunenin çözgü yönünde buhar çekmezlik değerlerinin aynı şekilde sonuçlanmasına neden olduğu söylenebilir.

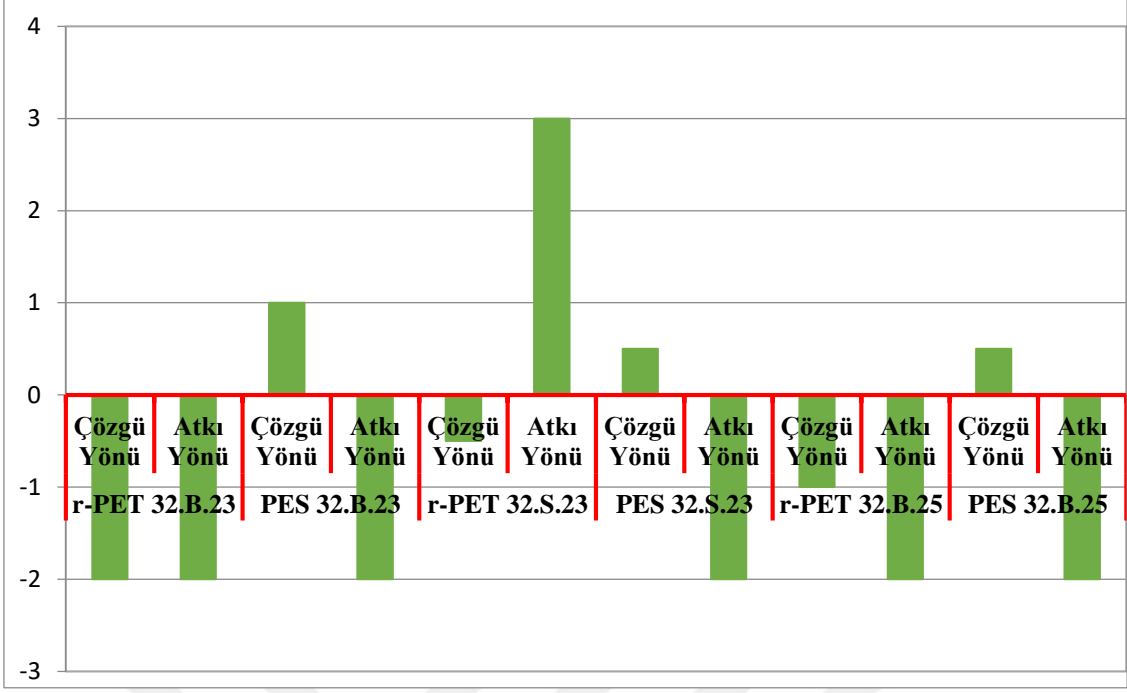
Birinci grup çalışmalarında yapılan buhar çekmezlik testi sonuçlarına göre standart dışı bir değere rastlanmamıştır.

- İkinci Grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

İkinci grup çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.19. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları

Kumaş Adı	Buhar Çekmezliği Testi	Test Sonucu	SD
r-PET 32.B.23	Çözgü Yönü	-2	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
PES 32.B.23	Çözgü Yönü	1	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
r-PET 32.S.23	Çözgü Yönü	-0,5	+-%3
	Atkı Yönü	3	+-%3
PES 32.S.23	Çözgü Yönü	0,5	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
r-PET 32.B.25	Çözgü Yönü	-1	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
PES 32.B.25	Çözgü Yönü	0,5	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3



Şekil 4.7 İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları

Şekil 4.7'ye göre geri dönüşüm polyester karışımı r-PET 32.B.23 kodlu geri dönüşüm karışımı numunenin çözgü yönündeki çekmezlik değeri pozitif yönde 2 iken atkı yönündeki çekmezlik değeri negatif yönde -2'dir. Aynı numunenin yeni polyester karışımı ise (PES 32.B.23) ise çözgü ve atkı yönündeki yıkama çekmezlik değerleri negatif yönde bir değer almıştır. Her iki numunenin de atkı yönü buhar çekmezlik değerleri eşittir. Çözgü yönü buhar çekme değeri ise geri dönüşüm polyester karışımı numunede daha yüksek olduğu görülmüştür.

Örgünün bezayağından saten olarak değiştirilmesi durumunda ise (r-PET 32.S.23 ve PES 32.S.23) çözgü ve atkı yönündeki yıkama çekme değerlerinde farklıklar görülmüştür. Geri dönüşüm polyester karışımı numunenin çözgü yönünde buhar çekmesi negatif yönde iken yeni polyester karışımı numunede pozitif yöndedir. Atkı yönündeki buhar çekmezlik değerleri karşılaştırıldığında ise geri dönüşüm polyester karışımı numunenin daha yüksek değer aldığı görülmüştür.

Tüm şartların sabit kalıp atkı sıklığının 2 atkı/cm artırılması durumunda ise (r-PET 32.S.25 ve PES 32.S.25) çözgü yönündeki buhar çekmezlik değerlerinin geri dönüşüm polyester karışımı kumaşta daha fazla olduğu görülmüştür.. Ancak yeni polyester karışımı

numunenin (PES 32.S.25) atkı yönündeki buhar çekmezlik değerleri geri dönüştürülmüş polyester karışimli numune(r-PET 32.S.25) ile eşittir.

İkinci grup numunelerinde geri dönüşüm polyester karışimli numunelerin genel olarak yeni polyester karışimli numunelere göre çözgü ve atkı yönündeki buhar çekmezlik test sonuçları daha yüksektir.

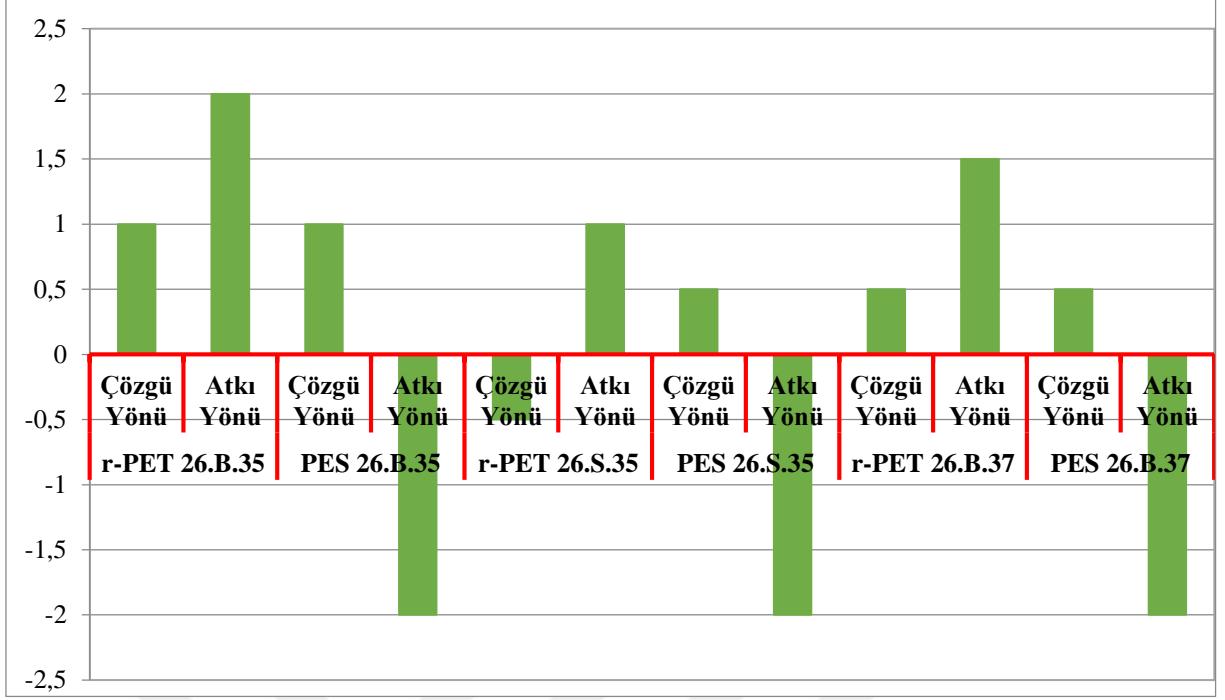
İkinci grup çalışmalarında yapılan buhar çekmezlik testi sonuçlarına göre değerler değişkenlik göstermektedir. Ancak standart dışı bir değere rastlanmamıştır.

- Üçüncü Grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

Üçüncü grup çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.20. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları

Kumaş Adı	Buhar Çekmezliği Testi	Test Sonucu	SD
r-PET 26.B.35	Çözgü Yönü	1	+-%3
	Atkı Yönü	2	+-%3
PES 26.B.35	Çözgü Yönü	1	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
r-PET 26.S.35	Çözgü Yönü	-0,5	+-%3
	Atkı Yönü	1	+-%3
PES 26.S.35	Çözgü Yönü	0,5	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3
r-PET 26.B.37	Çözgü Yönü	0,5	+-%3
	Atkı Yönü	1,5	+-%3
PES 26.B.37	Çözgü Yönü	0,5	+-%3
	Atkı Yönü	-2	+-%3



Şekil 4.8. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları

r-PET 26.B.35 kodlu geri dönüşüm polyester karışıklı numunenin çözgü yönünde göstermiş olduğu buhar çekmezlik performansı yeni polyester karışıklı PES 26.B.35 kodlu numune ile aynıdır. Atkı yönündeki buhar çekmezlik performansı ise aynı oranda fakat zıt yöndedir.

