



**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**ATIK ŞARDON HAVLARININ BİYOKOMPOZİT OLARAK TEKSTİLDE
TEKRAR KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Canan KÜÇÜK

Biyokompozit Mühendisliği Anabilim Dalı

ŞUBAT 2023

**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**ATIK ŞARDON HAVLARININ BİYOKOMPOZİT OLARAK TEKSTİLDE
TEKRAR KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Canan KÜÇÜK
(20278603023)**

Biyokompozit Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Murat ERTAŞ

ŞUBAT 2023

BTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 20278603023 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Canan KÜÇÜK, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ATIK ŞARDON HAVLARININ BİYOKOMPOZİT OLARAK TEKSTİLDE TEKRAR KULLANIMI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Murat ERTAŞ**
Bursa Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Sami İMAMOĞLU**
Bursa Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Nihat Sami ÇETİN
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi

Teslim Tarihi : **22.02.2023**
Savunma Tarihi : **20.02.2023**



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Bursa Teknik Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Canan KÜÇÜK

İmzası:



ÖNSÖZ

Tez çalışmasının yapılmasında ve yönlendirilmesinde bana her konuda destek olan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Murat ERTAŞ'a çok teşekkür ederim. Ayrıca, jüri üyeleri Prof. Dr. Sami İMAMOĞLU'na ve Prof. Dr. Nihat Sami ÇETİN'e desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasının her sürecinde tüm imkanları sunan ve destek olan Almaxtex Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye ve süreç boyunca bana yardımcı olan değerli arkadaşım Tuğçe KÖROĞLU YATIKÇI'ya teşekkür ederim.

Son olarak bana her konuda tüm hayatım boyunca destek olan aileme sonsuz teşekkür ederim.

Şubat 2023

Canan KÜÇÜK
(Laboratuvar Şefi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER	xii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Biyokompozitler	3
1.2. Pamuk.....	4
1.3. Poliester.....	6
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	9
3. MATERYAL VE METOT	18
3.1. Materyal.....	18
3.2. Metot	20
3.2.1. Pamuk ve Poliester Kumaşlara Uygulanan Prosesler	20
3.2.2. Atık Pamuk ve Atık Poliester Havı Eldesi.....	24
3.2.3. Numune Kumaşlara Uygulanan Testler	27
3.2.3.1. Yaş-Kuru Sürtme Haslığı.....	28
3.2.3.2. Yıkama Haslığı	29
3.2.3.3. Su Haslığı.....	30
3.2.3.4. Ter Haslığı-Alkali ve Asit.....	32
3.2.3.5. Patlama Mukavemeti.....	34
3.2.3.6. Kumaşın En-Boy Çekmesi ve Dönmesi.....	35
3.2.3.7. Kumaşın Et Kalınlığı Testi	36
3.2.3.8. Gramaj Alma Testi.....	37
3.2.3.9. Pilling Testi	38
4. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA	40
4.1. Test Sonuçları ve Değerlendirilmesi	40
4.1.1. Numune Gruplarının Test Sonuçları	40
4.1.2. A ve B Grubu Kumaşların Test Sonuçlarının Detaylı Değerlendirilmesi	44
4.1.2.1. A Grubu Kumaşların Haslık Test Sonuçları	45
4.1.2.2. A Grubu Kumaşların Fiziksel Test Sonuçları	49
4.1.2.3. B Grubu Kumaşların Haslık Test Sonuçları.....	54
4.1.2.4. B Grubu Kumaşların Fiziksel Test Sonuçları	59
4.1.2.5. A ve B Grubu Kumaşların Haslık Test Sonuçlarının Birbirine Göre Karşılaştırılması	62
4.1.2.6. A ve B Grubu Kumaşların Fiziksel Test Sonuçlarının Birbirine Göre Karşılaştırılması	63
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	66

KAYNAKLAR	68
EKLER.....	72
ÖZGEÇMİŞ	73



KISALTMALAR

g	:	Gram
Kg	:	Kilogram
Pa	:	Pascal
Mpa	:	Megapaskal
kPa	:	Kilopaskal
m³	:	Metreküp
m²	:	Metrekare
dk	:	Dakika
PES	:	Poliester
PBAT	:	Poli Bütilen Adipat-ko-Tereftalat
PLA	:	Poli Laktik Asit
RCF	:	Rejenere Selüloz Lifleri
D65	:	Gün Işığı
RH	:	Relative Humidity (Bağıl Nem)
NCC	:	Nanokristalin Selüloz
TGA	:	Termogravimetrik Analiz
AATCC	:	American Association of Textile Chemists and Colorists
ISO	:	American Association of Textile Chemists and Colorists
UNESCO-IHE	:	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1: Dünya Lif Pamuk Üretimi	2
Çizelge 1.2: Tekstil Üretim İşlemlerinde Ortaya Çıkan Atıklar	2
Çizelge 1.3: Pamuk Lifinin Kimyasal Bileşimi	5
Çizelge 1.4: 2016 Yılı Küresel Polyester Elyaf Tüketimi	6
Çizelge 3.1: Renkli Pigment Baskı Patı İçeriği ve Kimyasal Tedarikçileri	20
Çizelge 3.2: Deneme Deseni.....	26
Çizelge 3.3: Numune Kumaşa Uygulanan Testler	27
Çizelge 3.4: Et Kalınlığı Testi İçin Kullanılacak Kumaşa Uygun Ağırlık ve Baskı Ayağı Boyutu Çizelgesi	37
Çizelge 4.1: A Grubu Kumaşlara Uygulanan Haslık Test Sonuçları	41
Çizelge 4.2: A Grubu Kumaşlara Uygulanan Fiziksel Test Sonuçları	41
Çizelge 4.3: A Grubu Kumaşlara Uygulanan Çekmezlik Fiziksel Test Sonuçları....	42
Çizelge 4.4: B Grubu Kumaşlara Uygulanan Haslık Test Sonuçları.....	43
Çizelge 4.5: B Grubu Kumaşlara Uygulanan Fiziksel Test Sonuçları	43
Çizelge 4.6: B Grubu Kumaşlara Uygulanan Çekmezlik Fiziksel Test Sonuçları	44
Çizelge 4.7: Haslık Test Sonuçları Ve Pilling Test Sonuçlarını Değerlendirme Skalası	46
Çizelge 4.8: A ve B Ham Kumaşa Uygulanan Fiziksel Test Sonuçları	50
Çizelge 4.9: A ve B Ham Kumaşa Uygulanan Fiziksel Test Sonuçları	50

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Pamuk Lifinin Fiziksel Görünümü.....	4
Şekil 1.2: Pamuk Liflerinin Mikroskop Altındaki Enine ve Boyuna Kesit Görünümleri	5
Şekil 1.3: Poliester Lifinin Kimyasal Görümü	7
Şekil 1.4: Poliester Lifinin Enine ve Boyuna Kesit Görümü	7
Şekil 3.1: %100 Pamuklu Kumaş/A Kumaşı.....	18
Şekil 3.2: %100 Poliester Kumaş/B Kumaşı	18
Şekil 3.3: %100 Atık Pamuk Havı.....	19
Şekil 3.4: %100 Atık Poliester Havı.....	19
Şekil 3.5: %100 Pamuklu Kumaş İçin Ön Terbiye Prosesi – Kasar+Optik Ekleme ..	21
Şekil 3.6: %100 Pamuklu Kumaş İçin Ön Terbiye Prosesi – Yumuşatıcı Ekleme ...	21
Şekil 3.7: %100 Pamuklu Kumaş İçin Ön Terbiye Prosesi –Hav Enzim Ekleme.....	22
Şekil 3.8: %100 Poliester Kumaş İçin Ön Terbiye Prosesi – Poliester Pişirme	22
Şekil 3.9: %100 Poliester Kumaş İçin Ön Terbiye Prosesi – Poliester Optik Eklem	23
Şekil 3.10: %100 Poliester Kumaş İçin Ön Terbiye Prosesi – Yumuşatıcı.....	23
Şekil 3.11: %100 Poliester Kumaş İçin Ön Terbiye Prosesi – Hav Enzim Ekleme..	23
Şekil 3.12: Şardon Makinesi.....	24
Şekil 3.13: Şardon Makinesi İğneleri	25
Şekil 3.14: Şardon Makinesinden Çıkan Havların Toplandığı Alan	25
Şekil 3.15: Krokmetre Cihazı Görseli	29
Şekil 3.16: Yıkama Makinesi	30
Şekil 3.17: Etüv	31
Şekil 3.18: Perspirometre Cihazı	31
Şekil 3.19: Değerlendirme Kabini	32
Şekil 3.20: Gri Skala.....	32
Şekil 3.21: Dikey Konum	33
Şekil 3.22: Yatay Konum	33
Şekil 3.23: Patlama Mukavemeti Cihazı	34
Şekil 3.24: Şablonun Kumaşa Uygulanışı	35
Şekil 3.25: Et Kalınlığı Ölçme Cihazı	37
Şekil 3.26: Şablonun Kumaşa Uygulanışı	38
Şekil 3.27: Pilling Cihazı.....	39
Şekil 4.1: A Grubu Kumaşların Kuru Sürtme Haslığı.....	46
Şekil 4.2: A Grubu Kumaşların Yaş Sürtme Haslığı.....	47
Şekil 4.3: A Grubu Kumaşların Yıkama Haslığı	47
Şekil 4.4: A Grubu Kumaşların Su Haslığı	48
Şekil 4.5: A Grubu Kumaşların Ter Haslığı/Alkali	48
Şekil 4.6: A Grubu Kumaşların Ter Haslığı/Asit	49
Şekil 4.7: A Grubu Kumaşların Et Kalınlığı Testi	51
Şekil 4.8: A Grubu Kumaşların İşlem Sonrası Gramaj Testi	52

Şekil 4.9: A Grubu Kumaşların Patlama Mukavemeti Testi	53
Şekil 4.10: A Grubu Kumaşların Pilling Testi	54
Şekil 4.11: B Grubu Kumaşların Kuru Sürtme Haslığı	55
Şekil 4.12: B Grubu Kumaşların Yaş Sürtme Haslığı	56
Şekil 4.13: B Grubu Kumaşların Yıkama Haslığı	56
Şekil 4.14: B Grubu Kumaşların Su Haslığı.....	57
Şekil 4.15: B Grubu Kumaşların Ter Haslığı/Alkali	57
Şekil 4.16: B Grubu Kumaşların Ter Haslığı/Asit	58
Şekil 4.17: B Grubu Kumaşların Et Kalınlığı Testi.....	60
Şekil 4.18: B Grubu Kumaşların İşlem Sonrası Gramaj Testi	61
Şekil 4.19: B Grubu Kumaşların Pilling Testi.....	62
Şekil A.1: Renklendirici Pat İle Uygulanmış Kumaş Görselleri: (a) Sentetik Boyar Madde İle Renklendirilmiş Patın Uygulandığı Kumaş Görseli (b) Atık Pamuk Havı İle Renklendirilmiş Patın Uygulandığı Kumaş Görseli (c) Atık Poliester Havı İle Renklendirilmiş Patın Uygulandığı Kumaş Görseli	72

ATIK ŞARDON HAVLARININ BİYOKOMPOZİT OLARAK TEKSTİLDE TEKRAR KULLANIMI

ÖZET

Günümüzde sanayileşmenin hız kazanmasıyla birlikte kaynakların tüketimi ve atık üretimi hızla artmaktadır ve bu doğrultuda ‘sürdürülebilirlik’ ve ‘sıfır atık’ kavramları önem kazanmaktadır . Bu kavramlar çerçevesinde, doğal kaynakların tükenmesi ve iklim değişikliğini etkileyen tüm unsurlara karşı gerekli önlemleri almak için çalışmalar hız kazanmıştır. Biyokompozit malzemeler geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik çalışmalarının öne çıkmasıyla ön planda olmakta ve doğal liflerin kullanımı için alternatif bir malzeme olarak değerlendirilmektedir.

Tez çalışmasında, sürdürülebilir bir yaklaşım ile tekstil sektöründe kullanılan şardon prosesi sonrasında atık olarak kalan renkli %100 pamuk ve %100 poliester havların biyokompozit malzeme olarak değerlendirilip, pigment baskı patı içinde renklendirici bir boyar madde olarak sentetik boyar maddeye alternatif olup olamayacağının araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında sentetik boyar madde ve renkli pamuk/poliester atık havları pigment baskı patı içinde renklendirici olarak kullanılmıştır. Renkli atık pamuk ve poliester havları, tekstil sektöründe yaygın olarak kullanılan şardon prosesi sonrasında vakumlu hava yardımı ile torbalara toplanılmaktadır. Renklendirici olarak kullanılan sentetik boyar madde, boyalı atık pamuk/poliester havları pigment baskı patı olarak hazırlandıktan sonra kumaşlara palaska yardımıyla uygulanmıştır. Kullanılan patların uygulandığı nihai ürünlerin haslık ve fiziksel test sonuçları karşılaştırılmıştır. Ayrıca çalışmada, farklı renklendiricilerle oluşturulan pigment baskı patının uygulandığı %100 pamuk ve %100 poliester alt zeminli kumaşlardaki test sonuçları da karşılaştırılmış ve alt zemin cinsinin etkileri incelenmiştir.

Tez kapsamında yapılan denemeler için kullanılan pamuk ve poliester baskı altı kumaşı benzer prosesler ile işleme alınmış ve buradaki belirsizlikler yorumlanmıştır. Elde edilen baskı altı kumaşları alt zemin kumaşı olarak değerlendirilmiştir. Deneme

alışmalarındaki reçeteler, renklendirici boyar madde cinsi ve miktarına bağlı olarak doğrusal bir şekilde artış ile planlanmıştır. Alt zemin kumaşlara ilgili reçeteler palaska yöntemiyle uygulanmıştır. Farklı renklendiriciler ile renklendirilen pigment baskı patının uygulandığı kumaşlar belirli şartlarda fıkse edilmiş ve bu fiksaj işlemi ile sabitleştirilmiştir.

Çalışma sonucunda her bir renklendirici ile oluşturulan nihai ürünlerin birbirine alternatif olup olmayacağı yapılan fiziksel ve haslık test sonuçlarının analizleri ile ortaya konulmuştur. Fiziksel ve haslık testleri için AATCC 8, AATCC 135, AATCC 179, ISO 105-C06, ISO 105-E01, ISO 105 E-04, ISO 13938-1, ISO 3801, ASTM D-1777, ASTM D-3512 metotları uygulanmıştır. Yapılan tez kapsamında amaçlanan hedef gerçekleştirilmiş ve sentetik boyar maddelere alternatif boyalı atı havların kullanılabileceği test sonuçları verileri ile gösterilmiştir. Haslık test sonucu verileri her bir renklendirici için 4,0/4,5 arasında sonuçlar vermiştir ve bu sonuçlar arasındaki yarım puanlık fark ISO 105-A03 metotuna göre benzer sonuçları ifade etmektedir. Fiziksel test sonuçlarında her bir renklendirici için bakıldığında et kalınlığı testi ve gramaj testinin renklendiriciye bağlı olarak değiştiği gözlemlenmektedir. İşlem sonrası gramaj testi verilerine göre sentetik boyar madde ile renklendirilmiş baskı patının uygulandığı kumaşların gramajları 205,0-250,0 g/m² aralığında değişirken atık havlar ile renklendirilmiş baskı patının uygulandığı kumaşların gramajları 220,0-300,0 g/m² aralığında değerler gösterdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca et kalınlığı testi sonuçlarında da sentetik boyar madde ile renklendirilmiş baskı patının uygulandığı kumaşların et kalınlığı 0,4292-0,5412 mm aralığında değişirken atık havlar ile renklendirilmiş baskı patının uygulandığı kumaşların et kalınlığı 0,4472-0,6316 mm aralığında değerler gösterdiği gözlemlenmiştir.

Yapılan çalışmalarda atık havlar palaska yöntemi ile uygulanmış ve sentetik boyar maddeye alternatifi tespit edilmiştir. Bu kapsamda alternatif olarak sunulan atık pamuk ve atık poliester havlarının üretime uygunluğu için baskı prosesinde kullanılan şablonlardan geçecek kadar küçük boyutlara sahip tozlar elde edilmesi ve uygun fiziksel paralayıcılar bulunması alternatif alışma nerileri olarak değerlendirilebilir.

Anahtar kelimeler: Biyokompozit, Tekstil, Boyar madde, Atık, Verimlilik, Sürdürülebilirlik

REUSE OF WASTE BRUSHED FUZZ AS BIOCOMPOSITE IN TEXTILES

SUMMARY

With the speed of industrialization today, the consumption of resources and the production of waste are increasing rapidly, and therefore the concepts of 'sustainability' and 'zero waste' are becoming more important. Under these concepts, work has gained speed to take necessary measures against the exhaustion of natural resources and all factors affecting climate change. Biocomposite materials are at the forefront of recycling and sustainability work and are considered an alternative material for the use of natural fibers. The purpose of the thesis study is to adversely affect the world in terms of the use of raw materials and water resources of the textile industry, and a study has been made for the use of this waste sector, as certain waste is considered.

As part of the intended study, a sustainable approach and discarded colored 100% cotton and 100% polyester fuzzes that remain atile after the sardon process used in the textile industry were considered biocomposite material, and the pigment printing was examined as an alternative to synthetic paint as a coloring agent in a paw.

Within the scope of the study, synthetic dyestuff and colored cotton/polyester waste fuzz were used as colorants in the pigment printing paste. Colored waste cotton and polyester fuzzes are collected in bags with the help of vacuum air after the raising process, which is widely used in the textile industry. Synthetic dyestuff used as a colorant was applied to the fabrics with the help of a belt after the dyed waste cotton/polyester fuzz was prepared as a pigment printing paste. The fastness and physical test results of the final products to which the pastes used were applied were compared. In addition, in the study, the test results on 100% cotton and 100% polyester substrates on which pigment printing paste created with different colorants were applied were also compared and the effects of the substrate type were examined.

The cotton and polyester printing fabric used for the trials within the scope of the thesis were processed with similar processes and the uncertainties here were

interpreted. The obtained underpress fabrics were evaluated as subfloor fabric. The recipes in the trial studies were planned with a linear increase depending on the type and amount of colorant dyestuff. Relevant prescriptions were applied to the subfloor fabrics by the belt method. The fabrics on which the pigment printing paste colored with different colorants are applied are fixed under certain conditions and fixed with this fixation process.

As a result of the study, whether the final products created with each colorant will be an alternative to each other has been revealed by the analyzes of the physical and fastness test results. AATCC 8, AATCC 135, AATCC 179, ISO 105-C06, ISO 105-E01, ISO 105 E-04, ISO 13938-1, ISO 3801, ASTM D-1777, ASTM D-3512 methods were applied for physical and fastness tests. Within the scope of the thesis, the aim was achieved and the test results showed that dyed waste fuzz can be used as an alternative to synthetic dyestuffs. Fastness test result data yielded results between 4.0/4.5 for each colorant, and the half-point difference between these results indicates similar results according to the ISO 105-A03 method. When the physical test results are examined for each colorant, it is observed that the wall thickness test and weight test vary depending on the colorant. According to the post-process weight test data, the weight of the fabrics on which printing paste colored with synthetic dyestuff is applied varies between 205.0-250.0 g/m², while the weight of the fabrics on which printing paste colored with waste fuzz is applied shows values in the range of 220.0-300.0 g/m² has been observed. In addition, in the wall thickness test results, it was observed that the wall thickness of the fabrics to which the printing paste colored with synthetic dyestuff was applied varied between 0.4292-0.5412 mm, while the wall thickness of the fabrics to which the printing paste colored with waste fuzz was applied showed values in the range of 0.4472-0.6316 mm.

In the studies, waste fuzz was applied with the belt method and an alternative to synthetic dyestuff was determined. In this context, obtaining powders that are small enough to pass through the templates used in the printing process and finding suitable physical disintegrants for the suitability of waste cotton and waste polyester fuzz for production can be considered as alternative working suggestions.

Keywords: Biocomposite, Textile, Paint Matter, Waste, Efficiency, Sustainability

1. GİRİŞ

Günümüzde tekstil sektörü hammadde ve su kaynaklarını kullanım açısından dünyayı kötü yönde etkilemekte ve bu etkiler dünya kaynaklarının tükenmesine neden olmaktadır. Tekstil sektöründe çoğunlukla tüketilen pamuk bitkisinin küresel olarak yıllık üretimi ile 210 milyar m³ su buharlaştırılmaktadır. Bu üretim sonucunda ise 50 milyar m³ su kirletilmektedir. Bu su miktarı küresel bitki üretimi için kullanılan suyun %3,5'ini ifade etmektedir (Topkaya, 2014). UNESCO-IHE'de Arjen Hoekstra tarafından 2002 yılında su miktarını ölçmek için "Su Ayak İzi" kavramı ortaya konulmuştur (URL-1). Su ayak izi, üretim ve tüketim süreçlerinde, doğrudan veya dolaylı olarak tüketilen su miktarını gösteren bir indikatördür. Dünya'da toplam su ayak izi içerisinde tekstil sektöründe en çok kullanılan pamuk elyafının su ayak izi %3,14'ünü oluşturuyor (Alper, 2015).

Dünya lif pamuk üretiminin yıllara ve ülkelere göre dağılımı Çizelge 1.1'de verilmektedir (URL-2). Çizelge 1.1'de verilen dünya lif pamuk üretimi, 2014-2019 yılına ait verilere bakıldığında üretim yıllara bağlı olarak düzenli bir artış veya azalış ciddi olarak farkedilmemekle birlikte ortalama olarak her yıl yaklaşık olarak 25.000 bin ton dur. Bu üretim miktarlarından göz önüne alındığında tekstil sektörü özelinde atık miktarları Çizelge 1.2'de verilen verilere göre yorumlandığında tekstil sektörlerinin dünyaya bıraktığı atık yükünün boyutu anlaşılmaktadır. Ayrıca, pamuğun atık olarak verdiği fireler atık oranı olarak verildiğinde yaklaşık olarak iplik üretiminde %10-50,6 arasında değişirken, dokuma için %1-6, örme için %2-23, dokusuz yüzey için yaklaşık %5 civarında ve konfeksiyon için %2-20 arasında değişmektedir. 2009 yılı için üretim miktarı 2.032.234 ton/yıl iken ortalama atık miktarı 190.366 ton/yıl olarak çıkmaktadır. Burada atık pamuk miktarının yaklaşık olarak pamuk üretiminin %9,4'ünü ifade ettiği görülmektedir (Altun, 2016).

Çizelge 1.1: Dünya Lif Pamuk Üretimi (bin ton) (URL-2).

