

T.C
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**GERİ DÖNÜŞÜM KUMAŞLARDAN MAMUL
KONFEKSİYON ÜRÜNLERİNİN ÜRETİM VE
KULLANIM ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Gülseren ÇAYLI

Danışman: Prof. Dr. Mücella GÜNER

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı
Tekstil Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

İZMİR

2021

Gülseren Çaylı tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Geri Dönüşüm Kumaşlardan Mamul Konfeksiyon Ürünlerinin Üretim ve Kullanım Özelliklerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesinin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 18.01.2021 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/çokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

İmza

Jüri Başkanı

: Prof. Dr. Mücella GÜNER

Raportör Üye

: Doç. Dr. Zıncıt BAHADIR UNAL

Üye

: Prof. Dr. Özlenen ERDEM İSMAL

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Ege Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Geri Dönüşüm Kumaşlardan Mamul Konfeksiyon Ürünlerinin Üretim ve Kullanım Özelliklerinin İncelenmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

18/01/2021

İmzası

Gülseren ÇAYLI

ÖZET**GERİ DÖNÜŞÜM KUMAŞLARDAN MAMUL KONFEKSİYON
ÜRÜNLERİNİN ÜRETİM VE KULLANIM ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

ÇAYLI, Gülseren

Yüksek Lisans Tezi, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mücella GÜNER

Ocak 2021, 64 sayfa

Üretim kapasitelerinin hızla genişlediği sanayi kuruluşlarından beklenti her geçen gün artmaktadır. İyi bir ürün/hizmet, uygun fiyat, kalite-güvence artık tek başına yeterli olmamaktadır. Beklenti, kuruluşların tüm bu yeterlilikleri sağlamalarının yanında doğayı korumaları ve sosyal yeterlilikleri yerine getirmeleri yönünde artmaktadır. Nüfus ve bununla birlikte tüketici toplumun artması, moda kavramının hızla yayılması, gibi nedenlerden dolayı tekstil üretim hacmi artış göstermekte ve tekstil ve hazır giyim sanayi beklenti içerisinde girilen kuruluşların en başında gelmektedir.

Tekstilde sanayileşmenin hız kazanması, yüksek kapasiteli üretimin yapılması doğal kaynakların hızla tükenmesine ve atık oluşumunun giderek artmasına neden olmaktadır. Bunların sonucunda sürdürülebilirlik ve geri dönüşüm, tekstil endüstrisinin en önemli parçası haline gelmektedir.

Bu tezde öncelikle çevre ve sürdürülebilirliğin önemini vurgulamak amaçlanmıştır. Tekstilde geri dönüşüm kavramından bahsedilmiş, pamuk ve polyester liflerinin geri dönüşüm üretim süreçleri anlatılmıştır. Geri dönüşüm kumaşlardan üretilen konfeksiyon ürünlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, klasik yöntemler ile üretilen kumaşlardan hazırlanan konfeksiyon ürünleri ile karşılaştırılmıştır. Geri dönüşüm için gerekli şartlar ve sertifikalandırma süreçleri anlatılmıştır. Sektörde geri dönüşüm bilinci, üretim hacmi ve markaların bu konulara olan bakış açıları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Geri Dönüşüm, Pamuk, Polyester, Fiziksel ve Kimyasal Özellikler, Sertifikalandırma.

ABSTRACT
PRODUCTION AND USAGE SPECIFICATION ANALYSIS OF
MANUFACTURED PRODUCT' S FROM RECYCLED FABRICS

ÇAYLI, Gülseren

MSc in Textile Eng.

Supervisor: Prof. Dr. Mücella GÜNER

January 2021, 64 pages

This thesis firstly emphasizes the importance of the environment and sustainability. It also mentions the recycling concept in textile and examines the production processes of cotton and polyester recycling. The ultimate products of the recycling garments were studied. These samples were Expectations from industrial enterprises, whose production capacities are expanding rapidly, are increasing day by day. A valid product/service, reasonable price, and quality assurance are no longer adequate. Expectations are growing to protect nature and answer social responsibilities besides providing all these requirements. Textile production increases incrementally due to the growth in the population, the rapid spread of the idea of fashion and the increase in the consumer society day by day. The textile and ready-made clothing are at the top of the list of companies that are in expectation.

The speedup of industrialization in the textile and production of high capacity leads to the rapid consumption of natural resources and growing waste generation. In this case, sustainability, recycling, and waste management become an integral and most significant part of the textile and garment industry.

Compared with the last products prepared with fabrics produced by classical methods in terms of physical, chemical and comfort features. In addition to these features, comparisons were made by using cost calculation. The requirements for recycling and the certification processes were analyzed. Recycling perception, production volume, and brands' perspectives were evaluated in the sector.

Keywords: Sustainability, Recycle, Cotton, Polyester, Physical and Chemical Property, Certification.

ÖNSÖZ

Birçok sanayi kuruluşunda olduğu gibi tekstil ve hazır giyim sanayiinde de kaynakların yeterlilik durumu ve ortaya çıkan atıklar, üzerinde durulan en önemli olgulardan birisi haline gelmektedir. Bu durum sürdürülebilirlik ve geri dönüşüm kavramlarının ortaya çıkmasına neden olmakta ve hem üretici hem de tüketici açısından her geçen gün daha da önem kazanmaktadır.

Konfeksiyonda sürdürülebilirliğin tüm üretim zincirine uygulanması amaçlanmakta ve bu konu ile ilgili çalışmalar giderek hız kazanmaktadır.

Tekstil sektöründe geri dönüşüm çalışmalarına verilen önemin zamanla daha çok artması ile tüm insanlığı ortak bir paydada toplayan gelecek nesiller için yaşanılabilir bir dünya bırakma düşüncesinin gerçekleşmesine olan inanç giderek artmaktadır.

Bu tez hazır giyim ve konfeksiyon sanayiinde ortaya çıkan atıkların geri dönüşümü ve çevre bilinci konularına ışık tutacağı inancı ile hazırlanmıştır.

İZMİR

18/01/2021

Gülseren Çaylı

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| KABUL ONAY SAYFASI | ii |
| ETİK KURALLARINA UYGUNLUK BEYANI | iii |
| ÖZET | v |
| ABSTRACT | vii |
| ÖNSÖZ | ix |
| İÇİNDEKİLER | xi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | xiv |
| TABLolar DİZİNİ | xvi |
| SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ | xviii |
| 1. GİRİŞ VE LİTERATÜR | 1 |
| 2. GERİ DÖNÜŞÜM VE BU ALANDA YAPILAN ÇALIŞMALAR | 7 |
| 2.1. Pamuk Lifi Geri Dönüşümü | 16 |
| 2.2. Polyester Geri Dönüşümü | 25 |
| 2.3. Geri Dönüşüm Standartları ve Sertifikalandırılması | 30 |
| 3. AMAÇ, METARYAL VE METOT | 34 |
| 3.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı | 34 |
| 3.2. Materyal ve Metot | 35 |

İÇİNDEKİLER (devam)

| | |
|---|----|
| 3.2.1. Fiziksel Testler | 36 |
| 3.2.1.1. Çekmezlik (Boyut Stabilite Ölçümü) Testi..... | 37 |
| 3.2.1.2.Pilling Testi | 37 |
| 3.2.2. Kimyasal Testler | 38 |
| 3.2.2.1. pH Testi..... | 38 |
| 3.2.3. Haslık Testleri | 38 |
| 3.2.3.1. Sürtme Haslığı Testi..... | 39 |
| 3.2.3.2. Yıkama Haslığı Testi | 39 |
| 3.2.3.3. Ter Haslığı Testi | 40 |
| 4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER..... | 41 |
| 4.1. Fiziksel Testlerin Bulgu ve Değerlendirilmeleri | 41 |
| 4.1.1.Çekmezlik Testine Ait Bulgu ve Değerlendirmeler..... | 42 |
| 4.1.2. Pilling Testine Ait Bulgu ve Değerlendirmeler | 43 |
| 4.2. Kimyasal Testlerin Bulgu ve Değerlendirilmeleri | 44 |
| 4.2.1. pH Testine Ait Bulgu ve Değerlendirmeler | 44 |
| 4.3. Haslık Testlerinin Bulgu ve Değerlendirilmeleri | 45 |
| 4.3.1. Sürtme Haslığı Testine Ait Bulgu ve Değerlendirmeler | 45 |
| 4.3.2. Yıkama Haslığı Testine Ait Bulgu ve Değerlendirmeler | 48 |

İÇİNDEKİLER (devam)

| | |
|---|----|
| 4.3.3. Ter Haslığı Testine Ait Bulgu ve Değerlendirmeler..... | 50 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 52 |
| KAYNAKLAR DİZİNİ..... | 55 |
| TEŞEKKÜR | 63 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 64 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| <u>Şekil</u> | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| 1.1 Aral Gölü Su Miktarı (Gama Recycle Elyaf ve İplik San. A.Ş, 2019) | 3 |
| 1.2 Üç Daire Modeli (Akgül, 2010)..... | 5 |
| 2.1 Dünyada Elyaf Üretiminin Yıllara Göre Değişimi (Eser vd., 2016) | 9 |
| 2.2 Geri Dönüşüm Sembolü (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017)..... | 11 |
| 2.3 Pamuk Geri Dönüşüm Döngüsü | 17 |
| 2.4 Tüketici Öncesi ve Sonrası Depolanan Atıklar..... | 18 |
| 2.5 Kırpıntıların Renk ve İçeriklerine Göre Ayrışmış Halleri | 19 |
| 2.6 Bant ve Kesme Makinesi (a) Bant (b)Kesme Makinesi..... | 20 |
| 2.7 Kesme Makinesi Çıkışı ve Silindirli Bölmeler (a)Kesme Makinesinden Çıkan Atıklar (b) Silindirli Bölmeler..... | 20 |
| 2.8 Şifonozdan Elyaf Çıkışı | 21 |
| 2.9 Balyalama (a) Balya Çıkışı (b) Balyanın Alınması (c) Depolanan Balyalar ... | 21 |
| 2.10 Karışım Hazırlanacak Elyaf Balyaları | 22 |
| 2.11 Geri Dönüşüm Pamuk Boyama İşlemi (a) Boya Kazanı (b) Boyanmış Haldeki Elyaf | 23 |
| 2.12 Cerden Bant Çıkışı..... | 23 |
| 2.13 Banttan İplik Çekimi..... | 24 |

| | |
|---|----|
| 2.14 Pet Şişe-Elyaf Döngüsü (a) Pet Şişe (b) Cips (c) Elyaf (d) İplik (Gama Recycle Elyaf ve İplik San. A.Ş, 2019)..... | 28 |
| 2.15 %100 Recycle Claim Standard Logosu (Textile Exchange, 2017) | 30 |
| 2.16 Recycle Blended Standard Logosu (Textile Exchange, 2017) | 31 |
| 2.17 GRS Logosu (Textile Exchange, 2017)..... | 32 |

TABLolar DİZİNİ

| <u>Tablo</u> | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| 1.1 Tişört ve Çevre İlişkisi..... | 4 |
| 2.1 Türkiye Pamuk Lifi Üretim ve Tüketim Miktarları (Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 2018)..... | 10 |
| 3.1 Çalışmada Kullanılan Kumaşlar | 36 |
| 4.1 Çekmezlik Testi Sonuçları | 42 |
| 4.2 Pilling Testi Sonuçları..... | 43 |
| 4.3 pH Testi Sonuçları | 45 |
| 4.4 Sürtme Testi Sonuçları..... | 47 |
| 4.5 Yıkama Haslık Testi Sonuçları | 49 |
| 4.6 Ter Haslığı Testi Sonuçları | 51 |

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

| <u>Simgeler</u> | <u>Açıklama</u> |
|--------------------|---|
| CO ₂ | Karbondioksit |
| € | Euro |
| M ³ | Metreküp |
| \$ | Dolar |
| <u>Kısaltmalar</u> | |
| Kg | Kilogram |
| G | Gram |
| L | Litre |
| UNEP | The Unites Nations Environment Programme |
| WCED | World Commission on Environment and Development |
| GRS | Global Recycle Standard |
| PET | Polietilen Tetraftalat |
| Mm | Milimetre |
| PE | Polietilen |
| PP | Polipropilen |
| PS | Polistiren |
| PVC | Polivinil klorür |

| | |
|-----|-----------------------------------|
| RCS | Recycle Claim Standard |
| ILO | International Labour Organization |
| İSG | İş Sağlığı ve Güvenliği |
| Cm | Santimetre |

1. GİRİŞ VE LİTERATÜR

Tekstil sektörü, insanlığın var oluşundan günümüze kadar geçen zamanda yaşamın birçok alanında insanlara hizmet veren bir sektör olarak karşımıza çıkmaktadır (Köprücüoğlu, 2019). Yüksek oranda istihdam sağlaması, katma değerli ürünler ile ticari rekabeti güçlendirmesi, geniş ürün yelpazesine sahip olması tekstil ve hazır giyim sektörünü ülkemizde lokomotif bir sektör konumuna getirmektedir (Esi, 2017).

Nüfusun çoğalması, buna bağlı olarak ihtiyaçların fazlalaşması tekstil tüketim artışına neden olmakta ve hazır giyim sektörüne olan talebi gün geçtikçe artırmaktadır (Niinimaki and Hassi, 2011). Dünya nüfusu şu an yaklaşık 7,8 milyar, 2050 yılında 10 milyar ve 2100 yılına gelindiğinde ise mevcut nüfusun 3 katı olacağı öngörülmektedir. Nüfustaki bu artış göz önüne alındığında yeni bir yaşam biçimi ve bakış açısı geliştirilmesi gerektiği öngörülmektedir. Aksi takdirde ilerleyen yıllarda lüks ihtiyaçlar bir yana temel ihtiyaçların karşılanmasının bile zor olacağı tahmin edilmektedir (Gama Recycle Elyaf ve İplik San. A.Ş, 2019). Günümüz şartları göz önünde bulundurulduğunda nüfus artışının yanında moda kavramının hızla yayılması, yaşam standartlarındaki gelişmeler, teknolojinin ilerlemesi ve ulaşılabilirliğin daha kolay hale gelmesi tekstil tüketimindeki artışın katlanarak artmasına neden olmaktadır (Gürçüm ve Yüksel 2012; Fleischmann et al., 1997).

Son 10 yıl içerisinde tüketim, temel ihtiyaçları karşılamaktan çok psikolojik tatmin, dış çevre ile kurulan bir iletişim aracı olarak görülmektedir (Rook,1987). Dolayısıyla tüketimde keyfiyetin, mecburiyetin önüne geçmiş olduğu görülmektedir. İnsanların alım gücünün ve ulaşılabilirliğin artması buna bağlı olarak da ihtiyaç karşılamak amaçlı yapılan tüketimin haz alma yönünde artışa geçtiği görülmektedir. Bu durum moda kavramının içinde bulunduğu tekstil ve konfeksiyon sektöründe daha sık yaşanmaktadır (Koç, 2012).

Öncelikle nüfusun artması ve bununla birlikte pek çok sebeple tüketimde ortaya çıkan talebi karşılamak için üretim artmaktadır. Bazı kaynaklarda aşırı üretim yapıldığı için tüketimin arttığı düşüncesi savunulmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda hazır giyim ve konfeksiyon üretiminin dünyada yıllık 80 milyon tonun üzerinde gerçekleştiği bilgisine ulaşılmaktadır. Tekstil üretimi için, 2014 yılında tüm dünyada 89,4 milyon ton lif tüketildiği görülmektedir. Bu liflerin %63' ünü sentetik lifler oluşturmaktadır. Sentetik lifler içindeki en çok tüketim payı

ise %82 oranı ile polyester lifine aittir. Doğal lif olan pamuk, polyester lifinden sonra ikinci sırada yer almakta ve %29'luk bir oranı kapsamaktadır. 2025 yılına gelindiğinde polyester lifi tüketiminin mevcut halden 3 kat daha fazla olacağı öngörülmektedir (Eser vd., 2016).

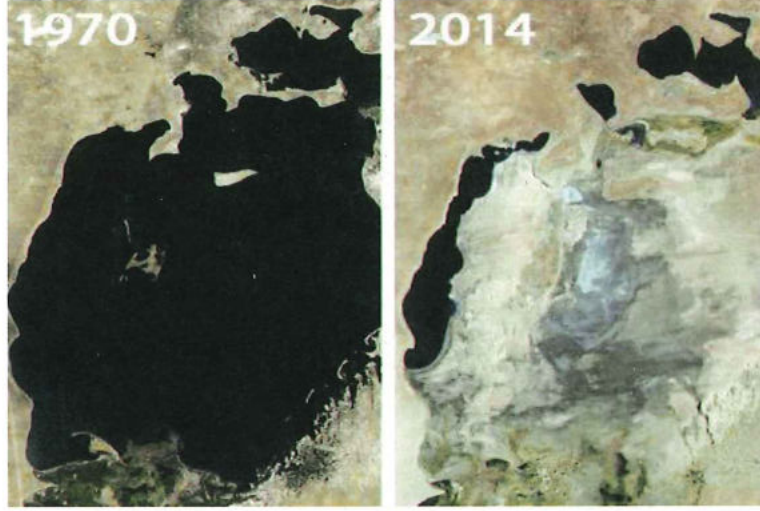
Sanayinin gelişmesi, üretimin artması, ülke ekonomisi açısından değerlendirildiğinde olumlu sonuçlar ortaya çıksa da çevre ve doğaya bakıldığında aynı sonuçlar görülmemektedir. Birçok kaynakta tekstil endüstrisi petrolden sonra doğal çevreye en çok zararı veren ikinci sektör olarak belirtilmektedir (Altun, 2016).