Örgünün Saten örgü olarak değiştirilmesi durumunda: r-PET 26.S.35 kodlu geri dönüşüm polyester karışıklı numune ve bu numunenin yeni polyester karışıklı PES 26.S.35 kodlu numunenin yönündeki buhar çekmeleri eşit ve zıt oranda iken atkı yönündeki çekmezlik oranı geri dönüşüm polyester karışıklı numunede daha yüksektir.

Atkı sıklığının 2 atkı/cm arttırılması durumunda: r-PET 26.B.37 kodlu geri dönüşüm polyester karışıklı numune ve bu numunenin yeni polyester karışıklısı olan PES 26.S.35 kodlu numunenin çözgü yönündeki buhar çekmeleri eşittir. Atkı yönünde ise yeni polyester karışıklı kumaşın çekmesi daha yüksektir.

Üçüncü grup çalışmalarında yapılan buhar çekmezlik testi sonuçlarına göre, farklı sonuçlar gözlemlenmiştir. Ancak standart dışı bir değer gözlemlenmemiştir. Örgü yapısının bezayağından saten örgüye geçmesi durumunda çekmelik değerlerinin düştüğü görülmüştür.

Atkı sıklığının artırılması durumunda ise çözgü yönünde çekmelik değerlerinin düştüğü görülmüştür.

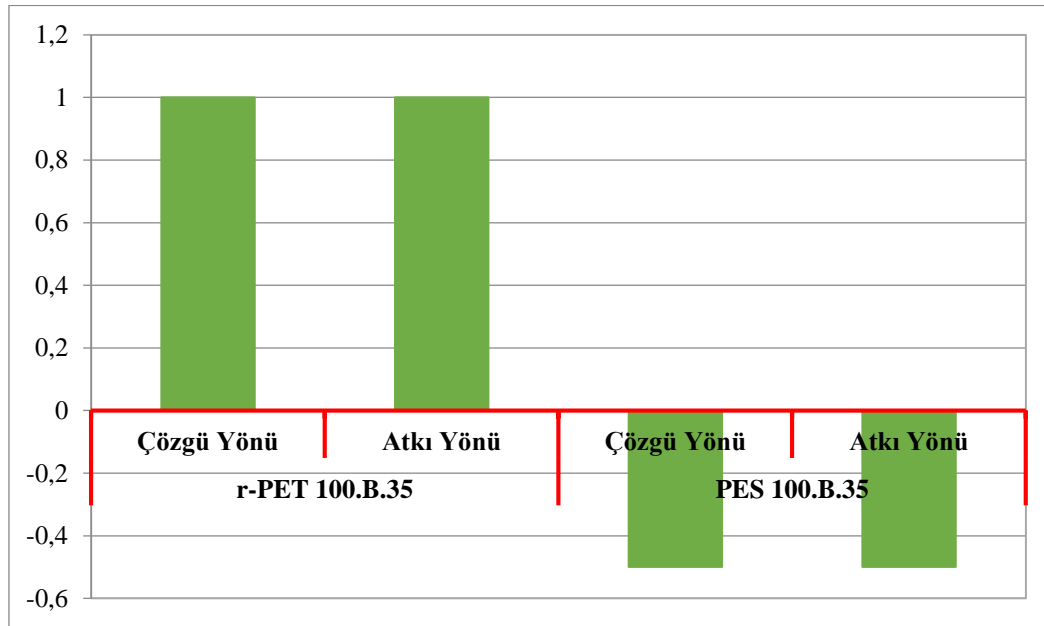
Üçüncü grup çalışmalarında yapılan buhar çekmezlik testi sonuçlarına göre değerler değişiklik göstermektedir. Ancak standart dışı bir değere rastlanmamıştır.

- Dördüncü Grup (% 100 PES) Numunelerin Sonuçları

Dördüncü grup çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. Dördüncü grup (% 100 PES) numune çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları

Kumaş Adı	Buhar Çekmezliği Testi	Test Sonucu	SD
r-PET 100.B.35	Çözgü Yönü	1	+-%3
	Atkı Yönü	1	+-%3
PES 100.B.35	Çözgü Yönü	-0,5	+-%3
	Atkı Yönü	-0,5	+-%3



Şekil 4.9. Dördüncü grup (% 100 PES) numune çalışmalarına ait buhar çekmezliği test sonuçları

Bu sonuçlara göre geri dönüşüm polyester karışımı r-PET 100.B.25 kodlu numunenin çözgü ve atkı yönü buhar çekmezlik değeri eşittir. Aynı şekilde yeni polyester karışımı PES 100.B.25 kodlu numunenin de çözgü ve atkı yönü buhar çekmezlik değeri eşittir. Geri dönüşüm polyester karışımı numunenin atkı ve çözgü yönündeki buhar çekmelik oranı yeni polyester karışımı kumaşa göre daha yüksektir.

Bu sonuçlara göre dördüncü grup kumaşlarına ait atkı ve çözgü yönündeki buhar çekmezlik testi değerleri birbirinden farklı ancak standart dışı değildir.

Genel değerlendirme yapılacak olur ise; %100 r-PET ve %100 PES numuneler kıyaslandığında, çözgü ve atkı yönündeki çekme oranları benzer değerlerde olmuştur. Yeni polyester içeren kumaş numunesinde %0,5 kadar negatif çekme gerçekleşirken, %100 r-PET kumaş numunesi görece daha fazla çekmeye maruz kalmıştır. Bu durum Çizelge 2.2'deki verileri doğrulamaktadır. Yani yeni polyester elyafı, geri dönüşüm polyester elyafa göre daha fazla büzülme kapasitesine sahip olduğu için lif ve iplik çapındaki olası küçülmeler nedeniyle kumaş yapısında bir gevşeme etkisi görülmüştür. Atkı yönünde %100 pamuk kullanılması durumunda atkı yönündeki çekme oranının çözgü yönüne göre daha fazla olduğu görülür. Bunun, pamuk elyafının hidrofilik yapısından kaynaklanması muhtemeldir. Yapılan çalışmalarda geri dönüşüm polyester karışımı numunelerin yeni polyester karışımı numunelere göre daha çok çekme gösterdiği görülmüştür. Higroskopik özelliğe sahip pamuk ve viskon liflerinin varlığı atkı yönündeki çekme oranlarını artırmıştır. Atkı sıklığının artırılmasının ve örgü yapısının değiştirilmesinin buhar çekmezliği üzerinde belirgin bir etkisi gözlemlenememiştir.

4.7. Haslıklar

ISO standardına uygun olarak yıkama, su ve ter haslıkları testleri yapılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki gibidir.

4.7.1. Yıkama Haslığı Test Bulguları

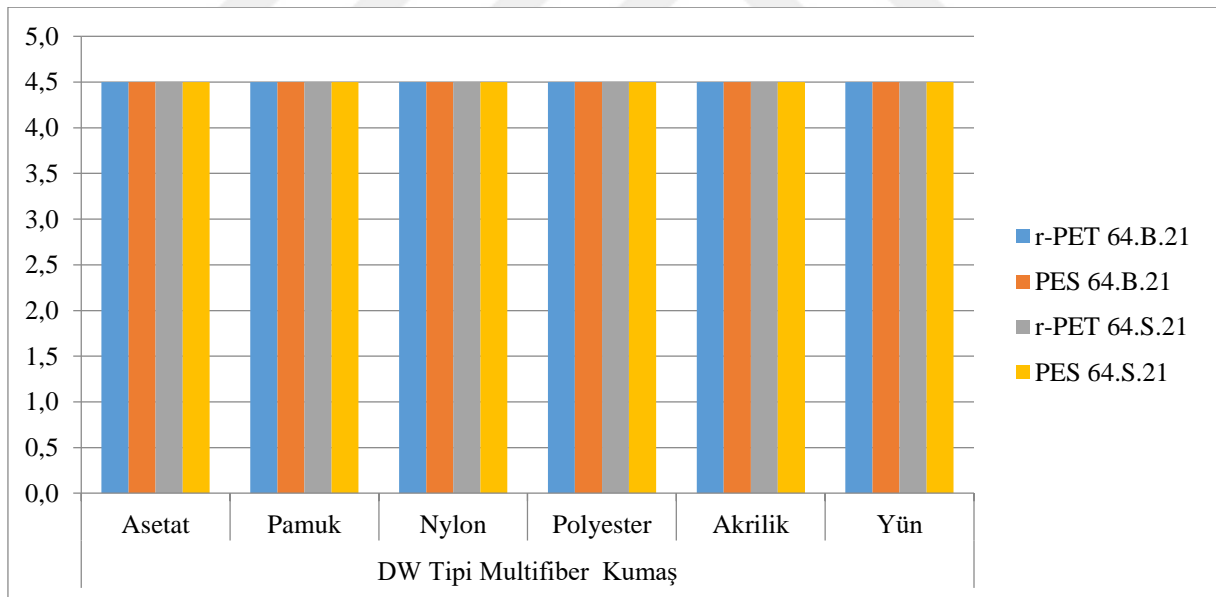
ISO 105 C06 standardına uygun olarak yapılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- Birinci Grup (PES-Viskon-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

Birinci grup çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.22. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları

Kumaş Adı	DW Tipi Multifiber Kumaş						SD
	Asetat	Pamuk	Nylon	Polyester	Akrilik	Yn	
r-PET 64.B.21	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4
PES 64.B.21	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4
r-PET 64.S.21	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4
PES 64.S.21	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4



şekil 4.10. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları

şekil 4.10'daki sonuçlara göre geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunelerin yıkama haslığı test sonucunun eşit olduğu görülmektedir. DW tipi multifiber kumaştaki tüm bölümler gri skalada 4/5 olarak değerlendirilmiştir.