Sıra	Ülkeler	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019
1	Çin	6.600	5.200	4.900	5.890	5.940
2	Hindistan	6.562	5.746	5.865	6.350	5.920
3	ABD	3.553	2.826	3.738	4.560	4.050
4	Brezilya	1.563	1.289	1.530	2.010	2.410
5	Pakistan	2.305	1.537	1.663	1.800	1.690
6	Türkiye	724	640	703	792	988
7	Özbekistan	885	832	789	800	640
8	Avustralya	528	470	891	1.044	580
9	Meksika	302	188	164	335	320
10	Türkmenistan	330	300	296	304	300
	Diğer	2.883	2.448	2.536	2.835	3.082
	Toplam	26.235	21.476	23.075	26.720	25.920

Çizelge 1.2: Tekstil Üretim İşlemlerinde Ortaya Çıkan Atıklar (Altun, 2016).

Üretim Şekli	Üretim MiktarıMiktarı (Ton/Yıl)	Atık Oranı (%)	Ortalama Atık Miktarı (Ton/Yıl)
Karde Pamuk	288.940	12,0-20,6	46.230
Penye Pamuk	79.836	23,0-50,6	29.939
Open-end Pamuk	303.607	10,0-19,2	43.944
Pamuklu Dokuma	26.214	2,0-8,0	1.310
Örme	581.632	2,0-4,0	29.081
Örme-Konfeksiyon	70.000	3,0-23,0	9.100
Dokusuz Yüzey	55.625	~5,0	2.781
Kumaş Boyama	188.184	0,5-2,0	2.351,5
Konfeksiyon	301.083	2,0-15,0	10.537
Konfeksiyon (Giyisi Hariç)	137.113	2,0-20,0	15.082
Toplam	2.032.234		190.366

Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2 detaylı incelendiğinde atık miktarı oranı üretimin yaklaşık olarak %9,4'ü olarak alındığında 2.350.000 ton/yıl pamuk atık olarak çıkmaktadır. Bu verilere bakıldığında ciddi bir hammadde kaybının olduğu ve bu hammadde üretimi için çevresel etkilerinde zararlarının azaltılması gerektiğinden dolayı bu konuda atıkların değerlendirilmesi ile ilgili olarak çalışmalar artmaktadır. Atık değerlendirilmesi ve atık yönetimi için doğal kaynaklı atıklar için biyokompozit ürünler son yıllarda önem kazanmaktadır.

1.1. Biyokompozitler

Günümüzde gelişen endüstri ile birlikte atık miktarı ve hammadde sorunu gündeme gelmektedir. Bu sorunlara alternatif olarak endüstriyel atıklar ve tarımsal yan ürünler, yüksek miktarda bulunabilmeleri, ulaşılabilir ve ucuz olmaları nedeniyle, kompozit malzemelerin üretiminde doğal takviye malzemesi olarak kullanılması değerlendirilmektedir. Ayrıca takviye malzemesi olarak çeşitli atıkların kullanılması sayesinde, dünyadaki atık yükü ve kirliliğin azaltılması ile depolama alanlarında kirlilik oluşturmaları önlenmekte ve dolayısıyla depolama ve atık bertaraf maliyeti azaltılarak, ekonomik açıdan katma değeri yüksek ürünler oluşturulmaktadır (Çelik ve Kılıç, 2020).

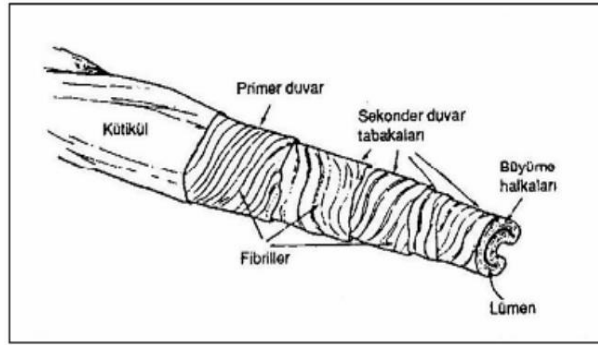
Antik Mısır'a kadar dayanan biyokompozit malzemeler kullanımı her alanda karşımıza çıkmaktadır. Biyokompozit malzeme tanımı olarak hem takviye hem de polimer matris fazında yenilenebilir veya biyolojik hammaddelerden oluşan en az bir malzeme kullanılmış ise bu tarz malzemelere biyokompozit malzemeler denilmektedir. Bu tarz kompozitler biyolojik olarak parçalanabilir ve çevre dostu malzemeler olarak adlandırılmaktadır. Biyokompozit malzeme üretimi için ağaç, keten, pamuk, kenevir, sisal, kenaf, pirinç kabuğu, muz ve bambu vb. gibi doğal lifli malzemelerin kullanımı çevre dostu, parçalanabilen biyokompozitlerin üretiminde yaygın olarak kullanıldığı gözlemlenmektedir. Oluşturulan biyokompozit malzemelerin hammaddeleri düşük maliyetli, yenilenebilir ve çevre dostu olmaları nedeniyle oldukça tercih edilme sebebi olarak görülmektedir. Biyokompozitlerin üretimi için ekstrüzyon, enjeksiyon, pres kalıplama ve 3 boyutlu baskı uygulamaları yapılmaktadır. Biyokompozit malzemelerin kompozit malzemelerden farkı biyokompozit malzemelerin çevre dostu malzemeler olması ve diğer yandan

dünyadaki atık sorununu arttıran faktörleri azaltmak için kullanılmalarıdır (Turan, 2022).

1.2. Pamuk

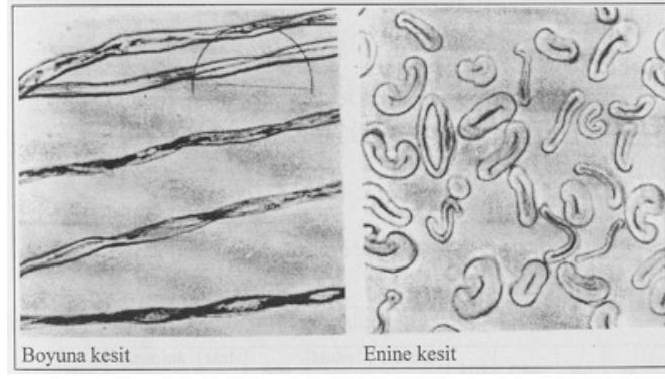
Pamuk elyafı tekstil endüstrisinde kullanılan en eski elyafıdır. Dünya lif pamuk üretiminde en fazla pamuk üreten ülkeler; Çin, Hindistan, ABD, Brezilya, Pakistan, Türkiye, Özbekistan, Avustralya, Meksika ve Türkmenistan'dır. Çizelge 1.1'de pamuk lifi üreten ülkelerin miktarları detaylı olarak paylaşılmıştır.

Pamuğun fiziksel görünümü ve tabaka açıklamaları Şekil 1.1'de verilmektedir. Şekil 1.1 incelendiğinde en dışta bulunan tabaka, yağ ve vakslardan oluşan "kütikül" adı verilen bir tabakadır. Kütikül tabakasının altında bulunan primer hücre duvarı, selülozdan yapılmış fibrillerden oluşmaktadır. Primer hücre duvarından sonraki tabaka sekonder hücre duvarıdır ve bu duvar da selülozdan oluşmaktadır. Lifin olgunlaşması sırasında sekonder hücre duvarı her gün bir tabaka selüloz ile kaplanmaktadır. Bu duvarın içinde plazma sıvısı ile dolu olan kanal bulunmaktadır ve bu kanala "lümen" adı verilir.



Şekil 1.1: Pamuk Lifinin Fiziksel Görünümü (Başer, 1992).

Şekil 1.2'de pamuk liflerinin mikroskop altındaki enine ve boyuna kesitleri verilmektedir.



Şekil 1.2: Pamuk Liflerinin Mikroskop Altındaki Enine ve Boyuna Kesit Görünümleri (Baykal, 2003).

Kimyasal yapı olarak ele alınan pamuk lifinin temel yapı taşının selüloz olduğu görülmektedir. Pamuk lifinin kimyasal içeriğine detaylı bakıldığında selülozla birlikte başka yağ ve vakslar, pektin, protein, organik asitler gibi diğer doğal maddeleri de içerdiği görülmektedir (Baykal, 2003). Çizelge 1.3’de bahsedilen maddelerin lif içindeki bulunma miktarları yüzde olarak verilmiştir.

Çizelge 1.3: Pamuk Lifinin Kimyasal Bileşimi (Başer, 1992).

Materyal Türü	Oranı (%)
Selüloz	88,0-96,0
Hemiselüloz	4,0-6,0
Protein	1,5-5,0
Anorganik Maddeler	1,0-1,2
Vaks ve Yağlar	0,5-0,6

Pamuk ile yapılan çalışmalar genel olarak incelendiğinde pamuk liflerinin çok iyi nem çekici özelliği ve kuru-yaş mukavvetlerin iyi, yüksek sıcaklıktaki işlemlere dayanıklı, aşınmaya karşı dirençli olduğu bilinmektedir.

1.3. Poliester

Poliester lifi sentetik lifler sınıfında yer almaktadır. Sentetik lifler laboratuvarlarda sentezleme sonucu ortaya çıkan, farklı ya da benzer iki küçük moleküllü kimyasal maddelerden oluşan liflere denir. Sentetik liflerin başlangıç maddeleri genellikle petrol krakingi ve kömürün distilasyonu ile elde edilen ürünlerdir (Şekerci Kırca, 2012).

Poliester lifi, iki organik asit ve iki alkolün polikondenzasyonu metodu ile elde edilir. Bu metod sonucunda oluşan ester bağları olduğu için bu liflere poliester lifi denmektedir. Poliester liflerinin içeriği, ağırlıklarının %85'i oranında alkol ve teraftalik asit içeren sentetik polimerlerin uzun zincirlerinden meydana gelmiştir (Erdem,2004).

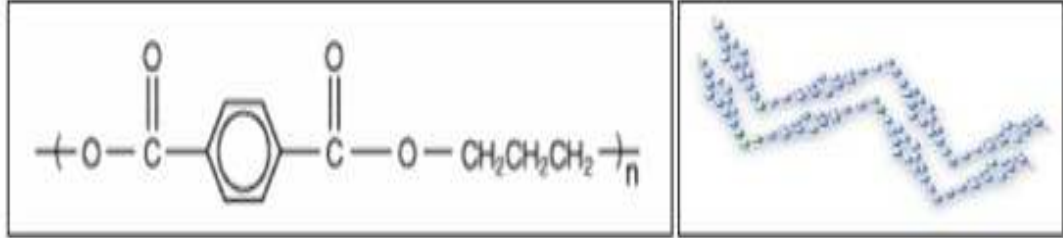
Poliester lifi tekstil endüstrisinin en çok kullanılan sentetik liflerinin başında gelmektedir. Dünya poliester lif tüketiminde en fazla poliester lifi tüketen ülkeler; Çin, Hindistan, Güneydoğu Asya'dır. Küresel poliester elyaf tüketimi 2016 yılı için ülkelere göre dağılımı Çizelge 1.4'de verilmektedir (URL-3).

Çizelge 1.4: 2016 Yılı Küresel Poliester Elyaf Tüketimi (URL-3).

Sıra	Ülkeler	Üretim Oranı (%)
1	Çin	65,0
2	Hindistan	10,0
3	Güneydoğu Asya	6,0
4	Diğer	19,0

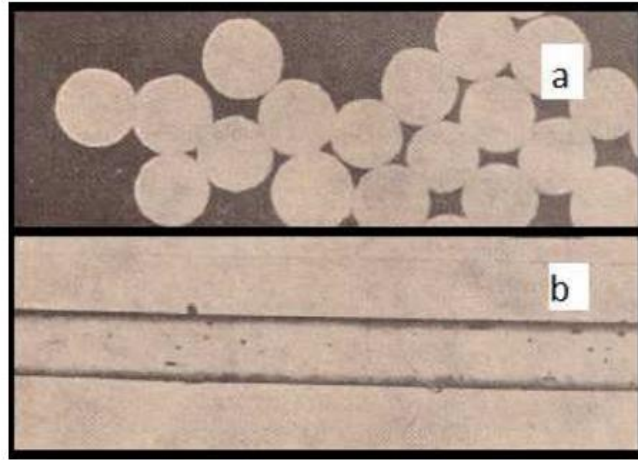
Kesikli elyaf olarak poliesterin genel üretimi ve tüketimi son birkaç yılda istikrarlı bir şekilde artmıştır. Poliester kesik elyaf üretimi, 2012 mali yılında 830 milyon kg iken 2016 mali yılında 894 milyon kg'a yükselmiştir. Poliester kesikli elyaf tüketimi ise 2012-2016 mali yılında istikrarlı bir şekilde artarak 704 milyon kg seviyesinden 808 milyon kg seviyesine yükselmiştir (URL-3). Buradaki veriler incelendiğinde poliester lif üretimi ve tükemi giderek artacak ve en önemli lifler arasında olacağı anlaşılmaktadır.

Poliesterin kimyasal görünümü Şekil 1.3’de verilmektedir. Kimyasal yapısı gereği poliester lifleri pamuk liflerine oranla yaş-kuru mukavvemet özellikleri daha iyidir. Yüksek sıcaklıktaki işlemlere dayanıklı, aşınmaya karşı dirençli olduğu bilinmektedir. Pamuk lifi gibi nemi tutma özellikleri iyi değildir fakat bilinen en iyi hidrofob lifler arasındadır.



Şekil 1.3: Poliester Lifinin Kimyasal Görümü (Yıldırım ve diğ, 2012).

Şekil 1.4’de poliester lifinin enine ve boyuna kesiti optik mikroskop altındaki görüntüleri verilmektedir.



Şekil 1.4: Poliester Lifinin; a: Enine ve b: Boyuna Kesit Görümü (Harmancıoğlu, 1981).

Bu çalışmanın amacı, tekstil sektöründeki atık pamuğun ve atık poliesterin değerlendirilmesi için bir çalışma planlanmıştır ve çalışmanın içeriği literatürden farklı olarak tasarlanmıştır. Literatürde karşımıza çıkan tekstil atığını kullanım yerleri ve yöntemleri literatür araştırmasında detaylı olarak belirtilmiştir. Literatürden farkı ise belirtilen yöntem ve uygulamalardan farklı olarak boyar madde olması için kullanılmış

ve kullanılan boyar maddelerin sentetik boyar maddeye alternatif olup olamayacağı çalışma kapsamında karşılaştırılmalı testler ile gösterilmiştir.

Araştırma konuları ve verilerimiz doğal kaynak tüketimine vurgu yapmak için pamuk elyafı üzerinden anlatılmış ve rakamlandırılmıştır. Yapılan çalışmada pamuk ve polyester şardon atıkları kullanarak boyar madde eldesi planlanmıştır. Çalışmada kullanılacak şardon atıkları boyanmış kumaş prosesinden sonraki proses olduğu için elde edilen havlar boyalı hav olmaktadır ve bu havlar çalışmanın sonunda baskıda boyar madde olarak kullanılması planlanmıştır. Elde edilen ürün biyokompozit bir üründür ve yapılan çalışmada pamuk ve poliester şardon atıkları belirli oranlarda hem kendi içlerinde hemde boyar madde özelinde haslık ve fiziksel testler üzerinden incelenmiştir. Çalışma sonrasında tekstil atığını tekrardan tekstil sektörünün girdisi olarak kullanıldığı sürdürülebilir bir üretim elde edilmiş olunur.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Giriş bölümünde anlatılan veriler doğrultusunda tekstil sektöründe kullanılan pamuğun atık olarak kullanılmasından ziyade değerlendirilmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Atıl pamuğun değerlendirilmesi ile ilgili olarak yapılan çalışmalara örnek olarak; pamuk atıklarından geri dönüştürülmüş iplik yapımı, pamuk atıkları ile yapı malzemelerinin üretimi, atıl pamuk ile izolasyon malzemesi yapımı, atıl pamuk ile ses yutucu malzeme yapımı, atıl pamuk ile dolgu malzemesi yapımı, yalıtım malzemesi olarak atıl pamuğun değerlendirilmesi, pamuk atığının istiridye mantar yetiştiriciliğinde kullanımı gibi örnekler literatürde karşımıza çıkmaktadır. Burada bahsi geçen çalışmalar ve diğer çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Gan ve diğ. (2021), renkli tekstil atıklarından kumaş baskısında kullanılacak renkli toz eldesini yaptıkları çalışmada incelemişlerdir. Bu çalışmada atık eflatun rengi pamuklu kumaşlar bu çalışmada serigrafi tekniği ile yeni eflatun kumaşı yeniden oluşturmak için öğütülerek ince tozlar haline getirilmiş ve kumaşa uygulanmıştır. Renkli pamuk atıkları önce farklı partikül boyutlarına sahip toz haline getirilmiş ve daha sonra yeni renkli kumaşlar elde etmek için pamuklu kumaş üzerine “pigment” baskı yöntemi ile basılmıştır. Belirli boyutlarda toz haline getirilmiş atıl renkli pamuk parçacık boyutunun haslık testleri ve kumaş rengine etkisi incelenmiş ve parçacık boyutunun haslık testleri ve kumaş rengi üzerine bir etkisinin olmadığını gösterilmiştir. Yapılan çalışma kapsamında hem atık tekstillerin hem de içlerindeki renklerin geri dönüşümü amaçlanmış olup, renkli tekstil atıklarının potansiyel yeni bir uygulama olduğunu gösterilmiştir.

Johnson ve diğ. (2017), yapılan derlemede, polimerlerle güçlendirilmiş farklı doğal lifler kullanılarak hazırlanan biyokompozitlerin performansının araştırılması verilmiştir. Yapılan çalışmada ayrıca, polyester ve epoksi reçinenin değiştirilmesinin veya epoksi ve polyester reçine kullanımını azaltarak kısmen biyolojik olarak parçalanabilen biyokompozitleri çevre dostu hale getirmenin önemini anlamak ve ayrıca bu tür kısmen biyolojik olarak parçalanabilir biyokompozitleri kullanmak için biyoresin incelemesi yapılmıştır. Doğa dostu kompozitler hazırlamak için

biyoreçinenin potansiyel kullanımı, çeşitli endüstriyel uygulamalar için daha iyi sonuçlara sahip olduğu bilinmektedir. Yeşil kompozit/biyokompozit kavramının, kompozit yapımında polyester ve epoksi matrislerin yerine daha iyi bir alternatif olduğu bulunmuştur. Hibrit kompozitlerin etkisi ayrıca, çeşitli uygulamalar için kompozit yapımında yeni çağa doğru daha fazla ilgi yaratan çeşitli özellikleri geliştirilmiştir.

Halimi ve diğ. (2008), pamuk atığının geri dönüştürülmesini nicel ve nitel olarak değerlendirilmişlerdir. Yapılan çalışmada bir pamuklu tekstil fabrikasında üretilen atık, işletme maliyetinin belirlenmesinde ve dolayısıyla fabrika kârını etkileyen önemli bir faktör olmasından kaynaklı olarak geri dönüşümü incelenmiştir. Bu makalede, iki temizleme makinesi ve bir tarak için telef yüzdesi ve iyi elyaf oranı incelenmiştir. Liflerin geri kazanılan kısmının liflerinin kalitesi tartışılmış ve diğer işlenmemiş pamukla karşılaştırılması yapılmıştır. Bu lifleri değerlendirmek için pamuk teleflerinin rotor iplik kalitesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda, üretilen atıkların yaklaşık %50 oranında iyi lif içerdiğini gösterilmiştir. Buradan ikincil hammadde, iyi temizlenebilirlik ve özellikler göstermiş ve rotor iplik kalitesinde neredeyse hiç fark edilmeyen değişiklikler olmaksızın %15 ile 25 arasında bir oranda harmanlanabilir olduğu gösterilmiştir. Ayrıca çalışmada açık uçlu ipliğin kalitesi üzerindeki telef etkisi araştırması, telefin %25'inin katılmasının mukavemeti, düzensizliği ve iplik uzamasını değiştirmedeği tespit edilmiştir..

Maciel ve diğ. (2018), çalışmasında dokunmamış bir endüstriyel tekstil pamuk atığından nanoselülozun elde edilmesini ve karakterizasyonunu ele almıştır. Endüstriyel pamuk atığı, hemiselüloz, lignin ve diğer amorf içerikleri ortadan kaldırmak için geleneksel bir kimyasal işlem ve sülfürik asitle asit hidrolizi kullanılarak elde edilmiştir. Yapılan kimyasal işlemler ile hidrolizden önce liflerde bulunan kiri ve diğer amorf bileşikleri uzaklaştırarak hidroliz için büyük bir avantaj sağlamışlardır. Amorf içeriklerin uzaklaştırılmasını termogravimetrik analiz cihazı ve X-ışını kırınımı ile göstermişlerdir. Sülfürik asit ile elde edilen selüloz nanokristal süspansiyonları farklı reaksiyon süresi, literatürde bildirilen diğer atık pamuklu kumaş lifleri ve ticari pamuktan elde edilen selüloz nanokristal ile karşılaştırıldığında benzer zeta potansiyeli, termal stabilite ve boyut özelliklerini gösterdiği gözlemlenmiştir. Termal kararlılık ve boyutlar dikkate alınarak en uygun asit hidroliz koşullarının selülozik nanokristallerin uygulamasına göre seçilmesi gerektiğini vurgulamaktadırlar. Yapılan çalışmada selüloz nanokristallerin hazırlanması, gelişmiş

bir malzeme olarak geleneksel olmayan endüstriyel pamuk atığının kullanılmasına ilişkin bazı olasılıklar göstermiştir.

Adebayo ve diğ. (2009), istiridye mantar yetiştiriciliğinde pamuk atıkları ve manyok kabuğu ile elde edilen substrat kullandıkları çalışmada, verimliliği incelemişlerdir. Çalışma kapsamında, *Pleurotus pulmonarius*'un farklı pamuk atıkları ve manyok kabuğu karışımları üzerindeki verimini değerlendirmiştir. *Pleurotus pulmonarius*, yumurtlamanın aşılmasından 3 hafta sonra pamuk atığı substratında diğer substrat karışımlarından önemli ölçüde daha yüksek kolonizasyon oranı göstermiş ve en yüksek *Pleurotus pulmonarius* verimi pamuk atık substratından elde edildiği gözlemlenmiştir. 100 g pamuk dökünsünde en yüksek verim elde edilirken, ikinci en yüksek verim 80 g pamuk döküntüsü+20 g manyok kabuğu substratı karışımı göstermiştir. 100 gram manyok kabuğu substratında mantar hiç üretilmemiştir. Bu sonuçlar ışığında pamuk atıkları tam miselyal dallanma ve mantar ilkel görünümü için en kısa süreye sahip olduğu ve *Pleurotus pulmonarius*'un yetiştirilmesi için manyok kabuğundan daha iyi bir substrat olduğu çıkarımı yapılmıştır. Ayrıca bu çalışmadan manyok kabuğunun iyi bir nitrojen kaynağı ile desteklendiği takdirde mantar yetiştiriciliğinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Moriana ve diğ. (2011), çalışmalarında nişasta bazlı sürdürülebilir biyokompozitlere doğal liflerin eklenmesiyle geliştirilmiş termo-mekanik özellikleri incelemişlerdir. Yapılan çalışmada termoplastik nişasta kopolimerlerine ve pamuk, kenevir ve kenaf gibi biyoliflere dayalı sürdürülebilir biyokompozitler hazırlanmış ve bu biyokompozitlerin termo-mekanik ve morfolojik özellikleri açısından karakterize edilmiştir. Güçlendirilmiş biyokompozitlerin geliştirilmiş termal kararlılığı ve termo-mekanik özellikleri, saf termoplastik nişasta kopolimerlerine (Mater-Bi KE) ile karşılaştırması sonucunda genel olarak doğal lifler, saf Mater-Bi KE'ye mekanik özellikleri iyileştirilerek dahil edilebileceği gösterilmiştir. Ayrıca doğal lifler, termal kararlılığı ve termal ayrışma işlemleriyle ilişkili aktivasyon enerjisini artırarak saf Mater-Bi KE için uygun termal stabilizatörler görevi gösterdiği gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmada kenevir ve kenaf liflerinin saf Mater-Bi KE ile daha iyi arayüz etkileşimi olduğunu, hemiselüloz ve kısmen ligninin hem termoplastik nişasta hem de polimerik matriste bulunan sentetik polyester ile bağdaştırıcı etkisinden dolayı olduğu işaret edilmektedir. Pamuk lifleri en iyi termal kararlılığa sahip olmasına rağmen yapılan çalışma sonucunda kenevir ve kenaf lifleri, saf Mater-Bi KE için pamuk liflerine göre daha iyi termal stabilizatörler olarak işlev gördüğü tespit edilmiştir.