Ürün/hizmetlerin tüketiminin artması, sosyal, ekonomik ve psikolojik etkilerin yanında doğal çevre üzerinde de büyük etkiler oluşturmaktadır. Üretim için doğal kaynakların aşırı tüketimi, üretim sırasında ve tüketim sonunda doğal çevrenin kirlenmesi, yüksek miktarda atık oluşumu tekstil ve hazır giyim sektörünün çevre üzerindeki etkisinin çok da masum olmadığını göstermektedir. Tekstil, lif elde edilmesinden başlayarak nihai ürün oluşumuna kadar geniş ve kapsamlı süreçlere sahip bir sektördür (Balpetek vd., 2012). Üretim süreçleri yüksek miktarda doğal kaynak (su, petrol, toprak...) tüketilmesine neden olmakta, bu süreçlerde zararlı kimyasallar kullanılmakta ve yüksek oranda CO₂ açığa çıkmaktadır. Tüketim sonrasında her yıl tonlarca tekstil atılmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda Avrupa ve Amerika' da yıllık tekstil atığının 10 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Çin'de ise 20 milyon tonun üzerinde tüketici öncesi ve sonrası atık oluştuğu öngörülmektedir. Türkiye 'de kişi başına düşen atığın %1.14'ünü tekstil atıkları oluşturmaktadır. Bu miktara göre evlerden çöplere yaklaşık 500.000 ton tekstil atığı atılmaktadır. Sadece pamuk ve polyestere bakıldığında yılda 85.714 milyon € çöpe atılmaktadır (Altun, 2003).

Tekstil ve konfeksiyon sanayiinde ortaya çıkan atıklar çevreyi kirlletme, çöplükleri doldurmanın yanında insanlığın sürdürülebilmesi için gerekli olan doğal kaynakların yok olmasına da neden olmaktadır. Tekstilde en çok kullanılan doğal lif olan pamuk üretiminde yüksek miktarlarda su kullanılması yer altı ve yer üstü kaynakların azalmasına ve yoğun tarım ilacı kullanılması toprağa ve üreticilere zarar verilmesine neden olmaktadır. Ayrıca konfeksiyon üretimi sırasında boya, baskı ve bitim işlemlerinde suyla birlikte yüksek miktarlarda enerji harcanmaktadır (İşmal ve Yıldırım 2012). Yıkama, ağartma, boya, baskı işlemlerinde kullanılan toksik kimyasallar, pamuk üretiminde kullanılan pestisitler çalışan sağlığını tehdit

etmektedir. Pamuk üretiminin yapıldığı bölgelerde kanser vakalarında %80' e varan artışlar görülmektedir (Uludağ Hazır Giyim ve İhracatçılar Birliği, 2017).


Pamuk üretiminde aşırı su kullanımı sebebi ile Asya'nın en büyük gölü olan Aral gölünün %90 oranında kurumuş olması, durumun önem ve ciddiyetini bize bir kez daha göstermektedir (Gama Recycle Elyaf ve İplik San. A.Ş, 2019).



Şekil 1.1 Aral Gölü Su Miktarı (Gama Recycle Elyaf ve İplik San. A.Ş, 2019)

1 kg pamuk yetiştirmek için 10 ile 20 bin litre arasında su tüketilmektedir. 1 tişörtün üretimi için 1 kişinin 900 günlük su ihtiyacı olan 2.700 litre su harcanmaktadır. 450 g pamuk üretimi için 150 g kimyasal gübre kullanılmaktadır. 1 yılda tüm dünyada kullanılan pestisitlerin %10'u, böcek ilaçlarının %25' i pamuk üretiminde arazilerde kullanılmaktadır. Bu da bir tişört için 90 g gübre, 4 g tarım ilacı kullanılması anlamına gelmektedir. Yine bir tişört için 550 g fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Kullanılan yakıtlar doğaya her bir tişört için 6 g CO₂ salınmasına neden olmaktadır (Batelier, 2018).

Tablo 1.1 Tişört ve Çevre İlişkisi

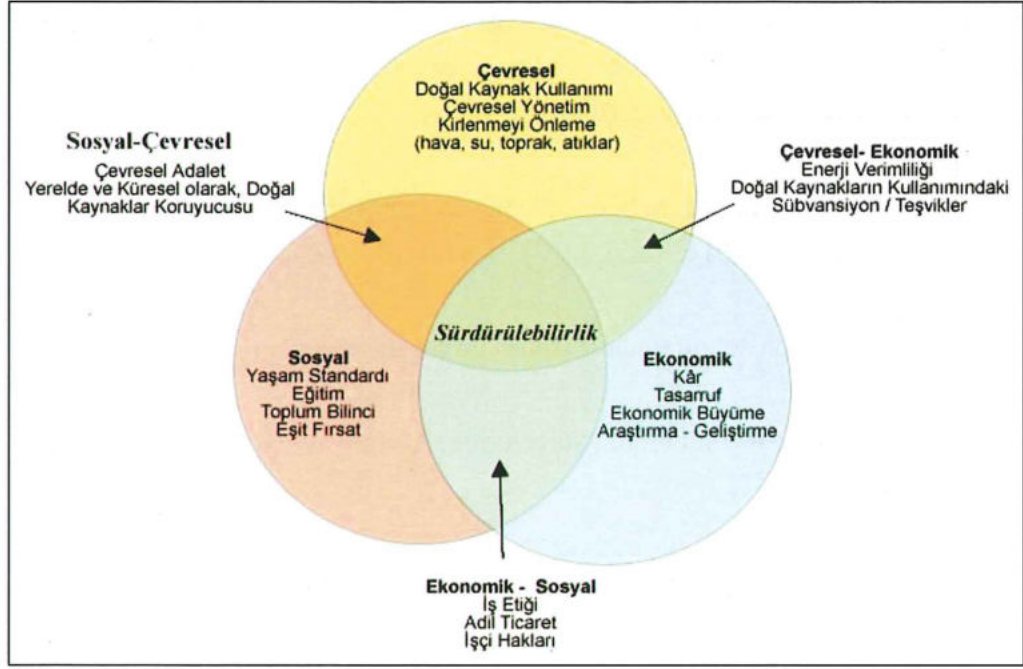
| | | |
|---|---|--------|
|  | Harcanan Su | 2700 l |
| | Kullanılan Gübre | 90 g |
| | Tarım İlacı | 4 g |
| | Fosil Yakıt | 550 g |
| | Atmosfere Salınan CO₂ Miktarı | 6 g |

Tablo 1.1’de bir tişörtün üretiminde kullanılan doğal kaynak ve kimyasallarla birlikte ortaya çıkan CO₂ salınım miktarları görülmektedir. Bu rakamlar tekstilin doğal çevre üzerindeki etkisinin ciddi bir kanıtıdır.

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (The United Nations Environment Programme- UNEP), 2011 yılı raporunda doğal kaynak tüketiminin 2050 yılında mevcut durumdan üç kat daha fazla olacağı öngörülmektedir (Eser vd., 2016).

Tekstil ve konfeksiyon sanayiinde artan tüketim, tabii kaynakların tükenmesi ve sektörde oluşan farklı bakış açıları, sürdürülebilirlik kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur. “Sürdürülebilirlik kavramı, daha önce Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu (World Commission on Environment and Development- WCED) olarak bilinen Brundtland tarafından, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yetenekleri ile uygunsuzluk oluşturmaksızın, bugünün ihtiyaçlarının karşılanması, olarak tanımlanmaktadır” (Gümrah ve Büyükipekçi, 2019).

Sürdürülebilirlik çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlar ile eş zamanlı olarak gelişim göstermektedir (Akçalı, 2018).



Şekil 1.2 Üç Daire Modeli (Akgül, 2010)

Sürdürülebilirliğin, işletmeleri çalışma şekillerinde köklü değişiklikler yapacak kadar etkilediği görülmektedir. İşletmelerde yakın geçmişe kadar kar sağlamak amaçlı işler yürütülmekte ve sorumlunun şirket ve ortaklarına karşı olduğu düşünülmektedir (Gözükara, 2019). Sürdürülebilirlik ile gelen yeni düzende işletmeler sadece şirket ve ortaklarına değil toplumsal ortaklarına da sorumluluk duygusu hissetmektedir (Ayrancı, 2019). Çevre bilincinin artması ile işletmelerle birlikte tüketici toplumunda da sürdürülebilirlik kavramının değer kazanmaya başladığı görülmektedir. Bilinçli tüketicilerin talepleri bu doğrultuda oldukça işletmeler ürün/hizmetlerini bu yönde geliştirmektedir. Günümüz küresel bilgi dünyasında işletmelerin, içinde buldukları ve hizmet verdikleri toplumdan bağımsız olması düşünülememektedir (Uludağ Hazır Giyim ve İhracatçılar Birliği, 2017).

Doğal kaynakların tüketilmesine neden olan üretim ve kullanımı sonucunda ürünleri çevreye yüksek oranda atık olarak dönen tekstil ve konfeksiyon sanayiinde son 10 yılda sürdürülebilirlik üzerine daha yoğun ve detaylı çalışmalar yapılmaktadır. Tekstil işletmeleri stratejilerini, çevreci ürünler üretmek, üretim süreçlerinde çevre dostu olmak, üretimle birlikte çevreye karşı sosyal sorumluluklarını yerine getirmek olarak değiştirmektedir. Çevreyi koruma bilinci, müşteri talepleri ve tüketicinin bilinçlenmesi gibi durumları göz önünde bulundurarak tekstil işletmeleri üretim hatlarını ve tedarik zincirlerini sürdürülebilirlik doğrultusunda geliştirmektedir. Hammaddenin elde edilmesinden

başlayarak mamul konfeksiyon ürününün nihai tüketiciye ulaşımına kadar sürdürülebilir malzemeler, üretim ve transfer yöntemleri kullanılması tercih edilmektedir (Demir ve Çevirgen, 2006).

Sürdürülebilirliğin işletmelere sağladığı avantajlar aşağıdaki gibidir (Duran, 2018; İstanbul Borsası, 2014; Terzi,2017).

- İşletmelere küresel ortamda rakipleri ile rekabet avantajı sağlamaktadır.
- Hammadde ve mamul üretim süreçlerinde işletme maliyetlerinin azalmasını sağlamaktadır.
- İşletmelerin stratejik karar verebilme yetisini geliştirmektedir.
- İstihdam sağlamaktadır.
- İşletmelerin marka değerini artırmaktadır.
- İşletmelerin kurumsal itibarının artmasını sağlamaktadır.
- Şirket ömrünün uzamasına yardımcı olmaktadır.
- Sorumluluk yönetiminde, işletmenin gelişmesine yardımcı olmaktadır.
- Müşteri taleplerini daha doğru tanımlama ve müşterilere farklı bakış açıları sunulmasını sağlamaktadır.

Sürdürülebilirliği genel olarak değerlendirdiğimizde, esas amacı doğal kaynak tüketimini azaltmak, ürünlerin yaşam süresini uzatarak o ürünlerden daha uzun süre yararlanmaktır. Nüfus artışıyla birlikte tüketim hacmi ve buna bağlı olarak ekolojik sorunlar giderek artmakta ve insanların sağlığı olumsuz etkilenmektedir (Aşkîner vd., 2009). Üretimde sürdürülebilirlik ile doğal dengenin korunması tüm işletmeler gibi tekstil ve konfeksiyon işletmelerinin de temel amaçları arasında bulunmaktadır. Sürdürülebilirliği sağlayabilmek için gerekli olan geri dönüşüm bu endüstriyel döngünün en önemli halkasını oluşturmaktadır (Gama Recycle Elyaf ve İplik San. A.Ş., 2019).

2. GERİ DÖNÜŞÜM VE BU ALANDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Sürdürülebilirliğin esas amacı doğal kaynak tüketimini azaltmak, ürünlerin yaşam sürelerini uzatarak o ürünlerden daha uzun süre yararlanmaktır. Nüfus artışıyla birlikte tüketim kapasitesi ve buna bağlı olarak doğal çevrede ortaya çıkan ekolojik sorunlar giderek artmakta ve insanların sağlığı olumsuz etkilenmektedir (Aşkîner vd., 2009). Her yıl milyonlarca kullanılmayan ürünler atık haline gelmekte ve doğanın kirlenmesine neden olmaktadır (Gama Recycle Elyaf ve İplik San. A.Ş., 2019). Yapılan araştırmalar sonucu çevre kirliliğinin %50' sinin son 35 yılda ortaya çıktığını göstermektedir. Birleşmiş Milletler Türkiye nüfusunun 2025 yılında 97 milyona ulaşacağını ön görmektedir. Bu durum ülkemizin gelecekte günümüzden daha fazla çevre sorunları ile karşılaşacağını göstermektedir. Tabii kaynakların sonsuz olmadığı, kontrolsüzce kullanıldığı taktirde bir gün tükeneceği akıldan çıkarılmamalıdır. Günümüzde tüm endüstrilerde olduğu gibi tekstil ve konfeksiyon sanayiinde de sürdürülebilir üretim anlayışının egemen olduğu görülmektedir. Sürdürülebilirliğin sağlanmasının bir yolu da geri dönüşümdür ve bu kavram sürdürülebilirlik bilincinin artması ile daha çok önem kazanmaktadır (Tayyar ve Üstün, 2010).

Tüketilen ürünlerin geri dönüşümü ile hayatta kalma süreleri uzatılarak sürdürülebilir bir yapı oluşturulması gerekmektedir. Bunun için döngüsel malzeme akışı konvansiyonel/doğrusal malzeme akışın yerini almalı ve geri dönüştürülmüş liflerin kullanımının artırılması gerekmektedir. Geri dönüşüm ile bu atıkların büyük bir kısmı tekrar kullanılabilir hale getirilmektedir. Böylece hem oluşan atıklar yok olmakta hem de üretimde kullanılan hammadde, su, enerji, kimyasallara duyulan ihtiyaç yüksek oranda azalmaktadır (Gama Recycle Elyaf ve İplik San. A.Ş., 2019).

Kullanımı sonrası oluşan atıkların farklı geri dönüşüm yöntemleri (kıırma, parçalama, öğütme, ayrıştırma vs.) ile hammadde olarak yeniden üretim sürecine dahil edilmesine "*geri dönüşüm*" denilmektedir (Yücel ve Tiber, 2018). Geri dönüşüm, farklı tüketimler sonucunda kullanım dışı kalan ve çöpe atılan atıkların, işlenerek yeni ürünler oluşturulması olarak da tanımlanmaktadır (Akbyay vd., 2018).

Geri dönüşüm, doğal kaynakların ve doğanın korunması için önemli bir süreçtir. Geri dönüşüm sürecinde atıklar çöp olarak kalmak yerine yeniden hayat bulmaktadır (Yıldırım, 2017).

Geri dönüşümde amaç, üretim sırasında ve kullanım sonrasında oluşan atıkların üretime tekrardan hammadde olarak girdisini sağlamak, kullanılan tabii kaynak miktarını azaltmak ve doğal/ekolojik dengenin korunmasını sağlamaktır. Geri dönüşüm konusu için sektörlerde atık yönetim politikaları uygulanmakta ve sıfır atık projesinin hayata geçirilmesi amaçlanmaktadır (Yavaşcaoğlu, 2017). Sıfır atık; enerji, hammadde, doğal ve insan kaynaklarının %100 verimle kullanılmasını, üretimde sıfır katı ve zararlı atık, sıfır emisyon oluşumunu amaçlamaktadır. Sıfır atık yaklaşımında oluşturulacak ürünün tasarımından tüketiciye ulaşımına kadar tekrar kullanılabilmesi ve geri dönüştürülebilmesi ilke olarak benimsenmektedir (Yaman ve Olhan, 2010).

Geri dönüşümde ürünlerin kullanım ömrünün uzatılması ve en yüksek faydayı sağlamak için 3R yaklaşımı ortaya atılmaktadır. 3R; azaltma, tekrar kullanım ve geri dönüşümü ifade etmektedir (Topuz vd.,2015; Şengül, 2010; Shekdar, 2009; Lu and Hamouda, 2014).

Azaltma (Reduce): Kullanılan kaynakların yani tüketimin azaltılması olarak tanımlanmaktadır.

Tekrar Kullanım (Reuse): Kullanılmayan ürünlerin değerlendirilmesi olarak ifade edilmektedir. Tekrar kullanılan ürünler en sonda yine atık olmaktadır fakat atık haline gelene kadar kullanım ömrü uzatılarak bu süreçte daha fazla atığın ortaya çıkmasının engellenmesi amaçlanmaktadır.

Geri Dönüşüm (Recycling): Kullanım ömrünü tamamlanmış ürünlerden yeni ürün elde edilmesi olarak tanımlanmaktadır.

Geri dönüşüm genel olarak üç aşama ile gerçekleştirilmektedir.