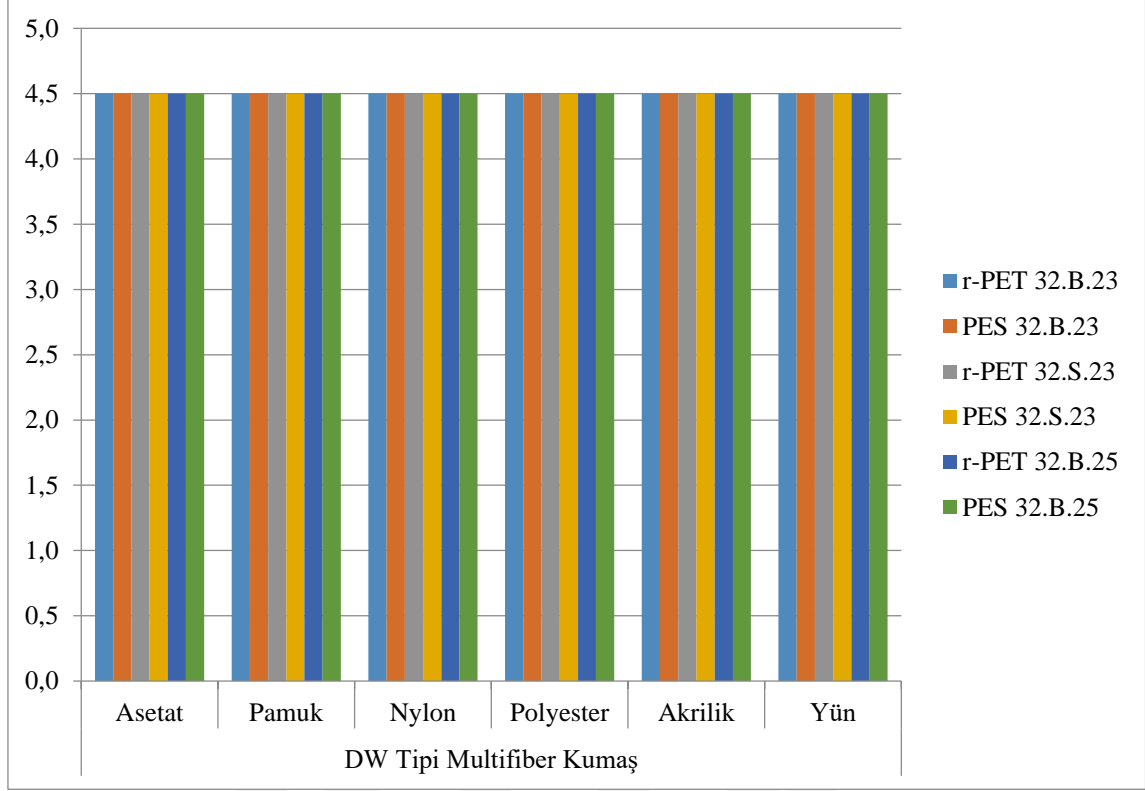
Birinci grup çalışmalarında geri dönüşüm karışımı numuneler ile yeni polyester karışımı numuneler yıkama haslığı testinde aynı değeri alması nedeni ile karşılaştırma yapılması mümkün olmamıştır. Birinci grupta yer alan geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunelerin yıkama haslığı test sonuçları standarda uygun olarak sonuçlanmıştır.

- İkinci Grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

İkinci grup çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları

Kumaş Adı	DW Tipi Multifiber Kumaş						SD
	Asetat	Pamuk	Nylon	Polyester	Akrilik	Yün	
r-PET 32.B.23	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	¾
PES 32.B.23	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	¾
r-PET 32.S.23	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	¾
PES 32.S.23	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	¾
r-PET 32.B.25	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	¾
PES 32.B.25	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	¾



Şekil 4.11. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları

Şekil 4.11'deki sonuçlara göre geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunelerin yıkama haslığı test sonucunun eşit olduğu görülmektedir. DW tipi multifiber kumaştaki tüm bölümler gri skalada 4/5 olarak değerlendirilmiştir.

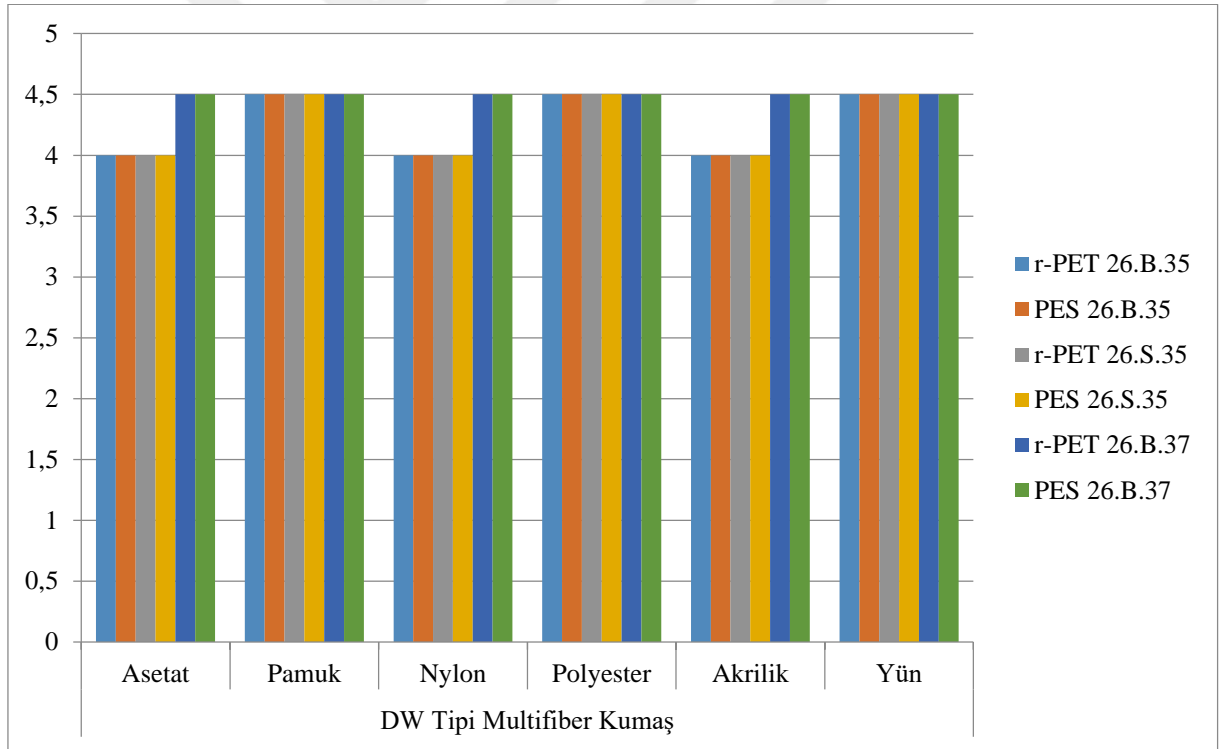
İkinci grup çalışmalarında da geri dönüşüm karışımı numuneler ile yeni polyester karışımı numunelerin yıkama haslığı testinde aynı değeri alması nedeni ile karşılaştırma yapılamaması mümkün olmamıştır. İkinci grupta yer alan geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunelerin yıkama haslığı test sonuçları standarda uygun olarak sonuçlanmıştır.

- Üçüncü Grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

Üçüncü grup çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.24. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları

Kumaş Adı	DW Tipi Multifiber Kumaş						SD
	Asetat	Pamuk	Nylon	Polyester	Akrilik	Yün	
r-PET 26.B.35	4	4/5	4	4/5	4	4/5	$\frac{3}{4}$
PES 26.B.35	4	4/5	4	4/5	4	4/5	$\frac{3}{4}$
r-PET 26.S.35	4	4/5	4	4/5	4	4/5	$\frac{3}{4}$
PES 26.S.35	4	4/5	4	4/5	4	4/5	$\frac{3}{4}$
r-PET 26.B.37	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	$\frac{3}{4}$
PES 26.B.37	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	$\frac{3}{4}$



Şekil 4.12. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları

Şekil 4.12'deki sonuçlara göre geri dönüşüm polyester karışimli ve yeni polyester karışimli numunelerin yıkama haslığı test sonuçları arasında farklılıklar gözlemlenmiştir.

Geri dönüşüm polyester karışımı r-PET 26.B.35 kodlu numunenin DW tipi multifiber kumaştaki asetat, nylon ve akrilik bölümlerinde diğer bölümlere göre daha çok kirlenme yaptığı görülmüştür. Aynı numunenin yeni polyester versiyonu içinde durum farklı değildir.