Ayrıca pamuk lifleri, camsı geçişle ilişkili olarak modülde en yüksek artışı, ancak termal genleşme katsayısında en düşük azalmayı sağlamıştır. Çalışmanın verileri soucunda doğal elyaf takviyesi seçimi, elde edilen kompozit malzemelerin özelliklerini uyarlamak ve nişasta bazlı takviyeli biyokompozitlerin uygulama aralığını genişletmek için iyi bir çalışma örneği olduğunu göstermiştir.

Hai ve diğ. (2015), yaptıkları çalışmada ahşap, pamuk linteri, kedi kuyruğu ve kırmızı alglerden elde edilen nanokristalin selülozün fiziksel ve biyokompozit özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada nanokristalin selülozların (NCC'ler) asit hidrolizi elde edilmesi için yumuşak ve sert ağaç, pamuk linterleri ve uzun kuyruk (odun olmayan bitki) ve kırmızı alglerin hidrolizi gibi farklı selüloz kaynakları kullanılmıştır. NCC'lerin biyokompozitlerin özellikleri üzerindeki etkileri; boyutlarına, şekillerine, polimerizasyon derecelerine, kristalliklerine, termal kararlılıklarına ve göre karşılaştırılmış ve elektron mikroskobu ile NCC'ler gözlemlenmiştir. Gözlemlenen NCC'ler dairesel çapları, kaynaklarına bağlı olabileceği sonucu çıkarken, Cattail liflerinden (odun dışı bitki lifleri) ve kırmızı alglerden (deniz lifleri) elde edilen NCC'ler, TGA'da daha yüksek termal bozunma sıcaklıkları ve ahşaptan NCC'lere göre daha yüksek kristallik indeksleri gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda NCC'lerden ve çözünmüş selülozdan oluşan biyo-kompozit modülleri, NCC'lerin miktarıyla orantılı olarak arttığı sonucun varılmıştır.

Asaadi ve diğ. (2016), iyonik bir sıvı kullanımı ile atık pamuklardan kimyasal geri dönüşüm elde ederek yenilenebilir yüksek performansı elyaflar oluşturduğu çalışmada kullanılan mekanik geri dönüşüm yöntemlerinden önemli ölçüde daha yüksek kalitede işlenmemiş tekstil liflerinin üretilmesine izin veren yeni bir kimyasal geri dönüşüm yöntemi sunmuşlardır. Atık pamuktan yüksek kaliteli tekstil liflerinin üretimi için selüloz çözücü olarak 1,5-diazabisiklo[4.3.0]non-5-enyum asetat kullanımı yeni bir kimyasal teknik olmuştur. Bu yeni teknik iyonik bir sıvı kullanılarak kuru jetli ıslak eğirme, atık pamuktan yüksek kaliteli tekstil liflerinin üretimi için başarılı bir teknik olduğu gösterilmiştir. Öte yandan, teknik olarak uygun bir solvent geri dönüşüm sisteminin geliştirilmesinin de önemli olacağı vurgulanmıştır. Geliştirilecek uygun solvent geri dönüşümünün suyun çıkarılmasını değil, aynı zamanda atık tekstillerin geri dönüştürülmesi durumunda, aynı zamanda atık tekstillerden elde edilen birikmiş safsızlıkların giderilmesini de ilgilendirmekte olup tamamen döngüsel bir süreç oluşturulmasına vurgu yapılmıştır.

Silva ve diğ. (2019), çalışmalarında doğal renkli pamuk atıklarından üretilen briketlerin enerjik karakterizasyonu ve değerlendirilmesini incelemişlerdir. Topazio çeşitleri ve Brasil Sementes Jade, karşılaştırma amacıyla standart olarak beyaz pamuk ile incelenmiş ve her türün iki farklı kısmı, sap ve pamuk kabuğu, kütle yoğunluğu, yakın analiz, daha yüksek ısıtma değeri, selüloz, hemiselüloz, protein, yağ ve lignin içeriği, termogravimetrik analiz ve briket mekanik mukavemeti ile analiz edilmiştir. Genel sonuçlarda ise enerjik karakterizasyonun özellikle uçucu madde içeriği, sabit karbon ve daha yüksek ısıtma değeri nedeniyle, beyaz pamuğa kıyasla renkli türlerin daha yüksek bir enerji potansiyeline işaret ettiği ifade edilmiştir. Oluşturulan briketlerin mekanik mukavemeti, sap ve kabuk karışımı ile formüle edilen numunelerden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmanın sonunda briketlerin alternatif bir enerji kaynağı olarak kullanılmak üzere önemli bir enerji potansiyeline sahip oldukları gösterilmiştir. Yoğunluk ve mekanik dirençleri ile ilgili değerler biyokütle karışımı için briketlerde daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Yapılan çalışma sonuçlarında, basınç dayanımı artışının briket üretiminde kullanılan her bir parçanın bileşim özelliklerine bağlı olduğunu ve protein içeriği ile mekanik dayanım arasında pozitif bir korelasyon bulunduğunu doğrulamaktadır. Ayrıca pamuk mahsulü atık karışımının briket üreimi için kullanılması, ürünün özelliklerini iyileştirmenin yanı sıra, ayırma maliyetini düşürerek ekonomik avantajlar sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Bulut ve Erdoğan (2011), çalışmalarında selüloz esaslı doğal liflerin kompozit üretimine takviye materyali olarak kullanımı incelmışlerdir. Çalışmalarında doğal lif takviyeli kompozit materyallerde takviye materyali olarak kullanılan selüloz esaslı doğal lifler, içyapıları, mekanik ve fiziksel özellikleri ve matris polimerleri ayrıntılı olarak incelenmiş ve doğal lif takviyeli kompozit materyallerin üretiminde en çok uygulanan arayüzey modifikasyon teknikleri ele alınarak literatür araştırması ile desteklenerek detaylarıyla açıklanmışlardır. Günümüzde özellikle son yıllarda polimer teknolojisinde kullanılan her materyalin özellikle çevreye uyarlanması ekolojik olarak desteklenmekte ve bu konudaki çalışmalar hız kazanmaktadır. Bu sebeple polimere hem mukavemet ve dayanıklılık kazandıran hem de biyoyumluluk özelliği ile ön plana çıkan doğal liflerin takviye edilmesi ile geliştirilen kompozit malzemeler çok farklı alanlarda üstün özellikleri ile alternatif ürünler olarak karşımıza çıkmaktadır. Nihai sonucunda çalışmanın, hidrofob karakterdeki sentetik polimerler ile hidrofil özellikteki doğal lifler arasındaki uyumu ve bağlanmayı arttırmak amacıyla uygulanan

farklı yüzey modifikasyon işlemleri kompozit materyalin fiziksel ve performans özelliklerini geliştirerek kullanım alanlarını çeşitlendirdiği gösterilmektedir.

Lacostea ve diğ. (2017), çalışmalarında bina yalıtımı için ağaç lifleri/tekstil atık liflerini sodyum aljinat bağlayıcısı ile kullanıp biyokompozit olarak incelemişlerdir. Ağaç lifleri/ tekstil atık lifleriyle ve sodyum aljinatla bağlayıcı kullanılarak oluşturulan biyokompozitlerin kompozit yoğunluğuyla doğrusal olarak değişen, yaklaşık 0,08 W/m/K termal iletkenliğe sahip oldukları gözlemlenmiştir. Buradaki sonuçlardan yaptıkları çıkarım ile ağaç liflerin daha iyi yalıtım takviyesi olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Ortaya çıkarılan bu kompozitler, mekanik özelliklerine göre yarıserttirler: %0 ila %100 ağaç lifi içeriği için 0,40 – 1,41 MPa arası sıkıştırma mukavemeti ve 0,20 – 0,54 MPa arası eğilme mukavemetine sahiptir ve yoğunlukları 315 kg/m³ civarındadır, bu da onları binanın dış tentesi için yalıtım ve rijit paneller arasında hibrit malzeme alternatifi olabileceğini göstermiştir. Biyokompozit malzemeye daha iyi plastite özelliği kazandırmak için atıl pamuk liflerinin kullanımının daha iyi sonuçlar verdiği ancak diğer yandan matrise 8w gibi az miktarda çapraz bağlayıcı eklenmesiyle malzemenin rijitliğini artırmak mümkün olduğu göstermişlerdir. Öte yandan çalışmanın bir diğer çıktısında ise aljinatın yeşil biyopolimer yapıştırıcılar pazarı için potansiyel bir alternatif olduğu tespitine varılmıştır.

Muthuraja ve diğ. (2019), pirinç kabuğu, buğday kabuğu, ağaç lifleri ve tekstil atık liflerinden sürdürülebilir ısı yalıtımı biyokompozitleri: ayrınılandırma ve performans değerlendirmesi çalışmalarını bu makale ile incelemişlerdir. Endüstriyel ve tarımsal atıklardan elde edilen yapı malzemelerinin sürdürülebilir olmaları ve daha düşük çevresel etkilerle sahip olmaları nedeniyle inşaat mühendisliği ve mimari uygulamalarda daha tercih edilebilir konuma gelmektedir. Atık yönetiminin katma değerli ürünlere dönüştürülerek üretilmesi önemli bir değere sahiptir. Bahsedilen sebeplerden dolayı biyolojik olarak parçalanabilen bir poli bütlen adipat-kotereftalat/poli laktik asit (PBAT/PLA) içeren kompozitler üretmek için yerel olarak temin edilebilen dört farklı türde yan ürün (pirinç kabuğu, buğday kabuğu, ağaç lifleri ve tekstil atık lifleri) kullanılmış ve bağlayıcıyı sıcak presleme ile karıştırılmıştır. Yapılan morfolojik analiz sonucunda kompozitlerin, PBAT/PLA bağlayıcının, buğday ve pirinç kabuğuna göre ahşap ve tekstil liflerine daha fazla afiniteye sahip olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Oluşturulan kompozitlerin termal kararlılığı 250 °C'ye kadar çıktığı gözlemlenmiştir. Biyokompozit olarak geliştirilen malzemeler arasında, pirinç

kabuğu, 378 kg/m³ yoğunluk ve daha düşük su emme ile daha iyi yalıtım özelliği gösterirken genel olarak tüm biyokompozitler, yeterli eğilme (0.80–2.25 MPa) ve sıkıştırma (10–40 MPa) özellikleriyle yarı sert davranış gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında oluşturulan biyokompozitlerin mekanik özellikler, binalara yerleştirildiğinde kırılma riski olmadan kolay kullanım olanağı sağlamakta olduğu ve biyobozunur kompozitlerin termal iletkenlikleri, difüziviteleri, effüviteleri ve ısı kapasiteleri ile karakterize edildiği ortaya konulmuştur. Endüstride kullanılan geleneksel yapı malzemelerinin geliştirilmiş biyokompozitlerle değiştirilmesi, daha düşük çevresel etkiye yol açacağı ve endüstriyel bir ölçeklendirme için biyokompozit işlemeyi iyileştirmek için daha fazla araştırma yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Dönmez ve Türker (2017), bu çalışmalarında tekstil atıkları içeren yüzeylerin sahip olduğu elektromanyetik kalkanlama, ses ve ısı izolasyonu özellikleriyle ilgili literatür incelemesini ortaya koymuşlardır. Bu derlemenin yapılmasının en önemli açıklaması olarak atık miktarının artması ve dünya nüfusunun hızla çoğalması, insanoğlunun sürekli değişen yaşam standartları nedeniyle hammadde miktarının azalması ve buna ek olarak çevre kirliliğinin artması verilmiştir. Derlemede, tekstil imalat atıklarının geri dönüşümüyle elde edilen tekstil yüzeylerinin, ses yalıtımı, ısı yalıtımı ve elektromanyetik kalkanlama testlerinde ne ölçüde etkin olduklarıyla ilgili literatür araştırması yapılarak ortaya konulmuştur. Yapılan araştırma sonucunda, bu tekstil yüzeylerinin performansları değerlendirilerek, düşük maliyetli yalıtım ve kalkanlama özelliği gösteren ürünlerin tasarımında ve üretiminde ileride yapılacak çalışmalara katkıda bulunulması amaçlanmış ve çalışma sonucunda; tekstil atıklarının birçok sektörde kompozit malzeme yapımında ana malzemeden ziyade yardımcı malzeme olarak kullanıldığı gözlemlenerek ortaya konulmuştur.

Üçgül ve Elibüyük (2014), tekstil atıklarının piroliz ile değerlendirilmesi ile ilgili olarak çalışmışlardır. Tekstil ve konfeksiyon sanayi, ülkemiz ihracatının %30 civarında payı olan ekonomimizin lokomotif sektörlerinden birisidir ve bu sektördeki en önemli sorunlardan birisinin atık sorunu olduğu yapılan çalışmada vurgulanmaktadır. Bu sektörün boyama ve işleme sırasında oluşan hatalı işlemlerden dolayı oluşan elyaf ve kumaş atıkları, kesme ve kalıplama işleminden sonra geriye kalan konfeksiyon atıkları veya diğer özel malzemelerden meydana gelen atıklar tekstil sektörünün katı atıklarını oluşturduğu verileri verilmiştir. Çalışma kapsamında akrilik, pamuk ve yün elyaf atıkları piroliz işlemine tabii tutmuşlar ve bu işlem sonucu oluşan katı ürünlerin değerlendirilmesini yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda pamuk

elyaf atığının piroliz sonucunda kalmadığı, yün elyaf atığının pirolizinden kalan külün ise sadece verimsiz tarım arazilerinin karbonca beslenmesi amacıyla gübre olarak kullanılacağı, akrilik elyafın pirolizinden oluşan katı ürünlerin ise karbon karası olarak kullanılabileceği sonuçlarına varılmışlardır. Öte yandan, akrilik elyafın katı atığı olan karbon karasının piyasada üretilen karbon karasından daha ucuz olduğu ve akriliğin bu üretimde kullanılmasının da ekonomik açıdan uygunluğu olduğu ortaya konulmuştur. Çalışmanın nihai hedefinde ise yapılan geri dönüşüm sayesinde; ekonomiye katkıda bulunmak ve atık yoğunluğunu azaltarak tasarrufu sağlanmak ve çevre korunmasını sağlamak olduğu vurgulanmıştır.

Silva ve diğ. (2013), çalışmalarında çevre dostu bir işleme yolu kullanılarak hazırlanan üç bileşenli biyo-kompozit malzemeleri incelemişlerdir. Çalışmalarında çözücü ortam olarak iyonik sıvılar kullanılarak üç doğal polimerin, ham pamuk, ipek ve yünün harmanlanması hakkında bilgi vermişlerdir. Silva ve diğ. karıştırma solventi olarak iyonik sıvılar kullanarak başarılı bir şekilde tri-kompozit biyo filmler geliştirmiş ve bu yeni biyokompozit filmler, tek bileşenli filmlere kıyasla gelişmiş termal kararlılık özelliği gösterdirdiği verilerle gösterilmiştir. Ayrıca çalışmada pıhtılaştırıcı çözücünün etkisinin, üç bileşenli biyo filmlerin malzeme özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini ve metanolün b-yaprak yapısının oluşumunu arttırdığı gösterilmiştir. Ancak sonuç olarak kırılmada azalan bir gerilim ölçülmüş ve suyun filmleri en iyi malzeme özellikleriyle pıhtılaştırdığı gösterilmiştir. CSW50 biyo filminin ham pamuk ve doğal ipek ve yün liflerinden daha yüksek bir termal bozunma sıcaklığına sahip olduğu gösterilirken, biyo filmler için molekül içi hidrojen bağlarındaki artış, ölçüldüğü gibi termal bozunmadaki artışı büyük olasılıkla açıkladığı ortaya konulmuştur.

Silvaa ve Byrne (2017), rejenere selüloz lifleri için pamuk atıklarının kullanılması: polimerizasyon derecesinin mekanik özellikleri üzerindeki etkisini yaptıkları çalışmada incelemişlerdir. Dünya çapındaki toplam elyaf üretiminin %30'unu pamuk oluşturmaktadır ve pamuğun %50'den fazlası giyim sektöründe değerlendirilmektedir. Atık pamuk oluşumu tarladaki pamuklu çubuktan bitmiş tekstil ürününe kadar olan süreçte birçok adımda oluşmaktadır. İlk tüketici pamuğunun yalnızca %30'u geri dönüştürken yapılan çalışma ile rejenere selüloz lifleri (RCF) üretmek için pamuk atık tiftiği kullanılmış ve atık pamuk lifinden elde edilen RCF'nin, odun hamurundan üretilen RCF'ye kıyasla daha yüksek mekanik özelliklere sahip olduğunu bulunarak geri kalan pamuğun değerlendirilmesi için alternatif

sunmuşlardır. Atık pamuk lifinin daha yüksek polimerizasyon derecesi ile bağlantılı olduğunu göstermişler ve pamuk tiftiğini çözmek için iyonik bir sıvı kullanmışlardır. Çalışmada RCF'nin özellikleri karakterize edilmiş ve odun hamuru RCF ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda rejenere selüloz lifleri için bir besleme stoğu olarak pamuk tiftiği atığının kullanılması, iyileştirilmiş çekme özelliklerine sahip bir selüloz lifi üretme yeteneği ile birlikte atık pamuk malzemesinin daha büyük bir yüzdesinin kullanılması için yeni bir alternatif olduğu sonucuna varılmıştır.

Bharath ve Basavarajappa (2015), yaptıkları incelemede yenilenebilir kaynaklardan elde edilen doğal liflere dayalı biyokompozit malzemelerin uygulamalarına bakmışlardır. Sürdürülebilirlik kapsamında yerel ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyokompozitler büyük oranda endüstriyel ekoloji, ekoverimlilik ve yeşil kimya, yeni nesil malzeme, ürün ve süreçlerin geliştirilmesine etkiye bulunduğu söylenmiştir. Bu tarz çalışmalar sonucunda oluşan biyokompozitlerin yerli sektörlerde, inşaat malzemelerinde, havacılık endüstrisinde, devre kartlarında ve otomotiv uygulamalarında son on yılda kullanımında önemli bir artış görülmekte fakat diğer sektörlerdeki uygulamaları sınır kalmakta olduğu verilmiştir. Ayrıca, uygun geliştirme ile biyokompozitlerin yeni pazarlara girme ve böylece talep artışını teşvik etme potansiyelinin mevcut olduğu vurgulanmıştır. Elyaf takviyeli polimer kompozitler hazırlamak için tarımsal atıklar, ticari kullanım için kullanılabilir. Çevresel dayanıklılık, gömülü enerji, yangına dayanıklılık gibi diğer kriterlere artan bir vurgu yapılmaktadır fakat en önemli kriterler arasında yüksek özgül mukavemet ve hafiflik gelmektedir. Biyokompozitler çevresel kazanımlar, azaltılmış enerji tüketimi, yalıtım ve ses emme özellikleri için fırsatlar sunmakla birlikte doğa ve doğal kaynakların karşılıklı etkileşiminin giderek daha fazla farkına varılmasıyla, inşaat ve konut sektörü için ahşap kıtlığı ortaya çıkmakta ve uygun ahşap geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Küresel uygulamalar için geliştirilmiş performansa sahip biyokompozit malzemeleri geliştirmeye yönelik çabalar devam etmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışma kapsamında kumaş hammaddesi olarak iki farklı kumaş kalitesi kullanılmıştır. Kullanılan kumaş kalitelerinin içeriği iplik içeriğine göre değişmektedir. Çalışma esnasında kullanılan kumaşlar; ipliği Ne 30/1 karde pamuk ipliği kullanılarak örülen 160 g/m² %100 pamuk olan A kumaşı olarak adlandırılmakta olup 75/72×2 denye poliester iplik kullanılarak örülen 160 g/m² %100 poliester olan ise B kumaşı olarak adlandırılmaktadır. Kullanılan A ve B kumaşı Almaxtex Tekstil'den tedarik edilmiştir. Şekil 3.1'de A kumaşı görseli, Şekil 3.2'de B kumaşı görseli verilmektedir.



Şekil 3.1: %100 Pamuklu Kumaş/A Kumaşı (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2020).



Şekil 3.2: %100 Poliester Kumaş/B Kumaşı (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2020).

Çalışmada kullanılacak sentetik boyar madde alternatifi olarak düşünölen atıl pamuk ve atıl poliester havları Almaxtex Tekstil'in şardon prosesi sonrasında vakumlu hava yardımıyla pamuk ve poliester olarak ayrı ayrı torbalara toplanmıştır. Günlük atık hav miktarı yaklaşık olarak 800 kilogramdır. Elde edilen atıl pamuk ve atıl poliester havları içerik testi yapılmış ve %100 pamuk ve poliester olduğu test sonucunda göröldüğünde boyar madde olarak kullanılmıştır. Atıl pamuk ve atıl poliester havlarının boyar madde olarak kullanılma sebebi şardon prosesinden önce kumaşların boyanması ve havların renkli çıkmasıdır. Şekil 3.3'de %100 atık pamuk havı görseli, Şekil 3.4'de %100 atık poliester havı görseli verilmektedir.



Şekil 3.3: %100 Atık Pamuk Havı (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2020).



Şekil 3.4: %100 Atık Poliester Havı (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2020).