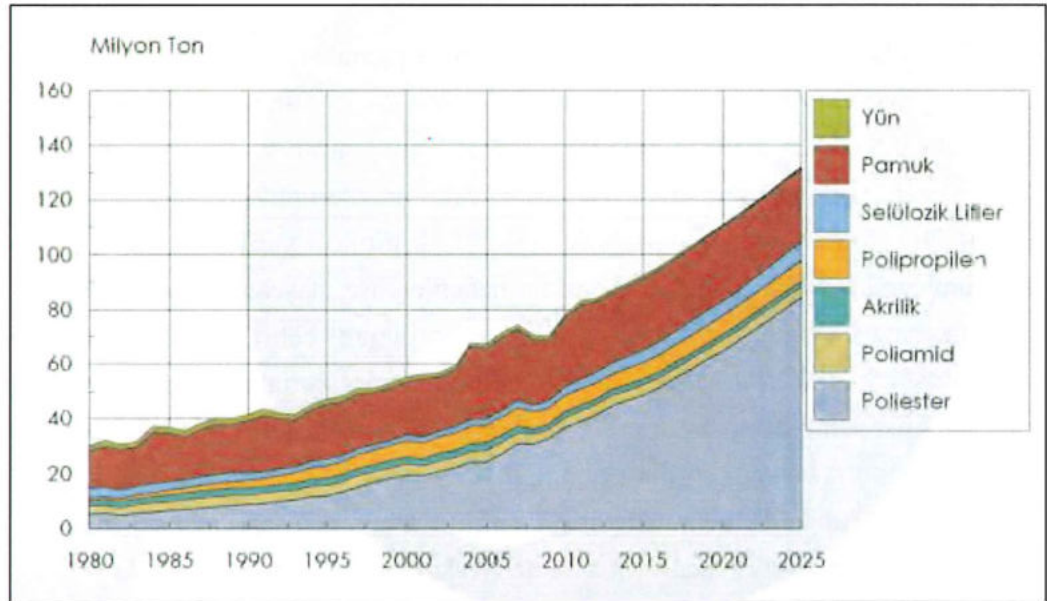
Toplama ve İşleme: Geri dönüşümü yapılacak olan ürüne göre farklılık göstermekte ve geri dönüşümün en önemli aşaması olarak bilinmektedir. Yeniden işlenmek ve ürün oluşturmak üzere atıklar toplanmaktadır. Bu atıkların ayrıştırılması için harcanılan zaman ve kullanılan enerji oldukça yüksektir. Bu yüzden atık malzemeler türlerine göre ayrı ayrı olarak biriktirilmesi avantaj sağlamaktadır. Atık toplama işleminin son yıllarda yüksek istihdam sağlayan ayrı bir sektör haline geldiği görülmektedir. Toplanan atıklar ayrıştırma sonrası temizlenip pazarlanabilir bir hammaddeye dönüştürülerek balyalar halinde tesislere

gönderilmekte veya aynı tesislerde geri dönüşüm için kullanılmaktadır (Schultz et al., 1995; Erdal vd.,2008).

Yeni Ürün Üretilmesi: Geri dönüşüm ile elde edilen hammadde yapılması istenen ürünün sürecine göre çeşitli işlemlere tabi tutularak üretim gerçekleştirilmektedir. Burada elde edilen yeni ürünlerin kaliteleri ilk ürün kalitesine göre değişiklik gösterebilmektedir (Wheeler, 2004).

Ürünün Tüketiciye Sunulması: Pazara çıkarılan ürünlerin tüketiciye ulaşması ile geri dönüşüm döngüsünü tamamlamaktadır. Bu döngü atık oluşumu ile tekrar edilmektedir (Bozkurt, 2012).

Tekstil ve hazır giyim sanayiinde geri dönüşüm uzun yıllardan beri var olsa da son 10 yılda daha çok önem kazandığı görülmektedir. Nüfus ve üretimin artması, tüketimin zorunlu ihtiyacın yanında keyfi olarak yapılmasıyla birlikte kaynakların tükenmesi, yaşam sürdürülecek toprakların azalması, sağlık sorunlarının artması, üretilen lif miktarının tüketimi karşılamaması gibi sebepler geri dönüşümün önem kazanmasının nedenleri arasında gösterilmektedir (Gündüzalp ve Güven 2016).



Şekil 2.1 Dünyada Elyaf Üretimindeki Yıllara Göre Değişimi (Eser vd., 2016)

Şekil 2.1'de dünyada elyaf üretiminin 1980-2025 yılları arasındaki üretim miktarları gösterilmektedir. Grafiğe bakıldığında 2025 yılına kadar üretilen toplam lif miktarının her yıl %3,7 oranında artacağı düşünülmektedir. 2010 yılından sonra lif üretimlerindeki artışın hızlandığı görülmektedir. Üretim miktarlarına

bakıldığında ise polyester ve pamuk lifinin diğer liflerden daha önde olduğu görülmektedir (Eser vd., 20016).

En çok kullanılan doğal lif olan pamuk lifinin üretim ve tüketim miktarlarına bakıldığında, tüketimi karşılayacak yeterli pamuk lifi üretilmediği görülmektedir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1 Türkiye Pamuk Lifi Üretim ve Tüketim Miktarları (Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 2018)

| SEZON | ÜRETİM (KÜTLÜ) | ÜRETİM (LİF) | TÜKETİM (LİF) | FARK (LİF) | ÜRETİMİN TÜKETİMİ KARŞILAMA ORANI (%) |
|----------|----------------|--------------|---------------|------------|---------------------------------------|
| 2013/14 | 2.250 | 877 | 1.400 | -523 | 62,64 |
| 2014/15 | 2.350 | 846 | 1.486 | -640 | 56,93 |
| 2015/16 | 2.050 | 738 | 1.500 | -762 | 49,20 |
| 2016/17 | 2.100 | 756 | 1.455 | -699 | 51,96 |
| 2017/18 | 2.450 | 882 | 1.481 | -599 | 59,55 |
| ORTALAMA | 2.240 | 820 | 1.464 | -645 | 56,06 |

J. Eskinazi' ye göre (2019, sözlü görüşme) pamuk lifi üretimi 2017/2018 yıllarında önceki yıllara göre %17 artış göstererek 26,75 milyon tona yükseldiği görülmektedir. 2018/2019 yıllarında ise 26,12 milyon tona düşeceği tahmin edilmektedir. Bunun sebebi tarım yapılacak arazilerinin azalması, suyun yetersizliği, verimlilik için ayrıca bir iyileştirme yapılmaması olarak gösterilmektedir. Ekim alanlarının azalma nedenleri ise, haşere sorunları, uygun olmayan hava koşulları, hükümet politikaları olarak belirtilmektedir. Ekim alanlarındaki %1'lik azalmanın 33,6 milyon hektar olacağı tahmin edilmektedir. Buna karşılık pamuk tüketiminin %9 oranında artması ile 2017/2018 yıllarında 26,81 milyon tona ulaştığı görülmektedir. 2018/2019 yıllarında ise %3 artışla 27,5 milyon tona ulaşması beklenmektedir. Tüketimin üretimden fazla olması mevcut stokların tükenmesine neden olmaktadır. Tekstil sektöründe dünyada elyaf tüketiminin 2020 yılında 105,5 milyon ton ve 2025 yılında 121 ton olacağı ön görülmektedir. Dünyada elyaf talebinin 2017-2025 yılları arasında ortalama 25,5 milyon ton artış göstereceği düşünülmektedir.

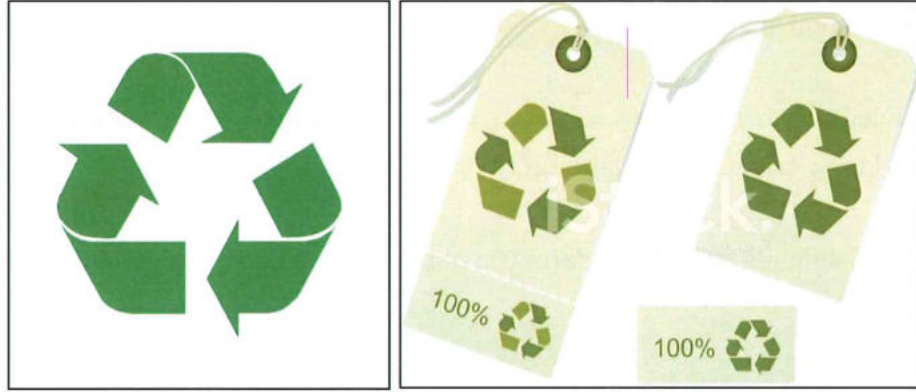
Pamuk üretiminin azalmasını bir diğer sebebi ise son yıllarda diğer liflerin tüketim miktarının özellikle polyester lifi tüketiminin artması olarak gösterilmektedir. Polyester lifi petrol ve türevlerinden elde edilmektedir. Üretim

sürecine bakıldığında çevreye olan etkisinin pamuk kadar fazla olduğu görülmektedir. Son yıllarda polyester lifine olan ilgi artmakta ve 2050 yılında dünyada üretim miktarının 150 milyon tonu aşması beklenmektedir (Özipek, 2017).

Üretim süreçleri ve yıllara göre artan miktarı ve sonucunda ortaya çıkan çevresel problemlere çözüm odaklı bir yaklaşım getirilmesi gerekmektedir. Bunun sonucunda pamuk ve polyester lifinde geri dönüşümün kaçınılmaz olduğu görülmektedir (Telli ve Özdil, 2011).

İşletmeler de sektördeki bu duruma kayıtsız kalmamakta, üretim ve yönetim sistemlerini geri dönüşüm stratejileri doğrultusunda geliştirmektedir. Geri dönüşümün kamuoyunda da büyük bir yankı uyandırması tüketici toplumun bilinçlenmesinin hız kazanmasına yardımcı olmaktadır. Geri dönüşüm sisteminin doğal çevre – işletmeler – tüketici arasında ayrılmaz ilişki içerisinde olduğu görülmektedir (Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2012).

İşletmeler geri dönüşüm ürünlerinin diğer ürünlerden ayrılmasını sağlamak ve tüketici toplumda farkındalığı sağlamak için ürünlerde baskılı veya karton etiket olarak geri dönüşüm sembolleri kullanmaktadır (Şekil 2.2 Geri Dönüşüm Sembolü) (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017).



Şekil 2.2 Geri Dönüşüm Sembolü (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017)

Geri dönüşümün çevreye ve işletmelere sağladığı yararlar aşağıdaki gibidir (Uludağ İhracatçılar Birliği, 2014; Yıldızbaş, 2007; Tungut,2015; Gözen, 2017; Mucan vd., 2016).

- Tabii kaynakların verimli bir şekilde kullanılması ile doğal çevrenin korunmasına yardımcı olmaktadır. Böylece günümüzde bulunan tabii kaynakların sonraki yıllara aktarılması mümkün olabilecektir.

- Ürün oluşum sürecinde işlem basamaklarını azaltarak enerji tasarrufu sağlamak ve enerji verimliliği artırılmaktadır.

- Daha az atık oluşumu ile çöp birikme oranlarının azalması sağlanmaktadır.

- İşletmenin ekonomik olarak gelişmesine ve kalkınmasına destek olmaktadır.

- En önemli doğal kaynak olan suyun tüketimini azaltmaktadır. Çöplüklere atılan pamuklu ürünlerin geri kazanılması ile yılda 2,4-10,9 milyar m³ suyun harcanması önlenmektedir.

- Geri dönüşüm merkezlerinin kurulması yarattığı istihdam ile yeni iş olanakları sunmaktadır.

- Oluşan çöp miktarının azalması ile insan sağlığını tehdit eden unsurlar azaltılmakta ve salgın hastalıkların ortaya çıkmasını engellemektedir.

- Kullanılabilir haldeki atıkların çöp olmak yerine yeniden değerlendirilmesi sağlanmaktadır.

- Atmosfere salınan CO₂ miktarının azalmasını sağlamaktadır.

- Plastik atıkların geri dönüşümü ile petrol kullanımından tasarruf yapılmaktadır. Ayrıca doğal çevreye çöp olarak atılan plastik atıklar yeniden hayat bularak üretime destek sağlayabilmektedir.

- Gelecek nesillere daha temiz ve yaşanılır dünya bırakılmasını sağlamaktadır.

Hazır giyim ve konfeksiyon sanayi üretim aşamalarında ve tüketim sonrasında oluşan atıklarının geri kazanımına yönelik olarak literatür taraması yapılırken bulunmuş olan araştırmalar tarih sırasına göre özetlenmeye çalışılmıştır.

Folk, 1994 yılında Burlington Endüstrileri ve Kuzey Karolayna Üniversitesi'nin birlikte yürüttükleri çalışmalar sonucunda denim atıklarından yeterli mukavemeti sağlayan kumaşlar ürettikleri görülmektedir (Folk, 1994).

Lustigman, 1994 yılında yaptığı çalışmasında; günümüzde geri dönüşümü yapılan materyallerin, çevresel süreçte az kullanılmasına rağmen sonraki dönemlerde doğal kaynakların tükenmeye başlaması ile geri dönüşüm ile elde edilen kumaşların kullanımın daha fazla olacağını ve önem kazanacağını belirtmiştir (Lustigman, 1994).

Heeley, 1995 yılına kadar yaptığı araştırmalarında tüketici toplumun geri dönüşüm ile yapılan ürünlere, ikinci el ürün düşüncesi ile bakıldığını ileri sürmektedir (Heeley, 1995).

Domina and Koch, 1997 yılında yapmış oldukları çalışmalarında, geri dönüşümü mümkün bir atık madde kullanmanın önemli olduğu, üreticiler tarafından geri dönüşümün değerinin kavranmasının bir gereklilik olduğu vurgulamaktadır (Domina and Koch, 1997).

Gulich, 2006 yılına kadar yapmış olduğu çalışmalarında geri dönüşümde kullanılan atıkların kalitesinin yeniden oluşturulacak ürünlerin kalitelerini etkilediğini anlatmaktadır (Gulich, 2006).

Larney ve Aardt, 2009 yılına kadar yapmış oldukları çalışmalarında, tüketicileri geri dönüşümden elde edilen ürünlerin kullanılmasının önemi konusunda bilgilendirilmesi, sadece fiyat olarak uygun olduğu için değil bununla birlikte kaliteli ve yenilikçi olduğu konusunda ikna edilmeleri gerektiğini ifade etmektedirler (Larney et al., 2009).

Aşkiner, Palamutçu ve İkiz, 2009 yılında yaptıkları çalışma sonucunda tekstil üretiminde çevre dostu üretim yöntemlerinin tercih edilmesi gerektiğini, bunun için

gerekli olan makine tedariki veya teknoloji altyapı için destek verilmesi gerektiğini ifade etmektedirler (Aşkınar vd., 2009).

Pittel, Amigues ve Kuhn, 2010 yılı araştırmalarında geri dönüşüm konusunda işletmeler yetersiz bile olsa yaptıkları dönüşüm ile hammadde ve ekonomik olarak kazanç sağlayacaklarını belirtmektedir. Geri dönüşüm sürecinin bir sistem içinde yürütülmesi için devamlılık gösteren sistemin kurulmasının gerekliliğini vurgulamaktadırlar (Pittel et al., 2010).

Tüm dünyada sürdürülebilirlik ve geri dönüşüm bilincinin artması ile tekstil sektöründe bu konu ile ilgili çalışmalar giderek hız kazanmaktadır. Bazı markaların geri dönüşüm üzerine yaptıkları çalışmaları ve gelecek hedefleri aşağıda anlatılmaktadır.

Patagonia, sürdürülebilirlik çalışmalarını 1990 yılların başında başlatan ve bu alanda öncü olan firmalar içinde karşımıza çıkmaktadır. 1993 yılında plastik şişelerin geri dönüştürülmesi ile ürünler üretmesi, 2014 yılında çalışanların yaşam koşullarını iyileştirmek için Adil Ticaret Sertifikalı ürünlerin satılmaya başlanması firma tarafından sürdürülebilirlik ve geri dönüşüme verilen önemi bir kez daha göstermektedir. Firma 2011 yılında yaptığı açıklamada 2020 yılına kadar üretimdeki tüm süreçlerde kullanılan zararlı kimyasalların bırakılacağı bilgisini vermektedir. 2020 yılına kadar sürdürülebilir yani organik, geri dönüşümlü pamuk kullanımına geçeceğini taahhüt etmektedir (Uludağ Hazır Giyim ve İhracatçılar Birliği, 2017).

Levi's ilk çevre dostu ürün grubu olan kot giysiler, organik ve geri dönüştürülmüş pamuktan elde edilmektedir. Kot pantolonlar %29 oranında kullanım sonrası oluşan atıklardan geri dönüştürülmüş plastik içermektedir. Susuz üretim projeleri ile kot pantolon üretiminde 40 yılda 1 milyar ton daha az su kullandıklarını belirtmektedirler. Günümüzde üretilen kot pantolonların %25' i bu yöntem ile yapılmaktadır. 2020 yılında bu rakamın %80'i bulması firma beklentileri arasında yer almaktadır (Yücel ve Tiber, 2018).

Forever 21, mağazalarında enerji tasarrufu sağlayan LED ışıklar, karbon salınımını minimum seviyeye indirmek için havayolu yerine deniz yoluyla taşımanın yapılması, geri dönüşümlü kutular kullanılması gibi sürdürülebilir faaliyetler gerçekleştirmektedir (Uludağ Hazır Giyim ve İhracatçılar Birliği, 2017).

Esprit, 2012 yılında üretilen plaj giysilerinde %70 geri dönüştürülmüş naylon ve %30 lycra kullanıldığını, 2013'te ise geri dönüştürülmüş naylon oranını %82'ye çıkarıldığını belirtmektedir. %100 geri dönüştürülmüş polyesterden üretilmiş giysiler de yapılmaktadır. Esprit' in geri dönüşüm ürünleri geri dönüştürülmüş malzeme kullanımını belgeleyen Küresel Geri Dönüşüm Standardı (Global Recycle Standard – GRS) ile sertifikalandırılmaktadır (Yücel ve Tiber, 2018).

Lindex firması üretim yaptığı tüm gruplarda, geri dönüştürülmüş malzemelerden, organik pamuktan veya çevreye daha az zarar veren alternatif liflerden yapılmış ürünler sunmaktadır. Firma bu ürünleri "Organik/Recycled" etiketi ile ayırmaktadır. "Recycled" etiketi bulunan ürünler, polyester, poliamid veya pamuk gibi geri dönüştürülmüş malzemelerden üretilmektedir (Eser vd., 2016).