Numune örgüsünün bezayağından saten örgüye değiştirilmesi durumunda ise yine farklılık gözlemlenmemiştir. Geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numuneler bir önceki numuneler ile aynı performansı göstermişlerdir.

Atkı sıklığının 2 atkı/cm arttırıldığı numunelerde ise durum değişmiştir. Geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunelerin DW tipi multifiber kumaştaki asetat, nylon ve akrilik bölümlerindeki kirlenme oranları düşmüştür. Önceki numuneler göre daha iyi yıkama haslığına sahip oldukları gözlenmiştir. DW tipi multifiber kumaştaki tüm bölümler gri skalada 4/5 olarak değerlendirilmiştir.

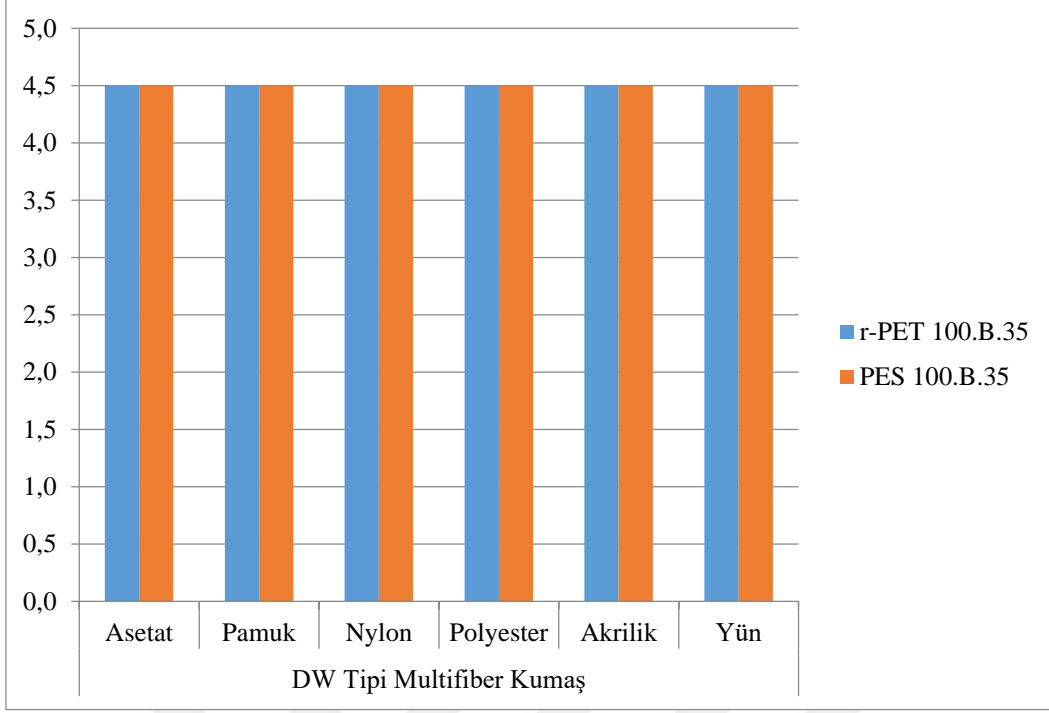
Üçüncü grup çalışmalarında en iyi yıkama haslığı performansını diğer numunelerden 2 atkı/cm sıklığı fazla olan r-PET 26.B.37 ve PES 26.B.37 kodlu numuneler göstermiştir. Üçüncü grup çalışmalarında standart dışı bir değer gözlemlenmemiştir.

- Dördüncü Grup (% 100 PES) Numunelerin Sonuçları

Dördüncü grup çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.25. Dördüncü grup (% 100 PES) numune çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları

Kumaş Adı	DW Tipi Multifiber Kumaş						SD
	Asetat	Pamuk	Nylon	Polyester	Akrilik	Yün	
r-PET 100.B.35	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4
PES 100.B.35	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4



Şekil 4.13. Dördüncü grup (% 100 PES) numune çalışmalarına ait yıkama haslığı test sonuçları

Şekil 4.13'deki sonuçlara göre geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunelerin yıkama haslığı test sonucunun eşit olduğu görülmektedir. DW tipi multifiber kumaştaki tüm bölümler gri skalada 4/5 olarak değerlendirilmiştir.

Dördüncü grup çalışmalarında geri dönüşüm karışımı numune ile yeni polyester karışımı numunenin yıkama haslığı testinde aynı değeri alması nedeni ile karşılaştırma yapılması mümkün olmamıştır. Dördüncü grupta yer alan geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunelerin yıkama haslığı test sonuçları standart değere uygun olarak sonuçlanmıştır.

Genel değerlendirme yapılacak olur ise, geri dönüşüm polyester ile yeni polyester lifi kullanımının yıkama haslığı üzerinde belirgin bir etkisi gözlemlenmemiştir. Numunelerde artan atkı sıklığıyla iyileşen kumaş kararlılığı nedeniyle yıkama haslığı test sonuçlarının daha iyi sonuç verme eğiliminde olduğu söylenebilir. Örgü yapısının değiştirilmesinin yıkama haslığı üzerinde etkisi gözlemlenmemiştir.

4.7.2. Su Haslığı Test Bulguları

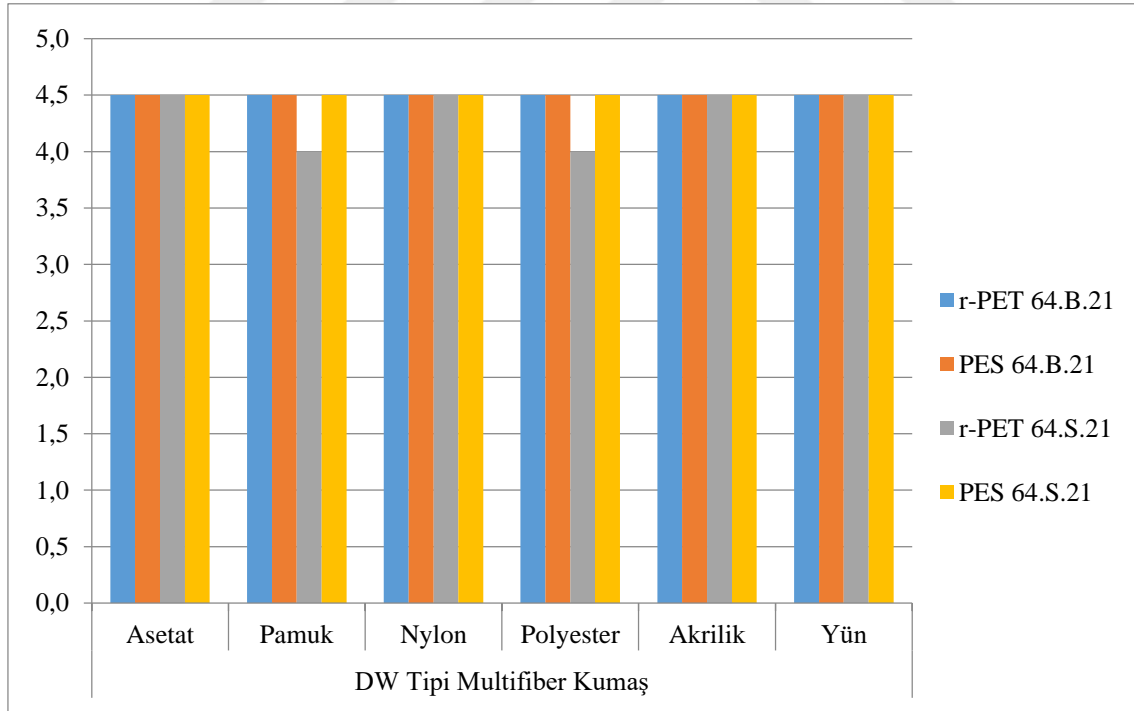
ISO 105 E01 standardına uygun olarak yapılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- Birinci Grup (PES-Viskon-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

Birinci grup çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.26. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları

Kumaş Adı	DW Tipi Multifiber Kumaş						SD
	Asetat	Pamuk	Nylon	Polyester	Akrilik	Yün	
r-PET 64.B.21	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
PES 64.B.21	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
r-PET 64.S.21	4/5	4	4/5	4	4/5	4/5	4
PES 64.S.21	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4



Şekil 4.14. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları

Şekil 4.14'deki sonuçlara göre geri dönüşüm polyester karışımli ve yeni polyester karışımli numunelerin su haslığı test sonucunda DW tipi multifiber kumaştaki pamuk ve

polyester bölümlerinde farklılık görülmüştür. Bu farklılık geri dönüşüm polyester karışımı r-PET 64.S.21 kodlu numunede meydana gelmiştir. Su haslığı testinde PES 64.S.21 kodlu numunenin DW tipi multifiber kumaştaki pamuk ve polyester bölümlerinde diğer bölümlere göre daha düşük değer aldığı görülmüştür. Ancak aynı numunenin yeni polyester karışımı için durum aynı değildir. DW tipi multifiber kumaştaki tüm bölümlerde aynı performansı göstermiştir.

Birinci gruptaki r-PET 64.S.21 kodlu numunenin bezayağı örgülüsü olan r-PET 64.B.21 kodlu numune ve bu numunenin yeni polyester versiyonu olan PES 64.B.21 kodlu numunenin DW tipi multifiber kumaştaki tüm bölümlerde aynı performansı göstermesi söz konusu olmuştur.