Çalışmada kullanılan kimyasallar/malzemeler ve tedarikçileri ayrı ayrı çizelge 3.1'de belirtilmiştir. Çizelge 3.1'de yer alan kimyasallar pigment baskı patı olarak tanımlanan çözeltinin içinde yer alan kimyasallardır. Malzeme olarak bildirilen atık pamuk elyafı ve atık poliester elyafı pigment baskı patına renk vermek için kullanılan malzemelerdir. Pigment baskı patına renk vermek için kullnailan boyar madde, atıl pamuk elyafı ve atıl poliester elyafı lacivert renkte kullanılmıştır.

Çizelge 3.1: Renkli Pigment Baskı Patı İçeriği ve Kimyasal Tedarikçileri.

Kimyasalın Adı/ Kimyasalın Ticari Adı ve Malzeme Adı	Kimyasal Tedarikçisi
Su	Almaxtex Tekstil İşletme Suyu
Toraprint PIG100	MYD Kimya Boya Sanayi ve Ticaret LTD. ŞTİ.
Rapidoprint	CHT Kimya Sanayi Ticaret A.Ş.
Üre	KEMİTAŞ Kimyasal Endüstri Malzemeleri Ticaret A.Ş.
Toraprint FIX-NF	MYD Kimya Boya Sanayi ve Ticaret LTD. ŞTİ.
Tubigat A60	CHT Kimya Sanayi Ticaret A.Ş.
Amonyak	OZAN Kimya Sanayi ve Ticaret LTD. ŞTİ.
Tubivis Star	CHT Kimya Sanayi Ticaret A.Ş.
Atık Pamuk Elyafı	ALMAXTEX Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Atık Poliester Elyafı	ALMAXTEX Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Çizelge 3.1’deki kimyasal-malzeme içerikleri verilen pigment baskı patı hem pamuk hem de poliester yüzeyli kumaşlar için uygun bir çözüldür. Reaktif baskı patı sadece pamuk ve benzeri kumaşlar için uygunken pigment baskı patı farklı içerikli kumaşlar için de kullanılmaktadır. Çalışmada %100 pamuk ve %100 poliester içeriğine sahip kumaş kullanılmıştır. Bu sebeple pigment baskı patı tercih edilmiştir.

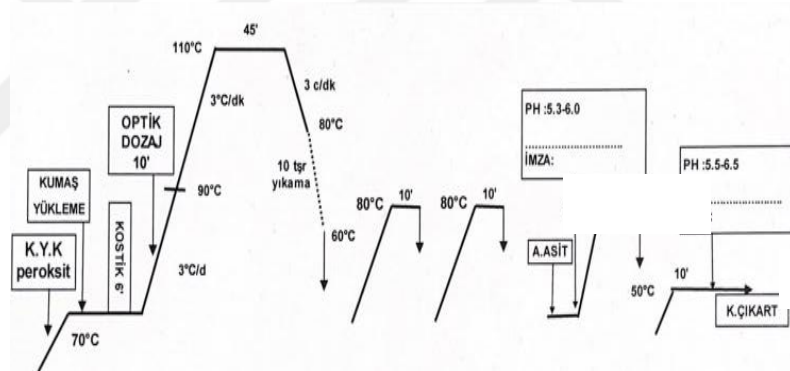
Çalışma kapsamında kullanılan kumaşlara atıl elyaf içerikli pigment baskı patını uygulamak için bir palaska kullanılmıştır. Palaskanın kumaşa patı düzgün ve homojen dağıtılması için kumaş plastik bir şablona yerleştirildi ve kumaş ile şablon arasına kumaş yapıştırıcı sprej uygulandı.

3.2. Metot

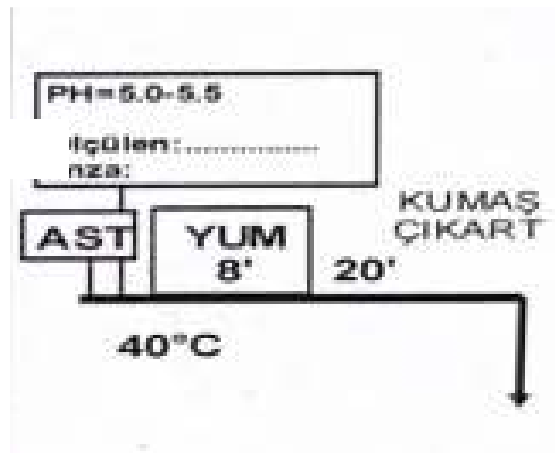
3.2.1. Pamuk ve Poliester Kumaşlara Uygulanan Prosesler

Bu çalışma kapsamında 2 farklı hammadde ile örölmüş aynı konstrüksiyonlu %100 pamuklu (A kumaşı) ve %100 poliester (B kumaşı) süprem kumaş kalitesine sahip örme kumaşlar üretilmiş, üretilen her bir kumaş kalitesi standart kabul edilmiş olup baskı ve kurutma işlemleri tek proses üzerinden ilerlemiştir.

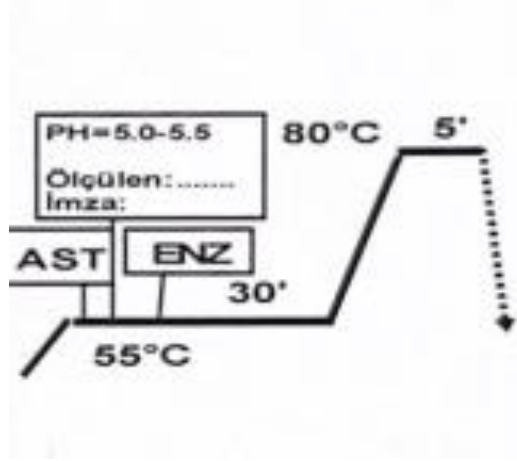
Kumaşı baskı altına hazırlamak için ön terbiye işlemleri yapılmıştır. Ön terbiye işlemleri kumaşların temiz çıkması, zeminin düzgün olması ve kumaşın hidrofilitesinin iyi olması için yapılmaktadır. Yapılan ön terbiye işlemleri kumaş cinsine göre farklılık göstermektedir. Ön terbiye işlemleri kumaşı baskı altına hazırlamak için yapılan bir proses olmakla birlikte pamuk ve poliestere uygulanan işlemlerin farklı olması çalışmamızın sonucunu etkilememektedir. Sonuçların etkilenmeme sebebi ön terbiye işlemlerinin sadece temizleme işlemi olmasından kaynaklanmaktadır. Böylece ön terbiye işlemleri ortak proses olarak kabul edilmiş ve proses işlemleri baskı altına hazırlanan kumaştan sonra tek proses üzerinden ilerlemiştir. %100 pamuklu kumaş için ön terbiye işlemlerini içeren proses akışı Şekil 3.5, Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de sırasıyla verilmiştir. %100 poliester kumaş için ön terbiye işlemlerini içeren proses akışı Şekil 3.8, Şekil 3.9, Şekil 3.10 ve Şekil 3.11’de sırasıyla verilmiştir (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2022).



Şekil 3.5: %100 Pamuklu Kumaş İçin Ön Terbiye Prosesi – Kasar+Optik Ekleme (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2020).

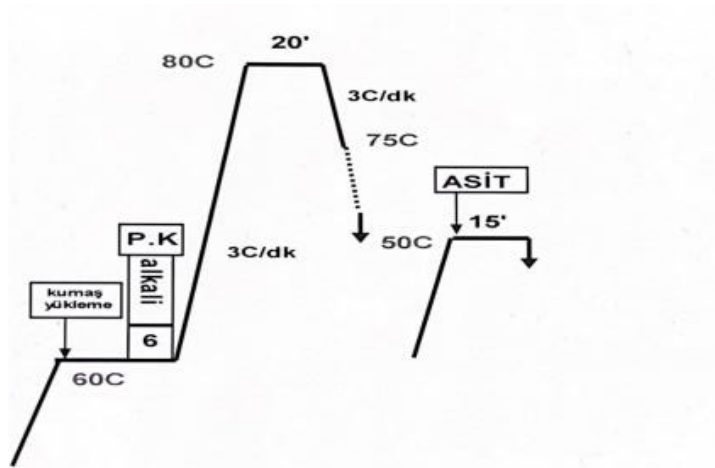


Şekil 3.6: %100 Pamuklu Kumaş İçin Ön Terbiye Prosesi – Yumuşatıcı Ekleme (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2020).

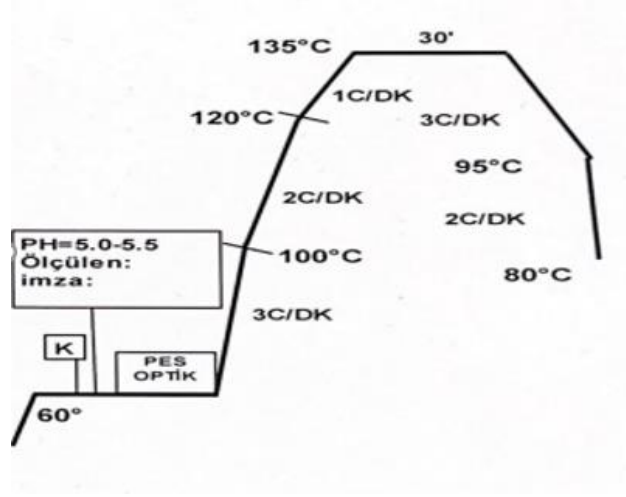


Şekil 3.7: %100 Pamuklu Kumaş İçin Ön Terbiye Prosesi –Hav Enzim Ekleme (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2020).

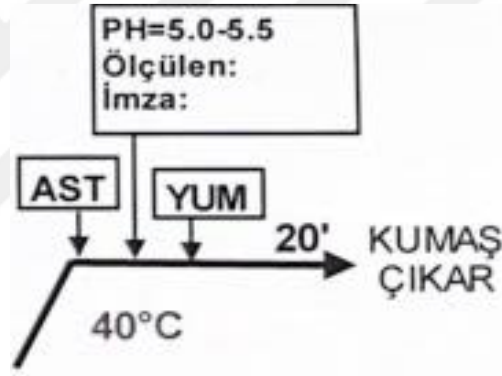
Şekil 3.5’de verilen %100 pamuklu kumaşlar için ön terbiye işleminde kasar+optik verme işlemi uygulanmıştır. Şekil 3.6’de %100 pamuklu kumaşlar için ön terbiye işleminin bir adımı olan kasar+optik sonra gelen yumuşatıcı ekleme adımı verilmektedir. Şekil 3.7’de ise aynı kumaş için yumuşacı adımından sonra gelen hav enzim verme adımı verilmektedir. Ön kasar prosesinde pamuklu kumaşlar için belirli oranlarda kombin kasar, ıslatıcı, yağ sökücü, kırık önleyici, optik ve tampon asit kimyasalları kullanılmaktadır. Şekil 3.5, Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de proses adımları tamamlanan %100 pamuklu kumaşlar baskı altına hazır olarak bekletilir.



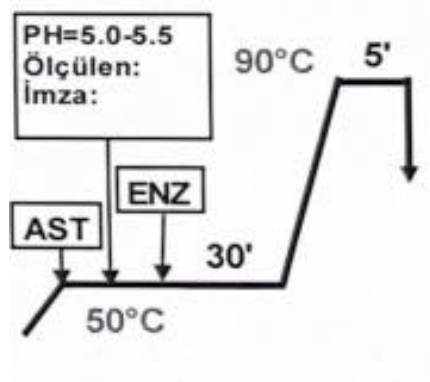
Şekil 3.8: %100 Poliester Kumaş İçin Ön Terbiye Prosesi – Poliester Pişirme (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2020).



Şekil 3.9: %100 Poliester Kumaş İçin Ön Terbiye Prosesi – Poliester Optik Ekleme (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2020).



Şekil 3.10: %100 Poliester Kumaş İçin Ön Terbiye Prosesi – Yumuşatıcı (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2020).



Şekil 3.11: %100 Poliester Kumaş İçin Ön Terbiye Prosesi – Hav Enzim Ekleme (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2020).

Şekil 3.8’de verilen %100 poliester kumaşlar için ön terbiye işleminde poliester pişirme işlemi uygulanmıştır. Şekil 3.9’de %100 poliester kumaşlar için ön terbiye işleminin bir adımı olan poliester pişirme işleminden sonra gelen poliester optik ekleme adımı verilmektedir. Şekil 3.10’da aynı kumaş için poliester optik ekleme adımından sonra gelen yumuşatıcı ekleme adımı verilmektedir. Şekil 3.11’de ise yumuşatıcıdan sonra hav enzim eklenerek ön terbiye işlemi %100 poliester kumaş için tamamlanmaktadır. Ön kasar prosesinde poliester kumaşlar için belirli oranlarda ıslatıcı, yağ sökücü, kırık önleyici, optik, kostik, fenolik sararma önleyici ve asit kimyasalları kullanılmaktadır. Şekil 3.8, Şekil 3.9, Şekil 3.10 ve Şekil 3.11’de proses adımları tamamlanan %100 poliester kumaşlar baskı altına hazır olarak bekletilir.

3.2.2. Atık Pamuk ve Atık Poliester Havı Eldesi

Tez çalışması kapsamında 2 farklı atık hav renklendirici olarak kullanılmıştır. Atık renkli havlar tekstil sektöründe kullanılan şardon prosesi sonrası oluşmaktadır. Şardon prosesinde boyalı kumaşlar şardon makinesinin iğnesinden geçerek kumaşa hacim kazandırılır ve buradaki hacim kazanma işlemi sonrasında boyalı kumaşlardan iğneler aracılığıyla kopmalar ve tozlar oluşmaktadır. Oluşan tozlar tekstilde hav olarak adlandırılmakta ve bir havalı vakum yardımıyla makine yanlarında bulunan torbalara toplanmaktadır. Şekil 3.12’de şardon makinesi, Şekil 3.13’de şardon makinesi iğneleri verilmektedir. Şekil 3.14’de ise şardon prosesi sonrası oluşan havların vakum yöntemi ile torbalara toplandığı alan gösterilmektedir.



Şekil 3.12: Şardon Makinesi (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2020).



Şekil 3.13: Şardon Makinesi İğneleri (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2020).



Şekil 3.14: Şardon Makinesinden Çıkan Havların Toplandığı Alan (Almaxtex Şirket Bilgileri, 2020).

Çalışma kapsamında iki farklı hammadde içeren kumaşın yanı sıra iki farklı atık havlar kullanılmıştır. Bunlar atık pamuk elyafı ve atık poliester elyafıdır. %100 atık boyalı pamuk elyafı ve %100 atık boyalı poliester elyafı ile pigment baskı patı farklı oranlarda karıştırılarak reçeteler hazırlanmıştır. Toplanda 12 farklı reçete pamuk ve poliester süprem kumaşlara ayrı ayrı uygulanması sonucunda 24 farklı deneme yapılmıştır. Çalışmanın deneme deseni Çizelge 3.2’de verilmektedir.

Çizelge 3.2: Deneme Deseni.

Deneme No	Kumaş* Bilgisi	Boyar madde (g)	Atık Pamuk Elyafı (g)	Atık Poliester Elyafı (g)	Sıcaklık (°C)	Etüvde Bekleme Süresi (dk.)
1	A Kumaşı	1,0	-	-	170,0	30,0
2	A Kumaşı	3,0	-	-	170,0	30,0
3	A Kumaşı	5,0	-	-	170,0	30,0
4	A Kumaşı	10,0	-	-	170,0	30,0
5	A Kumaşı	-	1,0	-	170,0	30,0
6	A Kumaşı	-	3,0	-	170,0	30,0
7	A Kumaşı	-	5,0	-	170,0	30,0
8	A Kumaşı	-	10,0	-	170,0	30,0
9	A Kumaşı	-	-	1,0	170,0	30,0
10	A Kumaşı	-	-	3,0	170,0	30,0
11	A Kumaşı	-	-	5,0	170,0	30,0
12	A Kumaşı	-	-	10,0	170,0	30,0
13	B kumaşı	1,0	-	-	170,0	30,0
14	B kumaşı	3,0	-	-	170,0	30,0
15	B kumaşı	5,0	-	-	170,0	30,0
16	B kumaşı	10,0	-	-	170,0	30,0
17	B kumaşı	-	1,0	-	170,0	30,0
18	B kumaşı	-	3,0	-	170,0	30,0
19	B kumaşı	-	5,0	-	170,0	30,0
20	B kumaşı	-	10,0	-	170,0	30,0
21	B kumaşı	-	-	1,0	170,0	30,0
22	B kumaşı	-	-	3,0	170,0	30,0
23	B kumaşı	-	-	5,0	170,0	30,0
24	B kumaşı	-	-	10,0	170,0	30,0

*A kumaşı: %100 pamuklu, B kumaşı: %100 poliester süprem kumaşı ifade eder.

Çizelge 3.2’de ki çalışma planı takip edilmiş ve çalışma bu plan üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Oluşturulan reçeteler baskı altına hazırlanan kumaşlara palaska yardımı ile uygulanmıştır. Atık havların eklenmesiyle oluşturulan boyalı pigment baskı patı uygulanan kumaşlar 170 °C'lik bir etüvde 30 dakika bekletilmiştir. Etüv sonrasında çıkan kumaşlar daha sonra belirtilecek test metotları ile test edilmiştir. Baskı sonrasında elde edilen kumaşlar bir bütün olarak hareket ettirilmiş, böylece makine ve ortam şartları sabit tutulmuştur.

Çalışma planı incelendiğinde kumaş cinsi ve pigment baskı patına boya özelliği verecek maddelerin miktarı değişmekte olup sıcaklık ve etüvde bekleme süresi sabit bırakılmıştır.

3.2.3. Numune Kumaşlara Uygulanan Testler

Tez çalışması kapsamında planlanan 24 numune kumaşa uygulanan testler Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3: Numune Kumaşa Uygulanan Testler.

Test Tipi	Test No	Test Adı	Test Standardı
Haslık	1	Kuru Sürtme Haslığı	AATCC 8
Haslık	2	Yaş Sürtme Haslığı	AATCC 8
Haslık	3	Yıkama Haslığı	ISO-105-C 06
Haslık	4	Su Haslığı	ISO 105-E 01
Haslık	5	Ter Haslığı-Alkali	ISO 105-E 04
Haslık	6	Ter Haslığı-Asit	ISO 105-E 04
Fiziksel	7	Patlama Mukavvemeti	ISO 13938-1
Fiziksel	8	Kumaşın En Çekmesi %	AATCC 135
Fiziksel	9	Kumaşın Boy Çekmesi %	AATCC 135
Fiziksel	10	Kumaşın Dönmesi%	AATCC 179
Fiziksel	11	Kumaşın Et Kalınlığı	ASTM D 1777
Fiziksel	12	Gramaj Alma	ISO 3801
Fiziksel	13	Pilling	ASTM D 3512

Çalışmada 2 farklı kumaş zemini kullanılmıştır. Bunlar %100 pamuklu süprem kumaş ve %100 poliesterli süprem kumaştır. Bu kullanılan 2 farklı kumaş cinsine 12

farklı reçete ile 24 farklı deneme yapılmıştır. Çizelge 3.3’de belirtilen testler bu 24 deneme kumaşına uygulanmıştır ve toplamda 408 adet test yapılmıştır. Çizelge 3.3’de 13 adet test bulunmaktadır fakat uygulanan testler 17 adettir. Bunun sebebi ise bazı testlerin yıkama öncesi ve yıkama sonrası tekrar ölçülüyor olmasıdır.

3.2.3.1. Yaş-Kuru Sürtme Haslığı

Kuru sürtme haslığında her bir numune AATCC 8 standardına uygun olarak test edilebilmesi için 21 ± 2 °C’de $\%65\pm 5$ RH atmosferde en az 4 saat bekletilerek kondisyonlanır ve kuru sürtme için 50×30 mm numune kesilir. Numuneler, paralel, dik açılı veya 45° ’da çözgü ve atkıya eğik bir yönde hazırlanır ve eğimli olmasına dikkat edilir. Jamel Heal markalı krokmetre cihazı tabanına, aşındırıcı kumaşın üzerine düz bir şekilde, uzun boyutu sürtünme yönünde olacak şekilde bir test örneği yerleştirilir (Şekil 3.15). Örnek tutucuyu numunenin üzerine yerleştirilir ve kaymayı veya kırılmayı önlemek için yeterli gerginlik uygulanır. Ağırlıklı kollardan aşağı doğru çıkıntı yapan parmağın ucuna test edilen kumaşın çözgü veya atkı yönünü sürtme yönüne paralel olarak monte edilir. Test edilen kumaşı yerinde tutmak için spiral tel klipsi kullanılır. Klipsler ilmekleri yukarı bakacak şekilde yerleştirilir. Örtülü parmak test örneğinin üzerine indirilir. Manuel krokmetreler için, ön ucunda bulunan parmakla başlayarak, parmağını 10 kez ileri geri kaydırarak şekilde saniyede bir tur hızında 10 tam tur çevirilir. Test edilen kumaş çıkarılır, koşullandırılır ve değerlendirilir. Tüyleneşmiş veya zımparalanmış bir malzeme söz konusu olduğunda değerlendirmeye müdahale edecek durumda ise, değerlendirmeden önce selofan bandın yapışkan tarafı ile kasnağı daireye hafifçe bastırarak yabancı elyafın malzemeden çıkarılması gerekmektedir.

Yaş sürtme haslığında her bir numune AATCC 8 standardına uygun olarak test edilebilmesi için 21 ± 2 °C ‘de $\%65\pm 5$ RH atmosferde en az 4 saat bekletilerek kondisyonlanır ve yaş sürtme için 50×130 mm numune kesilir. Orijinal kuru ağırlığı 1,65 ile çarparak istenilen ıslak ağırlık ($\%65\pm 5$ pikap olacak şekilde) hesaplanır. Kare şeklindeki test numunesi üzerine eşit miktarda su uygulanır ve $\%65$ alımını doğrulamak için tartım yapılır. Bir şırınga tüpü, dereceli pipet veya otomatik pipet kullanarak, mL cinsinden sürtme kağıdı ağırlığının 0,65 kat daha fazlası kadar su alınır. Test numunesi beyaz plastik mesh üzerine yerleştirilir. Gerekirse, numuneyi ıslatmak için kullanılan su miktarı ayarlanır ve yeni bir örgülü kumaş kullanarak,

adımları tekrarlanır. $\%65 \pm 5$ kadar ıslatma elde edildiğinde, kullanılan su miktarı kaydedilir. Gerçek sürtme deneyi yapılmadan önce kare şeklindeki sürtme bezinin nem içeriğinin belirtilen $\%65 \pm 5$ seviyenin altına düşmesinden kaçınılır. Test numunesi havada kurutulur, ardından değerlendirme yapmadan önce şartlandırılır. Tüyleneşmiş veya zımparalanmış bir malzeme söz konusu olduğunda değerlendirmeye müdahale edecek durumda ise, değerlendirmeden önce selofan bandın yapışkan tarafı ile kasnağı daireye hafifçe bastırarak yabancı elyafın malzemeden çıkarılması gerekmektedir.