Nike, 2010 FIFA Dünya Kupası için kullanılan tüm sporcu giysilerini geri dönüştürülmüş plastik şişelerden üreterek tüm dünyada sürdürülebilirlik alanında önemli bir farkındalık yarattığını göstermektedir. Bir tişört üretiminde 18 plastik şişe kullanılmaktadır. 2010 yılından günümüze kadar firma geri dönüşümlü polyester elde edebilmek atık haldeki 2 milyardan fazla pet şişe kullanıldığını belirtmektedir. Böylelikle polyester üretim aşamalarında enerji tüketimi %30 azaltılmaktadır. Boyama işlemlerinde susuz boyama teknolojisi, klasik boyamanın yerini almaktadır. Klasik yöntem ile bir tişörtü boyamak için 30 litre su kullanılmaktadır. Susuz boyamada ise su yerine CO₂ kullanılmaktadır (Eser vd., 2016).

H&M, 1990'larda organik pamuk lifleri hazırladığı bilinçli koleksiyon ile sürdürülebilirliği başlatan firmalar arasında bulunmaktadır. H&M mağazalarındaki %50 tüketici öncesi ve %50 tüketici sonrası atıklardan geri dönüştürülmüş polietilen plastik çantalar kullanılmaktadır. Müşterilerin kendi markaları veya herhangi bir markadan alıp kullandıkları ürünleri geri toplamaktadır. Toplanan bu ürünler, ikinci el giysi olarak satılmakta, farklı bir amaç veya tekstil lifi elde etmek için tekrar kullanıma hazır hale getirilmektedir. Bu amaçla yaklaşık 7.600 ton hazır giyim ürünü toplandı ve belirtilmiştir. Geri dönüşüm polyester ürünler için pet şişeler kullanılmaktadır. Bugüne kadar yaklaşık 40 milyon pet şişe kullanarak hem pet şişe dönüşümü sağlandığını hem de atık miktarlarının azaltıldığı belirtilmektedir. Kot kumaş üretiminde en az miktarda su ve kimyasal kullanılmaktadır. 2014 yılında sürdürülebilir pamuk üretimi artırılarak ürünlerin %21' ine yakını bu yöntem ile üretildiği ve 2020 yılına kadar firma amacının bu

rakamın %100 e ulaşmak olduğunu açıklamaktadır (Yücel ve Tiber, 2018, Eser vd., 2016).

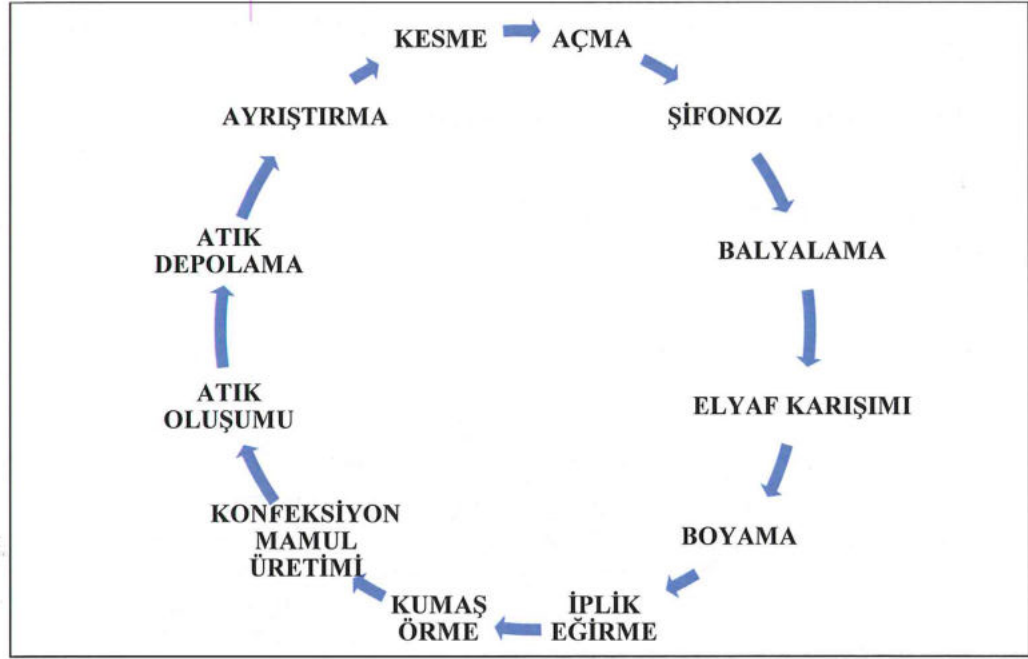
The North Face, 2013 yılında 10 pilot mağazada başlatılan atık toplama projesi ile 1.350 kg kıyafet toplanmıştır. 2010 yılında başlayan su ve enerji kullanımını azaltma çalışmaları ile 2013 yılı sonunda 100 tankerden fazla kimyasal ve 230 olimpik yüzme havuzu miktarınca su tasarrufu sağlandığı belirtilmiştir (Uludağ Hazır Giyim ve İhracatçılar Birliği, 2017).

2.1. Pamuk Lifi Geri Dönüşümü

Pamuk, tekstil ve konfeksiyonda en çok tercih edilen liflerden birisidir (Yavaşçaoğlu, 2012).

Pamuğun tarladan mamul ürün haline gelinceye kadar ki döngüsüne baktığımızda kullanılan su ve diğer kaynaklar, kimyasallar ve ortaya çıkan atıklar bu döngünün doğal çevre ile sürekli bir etkileşim içinde olduğunu göstermektedir. Pamuklu ürünler kullanım sonrası birer atık haline gelmekte ve bu atık miktarı gün geçtikçe artarak çevre ve doğaya zarar vermektedir. Talep ve buna bağlı olarak üretimin fazla olması, çevre ve doğaya verdiği zararın giderek artması, pamuklu ürünlerin geri dönüştürülerek tekrar kullanılmasını kaçınılmaz bir durum haline getirmektedir (Türemen vd., 2019).

Pamuk geri dönüşümü için Uşak Organize Sanayi Bölgesinde bulunan Sarar Battaniye Tekstil San. ve Tic. A.Ş. ziyaret edilmiş ve geri dönüşümün tüm üretim süreci burada detaylı olarak incelenmiştir. Şekil 2.3' de pamuğun geri dönüşüm döngüsü (recycle cotton) süreç adımları gösterilmektedir.



Şekil 2.3 Pamuk Geri Dönüşüm Döngüsü

Atık Depolama: Üretim sürecinin başlayabilmesi için en önemli faktörlerden birisi yeterli hammadde miktarına sahip olmaktır. Pamuk geri dönüşümünde gerekli olan hammadde ise içeriği pamuk olan atıklardır. Bu atıklar tüketici öncesi ve sonrası atıklar olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Üçgül ve Tarak, 2015).

Tüketici öncesi atıklar (Eser vd., 2016; Ağdağ ve Kırımhan., 1999; Yavaşcaoğlu, 2012).

- Lifler
- İplikler
- Konfeksiyon üretiminde oluşan kesilmiş ve dikilmiş parçalar
- Numune üretimden artan paça kumaşlar
- Top başı-top sonu
- Boya ve baskı denemelerinde hatalı olan yarı mamul ürünler
- Tasarım halindeki numuneler

- Üretimi yapılmış fakat farklı sebeplerle satışa sunulmayan nihai ürünler

Tüketici sonrası atıklar (Üçgül ve Tarak, 2015).

- Kullanım sonrası tüketici tarafından ikinci el durumuna gelen ev tekstil atıkları
- Kullanım sonrası tüketici tarafından elden çıkarılan konfeksiyon atıkları



Şekil 2.4 Tüketici Öncesi ve Sonrası Depolanan Atıklar

Tüm atıklar şekil 2.4’ de görüldüğü gibi depolanmaktadır. Geri dönüşüm stoklu bir çalışma gerektirmektedir. Müşteri tarafından talep edilen ürünler için gerekli olan kalite ve renkteki ipliklerin mevcut halde bulunmaları her zaman mümkün değildir. Bu sebepten dolayı yeterli stokta atığa sahip olunması her zaman avantaj sağlamaktadır.

Ayrıştırma: Toplanan tekstil atıklarından liflerin yeniden elde edilmesi ve konvansiyonel/doğrusal tekstil işlemlerinde kullanılabilmesi için, atıkların ayrıştırılması gerekmektedir. Ayrıştırılan bu atıklar işletmelerde “*kırpıntı*” veya “*telef*” olarak adlandırılmaktadır.

Ayrıştırma işlemi geri dönüşüm sürecinin en önemli aşamasını oluşturmaktadır. Doğru ayrıştırma üretilecek olan geri dönüşüm ipliğin, kumaşın ve mamul konfeksiyon ürününün kalitesini doğrudan etkilemektedir.

Ayrıştırma işlemi genel olarak,

- Renk
- İçerik bazında yapılmaktadır (Şekil 2.5).

Renk ve içerik olarak yapılan bu ayrıştırma işlemi, bu alanda çalışan tecrübeli kişiler tarafından yapılmaktadır. Bu da tekstil ve konfeksiyon sanayisinin emek yoğun bir sektör olduğunu bize bir kez daha göstermektedir.

İşletmelerde her kırpıntının değeri vardır. Fakat işletme yapıları ve kullanım amacına göre bu değer farklılık göstermektedir. Konfeksiyon için baskı ve nakışlı olarak gelen kırpıntılar, açma işleminin tam yapılmasını ve homojen bir iplik oluşumunu engellediği için tercih edilmemektedir.



Şekil 2.5 Kırpıntılarının Renk ve İçeriklerine Göre Ayrışmış Halleri

Kesme İşlemi: Ön aşama olarak da adlandırılan ayrıştırma işlemi tamamlandıktan sonra geri dönüşüm süreci başlamaktadır. Öncelikle doğru renk ve içerikte ayrıştırılan kırpıntı/ telefler bir bant üzerinden kesme makinesine gönderilmektedir (Şekil 2.6). Kesme makinesine gelen kırpıntılar bıçaklar yardımı ile parçalanmakta ve daha küçük boyutlar haline getirilmektedir. Burada amaç, kırpıntılarının elyaf haline daha kolay dönüştürülebilmesini sağlamaktır.



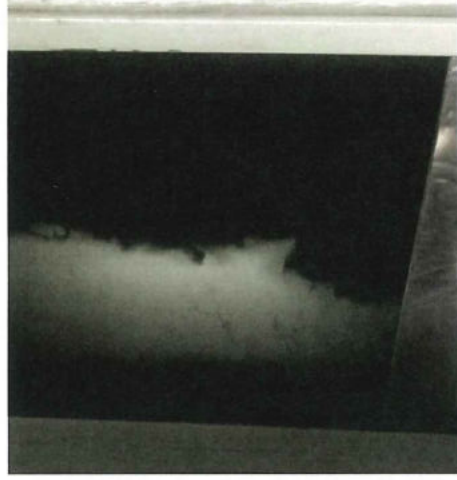
Şekil 2.6 Bant ve Kesme Makinesi (a) Bant (b) Kesme Makinesi

Açma İşlemi: Kesme makinesinden çıkan ve daha küçük parçalara ayrılmış kırpıntılar açma işlemi yapılmak üzere 6 aşamalı olan silindir bölmelerden geçirilmektedir. (Açma işlemi yapılan silindir bölmelerin aşama sayısı işletmelerde kullanılan makinelere göre farklılık gösterebilmektedir). Burada iğneli silindirler yardımı ile açma işlemi yapılmaktadır. Açma işlemi bant, iplik, kumaş mamul kalitesini etkileyen önemli bir aşamadır. Açma işlemi ne kadar düzgün yapılırsa oluşacak iplik kalitesi ve homojenliği o kadar iyi olmaktadır.



Şekil 2.7 Kesme Makinesi Çıkışı ve Silindirli Bölmeler (a) Kesme Makinesinden Çıkan Atıklar
(b) Silindirli Bölmeler

Şifonoz: Açma işlemi son olarak şifonozda bitirilmektedir. Burada kırpıntılar tamamen elyaf haline gelmektedir. Şifonozdaki silindirlerde 50.000 ile 145.000 arasında iğne bulunmaktadır. Bu iğnelerin kalınlıkları 3.5-5 mm arasında değişmektedir.



Şekil 2.8 Şifonozdan Elyaf Çıkışı

Balyalama: Tamamen açılmış ve elyaf haline gelmiş lifler balyalama işlemi ile süreci tamamlamaktadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Balyalama (a) Balya Çıkışı (b) Balyanın Alınması
(c) Depolanan Balyalar

Elyaf preslenerek makinede balya haline getirilmektedir. Balya hareketli bir kol tarafından alınmakta ve depolanmaktadır.

Balyalama işlemi ile geri dönüşüm pamuk süreci son bulmaktadır. Fakat nihai ürün oluşumuna kadar tüm üretim süreçleri geri dönüşüm gerekliliklerini sağlayacak şekilde devam etmektedir.

Elyaf Karışım (Mix) İşlemi: İplik/kumaş üretiminde %100 geri dönüşüm pamuk elyafı elde etme çalışmaları halen devam etmektedir. %100 geri dönüşüm pamuk iplik/kumaş elde edilse de istenilen fiziksel ve kimyasal özellikleri üretimde sağlayıp sağlayamayacağı üzerinde çalışmalar yapılmaktadır.

Pamuk atıklarından elde edilen elyaf bükümde yeterli uzunluğu ve bununla birlikte istenilen mukavemet kalitesini sağlayamamaktadır. Bundan dolayı geri dönüştürülmüş pamuk elyafı iplik yapımında konvansiyonel pamuk, polyester gibi diğer elyaf ile karıştırılarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.10 Karışım Hazırlanacak Elyaf Balyaları

Geri dönüşüm pamuk elyafının talebe göre Şekil 2.10'da gösterildiği gibi diğer elyaf ile karışımı yapılmaktadır. Bu işlem işletmelerde “mix” yani “karıştırma işlemi” olarak adlandırılmaktadır.

Boyama: Talep edilen renk hazır boyalı haldeki teleflerden elde edilebilmekte ise elyaftan direk iplik çekimi yapılmaktadır ve herhangi bir boyama işlemi yapılmamaktadır. Eğer istenilen renk boyalı telef olarak hazırda yok ise istenilen renk elde edilmek üzere önce boyama daha sonra iplik çekim işlemi yapılmaktadır. Karışım elyaf kazanlarda “*reaktif boyama*” işlemi ile boyanmaktadır.



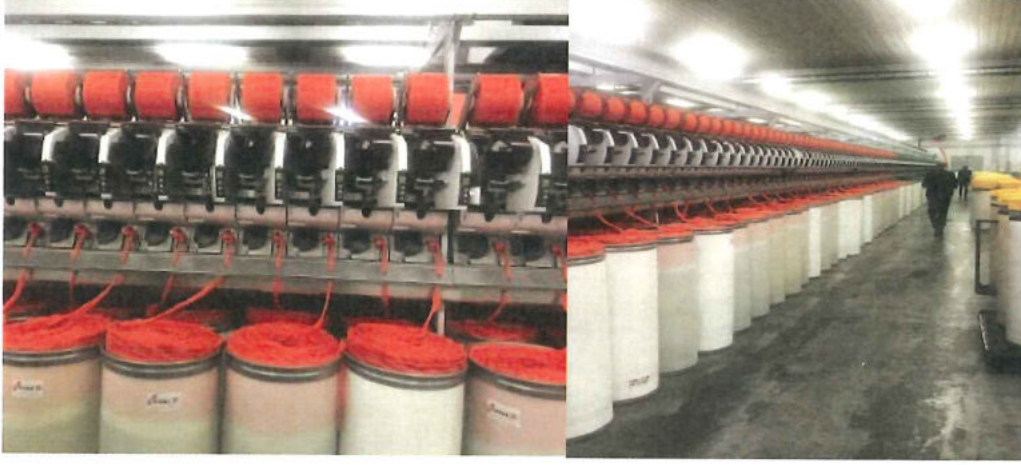
Şekil 2.11 Geri Dönüşüm Pamuk Boyama İşlemi (a) Boya Kazanı (b) Boyanmış Haldeki Elyaf

İplik Eğirme İşlemi: OE iplik eğirme sistemi ile iplik çekimi yapılmaktadır.



Şekil 2.12 Cerden Bant Çıkışı

Elde edilen karışım elyaf öncelikle harman hallaç sonra tarak ve cere gelerek buradan bant şeklinde çıkmaktadır (Şekil 2.12). Bantlardan iplik çekimi yapılmaktadır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13 Banttan İplik Çekimi

Kumaş Örme ve Boyahane İşlemi: Geri dönüşüm yöntemi ile iplik çekimi yapıldıktan sonra kumaş örme işlemi yapılmaktadır. Bu aşamada geri dönüşüm için özel bir süreç veya işlem bulunmamaktadır. Konvansiyonel pamuk örgü süreci ile aynı işlemler yapılmaktadır.

Kumaş örüldükten ve boyahane işlemleri tamamlandıktan sonra istenilen örgü yapısındaki geri dönüşüm pamuk veya pamuk karışumlu kumaş (recycle cot/ conventional cot- recycle cot/ conventional pes...) konfeksiyon için hazır hale gelmektedir.

Örgü ve boyahane aşamalarını yapacak olan işletmeler tüm geri dönüşüm gerekliliklerini sağlamak zorunda olduğu unutulmamalıdır.