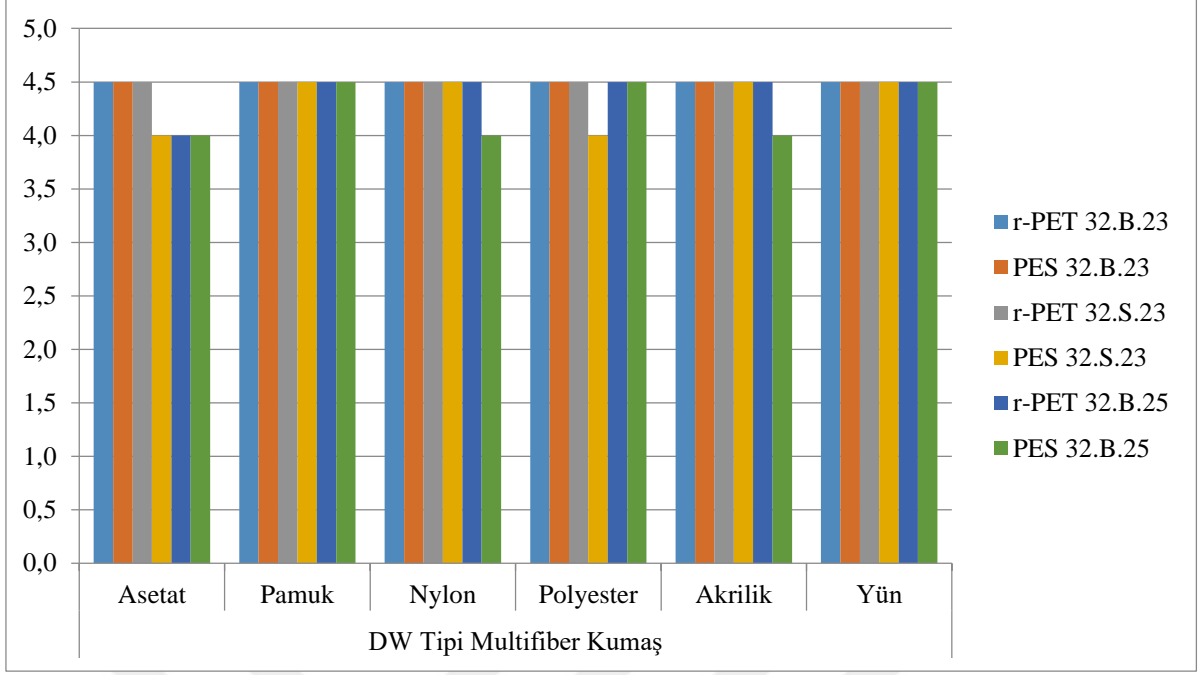
Birinci grup çalışmalarında su haslığı testlerinde standart dışı bir değer gözlemlenmemiştir.

- İkinci Grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

İkinci grup çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.27. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları

Kumaş Adı	DW Tipi Multifiber Kumaş						SD
	Asetat	Pamuk	Nylon	Polyester	Akrilik	Yün	
r-PET 32.B.23	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
PES 32.B.23	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
r-PET 32.S.23	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
PES 32.S.23	4	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4
r-PET 32.B.25	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
PES 32.B.25	4	4/5	4	4/5	4	4/5	4



Şekil 4.15. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları

Şekil 4.15'e göre İkinci grup çalışmalarında su haslığı testlerinde farklı sonuçlar gözlemlenmiştir.

Geri dönüşüm polyester karışımı r-PET 32.B.23 kodlu numune ve bu numunenin yeni polyester karışımı PES 32.B.23 kodlu numune DW tipi multifiber kumaştaki tüm bölümlerde aynı performansı göstermesi söz konusu olmuştur.

Aynı numunenin saten örgüsü olan r-PET 32.S.23 kodlu numune DW tipi multifiber kumaştaki tüm bölümlerde aynı oranda kirlenme yapar iken bu numunenin yeni polyester karışımı olan PES 32.S.23 kodlu numune DW tipi multifiber kumaştaki asetat ve polyester bölümlerinde daha fazla kirlenmeye neden olduğu görülmüştür.

Atkı sıklığının 2 atkı/cm arttırıldığı r-PET 32.S.23 kodlu numunenin DW tipi multifiber kumaştaki asetat bölümünde diğer bölümlere göre daha fazla kirlenme yaptığı görülmüştür. Aynı kumaşın yeni polyester karışımında ise DW tipi multifiber kumaşın asetat, nylon ve akrilik bölümünde diğer bölümlere daha fazla kirlenme yaptığı görülmüştür.

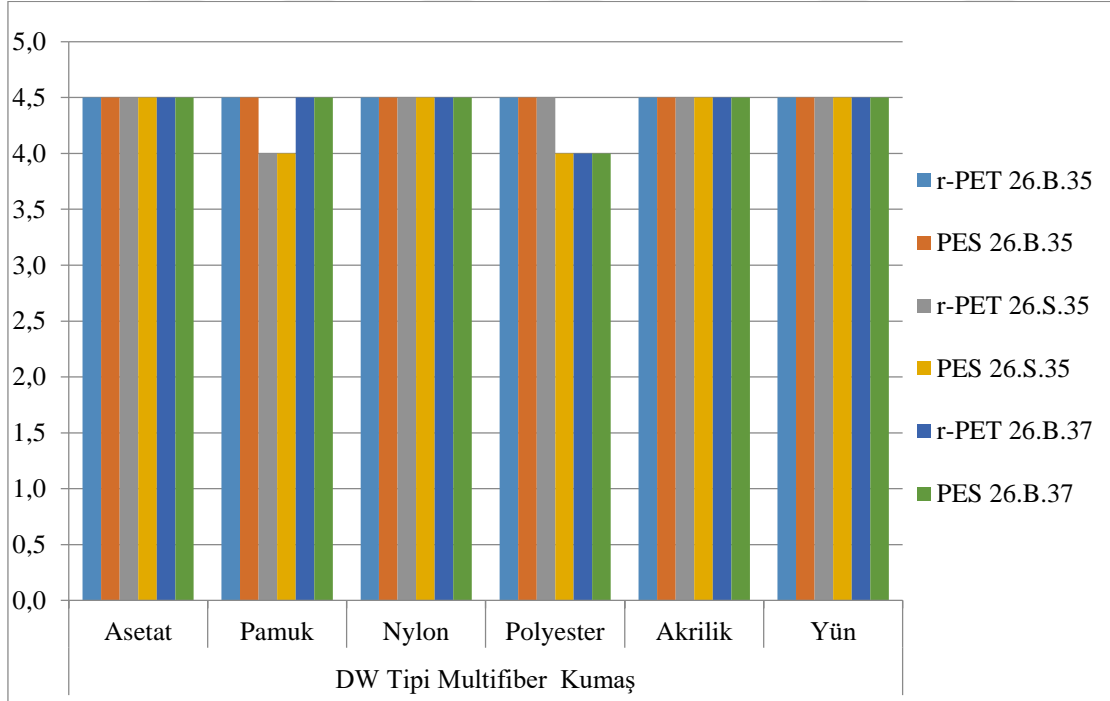
İkinci grup çalışmalarında su haslığı testlerinde standart dışı bir değer gözlemlenmemiştir.

- Üçüncü Grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları

Üçüncü grup birinci bölüm çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.28. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları

Kumaş Adı	DW Tipi Multifiber Kumaş						SD
	Asetat	Pamuk	Nylon	Polyester	Akrilik	Yün	
r-PET 26.B.35	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
PES 26.B.35	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
r-PET 26.S.35	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4
PES 26.S.35	4/5	4	4/5	4	4/5	4/5	4
r-PET 26.B.37	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4
PES 26.B.37	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4



Şekil 4.16. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) numune çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları

Şekil 4.16'ya göre Üçüncü grup çalışmalarında su haslığı testlerinde farklı sonuçlar gözlemlenmiştir.

Geri dönüşüm polyester karışımı r-PET 26.B.35 kodlu numune ve bu numunenin yeni polyester karışımı PES 26.B.35 kodlu numune DW tipi multifiber kumaştaki tüm bölümlerde aynı performansı göstermesi söz konusu olmuştur.

Aynı numunenin saten örgülüsü olan r-PET 26.S.35 kodlu numune DW tipi multifiber kumaştaki pamuk bölümde diğer bölümlere göre daha fazla kirlenme yaptığı görülmüştür. Bu numunenin yeni polyester karışımı olan PES 26.S.35 kodlu numune ise DW tipi multifiber kumaştaki pamuk ve polyester bölümlerinde daha fazla kirlenmeye neden olduğu görülmüştür.

Şekil 4.16'daki verilere göre atkı sıklığının 2 atkı/cm arttırıldığı r-PET 26.B.37 kodlu numunenin ve bu numunenin yeni polyester karışımı PES 26.B.37 kodlu numune DW tipi multifiber kumaştaki polyester bölümünde diğer bölümlere göre daha fazla kirlenme yaptığı görülmüştür.