Kuru ve yaş sürtme haslığı için test yapılan numuneler AATCC Gri Skala ile numune alanına aktarılan renk miktarı değerlendirilir. Değerlendirme 45° 'lik açıda D65'da yapılır. Birden fazla örnek test edildiğinde bireysel sonuçları en yakın olacak şekilde ortalama alınır.



Şekil 3.15: Krokmetre Cihazı Görseli.

3.2.3.2.Yıkama Haslığı

Her bir test numunesi ISO 105-C 06 standardına uygun olacak şekilde teste hazırlanır. Makas ve cetvel kullanılarak kumaşı işaretlemeyen 10×4 cm ebatlarında numune ve multifibre kesilir. Kesilen numuneler kısa kenarlarından birbirine dikilir. SDL Atlas markalı yıkama makinası $50 \pm 2^\circ\text{C}$ 'ye boş tüpler ve 50 adet metal bilye konularak önceden ısıtılır ve 4 g deterjan tartılır (Şekil 3.16). Saf su bir ısıtıcı yardımı ile ısıtılır, ısıtılan su $50 \pm 2^\circ\text{C}$ 'ye geldiğinde 1 litrelik mezürle behere dökülür. Üzerine deterjan eklenir ve cam baget yardımıyla karıştırılır. İyice çözündüğünden emin olunduktan sonra derece tekrardan kontrol edilir. Hızlı bir şekilde tüpleri çıkarmadan

150 ml solüsyon eklenir. Üzerine numune eklenir ve tüpler kapatılır. $50\pm 2^{\circ}\text{C}$ 30 dakika süreyle çalıştırılır. Önceden 50°C 'ye ısıtılmış saf su iki farklı behere 100 ml olacak şekilde doldurulur. Önce 1. beherde 1 dakika durulanır sonra 2. beherde 1 dakika durulanır. Fazla suyu elle alınarak rafta oda sıcaklığında kurumaya bırakılır.

Numunedeki renk değişimi ve multifibre'deki lekeleme 45° 'lik açıda D65 ISO Gri Skala ile derecelendirilir. Pastel renkler ve gri melanj gibi renklerde optik kaynaklı renk değişim olacağı için parazit girediri araç kullanılarak renk değişiminin optik kaynaklı mı gerçekten renk değişimi mi olduğu kontrol edilmelidir. Birden fazla örnek test edildiğinde bireysel sonuçları en yakın olacak şekilde ortalama alınır.



Şekil 3.16: Yıkama Makinesi.

3.2.3.3. Su Haslığı

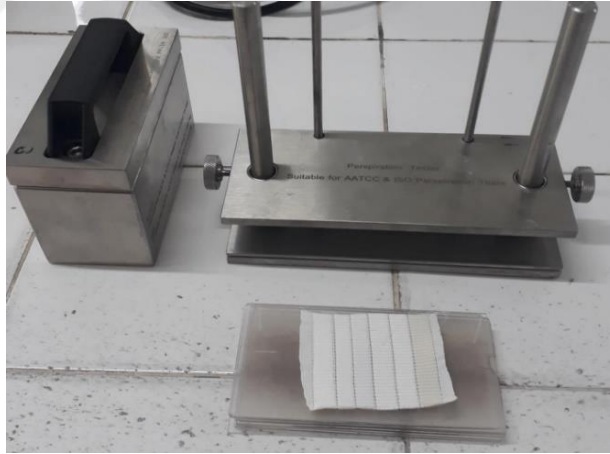
Her bir numune ISO 105-E 01 standardına uygun olarak test edilir. Makas ve cetvel kullanılarak kumaşı işaretlemeyen $4\times 10\text{cm}$ boyutlarında numune ve multifibre kesilir ve kesilen parçalar kısa kenarından dikilir. Numune tek tarafından dikilir ve tartılır. Ağırlığının 50:1 flotte oranında distile su 30 dakika ısıtılır ve eklenir (Şekil 3.17). Daha sonra iki plaka arasına yerleştirilerek $12,5\text{ kPa}$ basınç altında kalacak şekilde SDL Atlas markalı perspirometre cihazına yerleştirilir (Şekil 3.18). Toplam 11 plaka kullanılmalıdır. Cihazla birlikte $37^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$ de ki Nuve markalı etüvde 4 saat

bekletilmelidir. Numune ve multifibre yalnız kısa tarafından dikili şekilde açıkta veya 60°C'yi aşmayan sıcaklıkta kurutulur.

Numunedeki renk değişimi ve multifibre'deki lekeleme 45°'lik bir açıda gün ışığında (D65) değerlendirilir (Şekil 3.19). Değerlendirme için ISO Gri Skala (Şekil 3.20) ile numune alanına aktarılan renk miktarı değerlendirilir. Birden fazla örnek test edildiğinde bireysel sonuçları en yakın olacak şekilde ortalama alınır.



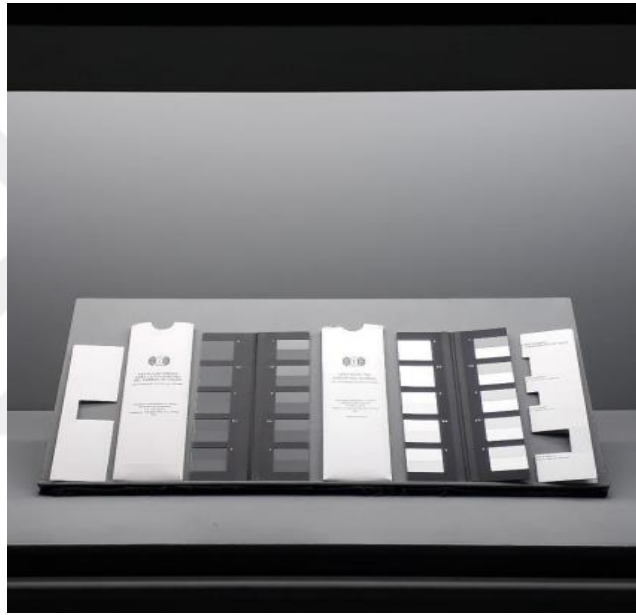
Şekil 3.17: Etüv.



Şekil 3.18: Perspirometre Cihazı.



Şekil 3.19: Değerlendirme Kabini.



Şekil 3.20: Gri Skala.

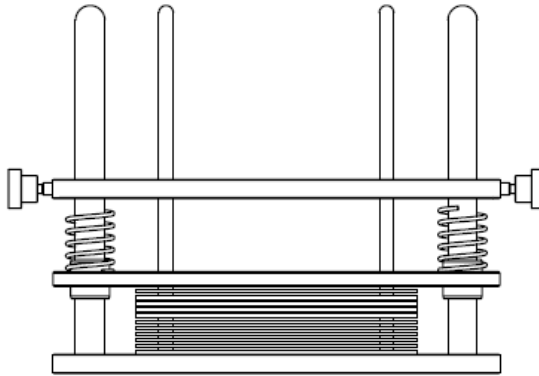
3.2.3.4. Ter Haslığı – Alkali ve Asit

Her bir numune ISO 105-E 04 standardına uygun olacak şekilde test edilir. Test edilecek numune multifiber (çok lifli) kumaşının bir parçasına 40 ± 2 mm $\times$ 100 ± 2 mm ölçülerinde bir numune eklenir, ayrıca 40 ± 2 mm $\times$ 100 ± 2 mm ölçülerek numunenin yüzünün yanındaki çok lifli kumaş ile daha kısa kenarlardan biri boyunca dikilir ya da iki tek lifli bitişik kumaş arasına 40 ± 2 mm $\times$ 100 ± 2 mm ölçülerinde bir örneği kısa kenarlardan biri boyunca dikilir.

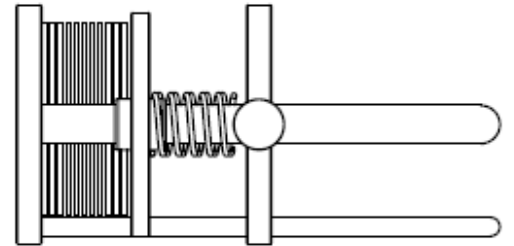
Alkali çözelti, ISO 3696'ya uygun 3. derece su kılınılarak hazırlanmalıdır; 0,5 g $C_6H_9O_0N_3HClH_2O$, 5 g NaCl ve 5 $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ ya da 2,5 g $Na_2H_2PO_4 \cdot 4H_2O$ ile çözelti, 0,1 mol/L NaOH çözeltisi ile pH $8 \pm 0,2$ 'e getirilir.

Asit çözeltisi, ISO 3696'ya uygun 3. derece su kılınılarak hazırlanmalıdır; 0,5 g $C_6H_9O_0N_3HClH_2O$, 5 g NaCl ve 2,2 g $Na_2H_2PO_4 \cdot 4H_2O$ ile çözelti 0.1 mol/L NaOH çözeltisi ile pH değeri $5.5 \pm 0,2$ 'e getirilir.

Numune düz dipli bir kaba konulur ve alkali çözelti ile kaplanır. Alkali çözelti numuneyi 50:1 oranla iyice ıslatacak kadar ve pH $8,0 \pm 0,2$ değerinde olmalıdır. Çözelti oda sıcaklığında 30 dakika bekletmesi sağlanmalıdır. Çözeltinin düzgün bir şekilde nüfuz etmesini sağlamak için basınç uygulanmalı ve hareket ettirilmelidir. Fazla çözelti dökülmeli ve iki cam çubuk arasındaki numune üzeri silinmelidir. Numune, iki cam veya akrilik-reçine plaka arasına, nominal değeri $12,5 \pm 0,9$ kPa altına yerleştirilmeli ve önceden ısıtılmış bir test cihazına yerleştirilmelidir. Aynı prosedürle, asit çözeltisindeki bir kompozit örneği pH $5,5 \pm 0,2$ ile ıslatılır ve daha sonra ayrı bir ısıtılmış test cihazında test edilir. Her biri bir sonrakinden bir plaka ile ayrılmış 10 test örneği aynı anda bir test cihazında test edilebilir. 10'dan az numune hazırlırsa, doğru basıncı korumak için 11 plakanın tümü de kullanılmalıdır. Numuneyi içeren test cihazını etüvde 4 saat 37 ± 2 °C'de yatay konumda veya dikey konumda olacak şekilde yerleştirilmelidir. Yatay ve dikey konumlar Şekil 3.21 ve Şekil 3.22'de verilmiştir.



Şekil 3.21: Dikey Konum.



Şekil 3.22: Yatay Konum.

Süre sonunda numune açılmalı ve iki veya üç parça sadece çizgide temas halinde olacak şekilde havada 60 °C'yi geçmeyecek bir sıcaklıkta asarak kurutulmalıdır.

Numunedeki renk değişimi ve multifibre'deki lekeleme 45°'lik bir açıda gün ışığında (D65) değerlendirilir. Değerlendirme için ISO Gri Skala ile numune alanına aktarılan renk miktarı değerlendirilir. Birden fazla örnek test edildiğinde bireysel sonuçları en yakın olacak şekilde ortalama alınır.

3.2.3.5. Patlama Mukavvemeti

Her bir numune ISO 13938-1 standardına uygun olacak şekilde test edilir. Test edilecek numuneler 21 ± 2 °C 'de $\%65\pm5$ RH atmosferde en az 4 saat beklettilerek kondisyonlanır. Kondisyonlanan kumaşlar makas ve cetvel kullanılarak kumaşı işaretlemeden kumaşın kenarlarından 150 mm içerisinden numune alınır ve alınan numune kumaşı temsil etmelidir. Alınan numune 50 cm²'den büyük olmalıdır. Test alanı 50 cm²'dir. Testler belirtilen kondisyon koşullarında test edilir ve hazırlıkları bu şartlarda yapılır. Aynı test alanı ve aynı hacim artış hızı kullanılır, hazırlanan numuneler gerilimsiz ve düz bir şekilde diaframın üzerine yerleştirilir. Dairesel tutucu ile emniyetli bir şekilde sıkıştırılır. Göstergeler sıfıra ayarlanır ve patlama gerçekleştirilene kadar test devam ettirilir. Sonuçlar not edilir ve bu test işlemi 3 numune için uygulanır. Kilopaskal olarak sonuçların aritmetik ortalaması hesaplanır.

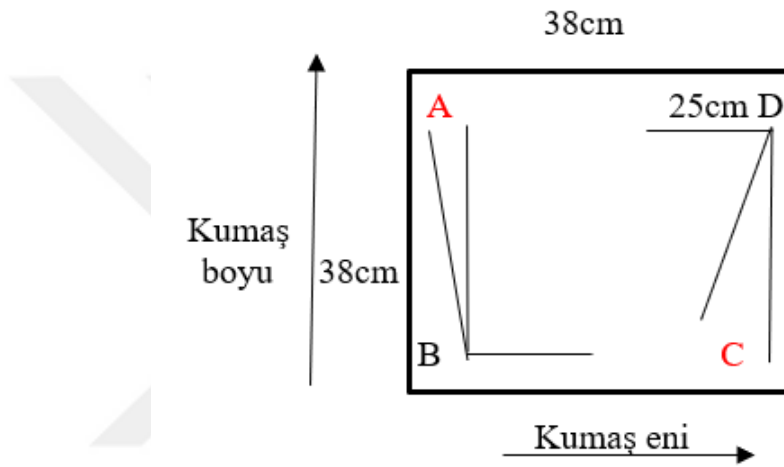
Bu test için kullanılan James Heal markalı test cihazı şekil 3.23'da gösterilmiştir.



şekil 3.23: Patlama Mukavvemeti Cihazı.

3.2.3.6. Kumaşın En-Boy Çekmesi ve Dönmesi

Her bir numune AATCC 135 ve AATCC 179 standartlarına uygun olacak şekilde test edilir. Test edilecek numuneler 21 ± 2 °C 'de $\%65 \pm 5$ RH atmosferde en az 4 saat beklettilerle kondisyonlanır. Test kumaşı tek kat düz yatırılır ve kenardan 10 cm içeriden kenara paralel olarak 38×38 cm şablon yerleştirilip, işaretlenir. Çizgili kumaşlarda şablon çizgiye paralel yerleştirilir. İşaretli olan 25×25 cm'lik alan aynı zamanda dönme testi içindir kullanılır (Şekil 3.24).



Şekil 3.24: Şablonun Kumaşa Uygulanışı.

Hazırlanan numune kesilerek %100 poliester ağırlık tamamlayıcılar ile 2 kg'a tamamlanır ve 45g IECE A deterjanı ile çamaşır makinasında permanent pres kısmı seçilerek 40 °C'de yıkanır ve kurutulur bu şekilde 3 yıkama + 3 kurutma yapılır. Kurutma işlemleri tumber kurutmada yapılır ve kuruyan test kumaşı delikli raflara serilerek 4 saat kondüsyonlanır. Bu sürenin sonunda ölçülür ve sonuçlar % olarak kaydedilir. % Dönme değerlerinden en yüksek olan raporlanır.

$$\text{Çekme - Salma \%} = \frac{\text{Orjinal ölçüm} - \text{Yıkama sonrası ölçüm}}{\text{Orjinal ölçüm}} \times 100 \quad (\text{Denklem 3.1})$$

Oluşan ters T şeklindeki dönmeler A ve C aralığı ölçülerek aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\%D_1 = \frac{A}{AB} \times 100 \quad \%D_2 = \frac{C}{CD} \times 100 \quad (\text{Denklem 3.2})$$

Denklem 3.2’de, görüleceği üzere $\%D_1$ kumaşın A köşesine şablon yerleştirildikten sonra oluşan kenar dönme yüzdesi değeri, $\%D_2$ kumaşın C köşesine şablon yerleştirildikten sonra oluşan kenar dönme yüzdesi değeri, A-B-C-D ise kumaşın kenarlarını ifade eder.

3.2.3.7. Kumaşın Et Kalınlığı Testi

Her bir numune ASTM D 1777 standardına uygun olacak şekilde test edilir. Test edilecek numuneler 21 ± 2 °C ‘de $\%65 \pm 5$ RH atmosferde en az 4 saat beklettilerek kondisyonlanır.

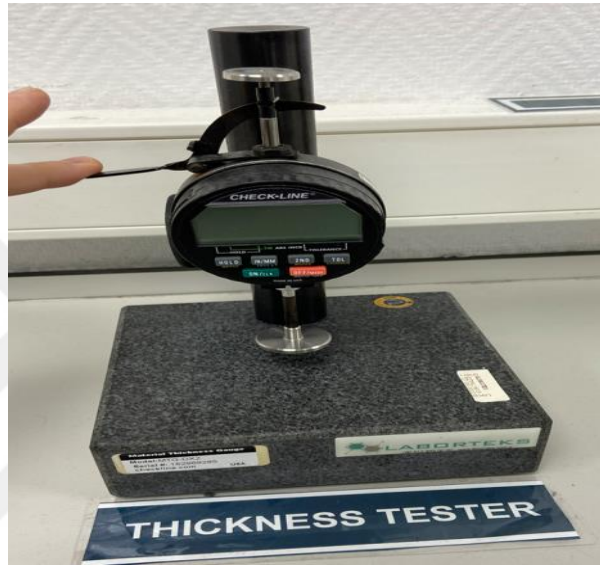
Çizelge 3.4: Et Kalınlığı Testi İçin Kullanılacak Kumaşa Uygun Ağırlık ve Baskı Ayağı Boyutu Çizelgesi.

Malzeme Tipi	Baskı Ayağı Çapı (mm)	Ağırlık (g)	Uygulanan Basınç (kPa)
Dokuma, Örme ve Dokumalı Kumaşlar	$28,7 \pm 0,02$	234,0	$4,14 \pm 0,21$
Kaplamalı, Lamine ve Dar Kumaşlar	$9,5 \pm 0,02$	144,0	$23,4 \pm 0,7$
Polar, Tüylü ve Naplı Kumaşlar	$28,7 \pm 0,02$	7,0	$0,7 \pm 0,07$

Çizelge 3.4’deki bilgilere göre ‘dokuma, örme ve dokumalı kumaşlar’ malzeme tipine uygun baskı ayağı boyutu ve ağırlığı seçilir. Numune yüzü yukarı bakacak şekilde kalınlık ölçerin örsüne yerleştirilir. Numunelerin bozulma, katlanma veya

kırışma olmadan mükemmel bir şekilde düz yerleştirilir. Numune düzgün bir şekilde yerleştirildikten sonra baskı ayağı yavaşça indirilir. Baskı ayağının 5-6 saniye oturmasına izin verilir ve kalınlığı en yakın 0,01 mm'ye kaydedilir (Şekil 3.25). Kenardan en az 50 mm uzakta kalan farklı konumlarda numune boyunca 5 kez tekrarlanır.

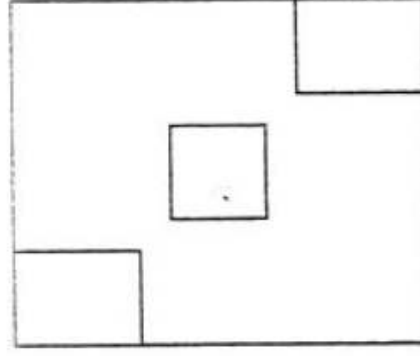
Ölçülen numunelerin sonuçları ortalama alınarak tek değer olarak verilir. 5 numunenin ortalaması milimetre olarak verilir.



Şekil 3.25: Et Kalınlığı Ölçme Cihazı.

3.2.3.8. Gramaj Alma Testi

Her bir numune ISO 3801 standardına uygun olacak şekilde test edilir. Test edilecek numuneler 21 ± 2 °C'de $\%65 \pm 4$ RH atmosferde en az 4 saat beklettilerek kondisyonlanır. Çekme testi için kumaşın 3 ayrı yerinden şekil 3.26'daki gibi 15×15 cm büyüklüğünde parça kesilir.



Şekil 3.26: Şablonun Kumaşa Uygulanışı.

James Heal marka gramaj aleti kullanılarak 100 cm²'lik 3 tane gramaj kesilir ve 3 parça kumaş hassas terazide birlikte tartılır, ortalama alınarak not edilir. Ölçülen numunelerin sonuçları g/m² olarak kaydedilir.

3.2.3.9. Pilling Testi

Her bir numune ASTM D 3512 standardına uygun olacak şekilde test edilir. Test edilecek numuneler 21±2 °C'de %65±5 RH atmosferde en az 4 saat beklettilerek kondisyonlanır. Kondisyonlanan numunelerden 3 adet 105×105mm kare şeklinde çubuk ve ilmek-yönüne 45 derece açı ile test numunesi kesilir. Numuneler aynı çubuk ve ilmekleri içermemeli, buruşuk olmamalı ve kenardan eninin en az 1/10'u kadar içerden alınmalıdır. Daha sonra 3 mm'yi geçmeyecek şekilde etrafı zamlanır ve 2 saat asılarak kurutulur. Kondisyonlu odada bulunan SDL Atlas markalı cihazın içi temizlendikten sonra gözlere mantarlar yerleştirilir (Şekil 3.27). Numunelerle birlikte bir miktar gri elyaf konulduktan sonra yarım saat makina çalıştırılmak üzere zamanlayıcı ayarlanır.

Teste giren numuneleri iki tarafı yapışkan banta yapıştırılıp ışıklandırma kabininde 45 derecelik açı ile pilling fotoğrafları ile karşılaştırılıp notlandırılır ve 3 numunenin ortalaması alınarak sonuçlandırılır.



Şekil 3.27: Pilling Cihazı.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında 2 farklı kumaş kalitesi ele alınarak, bu iki farklı kumaş kalitesinde benzer ön terbiye işlemleri uygulanmıştır. Uygulanılan ön temizleme işlemleri sonucunda kumaşlara 12 farklı reçete ile 24 farklı deneme çalışması yapılmıştır.

Çizelge 3.2’de ki çalışma planı takip edilmiş ve çalışma bu plan üzerinden gerçekleştirilmiştir. Çalışma planı incelendiğinde kumaş cinsi ve pigment baskı patına boya özelliği verecek maddelerin miktarı değişmekte olup sıcaklık ve etüvde bekleme süresi sabit bırakılmıştır. 24 farklı deneme çalışması yapıldıktan sonra işlemleri kumaşlara Çizelge 3.3’deki testler uygulanmıştır. Çalışmanın nihai hedefi şardon prosesinden sonra atıl olarak kalan pamuk ve poliester havlarının pigment baskı patı içerisindeki sentetik boyar madde yerine tekrar kullanılmasıdır ve bu kapsamda toplamda 408 adet test yapılmış ve denemeler arasındaki ilişki incelenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmanın hedeflerinden biri de pigment baskı patında kullanılan boyar madde kaynaklı haslık problemlerinin iyileştirilmesini sağlamaktır.