Konfeksiyon Mamul Üretimi: Müşteri talepleri sonucunda örülen kumaşlar konfeksiyon için hazır hale gelmektedir. Konfeksiyon üretim sürecinde mamulü etkileyecek herhangi geri dönüşüm işlemi yapılmamaktadır. Fakat konfeksiyon üretimini yapacak işletmeler tüm geri dönüşüm gerekliliklerini sağlamak zorundadır.

Kumaş örülmesi – boyahane işlemleri ve konfeksiyon üretimi için geri dönüşüm gereklilikleri bölüm 2.3' te (Geri Dönüşüm Standart ve Sertifikaları) detaylı olarak anlatılmıştır.

Atık Oluşumu: Tüketiciye ulaşan nihai konfeksiyon ürünleri kullanım sonrasında birer atık haline gelmektedir. Ayrıca üretim sırasında da ortaya birçok atık çıkmaktadır. Bu atıklar üretimde geri dönüşüme hammadde olarak katılmaktadır. Böylece geri dönüşüm döngüsü devamlılığını sağlamaktadır.

2.2. Polyester Lifi Geri Dönüşümü

Plastik, son yıllarda tüketiminde en çok artış gösteren ürünlerden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de plastik kullanımında son yıllarda büyük artışlar görülmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda 1960 yılında kişi başına düşen plastik kullanım miktarının 0,6 kg, 1977 yılında 5,25 kg, 1987 yılında 9,05 kg olduğu bilgisine ulaşılmaktadır. Ayrıca 1989 yılında 9,65 kg ve 1992 yılında 13,54 kg olarak elde edilen veriler plastik kullanımında artış olduğu bilgisini doğrulamaktadır. Plastik atıklar tüm dünyada bulunan katı atıkların ağırlığının %8’ini ve hacim olarak %12’sini oluşturmaktadır (Sevencan, 2007). Giderek artan plastik tüketimiyle birlikte, üretimi sırasında ve kullanımı sonrasında ortaya çıkan atık miktarı da artmaktadır. Bu sebeple plastikler üzerinde geri dönüşüm uygulanması her geçen gün daha da önem kazanmaktadır (Mannhart, 1998).

Plastikler sıcaklık karşısında verdiği tepkilere göre termoset plastikler ve termoplastikler olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Termosetlerin sıcaklıkta yumuşamayan, erimeyen sert yapılarından dolayı geri dönüşümü mümkün olmamaktadır. Termoplastiklerin, sıcaklık ile erimeleri, çözünebilmeleri ve şekil alabilmelerinden dolayı geri dönüştürülerek tekrar kullanımı mümkün olmaktadır (Küçükgül ve Kırşen, 2007). Geri dönüşümde en çok

- Polietilen (PE): Deterjan şişeleri, çöp torbaları

- Polipropilen (PP): Deterjan kutu kapakları

- Polistiren (PS): Yoğurt kapları

- Polivinil Klorür (PVC): Ambalajlar

- Polietilen tetaftalat (PET): Su ve meşrubat şişeleri kullanılmaktadır (Yurtsever, 2015).

Plastik atıklar geri dönüşümünde kapalı (closed-loop) ve açık (open -loop) döngüsü kullanılmaktadır.

Kapalı Döngü (close-loop): Kapalı döngüde kullanım sonrası ortaya çıkan atıklardan tekrar aynı ürünler elde edilmektedir. PET şişenin geri dönüşümünde oluşan talaşlardan yeniden PET şişe üretilmesi bu döngüye örnek gösterilmektedir (Mancini et al., 2009).

Açık Döngü (open -loop): Açık döngüde kullanım sonrası ortaya çıkan atıklar farklı alanlarda kullanılmaktadır. PET şişe dönüşümünde elde edilen talaşların tekstilde lif üretiminde kullanılması ise bu döngüye örnek olarak gösterilmektedir (Shen et al, 2010).

Polyester lifi, petrol ve türevlerinden elde edilen ve ülkemizde ve dünyada en çok kullanılan sentetik lif olarak karşımıza çıkmaktadır. Kullanım alanlarının ve miktarlarının artması, doğal kaynakların tükenmesine ve yüksek miktarlarda atıklar bırakılmasına neden olmaktadır. Tüm bunların önüne geçebilmek için diğer liflerde olduğu gibi polyester lifinde de geri dönüşüm anlayışı ortaya çıkmaktadır (Chen and Burns, 2006).

Polyestere doğru işlemler uygulandığında yüzlerce defa geri dönüştürülmesi mümkün olmaktadır. Tekstil ve hazır giyim sektöründe geri dönüşüm polyester lifi elde etmek için PET kullanılmaktadır. Geri dönüşüm ile hem tüketim fazlalığı atık olarak doğal çevreyi kirleten PET miktarları hem de konvansiyonel polyester lifi üretim sonucunda tüketilen kaynaklar ve ortaya çıkan atık miktarları azaltılması mümkün olmaktadır (Türemen vd., 2019).

Türkiye’de günümüzde yaklaşık olarak yıllık 165 bin ton pet şişe üretilmektedir. Üretilen bu pet şişelerin yalnızca 40 bin tonu geri dönüştürülebilmektedir. Geri kalan miktar atık olarak doğada kalmaktadır. Bir plastik şişenin doğadan yaklaşık 400 -500 yıl gibi bir sürede yok olduğu göz önüne alındığına atık olan pet şişelerin doğa verdiği zarar göz ardı edilememektedir. Yılda yaklaşık 125 bin tondan fazla pet şişe atığı oluşmaktadır. Bu da ekonomide ortalama 70 milyon \$ zarar edildiği anlamına gelmektedir (Anabal, 2007). Ayrıca 2,5 litrelik pet şişe geri dönüştürülerek üretimde kullanıldığında 60 Watt’lık bir lambanın 6 saatte harcadığı enerji miktarı kadar tasarruf sağlanmaktadır. Yaklaşık 25 adet pet şişenin geri dönüşümü ile 1 adet mont üretilmektedir (Altun, 2016). Bu da geri dönüşüm çevre üzerindeki önemi bir kez daha göstermektedir. Türkiye’de plastik

geri dönüşümü 2007 yılında 24 haziranda resmî gazetede yayınlanan Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği ile hız kazanmaya başlamıştır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2011).

2002 yılı Ulusal Tüketici Plastik Geri Dönüşüm Raporu'nda yıllara göre PET geri dönüşüm miktarları açıklanmıştır. Bu rapora göre 1994 yılında pet geri dönüşümü hızı %38, 2002 yılında ise %20 olarak görülmektedir. Avusturalya yılda 80 bin ton PET ürününün yaklaşık %31' ini yani 25 bin tonunu dönüştürerek tekrar kullanmaktadır (Telli vd., 2012).

Ülkelere göre PET geri dönüştürme oranı (%) aşağıda gösterilmektedir.

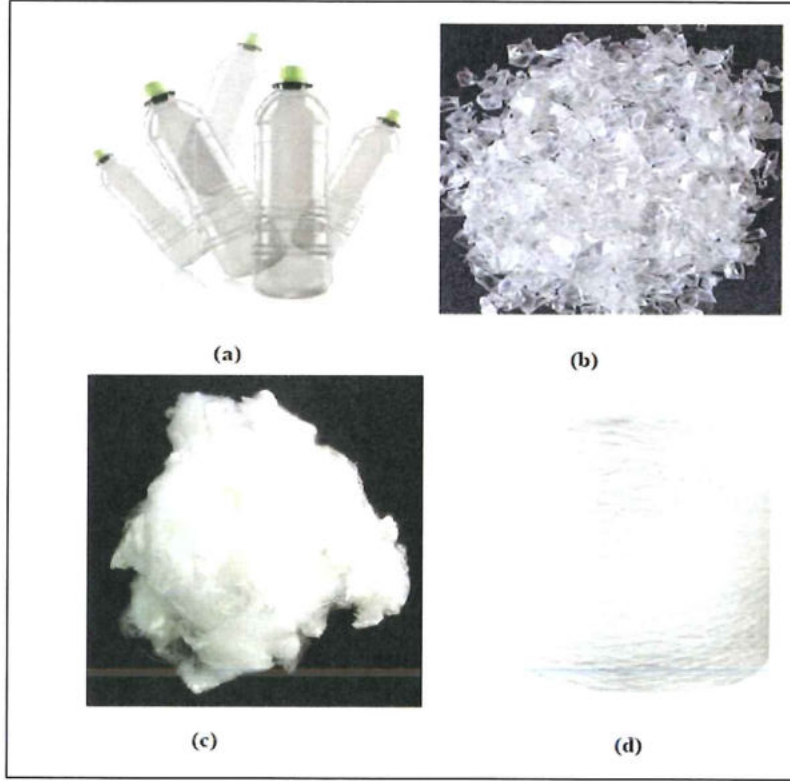
- Çin %70-80

- ABD %23

- Japonya %64

- Diğer ülkeler %20-40 (Tayyar ve Üstün, 2010).

Araştırmalar sonunda, 2014 yılında Türkiye'de 82 bin 688 ton pet şişe toplandığı ve bu pet şişelerin büyük bir kısmının elyaf üretmek amaçlı olarak tekstil sektörü için elyaf üretiminde kullanıldığı bilgisine ulaşılmaktadır. Atık yönetiminin doğru yönetilmesi ile Türkiye'de günde 1000 ton pet şişe toplanabileceği düşünülmektedir (Gama Recycle Elyaf ve İplik San. A.Ş., 2019). Geri dönüşüm PET elyafı, pet şişe ve ambalaj atıklarının çeşitli kimyasal yollarla yıkanarak temizlenmesi ve mekanik olarak parçalanması ile elde edilen pet flakelerin ısıl prosesleri ile oluşturulmaktadır. Genel olarak batımızda pet şişler, küçük parçalara ayrılmakta, yıkanıp temizlenmektedir. Daha sonra yüksek sıcaklıkta eritilen bu parçalar düzelerden geçirilerek ısıl işlemler sonucu elyaf elde edilmektedir ve iplik çekimi yapılmaktadır (Eryuruk, 2012).



Şekil 2.14 Pet Şişe-Elyaf Döngüsü (a) Pet Şişe (b) Cips (c) Elyaf (d) İplik (Gama Recycle Elyaf ve İplik San. A.Ş., 2019)

PET şişeden yapılan polyester lif çekimi, eriyikten lif çekimine göre yapılmaktadır (Scheirs and Long, 2003).

PET şişeden elyaf üretmek için geri dönüşüm aşamaları detaylı olarak aşağıdaki gibidir.

Atıkların Toplanması: Geri dönüşüm polyester lifi için gerekli olan hammadde geri dönüşümü yapılacak olan PET şişerlerdir. Öncelikle yeterli miktarda PET atıkları toplanmalıdır. Toplanan bu atıklar üretim sırasında ortaya çıkan ve kullanım sonrası atılan atıklar olarak sınıflandırılmaktadır (Tan vd., 2007).

Ayrıştırma işlemi: Toplanan atıklar geri dönüşümü yapılmak üzere öncelikle ayrıştırılmaktadırlar. Burada amaç yabancı maddeleri ayrıştırmaktır (Tayyar ve Üstün, 2010).

Yıkama – Kırma İşlemi: Toplanan kirli haldeki atıklar, sulu kırma makinesinde parçalanır ve ardından yıkama hattına alınır. Burada ilk havuzda PET atıklar üzerindeki toz ve çamurlar temizlenmektedir. PET atıklarının kesilmesinde

kullanılan bıçakların yıpranma süreleri oldukça kısadır. Bu yüzden ön yıkamadan geçirilerek ıslak kırma işlemi yapılmaktadır. Kırma işleminde PET atıklar 10-12 mm boyutlarına getirilmektedir. Kırma işlemi tamamlandıktan sonra oluşan PET parçalarına çapak adı verilmektedir ve kırılma süreci sonrası çapaklara asıl yıkama yapılmaktadır. Etiket ve kapakların ayrışması asıl yıkama aşamasında yapılmaktadır. Bu yıkama işlemi 90°C üzeri sıcaklıkta su ve kimyasallar ile yapılmaktadır (Anabal, 2007; Üstün İş Makine, 2019; Net Plasmak Plastic Machinery, 2011).

Durulama- Kurutma İşlemi: Yıkama işlemi sonrası öncelikle durulama yapılmaktadır ve gerekli hijyen durumu sağlanmaktadır. Daha sonra 140- 170 °C’de yaklaşık 6 saat süresince kurutma işlemi yapılmaktadır (Anabal, 2007).

Kesim- Öğütme İşlemi: PET çapaklarına kesim işlemi yapılarak PET talaşları elde edilmektedir (Anabal, 2007).

Eritme ve Düzelerden Elyaf Çekim İşlemi: Talaşlardan lif çekmek için öncelikle eriyik hazırlanmaktadır. Düzelerden lif çekimi yapılır ve ard işlemler uygulanır (Shen et al.,2010).

İplik – Kumaş – Konfeksiyon İşlemleri: Geri dönüşüm döngüsü ile elyaf çekim işlemi yapıldıktan sonra iplik çekimi yapılarak kumaş örme işlemleri tamamlanmaktadır. Bu süreçleri gerçekleştiren tüm işletmeler pamuk geri dönüşümünde de belirtildiği gibi geri dönüşümün üretim için tüm gerekliliklere sahip olma zorunluluğu bulunmaktadır. Ayrıca kumaş üretiminde; 100% geri dönüşüm polyester iplik kullanılarak 100% geri dönüşüm polyester kumaş elde edilebileceği gibi geri dönüşüm polyester iplik, konvansiyonel polyester veya pamuk gibi diğer lifler ile karışım olarak da kullanılabilir.

2.3. Geri Dönüşüm Standartları ve Sertifikalandırılması

Tekstil sektöründe geri dönüşümde Recycle Claim Standard-RCS ve Global Recycle Standart-GRS olmak üzere iki standart bulunmaktadır. Tezin bu kısmındaki veriler Control Union ve USB firmalarından elde edilmiştir. Firmalar ile görüşülmüş ve firma verilerinden yararlanılmıştır. Ayrıca Textile Exchange verileri kullanılmıştır.

Recycle Claim Standard 2.0 (RCS): Nihai üründe geri dönüşüm içeriğini doğrulamak ve izlemek için oluşturulmuş bir standarttır. Amaç, geri dönüşümlü materyal kullanımını artırmaktır. İki ayrı modülü bulunmaktadır.

Recycled Claim Standard (RCS) Recycled 100 Claim Standard: %100 geri dönüştürülmüş materyal içeren ürünlerde kullanılmaktadır. Bu ürünlerde şekil 2.15'te gösterilen logo kullanılmaktadır.



Şekil 2.15 %100 Recycle Claim Standard Logosu (Textile Exchange, 2017)

Recycle Blended Standard: %5-%95 geri dönüştürülmüş materyal içeren ürünlerde kullanılmaktadır. Bu ürünlerde Şekil 2.16'da gösterilen logo kullanılmaktadır.



Şekil 2.16 Recycle Blended Standard Logosu (Textile Exchange, 2017)

RCS, işletmenin çevresel şartlarını (enerji, su veya kimyasal kullanımı), kalite, sosyal şartlar ve yasal uyumluluğunu sorgulamamaktadır (Textile Exchange, 2017).

Global Recycle Standard 4.0 (GRS): Geri dönüştürülen materyalin içeriğinin doğrulanmasıyla birlikte sosyal ve çevresel şartları kimyasal gereklilik/kısıtlanmalarını belirleyen tam bir ürün standardıdır. En az %20 geri dönüştürülmüş materyal içeren tüm ürünleri kapsamaktadır. GRS için Şekil 2.17’de gösterilen logo kullanılmaktadır.

GRS kriterleri aşağıdaki gibidir:

- İzlenebilirlik
- Sosyal Uygunluk
- Çevresel Şartlar
- Uygun Etiketleme



Şekil 2.17 GRS Logosu (Textile Exchange, 2017)

Çevresel Şartlar:

- İşletme çevre yönetim sistemine sahip olması gerekmektedir.
- Enerji ve su tüketimi aylık kaydedilmekte ve yıllık bazda hedefe ulaşıp ulaşılmadığı izlenmektedir.
- Atık su prosedürlerine uyulmalı ve atık bertaraf yöntemleri uygulanmaktadır.

Hava emisyonu ile ilgili yasal gereklilikler sağlanmaktadır (Textile Exchange, 2017).

Sosyal Kriterler: GRS sosyal kriterlerini ILO kurallarına göre düzenlemektedir.

- İşletmeler GRS sosyal kriterlerine uygun olarak politikalar geliştirmektedir.
- Çocuk işçi çalıştırılmamaktadır.
- Çalışanlar arasında ayrımcılık yapılmamaktadır.
- Çalışanlara sendika üye hakkı sunulmaktadır.
- İş sağlığı ve güvenliği (İSG) kurallarına uyulmaktadır.
- Ücret, asgari ücretten daha az olmamaktadır.

- Sigortasız işçi çalıştırılmamaktadır.

- Çalışanlar ile haklarını içeren iş sözleşmeleri yapılmaktadır (Textile Exchange, 2017).

Kimyasal gereklilikler: İşletmeler kimyasal yönetim sistemine sahip olmak zorundadır. GRS listesinde yer alan yasaklı kimyasal ürünler kesinlikle kullanılmamaktadır.

Geri dönüşüm basit bir sistem döngüsü gibi görünse de her bir sürecinde ayrıntılı detaylar bulundurmaktadır. Sadece üretim süreçlerini değil, bu süreçlerdeki çevre ve çalışanlar için sosyal uygunlukları da kapsamaktadır.

Konfeksiyon sürecinde mamul ürün elde etmek için iplik, kumaş, boyahane, konfeksiyon aşamaları bulunmaktadır. Geri dönüşüm için bu aşamaları gerçekleştiren firmalar yukarıda belirtilen geri dönüşüm gerekliliklerini eksiksiz olarak sağlamaları ve sertifikalarını sürekli olarak güncellemeleri gerekmektedir.