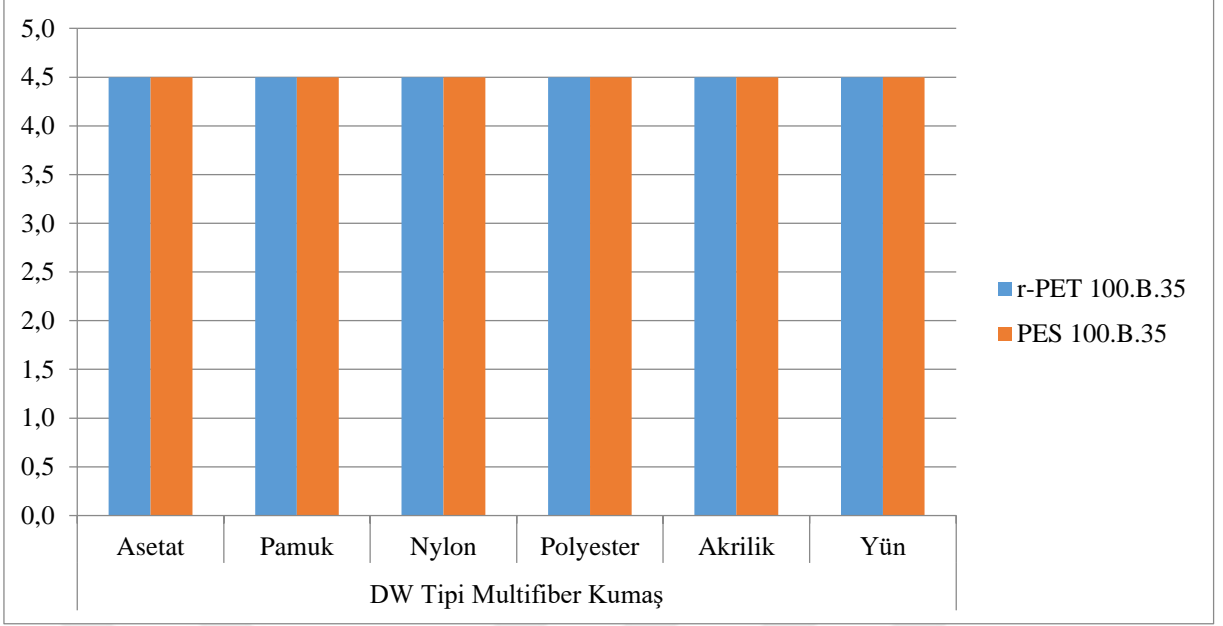
Üçüncü grup çalışmalarında su haslığı testlerinde standart dışı bir değer gözlemlenmemiştir.

- Dördüncü Grup (% 100 PES) Numunelerin Sonuçları

Dördüncü grup çalışmalarına ait su haslığı test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.29. Dördüncü grup (% 100 PES) numune çalışmaları ait su haslığı test sonuçları

Kumaş Adı	DW Tipi Multifiber Kumaş Kirlenme Değeri						SD
	Asetat	Pamuk	Nylon	Polyester	Akrilik	Yün	
r-PET 100.B.35	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
PES 100.B.35	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4



Şekil 4.17. Dördüncü grup (% 100 PES) numune çalışmaları ait su haslığı test sonuçları

Şekil 4.17'deki sonuçlara göre geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunelerin su haslığı test sonucunun eşit olduğu görülmektedir. DW tipi multifiber kumaştaki tüm bölümler gri skalada 4/5 olarak değerlendirilmiştir.

Dördüncü grup çalışmalarında geri dönüşüm karışımı numune ile yeni polyester karışımı numunenin su haslığı testinde aynı değeri alması nedeni ile karşılaştırma yapılması mümkün olmamıştır. Dördüncü grupta yer alan geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunelerin su haslığı test sonuçları standart değere uygun olarak sonuçlanmıştır.

Genel değerlendirme yapılacak olur ise, tüm numuneler birbirine yakın değerde sonuç göstermiştir. Birinci, ikinci ve üçüncü grup çalışmalarına ait geri dönüşüm polyester karışımı numuneler ile yeni polyester karışımı numunelerin su haslığı test sonuçları birbirine yakın değerlerde sonuçlanmıştır. Atkı sıklığının artırılmasının ve örgü yapısının değiştirilmesinin su haslığı üzerinde belirgin bir etkisi gözlemlenmemiştir.

4.7.3. Ter Haslığı Test Bulguları

ISO 105 E04 standardına uygun olarak yapılmıştır. Ter haslıkları asidik ve alkali olarak yapılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- **Birinci Grup (PES-Viskon-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları**

Birinci grup çalışmalarına ait asidik ter haslığı test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.30. Birinci grup (PES-Viskon-EL Karışımı) numunelere ait asidik ve alkali ter haslığı test sonuçları

Kumaş Adı	DW Tipi Multifiber Kumaş Kirlenme Değeri (Asidik Alkali)						SD
	Asetat	Pamuk	Nylon	Polyester	Akrilik	Yün	
r-PET 64.B.21	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4
PES 64.B.21	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4
r-PET 64.S.21	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4
PES 64.S.21	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4

Çizelge 4.30'daki sonuçlara göre geri dönüşüm polyester karışimli ve yeni polyester karışimli numunelerine ait asidik ve alkali ter haslığı test sonuçlarının eşit olduğu görülmektedir. DW tipi multifiber kumaştaki tüm bölümler gri skalada 4/5 olarak değerlendirilmiştir.

Birinci grup çalışmalarında geri dönüşüm karışimli numuneler ile yeni polyester karışimli numuneler asidik ve alkali ter haslıkları testinde aynı değeri alması nedeni ile karşılaştırma yapılması mümkün olmamıştır. Birinci grupta yer alan geri dönüşüm polyester karışimli ve yeni polyester karışimli numunelerin ter haslığı test sonuçları standarda uygun olarak sonuçlanmıştır.

- **İkinci Grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları**

İkinci grup çalışmalarına ait asidik ter haslığı test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Çizelge 4.37'deki sonuçlara göre geri dönüşüm polyester karışimli ve yeni

polyester karışımli numunelerin asidik ter haslığı test sonucunun eşit olduğu görülmektedir. DW tipi multifiber kumaştaki tüm bölümler gri skalada 4/5 olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.31. İkinci grup (PES-Pamuk-Viskon-EL Karışımı) numunelere ait asidik ve alkali ter haslığı test sonuçları

Kumaş Adı	DW Tipi Multifiber Kumaş Kirlenme Değerı						SD
	(Asidik)			(Alkali)			
	Asetat	Pamuk	Nylon	Polyester	Akrilik	Yn	
r-PET 32.B.23	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4
PES 32.B.23	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4
r-PET 32.S.23	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4
PES 32.S.23	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4
r-PET 32.B.25	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4
r-PET 32.B.25	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4

Çizelge 4.31'deki sonuçlara göre, geri dönüşüm polyester karışımli ve yeni polyester karışımli numunelerin alkali ter haslığı test sonucunun DW tipi multifiber kumaştaki asetat, pamuk, nylon, akrilik ve yn bölümlerinde 4/5 olarak değerlendirildiği ancak polyester kısmında farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.31'deki göre, geri dönüşüm karışımli r-PET 32.B.23 kodlu numune ve bu numunenin yeni polyester karışımli olan PES 32.B.23 kodlu numune DW tipi multifiber kumaşın en çok polyester bölümünde kirlenme göstermişlerdir. Örgü yapısının saten örgü olarak değiştirildiği r-PET 32.S.23 ve PES 32.S.23 kodlu numunelerde ise DW tipi multifiber kumaşın polyester bölümündeki kirlenme diğer bölümler ile eşittir.

Bu numunenin atkı sıklığı 2 atkı/cm fazla olduğu r-PET 32.B.25 kodlu numune de, DW tipi multifiber kumaşın yine en çok polyester bölümünde kirlenme göstermişlerdir.

İkinci grupta yer alan geri dönüşüm polyester karışımli ve yeni polyester karışımli numunelerin asidik ve alkali ter haslığı test sonuçları standarda uygun olarak sonuçlanmıştır.

- **Üçüncü Grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) Numunelerin Sonuçları**

Üçüncü grup çalışmalarına ait asidik ter haslığı test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.32. Üçüncü grup (PES-Pamuk-EL Karışımı) numunelere ait asidik ve alkali ter haslığı test sonuçları

Kumaş Adı	DW Tipi Multifiber Kumaş Kirlenme Değeri						SD
	(Asidik)			Alkali)			
	Asetat	Pamuk	Nylon	Polyester	Akrilik	Yün	
r-PET 26.B.35	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4
PES 26.B.35	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4
r-PET 26.S.35	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4
PES 26.S.35	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4
r-PET 26.B.37	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4
PES 26.B.37	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4

Çizelge 4.32'deki sonuçlara göre geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunelerine ait asidik ve alkali ter haslığı test sonuçlarının eşit olduğu görülmektedir. DW tipi multifiber kumaştaki tüm bölümler gri skalada 4/5 olarak değerlendirilmiştir.

Üçüncü grup çalışmalarında geri dönüşüm karışımı numuneler ile yeni polyester karışımı numuneler asidik ve alkali ter haslıkları testinde aynı değeri alması nedeni ile karşılaştırma yapılması mümkün olmamıştır. Üçüncü grupta yer alan geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunelerin asidik ve alkali ter haslığı test sonuçları standarda uygun olarak sonuçlanmıştır.