4.1. Test Sonuçları ve Değerlendirilmesi

4.1.1. Numune Gruplarının Test Sonuçları

Çalışma kapsamında A ve B grubu olarak nitelendirilen kumaşlar, kumaş kalitesi farklılığı sebebi ile gerçekleştirilen ön terbiye prosesi dışında aynı proseslerde yürütülmüştür. Proses sonunda elde edilen test sonuçları değerleri, Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6’de verilmiştir. Testler Çizelge 3.3’de belirtilen metotlara uygun olarak alınmıştır.

Çizelge 4.1’de A grubuna ait kumaşların baskı sonrası tüm haslık test sonuçları verilmiştir. Bölüm 4.1.2 Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi’nde bu sonuçlar esas alınarak değerlendirme yapılacaktır.

Çizelge 4.1: A Grubu Kumaşlara Uygulanan Haslık Test Sonuçları.

Deneme No	Kuru Sürtme Haslığı	Yaş Sürtme Haslığı	Yıkama Haslığı	Su Haslığı	Ter Haslığı Alkali	Ter Haslığı Asit
1	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
2	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
7	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
8	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
10	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
11	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
12	4,5	4,5	4,0	4,5	4,5	4,5

Çizelge 4.2: A Grubu Kumaşlara Uygulanan Fiziksel Test Sonuçları.

Deneme No	Kaplama Sonrası Et Kalınlığı (mm)	İşlem Sonrası Gramaj (g/m ²)	25 Yıkama Dayanımı (Görünüm)	Patlama Mukavvemeti (kPa)	Pilling (Değerlendirme Skalası)
1	0,4472	206	Görünüm onaysız	200	4,5
2	0,4476	214	Uygun	210	4,5
3	0,4520	240	Uygun	220	4,5
4	0,5412	243	Uygun	200	4,5
5	0,4764	218	Uygun	215	4,5
6	0,4736	222	Uygun	220	4,5
7	0,4776	242	Uygun	200	4,5

8	0,5808	274	Uygun	210	4,5
9	0,4976	244	Uygun	210	4,5
10	0,5280	247	Görünüm onaysız	240	4,5
11	0,5236	266	Uygun	200	4,5
12	0,5404	293	Uygun	200	4,5

Çizelge 4.3: A Grubu Kumaşlara Uygulanan Çekmezlik Fiziksel Test Sonuçları.

Deneme No	Yıkama Öncesi Kumaşın En Çekmesi (%)	Yıkama Sonrası Kumaşın En Çekmesi (%)	Yıkama Öncesi Kumaşın Boy Çekmesi (%)	Yıkama Sonrası Kumaşın Boy Çekmesi (%)	Yıkama Öncesi Kumaşın Dönmesi (%)	Yıkama Sonrası Kumaşın Dönmesi (%)
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	-0,7	0	0
4	0	0	-1,4	-0,7	-0,7	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0,7	0	-2,1	1,4	1,3
11	0	0	-0,7	-0,7	0	0
12	0	-0,7	0	0	0	0

Çizelge 4.2 ve 4.3'te A grubuna ait kumaşların baskı sonrası fiziksel test sonuçları verilmiştir. Bölüm 4.1.2 Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi'nde bu sonuçlar esas alınarak değerlendirme yapılacaktır.

Çizelge 4.4'de B grubuna ait kumaşların baskı sonrası tüm haslık test sonuçları verilmiştir. Bölüm 4.1.2 Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi'nde bu sonuçlar esas alınarak değerlendirme yapılacaktır.

Çizelge 4.4: B Grubu Kumaşlara Uygulanan Haslık Test Sonuçları.

Deneme No	Kuru Sürtme Haslığı	Yaş Sürtme Haslığı	Yıkama Haslığı	Su Haslığı	Ter Haslığı Alkali	Ter Haslığı Asit
13	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
14	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
15	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
16	3,5	3,0	4,0	4,5	4,5	4,5
17	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
18	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
19	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
20	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
21	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
22	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
23	4,5	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5
24	4,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5

Çizelge 4.5: B Grubu Kumaşlara Uygulanan Fiziksel Test Sonuçları

Deneme No	Kaplama Sonrası Et Kalınlığı (mm)	İşlem Sonrası Gramaj (g/m ²)	25 Yıkama Dayanımı (Görünüm)	Patlama Mukavemeti (kPa)	Pilling (Değerlendirme Skalası)
13	0,4292	223	Görünüm onaysız	Patlamadı*	4,5
14	0,4312	233	Uygun	Patlamadı*	4,5
15	0,4344	230	Uygun	Patlamadı*	4,5
16	0,4920	250	Uygun	300	4,5
17	0,4808	271	Uygun	Patlamadı*	4,5
18	0,5052	301	Uygun	Patlamadı*	4,5
19	0,5100	259	Uygun	Patlamadı*	4,5
20	0,6316	228	Uygun	Patlamadı*	4,5
21	0,4308	249	Uygun	Patlamadı*	4,5
22	0,4784	290	Görünüm onaysız	330	4,5
23	0,4960	249	Görünüm onaysız	220	4,5
24	0,6220	238	Uygun	310	4,5

*Patlamadı: Patlama mukavemet sonucunun 400 kPa'dan büyük olduğunu ifade eder.

Çizelge 4.6: B Grubu Kumaşlara Uygulanan Çekmezlik Fiziksel Test Sonuçları.

Deneme No	Yıkama Öncesi Kumaşın En Çekmesi (%)	Yıkama Sonrası Kumaşın En Çekmesi (%)	Yıkama Öncesi Kumaşın Boy Çekmesi (%)	Yıkama Sonrası Kumaşın Boy Çekmesi (%)	Yıkama Öncesi Kumaşın Dönmesi (%)	Yıkama Sonrası Kumaşın Dönmesi (%)
13	0	0,7	0	-0,7	0	0,7
14	-0,7	-0,7	0	-0,7	0	0
15	0	0	0	0	0,7	0,7
16	0	-0,7	0	-1,4	0	0,7
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0
22	0	-0,7	0	1,4	0,7	2,1
23	0	1,4	0	-3,6	0,7	0,7
24	0	-0,7	0	-0,7	0	0

Çizelge 4.5 ve 4.6’da B grubuna ait kumaşların baskı sonrası fiziksel test sonuçları verilmiştir. Bölüm 4.1.2 Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi’nde bu sonuçlar esas alınarak değerlendirme yapılacaktır.

4.1.2. A ve B Grubu Kumaşların Test Sonuçlarının Detaylı Değerlendirilmesi

Test sonuçları değerlendirilmesi farklı kumaş kalitelerine sahip olması nedeniyle ilk olarak A ve B grupları kumaşları için kendi aralarında değerlendirilecektir. A Grubu kumaşları ve B Grubu kumaşları kendi aralarında her test metodu için değerlendirildikten sonra A ve B grupları kumaşları birbirleri ile her metod için ayrı ayrı karşılaştırılarak değerlendirilecektir.

4.1.2.1. A Grubu Kumaşların Haslık Test Sonuçları

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de verilen A Grubu kumaşların kuru/yaş sürtme haslık testleri ticari boyar madde, atıl pamuk havları ve atıl poliester havları ile renklendirilmiş baskılı pamuk kumaşlar için verilmiştir. 1.deneme’den 12.deneme’ye kadar tüm denemelerin kuru/yaş sürtme haslık test sonuçlarının birbirleri ile aynı olduğu görülmektedir. Denemeler arasındaki tek farkın pigment baskı patını renklendirmek için kullanılan boyar madde/atıl pamuk elyafı/atıl poliester elyafı oranının değişmesidir. Bu değişimler ve test sonuçları göz önüne alındığında boyar madde/atıl hav kullanımının, baskının sürtme haslığını etkilemediği gözlemlenmiştir.

Şekil 4.3’de verilen A Grubu kumaşların yıkama haslığı verilmiştir. 12. deneme dışında kalan 11 deneme de aynı yıkama haslığı sonuçlarını vermiştir. 12. denemede 10 gram poliester elyafı kullanılarak hazırlanan numunenin yıkama haslığı test sonucu diğer 11 denemeye göre yarım puan düşük olduğu gözlemlenmektedir. Değerlendirme metotuna göre yarım puan fark benzer sonuçları ifade etmektedir (ISO 105-A03, 1993). ISO Değerlendirme Prosedürü baz alındığında boyar madde/atıl hav kullanımının, baskının yıkama haslığını etkilemediği gözlemlenmiştir.

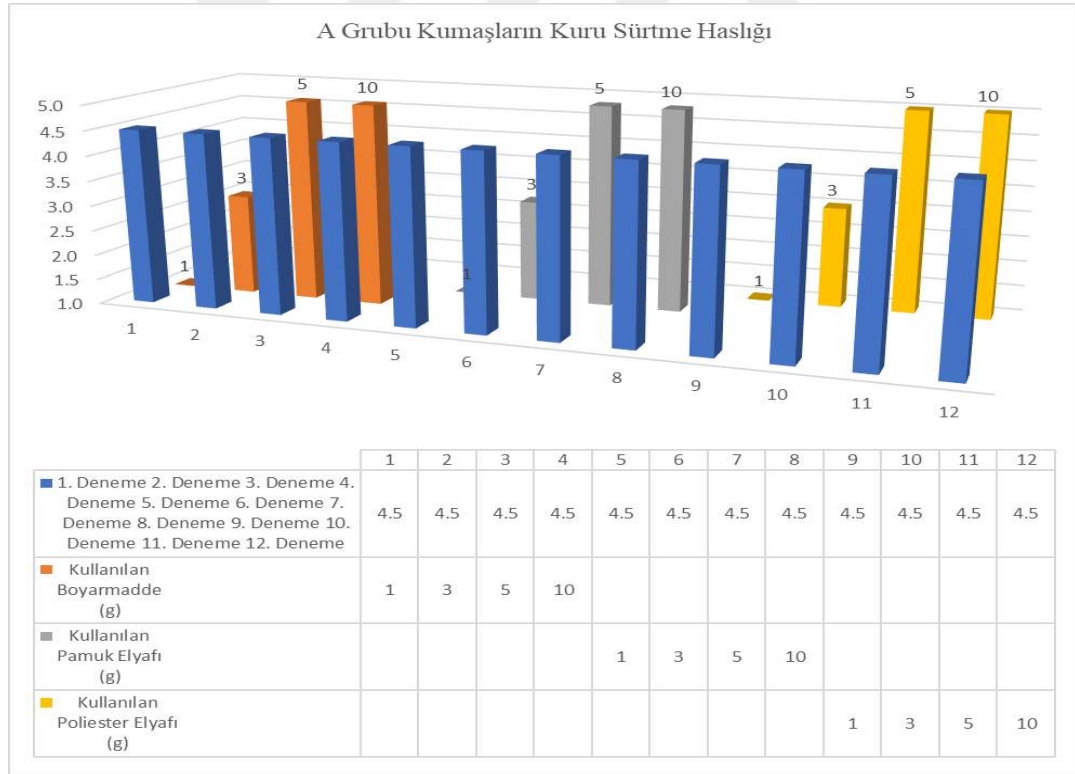
Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da verilen A Grubu kumaşların su ve ter alkali/asit haslık testleri ticari boyar madde, atıl pamuk havları ve atıl poliester havları ile renklendirilmiş baskılı pamuk kumaşlar için verilmiştir. 1.Deneme’den 12.Deneme’ye kadar tüm denemelerin su ve ter alkali/asit haslık test sonuçlarının birbirleri ile aynı olduğu görülmektedir. Test sonuçları göz önüne alındığında boyar madde/atıl hav kullanımının, baskının sürtme haslığını etkilemediği gözlemlenmiştir.

A grubu kumaşların tüm haslık testleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde çıkan sonuca göre pigment baskı patını renklendirmek için kullanılan boyar madde/atıl pamuk elyafı/atıl poliester elyafı oranının değişmesi kaynaklı denemelerin baskının haslık testlerini etkilemediği gözlemlenmiştir.

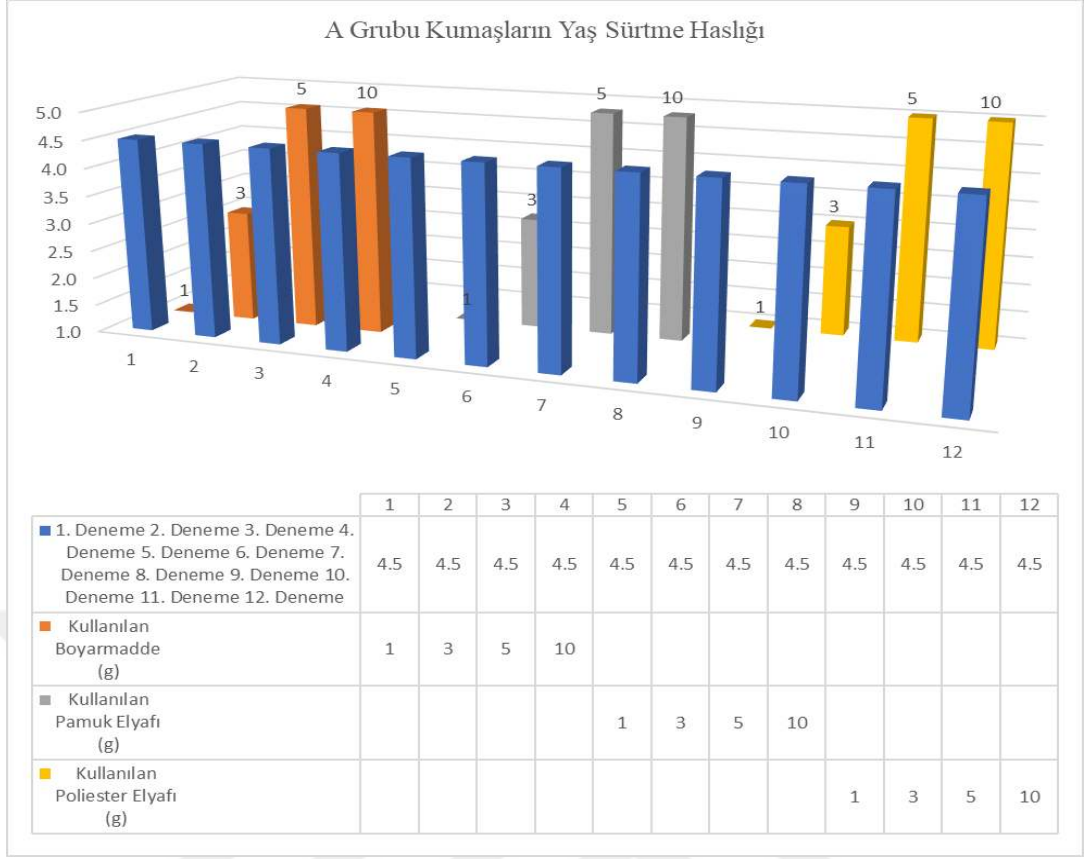
Haslık test sonuçları ve pilling test sonuçları Çizelge 4.7’de değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.7: Haslık Test Sonuçları ve Pilling Test Sonuçlarını Değerlendirme Skalası.

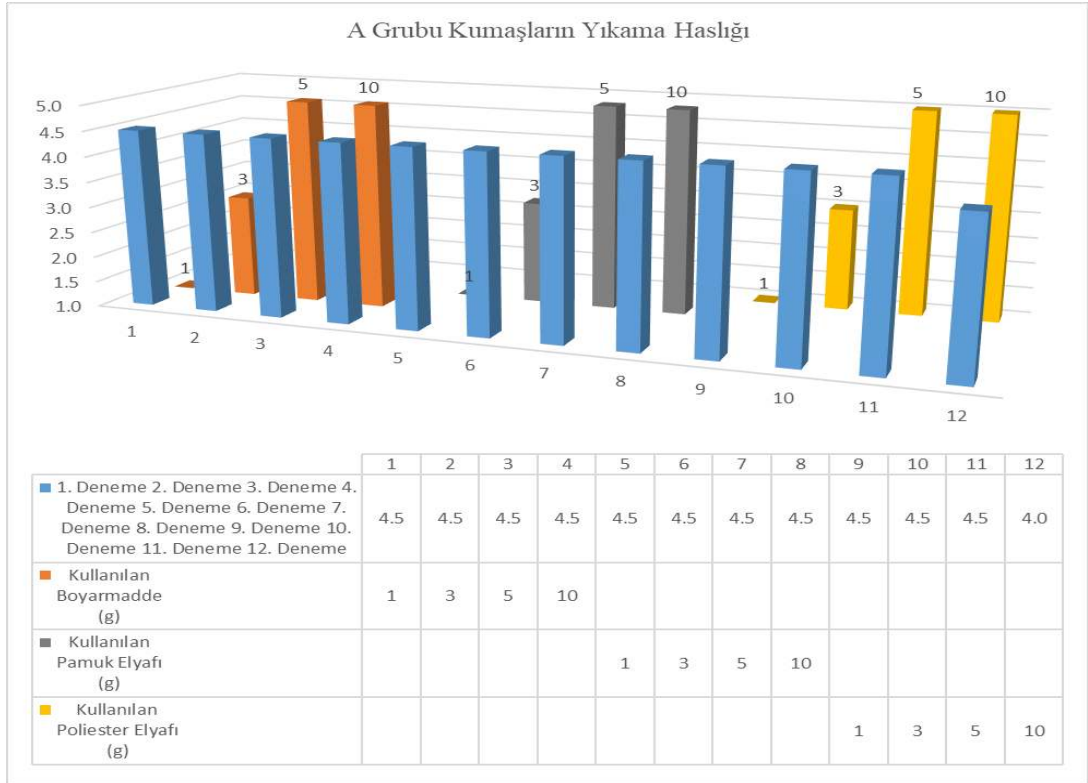
Değerlendirme Notu	Değerlendirme Notunun Görsel Karşılaştırma Açıklaması
1,0	En kötü haslık/ En kötü pilling (Kumaşın her yerinde renk değişimi/pilling var)
1,5	Kumaşın % 90 yerinde renk değişimi/pilling var
2,0	Kumaşın % 80 yerinde renk değişimi/pilling var
2,5	Kumaşın % 60-70 yerinde renk değişimi/pilling var
3,0	Orta derece haslık/ Orta derece pilling (Kumaşın % 50 yerinde renk değişimi/pilling var)
3,5	Kumaşın % 40 yerinde renk değişimi/pilling var
4,0	Kumaşın % 30 yerinde renk değişimi/pilling var
4,5	Kumaşın % 20-10 yerinde renk değişimi/pilling var
5,0	En iyi haslık/ En iyi pilling (Kumaşın hiçbir yerinde renk değişimi/pilling yok)



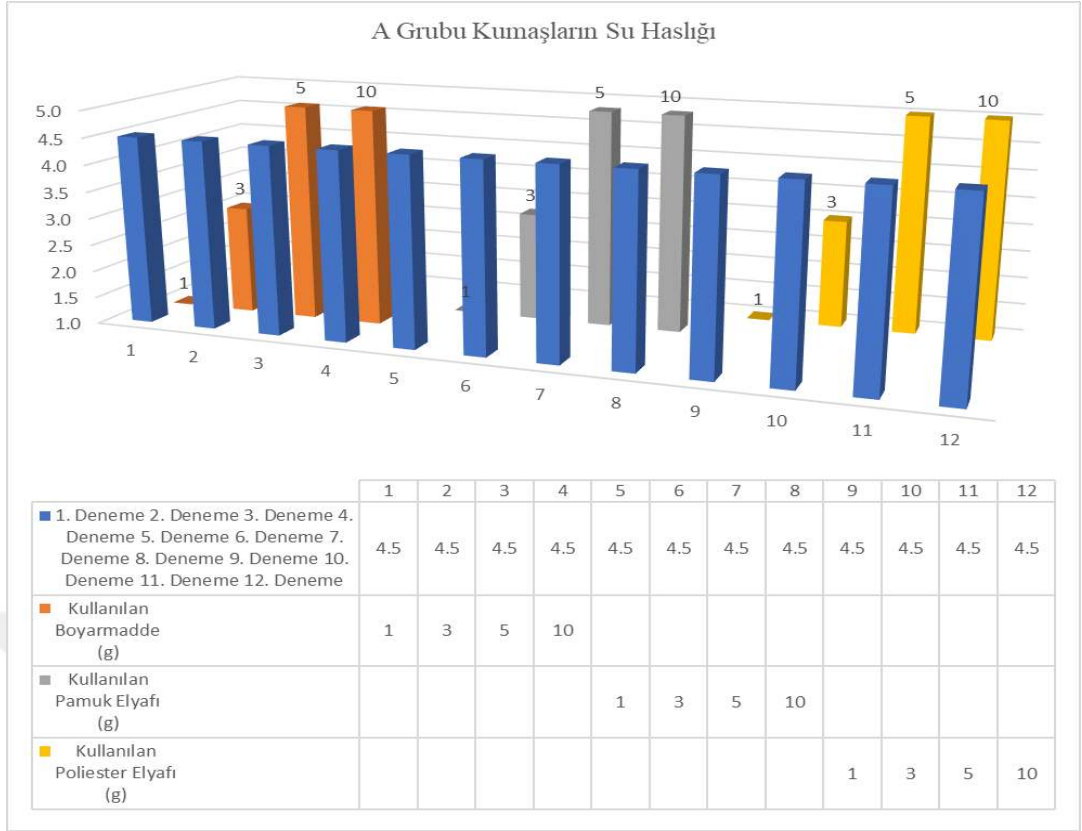
Şekil 4.1: A Grubu Kumaşların Kuru Sürtme Haslığı.



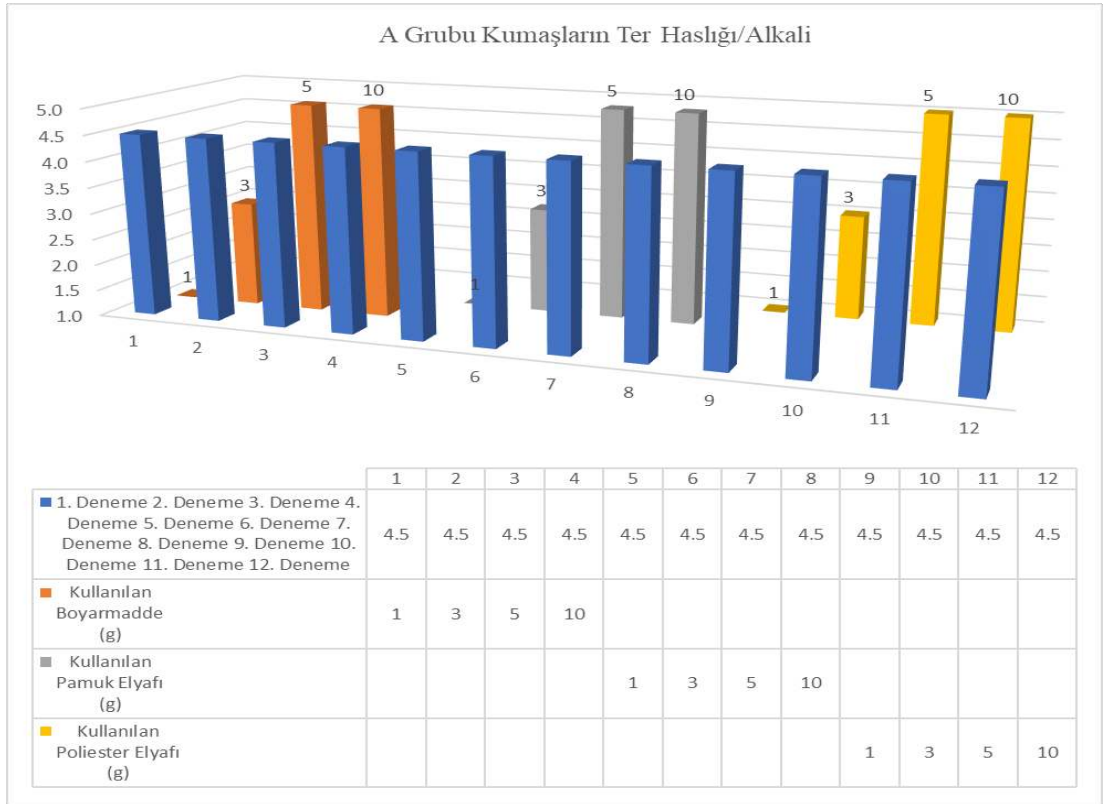
Şekil 4.2: A Grubu Kumaşların Yaş Sürtme Haslığı.