3. AMAÇ, MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Yapılan tez çalışmasında tekstil ve konfeksiyon sektöründe pamuk ve polyester içeren ürünlerin üretiminin doğal çevreye etkisi ve atıklar (tüketici öncesi ve sonrası) konusu ele alınmıştır. Sürdürülebilirlik kavramı ve bununla birlikte geri dönüşüm konularına değinilmiştir. Amaç, üretimde hammadde girdisini en aza indirmek, doğal kaynak tüketimini azaltmak ve ortaya çıkan atıkları en verimli şekilde değerlendirmektir.

Pamuk ve polyester lifleri geri dönüşüm yöntemleri çalışma kapsamında detaylı bir şekilde incelenmiştir. Geri dönüşüm yöntemi (recycle) ile üretim yapabilmek için sağlanması gereken şartlar ve gereklilikler anlatılmıştır. Günümüz koşullarında geri dönüşüm kaçınılmaz bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır. Geri dönüşüm yöntemi ile elde edilen ipliklerden istenilen yapıda kumaş örüldükten ve gerekli dikim işlemleri gerçekleştirildikten sonra nihai konfeksiyon ürünü hazır hale getirilmektedir. Geri dönüşüm ile elde edilen ürünlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin istenilen şartları sağlayıp sağlamaması en çok üzerinde durulan ve tüketiciler tarafından merak edilen bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu tez çalışmasında klasik /konvansiyonel yöntemle ve geri dönüşüm yöntemi ile elde edilen kumaşlardan mamul konfeksiyon ürünleri hazırlanmıştır. Her iki ürün gamına yapılan fiziksel, kimyasal ve haslık testleri ölçüm sonuçları değerlendirilmiş ve kıyaslamalar yapılmıştır.

Tezin bir diğer amacı da geri dönüşüm ile üretimi yaygınlaştırmak; çevre ve doğaya verilen zararları en aza indirmek, ortaya çıkan atıkların en verimli şekilde değerlendirilmesini sağlamaktır. Gelecek nesillere yaşanılır bir dünya bırakmanın tüm insanların ortak görevi olduğu unutulmamalıdır.

3.2. Materyal ve Metot

Tez çalışması kapsamında materyal olarak tablo 3.1 de gösterilen %100 pamuk, 100% polyester, 60% pamuk 40% polyester karışimli kumaşlar ve bu kumaşlarda üretilen nihai konfeksiyon ürünleri kullanılmıştır. Bu kumaşların seçilme nedenleri;

- Tüketimde en çok tercih edilen kumaşlar olması
- Geri dönüşümde birden fazla örgü tiplerinin incelenmek istenmesi
- Amaç, konvansiyonel ve geri dönüşüm ürünlerinin özelliklerini karşılaştırmak olduğu için kumaşların kalite, içerik ve örgü yapısı olarak bu doğrultuda seçilmesine özen gösterilmiştir.

Çalışma için seçilen kumaşlardan (tablo 3.1) elde edilen nihai konfeksiyon ürünlerine fiziksel testler (çekmezlilik testi, pilling testi), kimyasal test (pH testi) ve haslık testleri (yıkama haslığı, sürtünme haslığı, ter haslığı) yapılmıştır. Yapılacak testler için seçilen materyaller test gerekliliklerine uygun şekilde kullanılmıştır. Fiziksel, kimyasal ve haslık testleri yöntemlerine uygun standartlar doğrultusunda yapılmıştır. Tez kapsamında yapılan tüm fiziksel, kimyasal ve haslık testleri Spot Tekstil San. ve Tic. A.Ş. test laboratuvarında yapılmıştır.

Tablo 3.1 Çalışmada Kullanılan Kumaşlar

| SIRA | KUMAŞ KODU-RENK | İPLİK NUMARASI | KUMAŞ CİNSİ | İÇERİK | GERİ DÖNÜŞÜM | TEMİN EDİLDİĞİ YER |
|------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------|--------------------|
| 1 | A-SİYAH | 30/1 | SÜPREM | %100 PES | X | SPOT TEKSTİL |
| 2 | B-SİYAH | 30/1 | SÜPREM | %100 PES | ✓ | SPOT TEKSTİL |
| 3 | C-SİYAH | 30/1 | INTERLOK | &100 PES | X | ALAF TEKSTİL |
| 4 | D-SİYAH | 30/1 | INTERLOK | %100 PES | ✓ | SPOT TEKSTİL |
| 5 | E-LACİVERT | 30/30/10 | 3 İPLİK FUTTER | 60%CO 40%PES | X | ALAF TEKSTİL |
| 6 | F-LACİVERT | 30/30/10 | 3 İPLİK FUTTER | 60%CO 40%PES | ✓ | ALAF TEKSTİL |

Çalışmada kullanılan süprem ve interlok kumaşlar siyah renk, futter kumaşlar lacivert renkte boyalı kumaşlardır.

Çalışma için süprem ve interlok kumaşlardan tişört; futter kumaşlardan ise sweatshirt nihai konfeksiyon ürünleri hazırlanmıştır.

3.2.1. Fiziksel Testler

Tekstil ve konfeksiyon mamul ürünleri kullanım sonrasında bir takım mekanik etkilere maruz kalmaktadır. Tüketiciler kullanım sırasında ürünlerin maruz kaldığı bu mekanik etkilere karşı dayanıklılık göstermesini beklemektedir. Kumaşların mekanik etkilere karşı dayanım gösterebilmesi ancak kumaş fiziksel özelliklerinin iyi olması ile mümkündür.

Tez çalışması kapsamında numunelere uygulana fiziksel testler şunlardır;

- Çekmezlik (Boyutsal Stabilite Ölçümü) Testi,
- Pilling Testi.

3.2.1.1. Çekmezlik testi (Boyutsal stabilite ölçümü):

Çekmezlik, farklı sebepler ile kumaşın/numunenin boyutunda (eninde ve boyunda) ortaya çıkan ölçü değişim olarak ifade edilmektedir. Çekmezlik, konfeksiyonda üretim öncesinde yapılması gereken en önemli kontrollerden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüketici kullanım sırasında ürünlerin bedenlerinde herhangi bir değişiklik olmamasını istemektedir (Kalkancı ve Kurumer, 2015).

Tez kapsamında çekmezlik, buhar çekmesi ve yıkama çekmesi olarak incelenmiştir. Tablo 3.1 de belirtilen tüm kumaşlardan süprem ve interlok kumaşlardan birer adet small beden tişört, futter kumaşlardan sweatshirt dikilmiştir. Her bir numunenin en ve boy değerleri ölçülerek kaydedilmiş ve daha sonra bu numuneye buhar verilmiştir. Verilen buhar sonrası numunelerde tekrar en ve boy ölçümleri yapılarak çekme değerine bakılmıştır. Bu çekme değeri arasındaki fark *buhar çekmesi* olarak adlandırılmıştır.

Kumaşların yıkamadan sonraki boyut değişimi için, numuneler yıkanmış ve sererek kurutulmuştur. Bu işlemde ev tipi çamaşır makinesi ile yıkama işlemi TS 5720 EN ISO 6330 standardı esas alınarak yapılmıştır. Kuruduktan sonra numunelerin en ve boy değerleri ölçülerek kaydedilmiştir. Yıkama sonrası ve öncesi arası değer farkı *yıkama çekmesi* olarak adlandırılmıştır.

3.2.1.2. Pilling testi:

Pilling yani boncuklanma, kumaş örgüsünde kullanılan ipliklerdeki liflerin kumaş yüzeyine çıkması ve lif topçukları oluşturması olarak tanımlanmaktadır. Kumaşların görsel ve tutum özelliklerini etkilemekte ve tüketici tarafından ciddi bir sorun olarak görülmektedir. Ayrıca boncuklanma giysinin kullanım ömrünü kısaltmaktadır. Boncuklanma durumunun tespiti için ICI Pilling Box, Random

Tumble Pilling Tester ve Martindale olmak üzere 3 farklı cihaz kullanılmaktadır (Kayseri ve Kırtay 2011).

Tez kapsamında pilling testi ISO 12945-1 test standartlarına göre ICI Pilling Box kullanılarak yapılmıştır. Test sonunda boncuklanma ışık kutusunda 5 adet standart fotoğraflar ile değerlendirme yapılmış ve sonuçlar kaydedilmiştir.

3.2.2. Kimyasal Testler

Konfeksiyon sanayinde kullanım özelliklerini belirleyen etmenlerden birisi de kumaşları/ nihai ürünlerin kimyasal özellikleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tez çalışma kapsamında numunelere pH testi yapılmıştır.

3.2.2.1. pH testi

Konfeksiyon ürünleri üretimleri sırasında yapılan kimyasal işlemler sonucunda bir pH değerine sahip olmaktadır. Tekstil ürünlerinin pH değeri, insan sağlığına etki eden zararlı maddelerin tolerans aralığını gösteren, kumaştaki asit ve alkali (bazik) içeriğine karşılık gelmektedir. Tüketici vücudunda kullanım sırasında herhangi bir tahriş oluşmaması için ürünün pH değerinin 4-7 arasında olması gerekmektedir.

Tez kapsamında pH testi, ISO 3071 standardında pH çözeltileri hazırlanarak yapılmıştır. Elektrolitler yardımı ile pH ölçümü yapılmıştır. pH ölçümü için üç değer alınmıştır. Alınan ilk değer pH sabitlemek amaçlı yapılmıştır. İkinci ve üçüncü ölçümler yapılarak, bu iki değer aritmetik ortalaması alınarak pH sonuçları elde edilmiştir.

3.2.3. Haslık Testleri

Haslık, tekstil ürünlerinin kullanımı sırasında karşılaşacağı/ maruz kalacağı çeşitli etkilere karşı dayanımını ifade etmektedir. Kumaş veya mamul ürün dayanımı iyi ise haslığı yüksek, düşük ise haslığı kötü olarak tanımlanmaktadır. Islak olarak yapılan haslık ölçüm sonucu *yaş haslık*, kuru olarak yapılan haslık ölçüm sonucu ise *kuru haslık* olarak tanımlanmaktadır (İçoğlu, 2006).

Tez çalışması kapsamında uygulanan haslık testleri şunlardır;

- Sürtme Haslığı,
- Yıkama Haslığı,
- Ter Haslığı.

3.2.3.1. Sürtme haslığı testi

Sürtünmeye karşı renk haslığı, kısaca sürtme haslığı, boyanmış veya baskılı ürünün başka bir tekstil ürünü ile teması sonucunda renginin geçme derecesi/ kirletme miktarı olarak tanımlanmaktadır *Kuru ve yaş sürtme haslığı* olmak üzere 2 şekilde yapılmaktadır (Demir ve Mutlu, 2020).

Tez çalışmasında tablo 3.1' de belirtilen kumaşlardan yapılan numuneler kuru ve yaş sürtme haslığı testi ISO 105-X12 standardında sürtme cihazı (crockmaster) kullanılarak yapılmıştır.

Öncelikle belirlenen yöntem ile numunenin iç ve dış yüzeyine *kuru sürtme* uygulanmıştır. Daha sonra numuneye, refakat bezi ıslatılarak aynı işlem tekrar uygulanmıştır. Bu işlem *yaş sürtme haslığı* olarak adlandırılmıştır. Yaş sürtmede değerlendirme yapılmadan önce refakat bezi oda sıcaklığında kurutulmuştur. Daha sonra aynı işlemler numune yıkanıp, kurutulduktan sonra tekrarlanmıştır. Böylece hem *yıkama öncesi kuru ve yaş sürtme haslığı* hem de *yıkama sonrası kuru ve yaş sürtme haslığı* test edilmiştir.

Yapılan sürtme testi sonunda refakat bezinin kirlenme derecesi değerlendirilmiştir. Değerlendirme ışık kabinde D65 gün ışığında gri skalada yapılmıştır.

3.2.3.2. Yıkama haslığı testi

Yıkama haslığı, baskı veya boyalı konfeksiyon ürünlerinde yıkama şartlarında oluşan renk değişikliği olarak tanımlanmaktadır (Oral, G., 2011).

Yıkama haslığı testi ISO 6330 standardında multifiber kullanılarak yapılmaktadır.

Kumaşlardan hazırlanan numunelere multifiber kılçık ile takılarak ürüne tek başına 10 g deterjan yıkama yapılmıştır. Yıkama sonrası numune kuruması için askılığa serilmiş ve kuruduktan sonra multifiber çıkarılmıştır. Işık kabiniinde D65 gün ışığında yıkanmamış olan multifiber, yıkanmış multifiber ve numune değerlendirilmiştir. Yıkama sırasında kumaşın hangi lifleri kirlettiği gri skala 105-A03 ile kontrol edilmiştir. Aynı zamanda yıkama sonrası ürünün kumaş renginde oluşan renk değişimi gri skala 105-A02 ile kontrol edilmiştir.

3.2.3.3. Ter haslığı testi

Ter, insan vücudundan atıldığında asidik özelliktedir fakat dışarı atıldıktan sonra zamanla amonyak miktarında oluşan artışla bazik hale geçmektedir. Tekstil ürünlerinde bulunan boyarmaddeler terden etkilenmektedir. Buna tepki olarak da renk solması ve sararma gibi tepkiler göstermektedir. Ter haslığı boyalı veya baskılı konfeksiyon ürünlerinin insan vücuduna maruz kalması durumundaki renk değişimini ifade etmektedir (Oral, 2011). Tez kapsamında ter haslığı testi (asidik – bazik) ISO 105- E04 standardında asidik ve bazik çözeltiler hazırlanarak yapılmıştır.

Asidik ve bazik çözeltilerde bekletilen numuneler daha sonra perspirometredeki cam plakalar üzerine yerleştirilerek üzerine ağırlık konularak vidalar sıkıştırılmıştır. Perspirometre etüv içerisine dik duracak şekilde yerleştirilmiş ve etüv sıcaklığı 37 derece (+/-2) ye ayarlamıştır. Etüvde 4 saat bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan numuneler laboratuvar koşullarında kurutulmuş ve değerlendirilmiştir. Renk değişimi için değerlendirme ışık kabiniinde D65 gün ışığı altında gri skala (A-03) ile akma için aynı şartlarda gri skala (A-02) ile yapılmıştır.

4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

Yapılan fiziksel, kimyasal ve haslık test sonuçları bu bölümde detaylı olarak anlatılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Konvansiyonel ve geri dönüşüm (Recycle) yöntemleri ile yapılan kumaşlar /numuneler karşılaştırılmıştır.

4.1. Fiziksel Testlerin Bulgu ve Değerlendirmeleri

4.1.1. Çekmezlik (Boyut Stabilitesi Ölçümü) Testine Ait Bulgular ve Değerlendirmeler

Tablo 4.1'de numunelere yapılan buhar öncesi- sonrası en /boy ölçüm sonuçları ve yıkama öncesi- sonrası en/boy ölçüm sonuçları gösterilmektedir. Ölçüm sonuçları arası fark çekme değeri olarak belirtilmiştir (tablo 4.1).

Kabul edilebilir çekme oranları;

En çekmesi: +/- 2

Boy çekmesi +/- 2 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.1 incelendiğinde test için hazırlanan geri dönüşüm süprem-konvansiyonel süprem tişört numunelerinin, geri dönüşüm interlok- konvansiyonel interlok tişört numunelerinin, geri dönüşüm 3 iplik Futter- konvansiyonel 3 iplik Futter sweatshirtlerinin buhar ve yıkama çekme oranlarının tolerans dahilinde (en ve boy çekmesi: +/- 2) olduğu görülmektedir. Geri dönüşüm ile üretilen kumaşlar çekmezlik özellikleri tolerans dahilinde, istenilen ölçüleri sağlamaktadır.

Tablo 4.1 Çekme Testi Sonuçları

| KUMAŞ KODU | ÇEKME TESTİ | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------------|---------|---------|----------|---------|---------|--------|----------------|---------|--------|----------|---------|--------|---------|---------|
| | BUHAR ÇEKMESESİ | | | | | | | YIKAMA ÇEKMESİ | | | | | | | |
| | EN (cm) | | | BOY (cm) | | | | EN (cm) | | | BOY (cm) | | | | |
| | ÖNCESİ | SONRASI | % ÇEKME | ÖNCESİ | SONRASI | % ÇEKME | ÖNCESİ | SONRASI | % ÇEKME | ÖNCESİ | SONRASI | % ÇEKME | ÖNCESİ | SONRASI | % ÇEKME |
| A-SİYAH | 39 | 39 | 0 | 43.4 | 43.4 | 0 | 39 | 39 | 0 | 43.4 | 43.4 | 0 | 43.4 | 43.4 | 0 |
| B-SİYAH | 38 | 37.8 | -0.5 | 44 | 43.9 | -0.2 | 37.8 | 37.8 | 0 | 43.9 | 43.7 | 0 | 43.9 | 43.7 | -0.4 |
| C-SİYAH | 39 | 39 | 0 | 44 | 44 | 0 | 39 | 39 | 0 | 44 | 44 | 0 | 44 | 43.4 | -0.6 |
| D-SİYAH | 38.1 | 38.1 | 0 | 43.3 | 43.3 | 0 | 38.1 | 38 | -0.2 | 44.3 | 44.1 | -0.4 | 44.3 | 44.1 | -0.4 |
| E-LACİVERT | 38 | 38 | 0 | 44 | 44 | 0 | 38 | 37.5 | -1.3 | 44 | 43.2 | -1.8 | 44 | 43.2 | -1.8 |
| F-LACİVERT | 38.5 | 38.3 | -0.5 | 43.7 | 43.7 | 0 | 38.3 | 38.3 | 0 | 43.7 | 43.7 | 0 | 43.7 | 43.1 | -1.3 |

4.1.2. Pilling Testine Ait Bulgular ve Değerlendirmeler

Boncuklanma ışık kutusunda 5 standart fotoğraflarla yapılan değerlendirilmede pilling test sonuçları tablo 4.2'de gösterilmiştir. Bu 5 standart fotoğrafa göre;

En iyi değer: 5

En kötü değer:1'dir.