- Dördüncü Grup Numunelerin Sonuçları

Dördüncü grup çalışmalarına ait asidik ter haslığı test sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.33. Dördüncü grup (% 100 PES) numunelere ait asidik ve alkali ter haslığı test sonuçları

Kumaş Adı	DW Tipi Multifiber Kumaş Kirlenme Değeri						SD
	(Asidik			Alkali)			
	Asetat	Pamuk	Nylon	Polyester	Akrilik	Yün	
r-PET 100.B.35	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4
PES 100.B.35	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4/5 4/5	4 4

Çizelge 4.33'deki sonuçlara göre geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunelerin alkali ve asidik ter haslığı test sonucunun eşit olduğu görülmektedir. DW tipi multifiber kumaştaki tüm bölümler gri skalada 4/5 olarak değerlendirilmiştir.

Dördüncü grup çalışmalarında geri dönüşüm karışımı numune ile yeni polyester karışımı numunenin alkali ve asidik ter haslığı testinde aynı değeri alması nedeni ile karşılaştırma yapılması mümkün olmamıştır. Dördüncü grupta yer alan geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunelerin alkali ve asidik ter haslığı test sonuçları standart değere uygun olarak sonuçlanmıştır.

Genel değerlendirme yapılacak olur ise, geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numuneler alkali ve asidik ter haslığı davranışları büyük ölçüde benzerlik göstermiştir. Geri dönüşüm ya da yeni lif kullanımının ter haslığı üzerinde bir etkisi olmadığı söylenebilir.

5.SONUÇ

Son yıllarda bilinçsizce yapılan tüketim ve de üretim nedeni ile çevre kirliliğinde artış ve beraberinde doğal kaynaklarda büyük oranlarda kayıp görülmektedir. Bu durum beraberinde tüketim sonrası ürün atıklarının ya da materyallerin tekrar kullanılabilir hale getirilmesinin önemini ve gereğini artırmıştır. Bu yaklaşım çerçevesinde, atık PET şişelerden elde edilen polyester lifiyle üretilmiş kumaşların üst giyimde kullanılabilirliği ve performanslarının incelenmesi, bu tez çalışmasının odak noktası olmuştur.

Tez kapsamında yapılan temel deneysel çalışmalar 4 numune grubu altında ele alınmıştır. Gruplar kumaş kumaştaki lif kompozisyonuna göre belirlenmiştir. Birinci grup kumaş kompozisyonları %64 r-PET %34 CV %2 EL ve %64 PES %34 CV %2 EL 'dır. İkinci grup kumaş kompozisyonları %48 COT %32 r-PET %17CV %3 EL ve %48 COT %32 PES %17 CV %3 EL 'dır. Üçüncü grup kumaş kompozisyonları %70 COT, %26 r-PET,%4 EL ve %70 COT, %26 PES, %4 EL 'dır. Dördüncü grup kumaş kompozisyonu %100 r-PET ve %100 PES lifi olmuştur. İşletme standartlarında dokunan kumaşlar, lif içeriklerine uygun prosesler dahilinde siyah renge boyanarak mamül hale getirilmiştir. Kumaşlara standart iklim ortamında ve akredite test laboratuvarında boncuklanma, yıkama ve buhar çekmezlik testi, kopma ve yırtılma mukavemeti testi, yıkama haslığı testi, su haslığı testi ve ter haslığı testleri yapılmıştır.

Yapılan çalışmaların genel olarak değerlendirilmesi ve kumaş yapısında geri dönüşüm PET lifi içeriğinin kumaş özelliklerine etkisi Çizelge 5.1 gösterilmiştir. Kumaş özelliğine, geri dönüşüm PET lifinin pozitif etkisi ' + ' işareti ile negatif etkisi ' - 'işareti ile herhangi bir etkisinin olmaması ise '0' olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Kumaş yapısında geri dönüşüm PET lifi içeriğinin kumaş özelliklerine etkisi

Geri dönüşüm PET lif oranı	Kopma Muk.	Yırtılma Muk.	Boncuklanma	Yıkama Çekmesi	Buhar Çekmesi	Haslıklar
%26 - %95 arası	+	-	-	+	+	0
%100	++	--	-	0	+	0

Birinci grup numuneler %64 oranında geri dönüşüm polyester ve yine aynı oranda yeni polyester, viskon ve elastan karışımıyla üretilmiştir. Geri dönüşüm lif karışımı numuneler ile yeni polyester karışımı numuneler arasında ciddi bir fark gözlemlenmemiştir. Kopma ve yırtılma mukavemet değerleri arasında, test cihazı limitleri üstünde gerçekleştiği için bir karşılaştırma yapılamamıştır. Çekmezlik testleri genelde negatif yönde değerler vermiş ve eşik referans değerleri içinde kalmıştır. Yıkama haslığı testleri de benzer bulgular vermiştir. Su ve ter haslığı testlerinde farklı aralıklarda sonuçlar gözlemlenmiş olup hiçbir sonuç kumaş özelliğinin olumsuz etkilememektedir. Ancak geri dönüşüm karışımı kumaşların boncuklanmaya daha eğilimli olduğu ve örgü yapısındaki uzun atlamaların, bu direnci kısmen artırma eğiliminde olduğu görülmüştür. Çizelge 5.1’de belirtildiği üzere, yeni polyester karışımı kumaşların boncuklanma eğilimi görece daha iyi olmuştur.

İkinci grup çalışmalarında %32 oranında geri dönüşüm polyester ve yine aynı oranda yeni polyester kullanılmıştır. Geri dönüşüm lif karışımı numuneler ile yeni polyester karışımı numuneler arasında ciddi bir fark gözlemlenmemiştir. Yapılan test sonuçları örgü yapısının değiştirilmesinin kumaş performansında ciddi bir etkiye neden olmadığını göstermiştir. Çizelge 5.1’de belirtildiği üzere, geri dönüşüm polyester karışımı kumaşların kopma ve yırtılma mukavemetlerinin yeni polyester karışımı kumaşlara göre kısmen daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Çekmezlik testleri genelde negatif yönde değerler vermiş ve eşik referans değerleri içinde kalmıştır. Yıkama haslığı testleri de benzer bulgular vermiştir. Su ve ter haslığı testlerinde farklı aralıklarda sonuçlar gözlemlenmişse de, sonuç itibarıyla tüm numuneler eşik değer sınırını aşmıştır. Çizelge 5.1’de de belirtildiği gibi, geri dönüşüm polyester karışımı numunelerin yeni polyester karışımı numunelere göre boncuklanma eğilimi daha fazla olduğu ancak atkı sıklığının artmasıyla bu eğilimin azaldığı görülmüştür.

Üçüncü grup numune çalışmalarında %26 oranında geri dönüşüm polyester ve yine aynı oranda yeni polyester kullanılmıştır. Yapılan test sonuçlarında örgü yapısının değiştirilmesinin kumaş performansında ciddi bir etkiye neden olmadığı ancak kopma mukavemetini kısmen etkilediğini göstermiştir. Çekmezlik testleri genelde negatif yönde değerler vermiş ve eşik referans değerleri içinde kalmıştır. Yıkama haslığı testleri de benzer bulgular vermiştir. Su ve ter haslığı testlerinde farklı aralıklarda sonuçlar gözlemlenmiş olup sonuçlar itibarıyla hiçbir numune eşik değer altında kalmamıştır. Örgünün saten olduğu geri dönüşüm ve yeni polyester karışımı numunelerde haslık değerleri daha iyi sonuç vermiştir. Çizelge 5.1’de belirtildiği üzere, geri dönüşüm polyester karışımı numunelerin yeni polyester karışımı numunelere göre boncuklanma eğilimi daha fazla olmuştur. Ancak atkı sıklığının değişmesi durumunda geri

dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunede boncuklanma dayanımının arttığı görülmüştür.

Dördüncü grup numune çalışmalarında %100 oranında geri dönüşüm polyester ve yine aynı oranda yeni polyester kullanılmıştır. Geri dönüşüm karışımı numune ile yeni polyester karışımı numuneler arasında ciddi bir fark gözlemlenmemiştir. Çizelge 5.1’de belirtildiği üzere, geri dönüşüm PET karışımı numunenin kopma mukavemeti, yeni polyester karışımı numuneye göre daha yüksektir. Yırtılma mukavemet değerleri arasındaki fark ölçülemediği de r-PET içeren numunelerde daha yüksek olacağı öngörülmüştür. Geri dönüşüm polyester karışımı ve yeni polyester karışımı numunenin tüm haslık testlerinin sonuçları da benzer bulunmuştur. Yıkama çekmezlilik oranları da her iki numune için eşittir. Buhar çekmezlilik oranında değişkenlikler olup değerler eşik referans değerleri içinde kalmıştır. Geri dönüşüm polyester karışımı numunenin boncuklanma test sonucunun yeni polyester karışımı numuneye göre kötü olduğu söylenebilir. Ancak her iki numunenin de boncuklanma test sonucu eşik referans değerleri içinde kalmıştır.

Geri dönüşüm polyester karışımı numuneler ile yeni polyester karışımı numuneleri genel olarak karşılaştırıldığında; geri dönüşüm polyester karışımı numunelerin kopma mukavemetinin, yeni polyester karışımı numunelere göre kısmen daha yüksek olduğu görülmüştür. He ve arkadaşlarının 2015 yılında yapmış oldukları, aynı incelik ve uzunlukta üretilmiş orijinal (virgin) polyester lifleri ile geri dönüşüm liflerin karakteristiklerinin karşılaştırılması çalışmasında da benzer sonuç görmekteyiz. İki PES esaslı lifin yüzey morfolojisinde farklılık olmadığını belirten He ve arkadaşları, geri dönüşüm liflerin daha yüksek kopma mukavemetine sahip olduğunu bildirmişleridir.