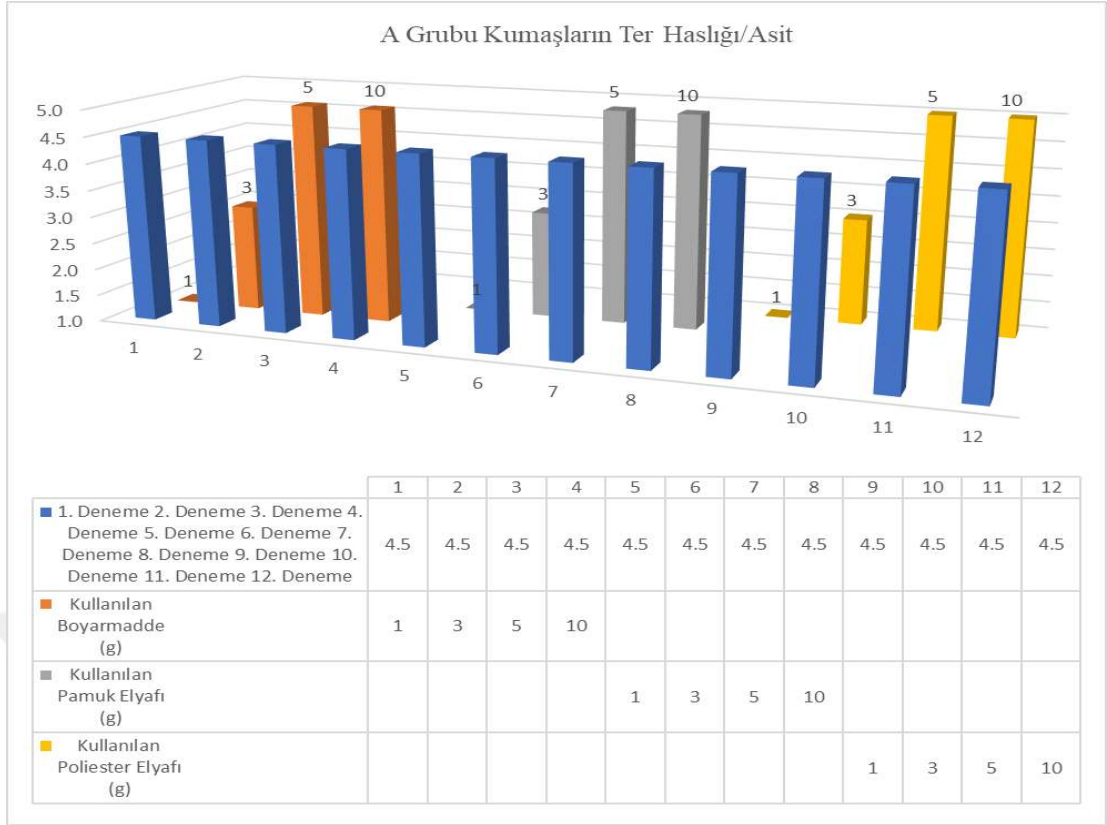
Şekil 4.3: A Grubu Kumaşların Yıkama Haslığı.



Şekil 4.4: A Grubu Kumaşların Su Haslığı.



Şekil 4.5: A Grubu Kumaşların Ter Haslığı/Alkali.



Şekil 4.6: A Grubu Kumaşların Ter Haslığı/Asit.

4.1.2.2. A Grubu Kumaşların Fiziksel Test Sonuçları

Fiziksel test sonuçları değerlendirilirken Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.9'dan yararlanılarak yorumlanmıştır. 25 yıkama sonrası görünüm testi için Çizelge 4.2'de verilen A Grubu kumaşlara uygulanan 25 yıkama testi sonuçları baz alınarak yorumlanmaktadır. Çizelge 4.2'e bakıldığında 1. ve 10. denemeler dışındaki tüm denemelerin 25 yıkamaya uygun olduğu belirtilmiştir. 1. ve 10. denemelerin 25 yıkamaya uygun olmamasının sebebi iyi bir fiksaj işlemi yapılamadığı için renkli pigment baskı patı kumaş ile iyi bir tutum gösterememiş ve bağlanamama kaynaklı probleminden dolayı 25 yıkamaya uygun görünüm sonucu alınmamaktadır.

Şekil 4.7'de verilen A Grubu kumaşların et kalınlığı testleri sonuçlarına bakıldığında ticari boyar madde, atıl pamuk havları ve atıl polyester havları ile renklendirilmiş baskılı pamuk kumaşların renklendirici madde artışı ile arttığı gözlemlenmektedir. 12 denemede de zemin kumaşının et kalınlığı Çizelge 4.9'da da belirtildiği gibi 0,3552 mm'dir. Şekil 4.7 detaylı incelendiğinde pigment baskı patına renk veren renklendirici türü değiştiğinde et kalınlığının da değiştiği gözlemlenmektedir.

Test sonuçlarına bakıldığında sentetik boyar madde ile renklendirilen pigment baskı patının uygulandığı kumaşların et kalınlığı pamuk ve poliester atıl havlar ile renklendirilmiş pigment baskı patının uygulandığı kumaşlara göre daha az artmaktadır. Bunun temel nedeni atıl havların sıkıştırılabilir olmaması ve hacim olarak daha fazla yer kaplaması ile ilgilidir.

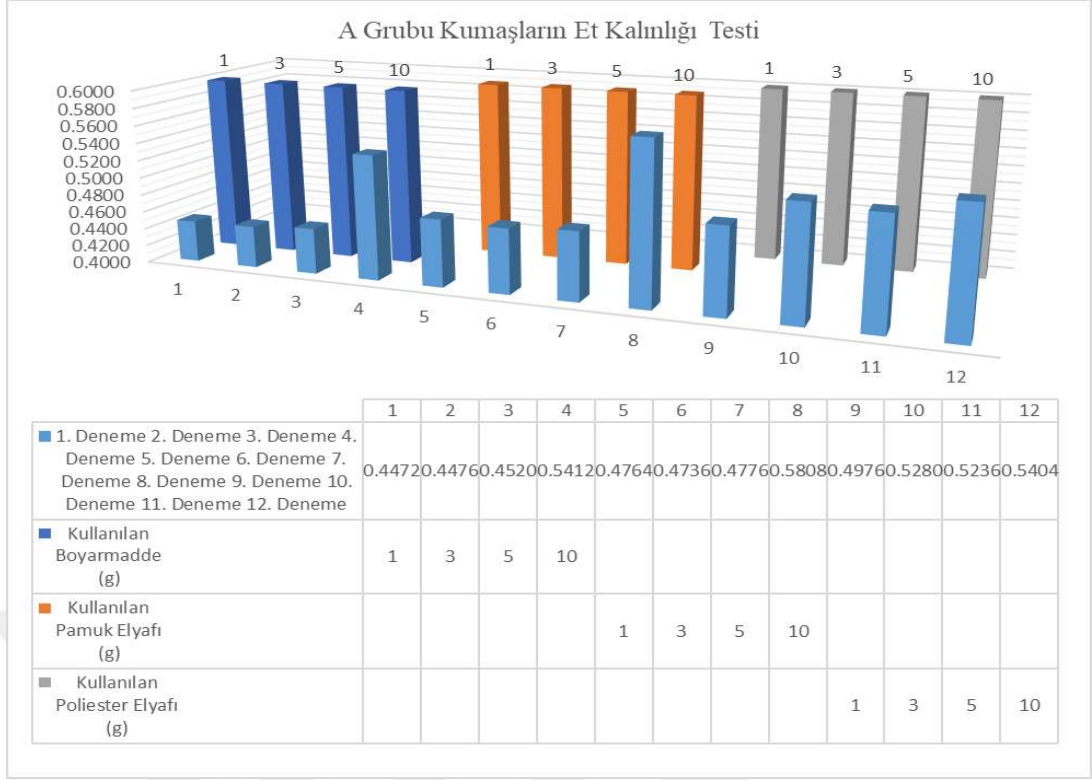
1.deneme'den 12.deneme'ye kadar tüm denemelerin et kalınlığı test sonuçlarının birbirleri ile farklı olduğu görülmektedir. Denemeler arasındaki tek farkın pigment baskı patını renklendirmek için kullanılan boyar madde/atıl pamuk elyafı/atıl poliester elyafı oranının değişmesidir. Bu değişimler ve test sonuçları göz önüne alındığında boyar madde/atıl hav kullanımının, nihai ürün üzerindeki et kalınlığını etkileyeceği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.8: A ve B Ham Kumaşa Uygulanan Fiziksel Test Sonuçları.

Kumaş Cinsi	Kumaşın Et Kalınlığı (mm)	Kumaşın Gramajı (g/m ²)	25 Yıkama Dayanımı (Görünüm)	Patlama Mukavvemeti (kPa)	Pilling (Değerlendirme Skalası)
A Grubu	0,3552	160	Uygun	240	4,5
B Grubu	0,3504	160	Uygun	Patlamadı	2,5

Çizelge 4.9: A ve B Ham Kumaşa Uygulanan Fiziksel Test Sonuçları.

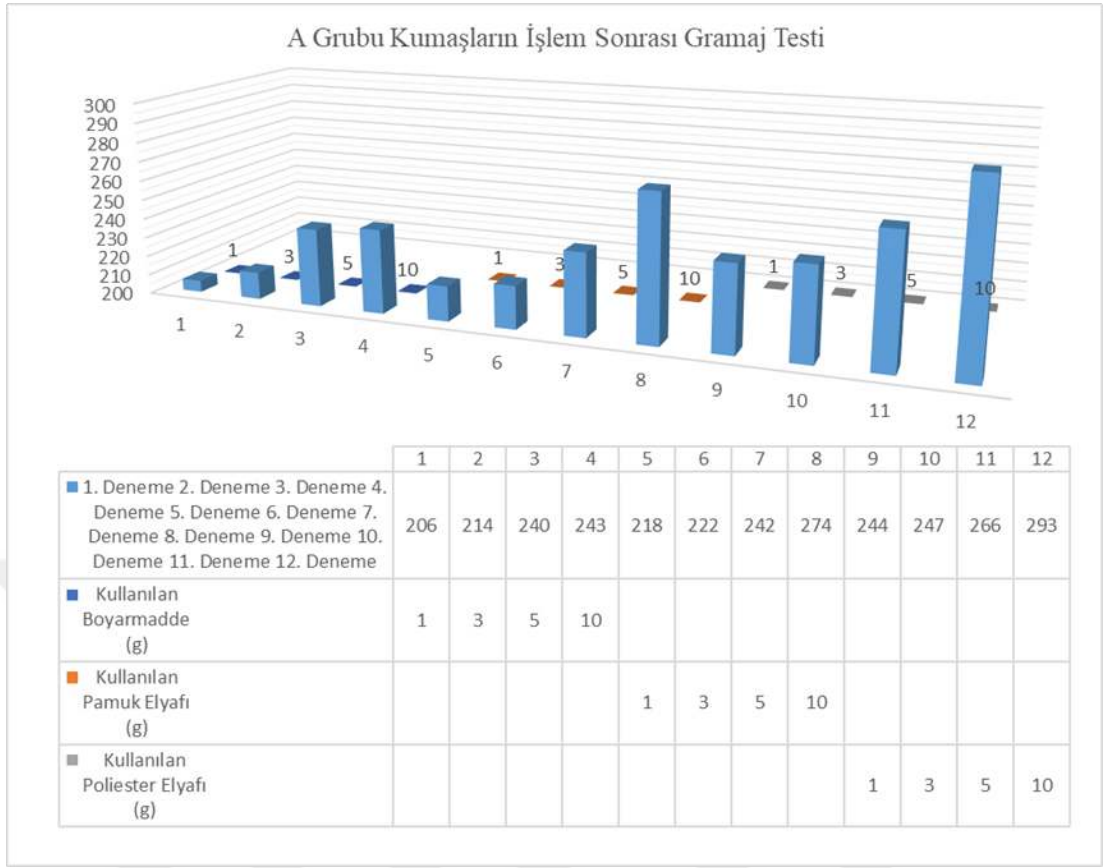
Deneme No	Yıkama Öncesi Kumaşın En Çekmesi (%)	Yıkama Sonrası Kumaşın En Çekmesi (%)	Yıkama Öncesi Kumaşın Boy Çekmesi (%)	Yıkama Sonrası Kumaşın Boy Çekmesi (%)	Yıkama Öncesi Kumaşın Dönmesi (%)	Yıkama Sonrası Kumaşın Dönmesi (%)
A Grubu	0	0,7	-1,5	-3,6	1,7	2,9
B Grubu	0	1,4	0	-0,7	0	1,4



Şekil 4.7: A Grubu Kumaşların Et Kalınlığı Testi.

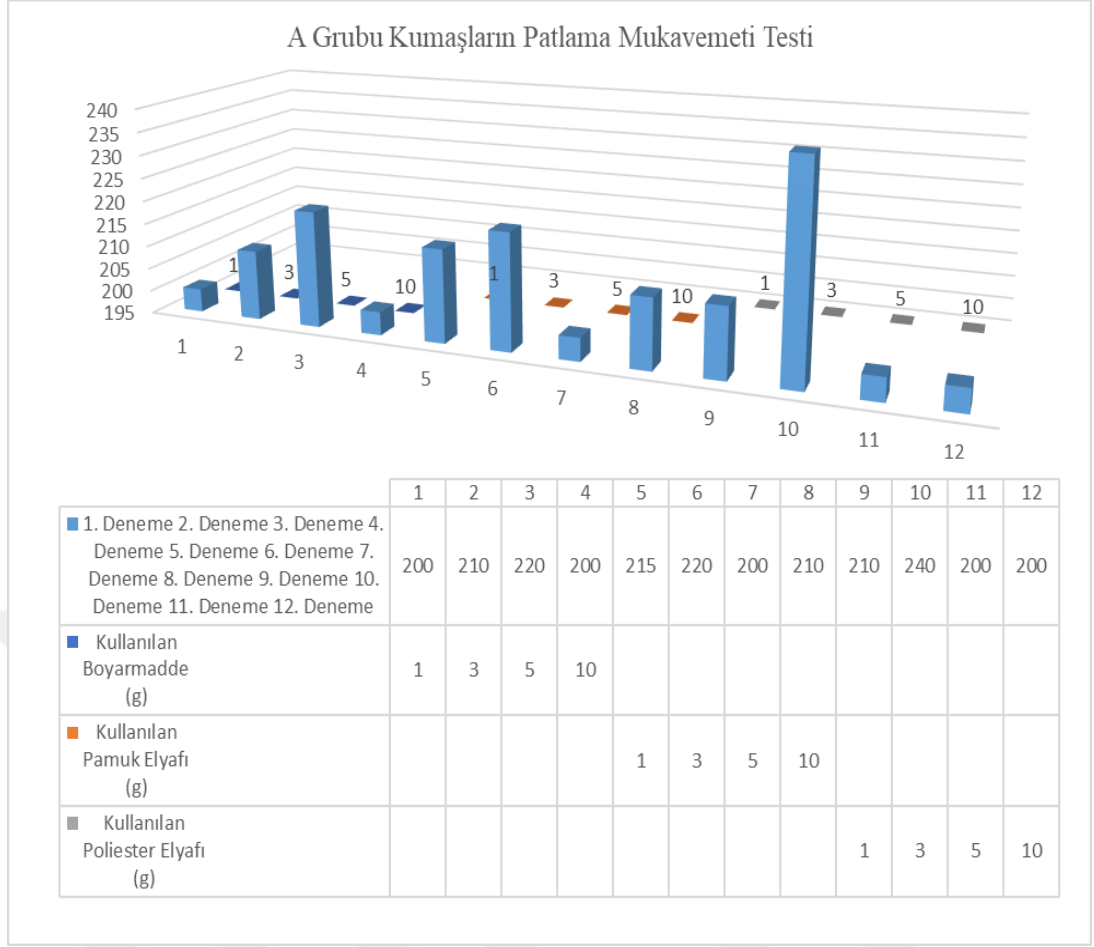
Şekil 4.8’de A Grubu kumaşların işlem sonrası gramaj test sonuçları verilmiştir. Sonuçları değerlendirirken zemin kumaşının gramajı Çizelge 4.8’de de belirtildiği gibi 160 g/m² olarak alınmıştır.

Test sonuçlarına bakıldığında renklendirici madde kullanımı arttıkça kumaşın işlem sonrası gramajı da artmaktadır. Buradaki artış renklendiricinin türüne göre değişiklik göstermektedir ve poliester havları ile renklendirilen pigment baskı patı uygulanan kumaşlar diğer renklendiricilerle uygulanmış kumaşlardan daha fazla ağırlığa sahiptir. Bunun sebebi olarak et kalınlığı ve gramaj testi incelendiğinde poliester havlarının pigment baskı patı ile daha iyi bağ yaptığı ve daha çok bağlandığı sonucuna varılmaktadır.



Şekil 4.8: A Grubu Kumaşların İşlem Sonrası Gramaj Testi.

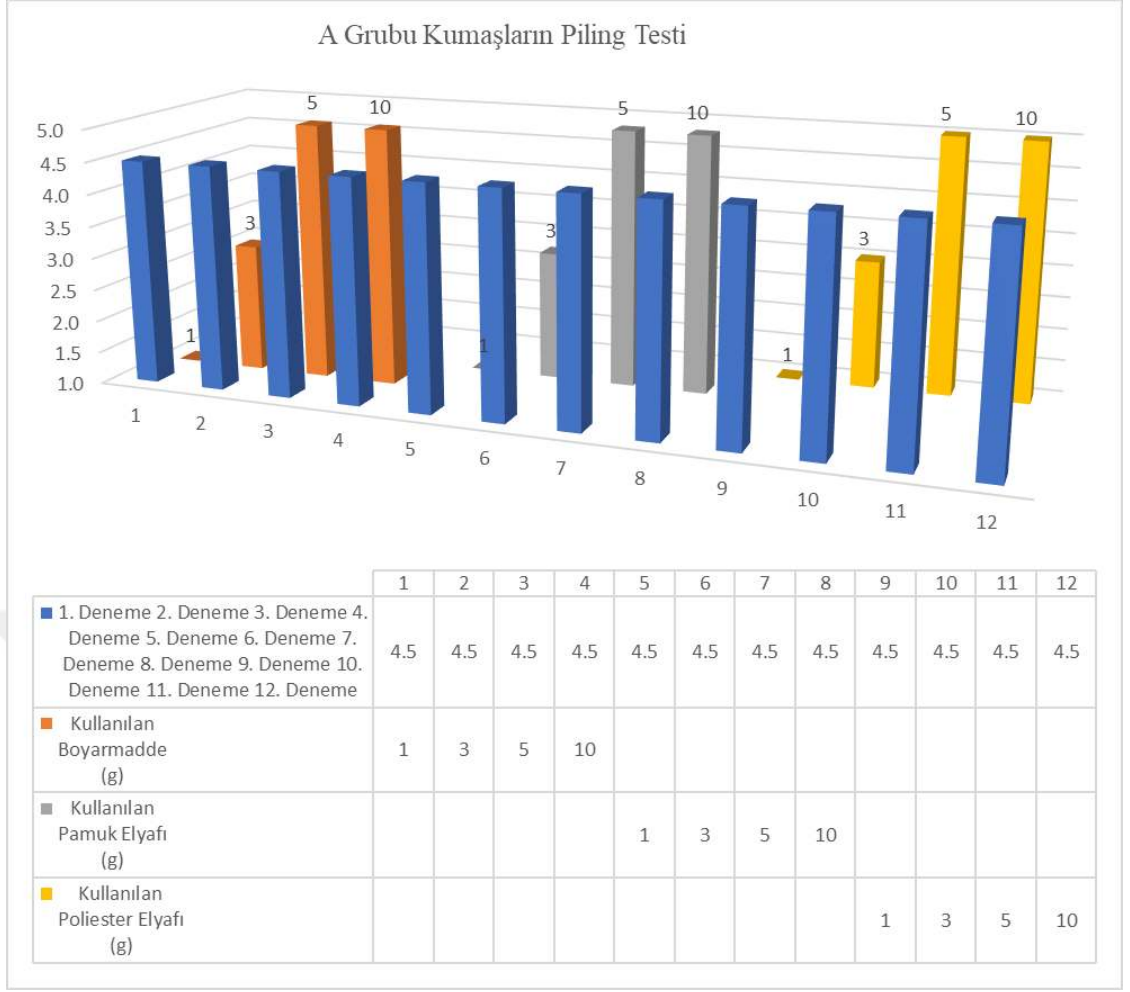
Şekil 4.9’da A Grubu kumaşların işlem sonrası patlama mukavemeti test sonuçları verilmiştir. Sonuçları değerlendirirken zemin kumaşının patlama mukavemeti her 12 deneme için de Çizelge 4.8’de de belirtildiği gibi 240 kPa olarak alındı ve sonuçlar incelendi. 12 denemenin sonuçları detaylı incelendiğinde çıkan sonuçların 200-240 kPa arasında olduğu fakat bir düzen içinde artıp azalmadığı gözlemlenmiştir. Burada sonuçlar baz alındığında renklendirici türünün mukavemete etkisinin ciddi bir fark yaratmadığı gözlenmiştir.



Şekil 4.9: A Grubu Kumaşların Patlama Mukavemeti Testi.