Kabul edilebilir en düşük değer 3'tür.

Tablo 4.2 Pilling Testi Sonuçları

| KUMAŞ KODU | BONCUKLANMA TESTİ | | |
|------------|-------------------|------------|-------|
| | DEĞER | KUMAŞ KODU | DEĞER |
| A-SİYAH | 5 | B-SİYAH | 4 |
| C-SİYAH | 5 | D-SİYAH | 5 |
| E-LACİVERT | 4 | F-LACİVERT | 3 |

Testleri yapılan tüm konfeksiyon ürünlerinin kabul edilebilir değer aralığında olduğu görülmektedir.

Konvansiyonel üretim yöntemi ile hazırlanan süprem tişört (A) boncuklanma değeri 5; geri dönüşüm yöntemi ile hazırlanan süprem tişört boncuklanma (B) değeri 4 olarak bulunmuştur.

Konvansiyonel üretim yöntemi ile hazırlanan interlok tişört (C) boncuklanma değeri 5; geri dönüşüm yöntemi ile hazırlanan interlok tişört boncuklanma (D) değeri 5 olarak bulunmuştur.

Konvansiyonel üretim yöntemi ile hazırlanan futter sweatshirt (E) boncuklanma değeri 4; geri dönüşüm yöntemi ile hazırlanan futter sweatshirt boncuklanma (F) değeri 3 olarak bulunmuştur.

Pilling problemi en çok olan ürün ise F ürünüdür. F ürün kumaşı %60 recycle co %40 recycle pes 30/30/10 3 iplik futterdir. Geri dönüşüm yöntemi ile elde edilen bu numune, boncuklanma problemi en çok olan numune olsa da sonucu kabul edilebilir değer aralığındadır.

Geri dönüşüm yöntemi ile elde edilen kumaşlarda pilling problemi işletmelerde sık rastlanan bir sorundur. Bunun nedeni ise elde edilen ipliğin homojenliğinin/ düzgünsüzlüğünün daha az olması ve kumaşların ikincil bir üretim sonucu üretilmesi olarak gösterilebilir. Bu sebeple dış etkilere ve yıkamalara karşı yıpranma/ dayanım oranı daha düşüktür.

4.2. Kimyasal Testlerin Bulgu ve Değerlendirmeleri

4.2.1. pH Testine Ait Bulgular ve Değerlendirmeler

Kumaşların pH için ölçüm sonuçları Tablo 4.3'te gösterilmiştir. Tabloda 3 adet ölçüm belirtilmiştir. 1. Ölçüm pH sabitlemek amaçlı yapılmıştır. Bu ölçümlerden değerlendirme 2. ve 3. ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması hesaplanarak yapılmıştır. Kabul edilebilir değer aralığı: $4 \leq \text{pH} \leq 7,5$ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.3 pH Test Sonuçları

| KUMAŞ KODU | pH ÖLÇÜMLERİ | | | SONUÇ |
|------------|--------------|----------|----------|-------|
| | 1. ÖLÇÜM | 2. ÖLÇÜM | 3. ÖLÇÜM | |
| A-SİYAH | 5.78 | 5.69 | 5.67 | 5.68 |
| B-SİYAH | 6.39 | 6.38 | 6.39 | 6.38 |
| C-SİYAH | 6.28 | 6.27 | 6.30 | 6.28 |
| D-SİYAH | 5.95 | 5.94 | 5.94 | 5.94 |
| E-LACİVERT | 5.45 | 5.47 | 5.47 | 5.47 |
| F-LACİVERT | 6.34 | 6.37 | 6.39 | 6.38 |

Test değerlerinde (Tablo 4.3) görüldüğü gibi tüm konfeksiyon numuneleri için yapılan testler kabul edilebilir ($4 \leq \text{pH} \leq 7,5$) değer aralığındadır. Geri dönüşüm yöntemi ile elde edilen kumaşlarda/ numunelerde pH testinde herhangi bir sorun görülmemiştir.

4.3. Haslık Testlerinin Bulgu ve Değerlendirmeleri

4.3.1. Sürtme Haslığı Testine Ait Bulgular ve Değerlendirmeler

Sürtme işlemi sonunda refakat bezinin kirlenme derecesine göre ışık kabininde D65 gün ışığında 5 ölçekli gri skalada yapılan sürtme testi değerlendirme

sonuçları Tablo 4.4' de gösterilmiştir. Beş lekli gri skala değerleri 1- 1/2 -2- 2/3- 3-3/4-4 -4/5-5 şeklindedir.

En düşük haslık değer: 1

En iyi haslık değeri 5 olarak ifade edilmektedir.

En az kabul edilebilir aralık ise 3/4 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.4' deki test sonuçlarına bakıldığında test yapılan tüm ürünlerin kabul edilebilir değerler arasında olduğu görülmektedir. Geri dönüşüm yöntemi ile elde edilen kumaşlardan yapılan numunelerin kuru ve yaş sürtme haslığı değerleri kalite olarak herhangi bir sorun olarak karşımıza çıkmamaktadır.

Tablo 4.4 Sürtme Testi Sonuçları

| KUMAŞ KODU | SÜRTME TESTİ | | | |
|----------------|---------------|----------|----------------|----------|
| | YIKAMA ÖNCESİ | | YIKAMA SONRASI | |
| | ÖN YÜZ | ARKA YÜZ | ÖN YÜZ | ARKA YÜZ |
| A-SİYAH | 4 | 4/5 | 5 | 4/5 |
| B-SİYAH | 4/5 | 4/5 | 5 | 5 |
| C-SİYAH | 4 | 3/4 | 4/5 | 4/5 |
| D-SİYAH | 3/4 | 3/4 | 4 | 5 |
| E- LACİVERT | 4 | 3/4 | 4 | 3/4 |
| F- LACİVERT | 4/5 | 3/4 | 4/5 | 3/4 |

4.3.2. Yıkama Haslığı Testine Ait Bulgular ve Değerlendirmeler

Işık kabininde değerlendirilen yıkama haslık sonuçları tablo 4.5'te gösterilmiştir. Yıkama haslığında, yıkama sırasında başka lifleri kirletme/lekeleme değerlendirmesi gri skala A-03 ile yapılmıştır.

Skaladaki değer aralıkları 1-1/2-2-2/3-3/4-4-4/5-5.

Değerlendirmede en ktu değer: 1

En iyi değer: 5

Kabul edilebilir en düşük değer 3/4 olarak belirlenmiştir.

Yıkama ncesi numuneye takılan multifiber sırası ile Asetat- Pamuk- Naylon- Polyester-Akrilik- Yn' den oluşur. Böylece testi yapılacak olan numunenin hangi lifi hangi oranda kirlettiği görülmektedir.

Yıkama sonrası renk değişimi değerlendirmesi gri skala A-02 ile yapılmıştır. Ayrıca yıkama öncesi ve sonrası numuneler karşılaştırılmıştır.

Yıkama sonrası renk değişimi için kabul edilebilir en düşük değer 4 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.5 Yıkama Haslık Sonuçları

| KUMAŞ KODU | YIKAMA HASLIĞI | |
|------------|-----------------|---------------|
| | KİRLETME DEĞERİ | RENK DEĞİŞİMİ |
| A-SİYAH | 4/5 | 5 |
| B-SİYAH | 4/5 | 5 |
| C-SİYAH | 4/5 | 5 |
| D-SİYAH | 3/4 | 4 |
| E-LACİVERT | 3/4 | 4/5 |
| F-LACİVERT | 4 | 5 |

Yıkama haslığı sonuçlarına bakıldığında tüm kumaşlar/numuneler için değerler kabul edilebilir aralıktadır. Kumaşların geri dönüşüm yöntemi ile elde edilmesinin yıkama haslığı sonuçlarını olumsuz etkilememiştir. Bu da kalite olarak tüketici üzerinde olumlu bir etki oluşturmaktadır.

4.3.3. Ter Haslığı Testine Ait Bulgular ve Değerlendirmeler

İnsanların teri asit veya baz olabileceği için her iki değerlendirme de yapılmıştır. Ter haslığı testi ile kontrol edilen durumlar ve sonuçları tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Lekelenme değerı için kabul edilebilir en düşük değer: 3

Kumaş renk değerışimi için kabul edilebilir en düşük değer: 3

Çapraz lekelenme için kabul edilebilir en düşük değer: 4/5 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.6 Ter Haslığı Sonuçları

| KUMAŞ KODU | TER HASLIĞI (ASİT & ALKALİ) | | |
|------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|
| | LEKELENME DEĞERİ | KUMAŞ RENK DEĞİŞİMİ | ÇAPRAZ LEKELENME DEĞERİ |
| A-SİYAH | 4 | 4/5 | 5 |
| B-SİYAH | 4/5 | 4 | 5 |
| C-SİYAH | 3/4 | 3 | 4/5 |
| D-SİYAH | 4/5 | 4 | 4/5 |
| E-LACİVERT | 4 | 4/5 | 5 |
| F-LACİVERT | 4 | 4 | 4/5 |

Ter haslığı testinde süprem, interlok ve futter kumaşların hem konvansiyonel hem de geri dönüşüm yöntemleri ile yapılan numunelerine bakıldığında; tüm değerlendirmeler kabul edilebilir değerler arasındadır. Buradan geri dönüşüm kumaşların kullanımda ter haslığında bir problem oluŐturmadıđı görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Geçmişten günümüze insanlar ihtiyaçlarının büyük bir kısmını yaşadığı çevreden ve doğal kaynaklardan sağlamaktadır. Son yıllarda dünya nüfusu giderek artmaktadır. Nüfusun artmasına paralel olarak tüketim artmaktadır. Ayrıca son yıllarda hızla yayılan moda kavramı, teknolojik gelişmeler, ulaşılabilirliğin artması konfeksiyon sanayinde tüketimin artmasını etkileyen diğer etkenlerdir. Tüm bu sebeplere bağlı olarak artan üretim sonucu doğal kaynakların ihtiyaçları karşılamak için yeterli olmadığı görülmektedir. Bu durum özellikle son yıllarda daha çok kendini göstermektedir. İnsanların zorunlu ihtiyaçlarının yanında lüks ihtiyaçlarına da hizmet veren tekstil endüstrisi diğer endüstri dalları gibi doğal kaynak yetersizliği ile ilgili çözüm arayışına girmiştir.

Tekstil ve konfeksiyon sanayiinde en çok kullanılan doğal lif olan pamuk lifi çok fazla su tüketimine ve aşırı kimyasal kullanımına neden olmaktadır. Pamuk lifi üretimi su miktarının azalmasına ve kullanılan kimyasallar çalışanlarda ciddi sağlık sorunlarının oluşmasına yol açmaktadır. Sadece doğal lifler değil sentetik liflerin artışı da doğal çevre üzerinde olumsuz bir etki oluşturmaktadır. Bunun sonucunda işletmeler doğal kaynakların tükenmesinden dolayı sürdürülebilir üretim yapmaya başlamış ve yönetim/üretim sistemlerini bu doğrultuda değiştirmeye başlamıştır.

Sürdürülebilirlikle birlikte yıllardır var olan fakat yeterince benimsenemeyen geri dönüşüm kavramı benimsenmeye başlamıştır. Geri dönüşüm kavramının benimsenmesi ve üretimde bu anlayışın uygulanması ile, daha az su tüketilmekte, kaynak kullanımı azalmakta, enerji tüketimi azalmakta, hammadde arayışı azalmaktadır.

Üretimin artmasının oluşturduğu bir diğer sorunda ortaya çıkan atık miktarıdır. Hem üretimde hem de tüketim sonrasında aşırı miktarda atıklar ortaya çıkmaktadır. Geri dönüşüm ile hem bu atıklar değer kazanmakta hem de doğal kaynak kullanımı azaltılabilmektedir. Çöplere ayrılan depo ihtiyacı azalmaktadır.

Geri dönüşüm üretimin yapılabilmesi için GRS ve RCS sertifikaları alınmak zorundadır. Bu sertifikaların alınması şartların bakıldığında çalışanların hakları da

Birçok marka geri dönüşüm ürünler üretmeye başlamış ve bu konuda tüketiciyi bilinçlendirmeyi amaçlamıştır. Markalar 2020-2025 yıllarında tamamen sürdürülebilir ve geri dönüşüm üretime geçeceğini açıklamıştır.

Sürdürülebilirlik ve geri dönüşümün tekstil ve konfeksiyonda daha yaygın hale getirilmesi gerekmektedir. İşletmeler üretim yöntemlerini bu doğrultuda geliştirmelidirler. Müşterilerden gelen talepler de bunu desteklemektedir. Artık sadece talep karşılamak amaçlı üretim yapmak işletmeler için yeterli olmamaktadır. İşletmeler üretim yaparken bir yandan da doğal çevreyi koruyarak müşteri taleplerine bir adım daha yaklaşmaktadır. Son yıllarda tüketici toplumun bilinçlenmesi de bu sistem anlayışının daha hızlı ilerlemesine yardımcı olmaktadır.

Geri dönüştürülmüş ürünlerden yeniden ürün elde edilmesi veya plastik atıklardan konfeksiyon ürünlerinin üretilmesi tüketicinin kalite anlayışının sorgulanmasına neden olmaktadır. Geri dönüşüm ürünlerden elde edilen konfeksiyon ürünleri yeterli kaliteyi karşılayıp karşılayamadığını göstermek için tez de 6 farklı kumaş incelenmiştir. Aynı kalitedeki kumaşlar hem konvansiyonel hem de geri dönüşüm yöntemleri ile üretilmiş ve konfeksiyon ürünleri hazırlanmıştır. Böylece yapılan karşılaştırmaların daha sağlıklı ve gerçekçi sonuç vereceği düşünülmüştür.

Numunelere fiziksel (çekmezlik testi, pilling testi), kimyasal (pH) ve haslık (sürtme haslığı, yıkama haslığı, ter haslığı) testleri yapılmıştır. Bu test sonuçları örgü tipleri ve konvansiyonel -geri dönüşüm olarak incelenmiştir.

Numuneler yapılan çekmezlik testlerini genel olarak değerlendirdiğimizde tüm numuneler en %2 boy %2 tolerans dahilinde sonuçlanmıştır. Tablo 4.1' deki sonuçlara baktığımızda geri dönüşüm kumaşların çekmezlik değerlerinin konvansiyonel kumaşlardan %0,2 ve %1,3 oranlarında daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca futter kumaşlarının çekmezlik değerlerinin süprem ve interlok kumaşlara göre daha fazla olduğu sonucu elde edilmiştir.

Pilling test sonuçlarına bakıldığında ise konvansiyonel ve geri dönüşüm kumaşlar arasında pillinglenme açısından önemli bir fark görülmemiştir. Konvansiyonel süprem, konvansiyonel interlok ve geri dönüşüm interlok kumaşlardan yapılan numunelerin sonuçları en iyi değer olan 5 olarak bulunmuştur. Geri dönüşüm süprem ve konvansiyonel futter kumaşlardan yapılan numunelerin sonuçları en iyi değere yakın olan 4 değerinde bulunmuştur. Pillinglenme sonucu en düşük çıkan kumaş 3 değeri ile geri dönüşüm futterdir. Genel olarak baktığımızda tüm numunelerin test sonuçları kabul edilebilir değer aralığında olduğu görülmektedir. İşletmelerde yapılan görüşmeler ve incelemeler sonucunda geri dönüşüm kumaşlarda pilling sorunu yaşanabildiği gözlemlenmiştir. Fakat

kullanım özellikleri ve kalite açısından bakıldığında test değerleri kabul edilebilir aralıklarda olması kalite olarak müşteriye sunulabilirliğini göstermektedir.

Tablo 4.3' deki pH test sonuçları değerlendirildiğinde tüm numunelerin kabul edilebilir $4 \leq \text{pH} \leq 7,5$ değer aralığında olduğu görülmektedir.

Numunelere yapılan haslık (sürtme haslığı, yıkama haslığı, ter haslığı) test sonuçları genel olarak değerlendirdiğinde tüm sonuçlar tolerans aralığındadır. Sürtme haslığı testinde geri dönüşüm kumaşların haslık değerlerinin daha iyi olduğu sonucu elde edilmiştir. Bu da kalite olarak geri dönüşüm ürünlere olan bakış açısının olumlu olarak etkilemektedir.

Yıkama ve ter haslıkları da kullanımda tüketicinin en çok dikkat ettiği özellikler arasında yer almaktadır. Tez kapsamında yapılan her iki test sonuçları da hem konvansiyonel hem de geri dönüşüm açısından tolerans dahilinde bulunmuştur.

Tez kapsamında yapılan sonuçlarına göre konvansiyonel ve geri dönüşüm ile üretilen kumaşların sonuçlarında kullanım özellikler açısından olumsuz bir sonuç elde edilmemiştir. Böylelikle tez amacına baktığımızda arzu edilen sonuca ulaşılmıştır. Yani atıklardan elde edilerek üretilen geri dönüşüm kumaşlar/numuneler kullanım özellikleri açısından incelendiğinde konvansiyonel olarak üretilen kumaşlar/numuneler gibi müşteriye kalite olarak istediği özellikleri sunmaktadır.