Yapılan çalışmalar sonucunda; en az %26 ve üzerinde geri dönüşüm r-PET lifleri ile çeşitli lif karışımlarında üretilen numunelerin, boncuklanma performansı dışında, yeni polyester ile dokunmuş eşdeğeri kumaşlara alternatif olabileceği görülmüştür. Bu nedenle daha fazla sürdürülebilir ve çevreci özelliğe sahip olan geri dönüşüm r-PET liflerinin, üst giyimlik dokuma kumaşlarda yeni polyester lifine alternatif olarak rahatlıkla kullanılabilmesi söylenebilir. Gelecek dönemlerde geri dönüşüm polyestere artan ilgi ile geri dönüşümden elde edilen ipliklerin ve kumaşların daha fonksiyonel olarak gelişmesi sağlanabilir.

6.KAYNAKLAR

- Albini, G., Brunella, V , Placenza, B, Martorana, B, Lambertini, V G, 2019. Comparative study of mechanical characteristics of recycled PET fibres for automobile seat cover application, *Journal of Industrial Textiles*, 48(6) 992–1008.
- Altun, Ş.,ve Ulçay, Y., 1996. Polyester iplik üretim atıklarının termo-mekanik yöntemle geri kazanılması. *Tekstil & Teknik*, 76-82
- Altun, Ş., ve Ulçay, Y., 2009. *Tekstil atıklarının geri kazanımı, yüksek lisans seminer notu*, Uludağ Üniversitesi, Mimarlık-Mühendislik Fakültesi, Bursa
- Arabacı, H., 2010. *Türk hazır giyim sektöründe atık yönetimine yönelik bir çalışma* (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü ,Konya
- Atmaca, 2004. *Sivas il merkezi katı atık yönetiminin irdelenmesi ve yeniden planlanması* (Doktora Tezi), Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas
- Atık Yönetimi Yönetmeliği (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı), 2015, *Resmî Gazete*, Sayı;29314, 2 Nisan 2015.
- Celep, G., ve Yüksekaya, M.E., 2012. Geri dönüşüm liflerden ve orijinal liflerden üretilen battaniyelerin ısı konfor özelliklerinin incelenmesi. *1.Ulusal Geri Kazanım Kongre ve Sergisi. Mayıs, 2-4, Uşak, Türkiye.*
- Duru. N.P. and Babaarslan, O., 2003. Determining an optimum opening roller speed for spinning polyester/waste blend rotor yarns. *Textile ResELrch Journal*, 73 (10): 907-911.
- El-Nouby, G.M., and Kamel, M.M., 2007. Comparison between produced yarn from geri dönüşüm waste and virgin fibres in tenacity and elongation. *Journal of Applied Sciences Res.*, 3 (10): 977-982.
- Hasanı, H., and Tabatabaeı, S.A., 2011. Optimizing spinning variables to reduce the hairiness of rotor yarns produced from waste fibers collected from the ginning process. *Fibres & Textiles in ELstern Europe*, 19 (86): 21-25.
- He, S., We, M., Liu, M., and Xue, W., 2015. Characterization of virgin and geri dönüşümd poly(ethylene terephthalate) (PES) fibers. *The Journal of The Textile Institute*, 106 (8): 800-806.

- LC Waikiki mağazacılık laboratuvar testleri el kitabı, 2020. Malzeme Kalite Güvence Müdürlüğü, *Giysi Teknolojisi ve Sosyal Uyumluluk Direktörlüğü*, ST 236.04/ Temmuz,2020
- Macit, H., 2020, *Bazı dokuma üretim parametrelerinin geri dönüşüm ipliklerle elde edilen battaniyelerin mekanik özelliklerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi), Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ocak 2020.
- Necef, Ö.K., Seventekin, N., and Pamuk, M., 2013. A study on recycling the fabric scraps in apparel manufacturing industry, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 23 (3): 286-289.
- Nohut, S., Sarıoğlu, E., Yayla, O., Kaynak, İ., Vuruşkan, D., 2018. Ring eğirme yöntemi ile üretilen geri dönüşüm polyester (r-PET) karışımı ipliklerin karakterizasyonu, *3rd International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2018)* Çukurova University, Congress Center, October 24-26, 2018, Adana / TURKEY.
- Orhan, M., 2001. *Sentetik Atıklardan Elde Edilen Dokusuz Yüzeylerin Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Özek, H.Z., 2019. *Sürdürülebilir tekstil ve hazır giyim üretimi için sürdürülebilir tüketim*. 17. Ulusal 3. Uluslararası Tekstil Teknolojisi Ve Kimyasındaki Son Gelişmeler Sempozyumu, Kasım 2019 Bursa.
- Özgen, I., 2005. *Büyük ölçekli otel işletmelerinde atık yönetimi ve iber otel sarıgerme park örneği* (Doktora Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Park, S.H., Kim, S.H., 2014. Poly (ethylene terephthalate) recycling for high value added textiles. *Fashion and Textiles 1*, 1 (2014). <https://doi.org/10.1186/s40691-014-0001-x>
- PET Resin Association , 2015. An introduction to PET (*polyethylene terephthalate*) http://www.petresin.org/news_introtPET.asp (erişim: Mayıs 2020)
- Pınarlık G., ve Şenol, M.F., 2012. İkinci kullanım tekstil liflerinden yapılan open-end rotor ipliklerin özellikleri. *1. Ulusal Geri Kazanım Kongre ve Sergisi*. Mayıs, 2-4, Uşak, Türkiye.
- Radhakrishnan, S., Vinodkumar, A., Palanisamy, H., 2020. Recycled polyester—tool for saving in the use of virgin raw material, department of fashion technology, *Kumaraguru College of Technology*, Coimbatore, India, 2020

- Resitex Project, 2007. "Alternatives for waste volume reduction in the textile sector through the application of minimisation measures in the production process and in the consumption" *European Union LIFE05/ENV/E/000285*.
- Sarı, N., Yadav, S. and Rose N.M., 2020. A comparative study of physical properties of yarns and fabrics produced from fresh and recycled fibres. *Current Science*, Vol. 118, No. 5, 10 March 2020
- Shen, B., Wang, Y., Lo, K.Y.C., and Shum, M., 2012. The impact of ethical fashion on consumer purchase behavior. *Journal of Fashion Marketing and Management*, 16 (2): 234-245
- Shen, B., Zheng, J., Chow, P. and Chow, K., 2014. Perception of fashion sustainability in online community. *The Journal Of The Textile Institute*, 105 (9): 971-979.
- Şengönül, A., 1997. Polimerik malzemelerin geri kazanımı. *Tekstil Teknik Dergisi* , 12(145) 43.
- Telli, A., and Özdil, N., 2013. Properties of the yarns produced from r-PET fibers and their blends. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 23(1): 3-10.
- Telli, A., Özdil, N., ve Babaarslan, O., 2012. PES şişe atıklarının tekstil endüstrisinde değerlendirilmesi ve sürdürülebilirliğe katkısı. *Tekstil ve Mühendis*, 19 (86): 49-55.
- Textile Exchange, 2017.a *Global Recycled Standard (GRS 4.0)*, Original Release: July 1, 2017 <https://textileexchange.org/wp-content/uploads/2017/06/Global-Recycled-Standard-v4.0.pdf>
- Textile Exchange, 2020. *Preferred Fiber & Materials Market Report 2020*. <https://textileexchange.org/2020-preferred-fiber-and-materials-market-report-pfmr-released/>
- Thiele U.K., 2002. "A new polyester for textile applications" polyester technology published in: *Textile Technology International*, page 37-41.
- Tudbal, Mair, 2018. A review of r-PET market, ICIS, *Textile Exchange Sustainability Conference Milan 2018*.
- Türemen, M, Demir, A, Özdoğan, E, 2019. Tekstil endüstrisi için geri dönüşüm ve önemi, *Pamukkale Üniv Mühendislik Bilim Dergisi*, 25(7), 805-809, 2019.

Yıldırım, Avinç, Yavaş, 2012. Poli (trimetilen Tereftalat) lifleri bölüm 1: üretimi, özellikleri, kullanım alanları, *Çevresel Etkisi, Tekstil ve Mühendis*, 19: 87, 43-54



ÖZGEÇMİŞ

19.05.1987 tarihinde Malatya’da doğan Gül KAVLAK, ilk-orta ve lise öğrenimini Malatya’da tamamladıktan sonra 2006 yılında İnönü Üniversitesi Tekstil Bölümünü kazanmıştır. 2009 yılında İnönü Üniversitesi’nden mezun olmuştur. 2011 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünü kazanmıştır. 2016 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi’nden mezun olmuştur. Aynı yıl yüksek lisans yapmak üzere Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği anabilim dalına başlamıştır. 2015 yılından bu yana Uğurteks Tekstil Tic. San. A.Ş’de Ürün Geliştirme Mühendisi, Ar-Ge Sorumlusu ve son olarak da Ar-Ge Şefi görevinde çalışmaktadır.