Son yıllarda ülkemizde ve dünyadaki küresel doğal çevre – doğal kaynak-oluşan atık sorunlarına baktığımızda gelecek nesil için yaşanabilir bir dünya bırakmak için sürdürülebilirlik ve geri dönüşüm için daha çok çalışmalar yapılmalı ve geliştirilmelidir. Tüketiciler bu konuda daha çok bilinçlendirilmeli ve üreticiler teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ağdağ, O.N. ve Kırımhan, S.**, 1999, Denizli organize sanayi bölgesinde endüstriyel katı atık durumu ve geri kazanımı, *DEÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(2): 47-58s.
- Akçalı, K.**, 2018, Tekstil ve konfeksiyon açısından sürdürülebilirlik kavramının mesleki eğitimdeki yeri ve önemi, *Uluslararası Bilim ve Eğitim Kongresi Özet Kitabı*, 453s.
- Akgül, U.**, 2010, Sürdürülebilir kalkınma: uygulamalı antropolojinin eylem alanı, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Antropoloji Dergisi*, 24: 154-155s.
- Altun, Ş.**, 2003, Türkiye'deki tekstil ve hazır giyim atık miktarları ve geri kazanım imkanları.
- Altun, Ş.**, 2016, Uşak sanayi ve ticaret odası raporu, Tekstil tüketim ve kullanım atıklarının, geri kazanımı, çevresel ve ekonomik etkileri.
- Anabal, F.Y.**, 2007, PET atıkların endüstride değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara (yayınlanmamış).
- Arabacı, H.**, 2010, Türk hazır giyim sektöründe atık yönetimine yönelik bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya (yayınlanmamış).
- Aşkiner, G., Palamutçu, S. ve İkiz, Y.**, 2009, Pamuklu tekstiller ve çevre: bir bornozun yaşam döngüsü, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 3: 197-205.
- Ayrancı, E.**, 2019, 21. yüzyıl'da sürdürülebilirlik: sosyal bilimlere dayalı perspektifler içinde işletmelerde sürdürülebilirlik açısından yatırım projelerinin değerlendirilmesi ve önemi, (281-332s.), Beta Basım Dağıtım, İstanbul.
- Balpetek, F. G., Alay, E. ve Özdoğan, E.**, 2012, Sürdürülebilir kalkınma için yaşam döngüsü değerlendirilmesi ve tekstil sanayi, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(2): 37-49s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Batelier, M.**, 2018, The textile issue-london textile forum 2018: what, why, how and when? london sustainability exchange: <http://www.lsx.org.uk/blog/textile-issue-london-textile-forum-2018/> (Erişim tarihi: 15 Kasım 2019).
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı**, 2012, Ulusal geri dönüşüm strateji belgesi ve eylem planı 2013-2016.
- Borsa İstanbul**, 2014, Şirketler için sürdürülebilirlik rehber, <https://www.borsaistanbul.com/data/kilavuzlar/surdurulebilirlik-rehberi.pdf> (Erişim tarihi: 24 Aralık 2019).
- Bozkurt, S.**, 2012, Evsel nitelikli katı atıkların geri dönüşüm olasılıkları ve bertaraf yöntemlerinin araştırılması, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği A.B.D. Doktora Tezi.
- Chen, H. and Burns, L.**, 2006, Enviromental analysis of textile products, Clothing and Textile Research Journal, 24-3: 248-26p.
- Çevre ve Orman Bakanlığı**, 2011, Ambalaj atıklarının kontrolü yönetmeliği http://www.cevko.org.tr/cevko/getdoc/53923e54-833d-4276-b0c7d8fc3a9a2498/8_4_AmbalajAtiklarininKontroluYonetmeliği.aspx (Erişim tarihi: 15.12.2019).
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, 2017, Ambalaj atıklarının kontrolü yönetmeliği, Resmî Gazete Sayı 30283.
- Demir, C. ve Çevirgen, A.**, 2006, Turizm ve çevre yönetimi- sürdürülebilir gelişme yaklaşımı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Demir, L. ve Mutlu Ö.**, 2020, Tekstil terbiyesinde uygulanan art işlemlerin kuru sürtme haslığı üzerindeki etkisinin istatistiksel deney tasarımı yönetimi ile belirlenmesi, *Tekstil ve Mühendislik Dergisi* 57: 39-49s.
- Duran, B.**, 2018, Sürdürülebilirlik kavramının önemi, karşılaşılan sorunlar ve şirketlerin sürdürülebilirlik raporlarının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara (yayınlanmamış).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Domina, T. and Koch, K.**, 1997, The Textile Waste Lifecycle. Clothing and Textiles Research Journal, 15, 96–102p.
- Erdal, M., Görçün, Ö.F., Görçün Ö., Saygılı M. S.**, 2008, Entegre lojistik yönetimi, Beta Yayınları 1. Baskı.
- Eryuruk, S.H.**, 2012, Greening of the textile and clothing industry, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 6(95): 22-27s.
- Eser, B., Çelik, P., Çay, A. ve Akgümüş, D.**, 2016, Tekstil ve konfeksiyon sektöründe sürdürülebilirlik ve geri dönüşüm olanakları, *Tekstil ve Mühendis*, 23(101): 43-60s.
- Esi, B.**, 2017, Turkish textile industry and its development, *Journal of Awareness*, 2(Özel Sayı 1), 643-664s.
- Fleischmann, M., Jacqueline, M., Van Der Laan, E., Van Nunen, JO A.E.E and Van Wassenhove, L.N.**, 1997 Quantitative models for reverse logistics: A Review, *European Journal Of Operational Research*, 103(2): 1-17p
- Folk, M.**,1994, Making use of scraps, burlington finds way to turn yarn into jeans. Greensboro News and Record.
- Gama Recycle Elyaf ve İplik San. A.Ş.**, 2019, Geri dönüşüm stratejileri ve sürdürülebilirlik manifestosu, <http://www.gamaiplik.com/manifesto.pdf> (Erişim tarihi: 10 Aralık 2019).
- Gömeç, G.**, 2016, “Bir tişörtün çevreye etkileri” <https://www.yesilist.com/bir-t-shirtun-cevreye-etkileri/> (Erişim tarihi: 11 Eylül 2019)
- Gözen, M.**, 2017, A review on the exhaustion of energy resources from the economic and financial perspective, *International Journal of Disciplines Economics & Administrative Sciences Studies*, 3(4): 465-483s.
- Gözükara, E.**, 2019, 21. Yüzyıl’da sürdürülebilirlik: Sosyal Bilimlere Dayalı Perspektifler İçinde İşletme ve Sürdürülebilirlik, (11-50s.), Beta Basım Dağıtım, İstanbul.
- Gulich, B.**, 2006, Development of products made of reclaimed fibres. In: Wang Y. (Ed.) *Recycling In Textiles*, 117–120p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Gümrah, A. ve Büyükipekçi, S.,** 2019, Türkiye’de sürdürülebilirlik raporlaması: 2008-2017 yılları arası yayınlanmış sürdürülebilirlik raporlarının incelenmesi, *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 21(2); 305-323s.
- Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü,** 2018, 2017 yılı pamuk raporu, <http://koop.gtb.gov.tr/data/5ad06c80ddee7dd8b423eb24/2017%20Pamuk%20Raporu.pdf> (Erişim tarihi: 20 Kasım 2019).
- Gündüzalp, A.A. ve Güven, S.,** 2016, Atık, çeşitleri, atık yönetimi, geri dönüşüm ve tüketici: Çankaya belediyesi ve semt tüketicileri örneği, *Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar E-Dergisi*, 1-19s.
- Gürcüm, B.H. ve Yüksel, C.,** 2012, Moda sektörünü “yavaşlatan” eğilim: eko moda ve modada sürdürülebilirlik, *Akdeniz Üniversitesi Dergisi*, 4: 48-51s.
- Heeley, J.,** 1995, Ecotextile '95: Wealth from Waste in Textiles. Textiles Magazine, (2) 23–24p.
- İçoğlu H.İ.,** 2006, Pamuklu dokunmuş kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanması ve uygulama yöntemlerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- İkikat-Tümer, E., Akbay, S. ve Palabıyık, E.,** 2018, The economic contribution of recycling in Kahramanmaraş, *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(Özel Sayı): 146-153s.
- İşmal, Ö.E. ve Yıldırım, L.,** 2012, Tekstil tasarımında çevre dostu yaklaşımlar, *Akdeniz Sanat Dergisi*, 4(8): 9-13s.
- Kalkancı M, Kurumer G.,** 2015, Investigation of dimensional changes during garment production and suggestions for solutions, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 23, 3(111), 8-13s.
- Kayseri G., Kırtay E.,** 2011, Farklı ölçüm yöntemleri ile kumaş boncuklanma eğiliminin değerlendirilmesi, *Tekstil ve Mühendis Dergisi* 84: 27-31s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Koç, E.**, 2012, Tüketici davranışı ve pazarlama stratejileri, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 504s.
- Köprücüoğlu, O.**, 2019, Çevreci anlayışla örnek bir döngüsel ekonomi modeli: Uşak tekstil geri dönüşüm sektörü, *Kalkınmada Anahtar Verimlilik*, 367: 14s.
- Küçükgül, E.Y., Kırşen D.**, 2007, Yaşam çevre teknoloji-pet şişenin yaşam döngü analizi, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi.
- Larney, M., Aardt, A.M. Van.**, 2009, Case study: apparel industry waste management: a focus on Recycling in South Africa. International Solid Waste Association, 28: 36 – 43p.
- Lu, J. J. and Hamouda, H.**, 2014, Current status of fiber waste recycling and its future, *Advanced Materials Research* 878: 122-131p.
- Lustigman, Alyssa.**, 1994, Recycled products move into second phase; industry evaluates future role of materials. *Sporting Goods Business*. San Francisco 27: (11) 20p.
- Mancini, S.D., Schwartzman, J.A.S., Nogueira, A.R., Kagohara, D.A., Zanin, M.**, 2009, Additional steps in mechanical recycling of pet, *Journal of Cleaner Production*, 18:92-100p.
- Mannhart, M.**, 1998, Pet Şişelerden Filament İplik, *Melliand Türkiye Sayısı*, 3:166-169s.
- Mucan, B., Kayabaşı, A. ve Madran, C.**, 2016, Yöneticilerde sürdürülebilirlik algısı ve firma uygulamalarına yönelik değerlendirme, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(2): 57-72s.
- Niinimaki, K. and Hassi, L.**, 2011, Emerging design strategies in sustainable production and consumption of textiles and clothing, *Journal of Cleaner Production*, 19: 1873-1876p.
- NetPlasmak Plastic Machinery**, 2019, “Pet şişe geri dönüşüm makinaları <http://www.netplasmak.com/tr/petgeridonusum.html> (Erişim tarihi: 17.11.2019)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Oral, G., 2011,** Askeri eğitim elbisesi kumaşlarının yapısal, mekanik ve bazı haslık özelliklerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Özbakır-Umut, M., Topuz, Y.V. ve Nurtanış-Veloğlu, M., 2015,** Çöpten geri dönüşüme giden yolda sürdürülebilir tüketiciler, *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2): DOI: 10.18026/cbusos.68623.
- Özipek, B., 2017,** 2017 ve beklentiler: yeni tekstiller, *10. Uluslararası Ekoteks Tekstil Sempozyumu*, 3 Mayıs, İstanbul.
- Pittel, K., Amigues, J., Kuhn, T., 2010,** Recycling under a material balance constraint. *Resource and Energy Economics*, 32, (3), 379-394p.
- Rook, D.W.,1987,** The buying impulse, *Journal of Consumer Research*, 14(2), 189-199p.
- Scheirs, J. and Long, T.E., 2003,** Modern polyesters, *Chemistry and Technology of Polyester and Copolyester*.
- Sevencan, F., 2007,** Pet ve geri dönüşüm makalesi, *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6(4): 307-312s.
- Shen, L., Worrell, E., Patel, M., 2010,** Open-Loop Recycling: A LCA Case Study of Pet Bottle-to-Fibre Recycling, *Resources Conservation and Recycling Journal*, 55:34-52p.
- Shekdar, V., 2009,** Sustainable solid waste management: An Integrated Approach For Asian Countries, *Waste Management*, Volume 29, 1438-1448 p.
- Schultz, P.W., Oskamp, S. and Mainieri, T., 1995** Who recycles and when? a review of personal and situational factors. *Journal of Environmental Psychology*, 15, 105-121p.
- Şengül, Ü., 2010,** Atıkların geri dönüşümü ve tersine lojistik, *PARADOKS Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi*, 6(1): 73-86s.
- Tayyar, E. ve Üstün, S., 2010,** Geri kazanılmış petin kullanımı, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1): 53-62s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Telli, A., Özdil, N. ve Babaarslan, O.,** 2012, PET şişe atıklarının tekstil endüstrisinde değerlendirilmesi ve sürdürülebilirliğe katkısı, *Tekstil ve Mühendis*, 19(86): 49-55s.
- Telli A. Ve Özdil N.,** 2011, *Lint generation of the yarns produced recycled pet fibers*, International Congress of Innovative Textiles- ICONTEX, 20-22 October 2011, 32-35s.
- Terzi, S.,** 2017, Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye’de Uygulanan Çevre Politikası Araçlarının Değerlendirilmesi, Uzmanlık Tezi, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- Textile Exchange,** 2017, Global Recycled Standard, <https://textileexchange.org/wp-content/uploads/2017/06/Recycled-Claim-Standard-v2.0.pdf> (Erişim tarihi: 10 Aralık 2019).
- Tungut, M.M.,** 2015, Endüstriyel Atık Azaltma Yöntemleri, Bitirme Tezi, 19 Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği, Samsun (yayınlanmamış).
- Türemen, M., Demir, A. ve Özdoğan, E.,** 2019, Tekstil endüstrisi için geri dönüşüm ve önemi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi*, 25(7): 805-809s.
- Uludağ Hazır Giyim ve İhracatçılar Birliği,** 2017, Hazır giyim sektöründe sürdürülebilir trendler, <http://www.uib.org.tr/tr/kbfile/surdurulebilirlik-raporu-nisan-2017> (Erişim tarihi: 15 Aralık 2019).
- Uludağ İhracatçılar Birliği,** 2014, Tekstil terbiye sektöründe temiz üretim için örnek modellerin oluşturulması projesi, *Teknolojik Değerlendirme Raporu*, Akmat Akınoğlu Matbaacılık, Bursa.
- USB Certification,** Global recycle standard, http://www.usbcertification.com/menu03_goster.php?Id=38 (Erişim tarihi: 14 Kasım 2019).
- Üçgül, İ. ve Tarak, B.,** 2015, Tekstil katı atıklarının geri dönüşümü ve yalıtım malzemesi olarak değerlendirilmesi, *APJES*, 3(3): 39-48.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devamı)

- Üstün İş Makineleri, 2019,** Komple Geri Dönüşüm Hattı
<http://www.ustunismakina.com.tr/hatlar.html> (Erişim tarihi 15.09.2019).
- Wheeler, M.,** 2004 Planning for Sustainability; Toward Livable, Equitable, and Ecological Communities.
- Yaman, K. ve Olhan, E.,** 2010, Atık yönetimde sıfır atık yaklaşımı ve bu anlayışa küresel bir bakış, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1): 53-57s.
- Yavaşcaoğlu, A.,** 2012, Tekstil katı atıkları, katı atık oluşumunun azaltılması ve geri kazanımı, *Mesleki Bilimler Dergisi*, 1(2): 137-148s.
- Yıldırım, L.,** 2017, Geri dönüşüm/ileri dönüşüm/tekrar kullanım kapsamında ikinci el giysiler ve sürdürülebilirlik, *Güzel Sanatlar Fakültesi Sanat Dergisi*, 10(20): 484-503s.
- Yıldızbaş, F.,** 2007, Karaman ilinde atık geri dönüşümü ve ekonomik faydaları, *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 3: 185-194s.
- Yurtsever, M.,** 2015, Mikro plastiklere genel bir bakış, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 17(50): 68-83s.
- Yücel, S. ve Tiber, B.,** 2018, Hazır giyim endüstrisinde sürdürülebilir moda, *Tekstil ve Mühendis*, 25(112): 370-380s.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda tez konumun seçimini sağlayan, tezin uygulama aşamaları ve değerlendirilmesi sırasında benimle değerli görüş ve bilgilerini paylaşan her konuda desteğini benden esirgemeyen, değerli danışman hocam Prof. Dr. Mücella Güner' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışma süresi boyunca veri toplama süreci ve uygulamalarımnda yardımlarını esirgemeyen Spot Tekstil San. ve Tic. A. Ş.' ne teşekkür ederim.

Pamuk geri dönüşüm üretim hattının incelenmesi için bana kapılarını açan Sarar Battaniye Tekstil San. ve Tic. A. Ş.' ne teşekkür ederim

Yapılan çalışmalarda bana destek olan kumaş tedarikini sağlamamda ve test sonuçları değerlendirmelerimde yardımlarını esirgemeyen Alaf Tekstil San. ve Tic. Ltd. Şti' ne teşekkür ederim.

Her zaman olduğu gibi yüksek lisans eğitimim sırasında benden yardımlarını ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

18.01.2021

İmza

Gülseren Çaylı

ÖZGEÇMİŞ

Gülseren Çaylı, lise öğrenimini Afyon Milli Piyango Anadolu Lisesinde tamamladı. İzmir Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünden 2016 yılında mezun oldu. 2016 yılında İzmir Spot Tekstil San. ve Tic. A. Ş. Çalışmaya başladı ve aynı zamanda 2016 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği ve Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