Şekil 4.10’da verilen A Grubu kumaşların pilling testleri ticari boyar madde, atıl pamuk havları ve atıl poliester havları ile renklendirilmiş baskılı pamuk kumaşlar için verilmiştir. 1.deneme’den 12.deneme’ye kadar tüm denemelerin pilling test sonuçlarının birbirleri ile aynı olduğu görülmektedir. Pilling test sonuçları Çizelge 4.7’de ki gibi değerlendirilmiştir. Denemeler arasındaki tek farkın pigment baskı patını renklendirmek için kullanılan boyar madde/atıl pamuk elyafı/atıl poliester elyafı oranının değişmesidir. Bu değişimler ve test sonuçları göz önüne alındığında boyar madde/atıl hav kullanımının, ürünün pilling sonucunu etkilemediği gözlemlenmektedir.

Ayrıca Şekil 4.10’da A Grubu kumaşların işlem sonrası pilling test sonuçlarının Çizelge 4.8’de de belirtilen ham kumaşın 4,5 pilling değerinin negatif yönde etkilemediği gözlemlenmektedir.



Şekil 4.10: A Grubu Kumaşların Pilling Testi.

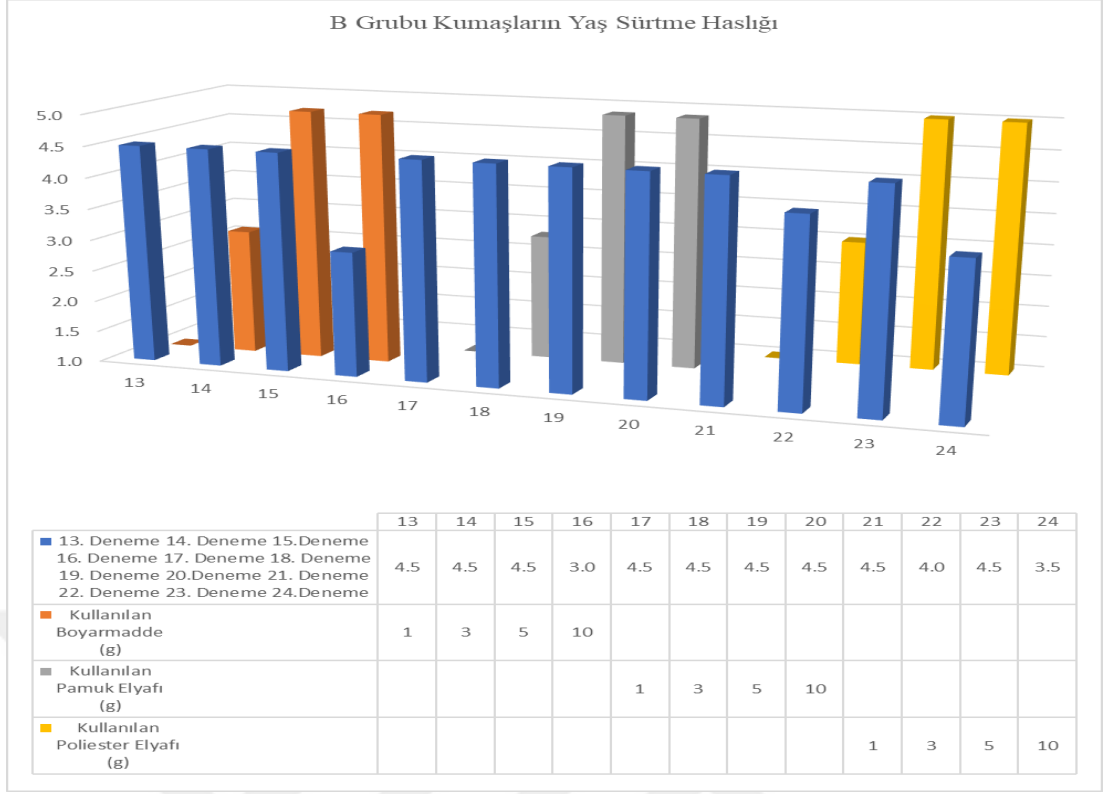
A grubu kumaşların en ve boy çekmesi, kumaşın dönmesi Çizelge 4.9 verilen ham veriler üzerinden de değerlendirme yapılmıştır. Çizelge 4.3’de verilen sonuçlara bakıldığında baskı işlemi sonrasında baskı patını renklendirici olarak kullanılan pamuk havı ve sentetik boyar maddenin çekme ve dönme üzerinde negatif bir etkisi olmadığının fakat polyester havlarının çekmeye ve dönmeye diğer renklendiricilere göre daha fazla etki gösterdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca kumaşın en ve boy çekmesi, kumaşın dönmesi ham verilere oranla pozitif yönde etkilendiği gözlemlenmiştir.

4.1.2.3. B Grubu Kumaşların Haslık Test Sonuçları

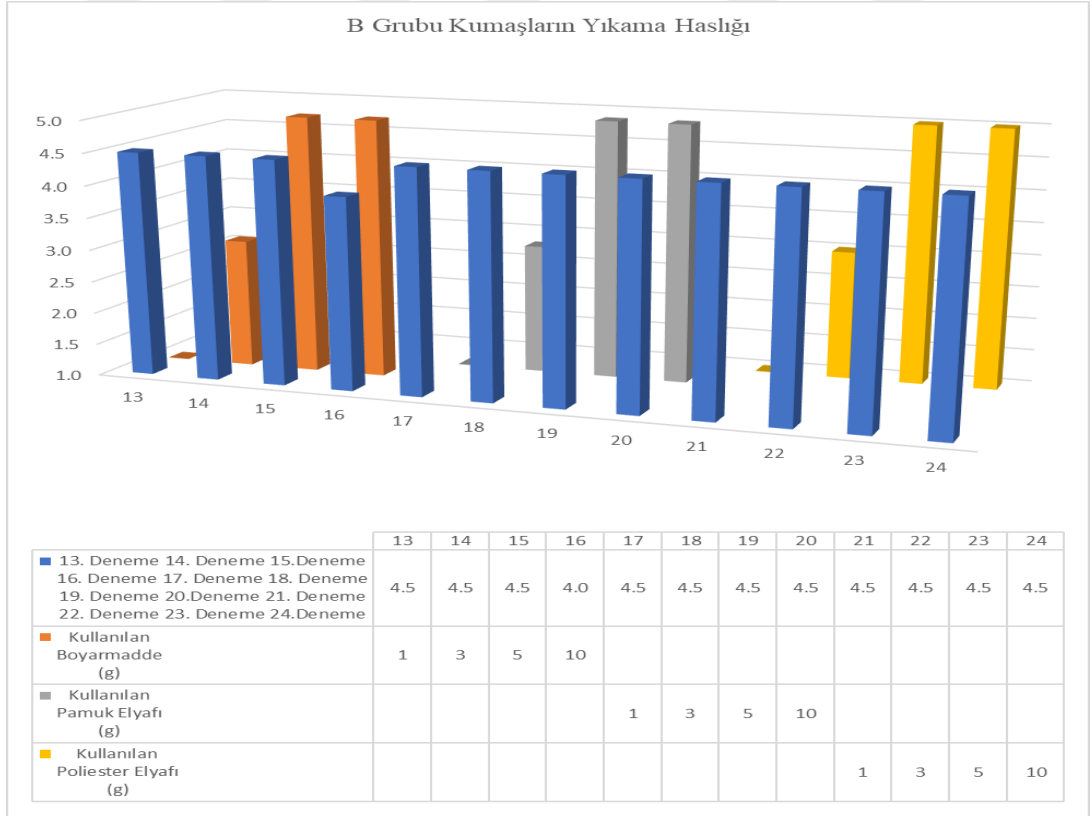
Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de verilen B Grubu kumaşların kuru/yaş sürtme haslık testleri ticari boyar madde, atıl pamuk havları ve atıl polyester havları ile renklendirilmiş baskılı polyester kumaşlar için verilmiştir. Kuru ve yaş sürtme

sonuçları Şekil 4.11 ve Şekil 4.12 incelendiğinde 16. deneme’de kuru ve yaş sürtme haslık değerlerinin diğer denelemelere göre farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca yaş sürtme haslığında 24. deneme sonucu da diğer denemelerin sonuçlarına oranla farklı bir değer göstermiştir. 16. ve 24. denemelerin 3,0 ve 3,5 haslık değerleri göstermesinin sebebi poliester alt zeminli B kumaşına elyaf bazlı renklendirici kullanılarak hazırlanan ve uygulanan baskı patının alt zemin kumaşına bağlanmasının homojen olmamasına dayanmaktadır.

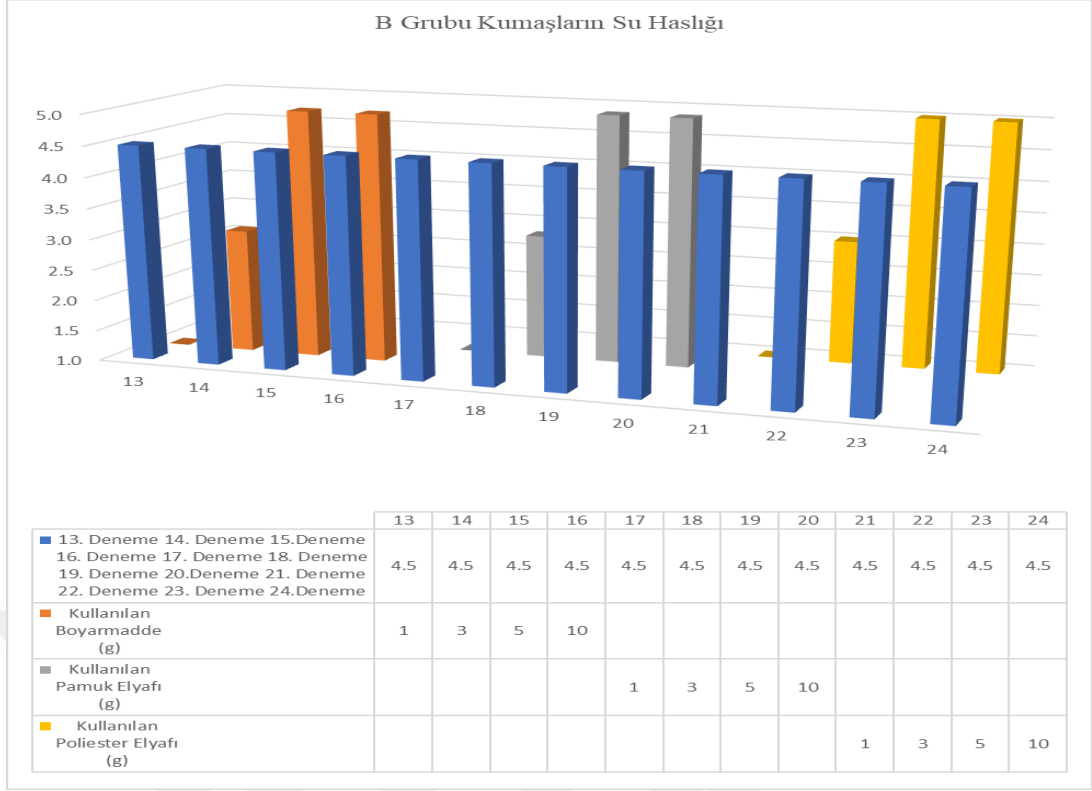
Şekil 4.11: B Grubu Kumaşların Kuru Sürtme Haslığı.



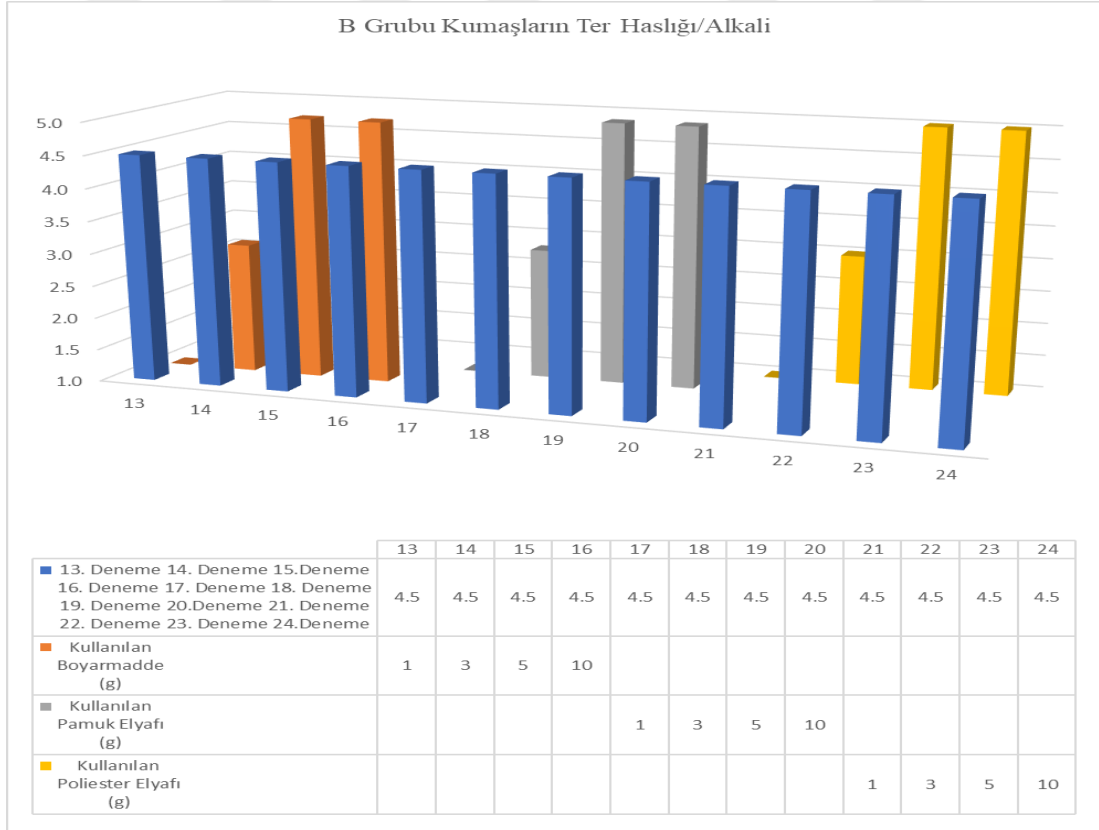
Şekil 4.12: B Grubu Kumaşların Yaş Sürtme Haslığı.



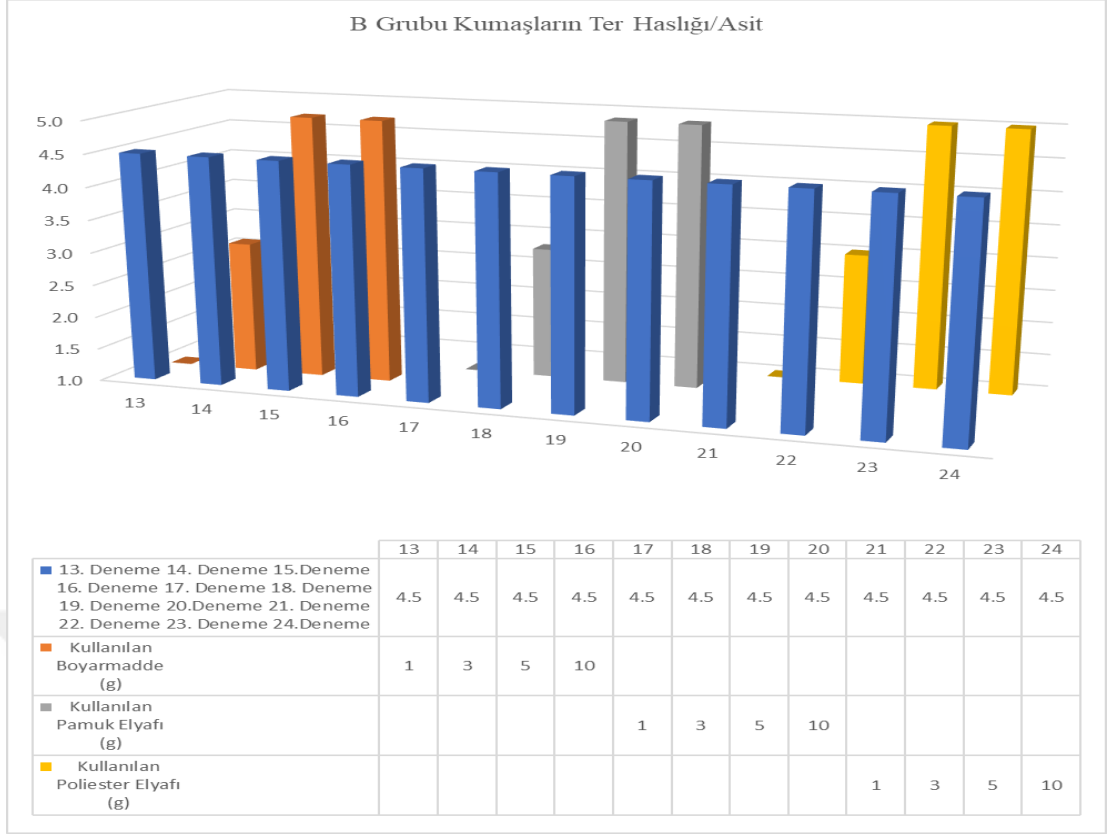
Şekil 4.13: B Grubu Kumaşların Yıkama Haslığı.



Şekil 4.14: B Grubu Kumaşların Su Haslığı.



Şekil 4.15: B Grubu Kumaşların Ter Haslığı/Alkali.



Şekil 4.16: B Grubu Kumaşların Ter Haslığı/Asit.

Şekil 4.13, 4.14, 4.15, 4.16’da B Grubu kumaşların sırasıyla yıkama, su, ter/alkali ve ter/asit haslığı benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Değerlendirme metotuna göre yarım puan fark benzer sonuçları ifade etmektedir (ISO 105-A03, 1993). ISO Değerlendirme Prosedürü baz alındığında boyar madde/atıl hav kullanımının, baskının yıkama, su, ter/alkali ve ter/asit haslığını etkilemediği gözlemlenmiştir.

B grubu kumaşların tüm haslık testleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde çıkan sonuca göre pigment baskı patını renklendirmek için kullanılan boyar madde/atıl pamuk elyafı/atıl poliester elyafı oranının değişmesi kaynaklı denemelerin baskının haslık testlerini yaş ve kuru sürtme haslığı dışında etkilemediği gözlemlenmiştir. Yaş ve kuru sürtme haslığı testindeki sonuçların farklı oluşu incelendiğinde kumaş alt zemininin baskı patını bağlamadaki homojenliği pamuk alt zemine göre daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Haslık test sonuçları ve pilling test sonuçları Çizelge 4.7’de ki gibi değerlendirilmiştir.

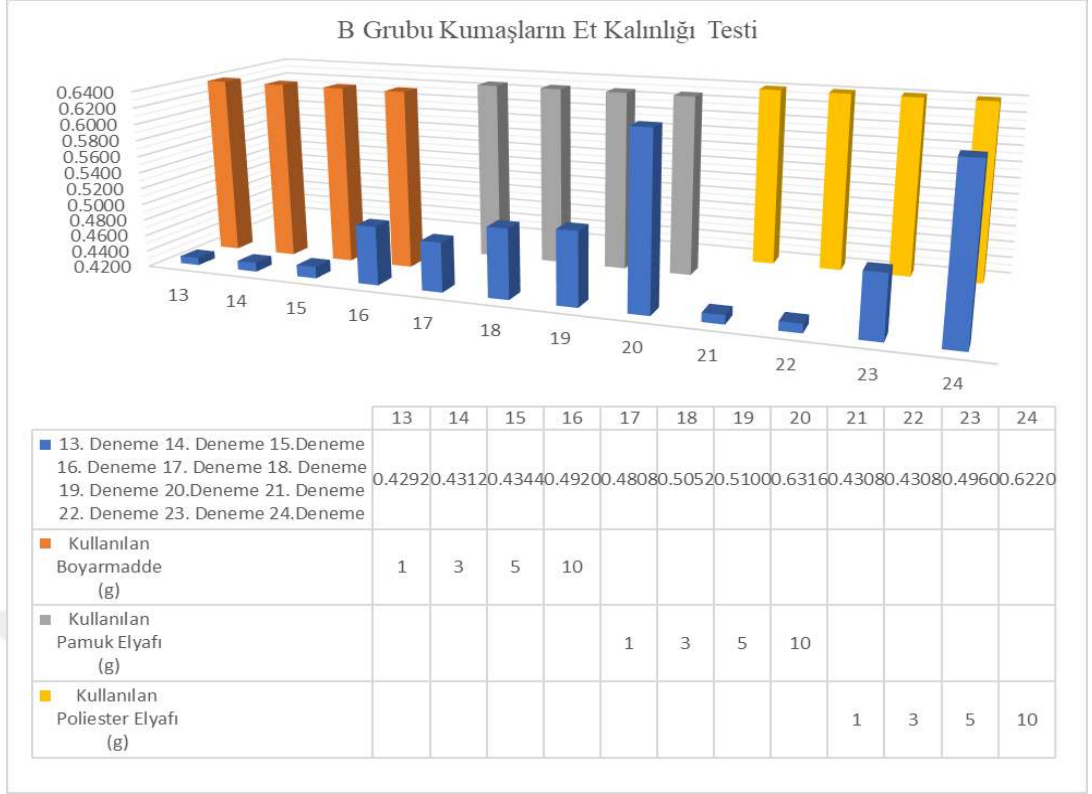
4.1.2.4. B Grubu Kumaşların Fiziksel Test Sonuçları

Fiziksel test sonuçları değerlendirilirken Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'dan yararlanılarak yorumlanmıştır. 25 yıkama sonrası görünüm testi için Çizelge 4.5'de verilen B Grubu kumaşlara uygulanan 25 yıkama testi sonuçları baz alınarak yorumlanmaktadır. Çizelge 4.5'e bakıldığında 13., 22. ve 23. Denemeler dışındaki tüm denemelerin 25 yıkamaya uygun olduğu belirtilmiştir. Belirtilen denemelerin 25 yıkamaya uygun olmamasının sebebi iyi bir fiksaj işlemi yapılamadığı için renkli pigment baskı patı kumaş ile iyi bir tutum gösterememiş ve bağlanamama kaynaklı probleminden dolayı 25 yıkamaya uygun görünüm sonucu alınamamıştır.

Şekil 4.17'de verilen B Grubu kumaşların et kalınlığı testleri sonuçlarına bakıldığında ticari boyar madde, atıl pamuk havları ve atıl poliester havları ile renklendirilmiş baskılı pamuk kumaşların renklendirici madde artışı ile arttığı gözlemlenmektedir. Şekil 4.17 detaylı incelendiğinde pigment baskı patına renk veren renklendirici türü değiştikçe et kalınlığında değiştiği gözlemlenmektedir. Test sonuçlarına bakıldığında sentetik boyar madde ile renklendirilen pigment baskı patının uygulandığı kumaşların et kalınlığı pamuk ve poliester atıl havlar ile renklendirilmiş pigment baskı patının uygulandığı kumaşlara göre daha az artmaktadır. Bunun temel nedeni atıl havların sıkıştırılabilir olmaması ve hacim olarak daha fazla yer kaplaması ile ilgilidir.

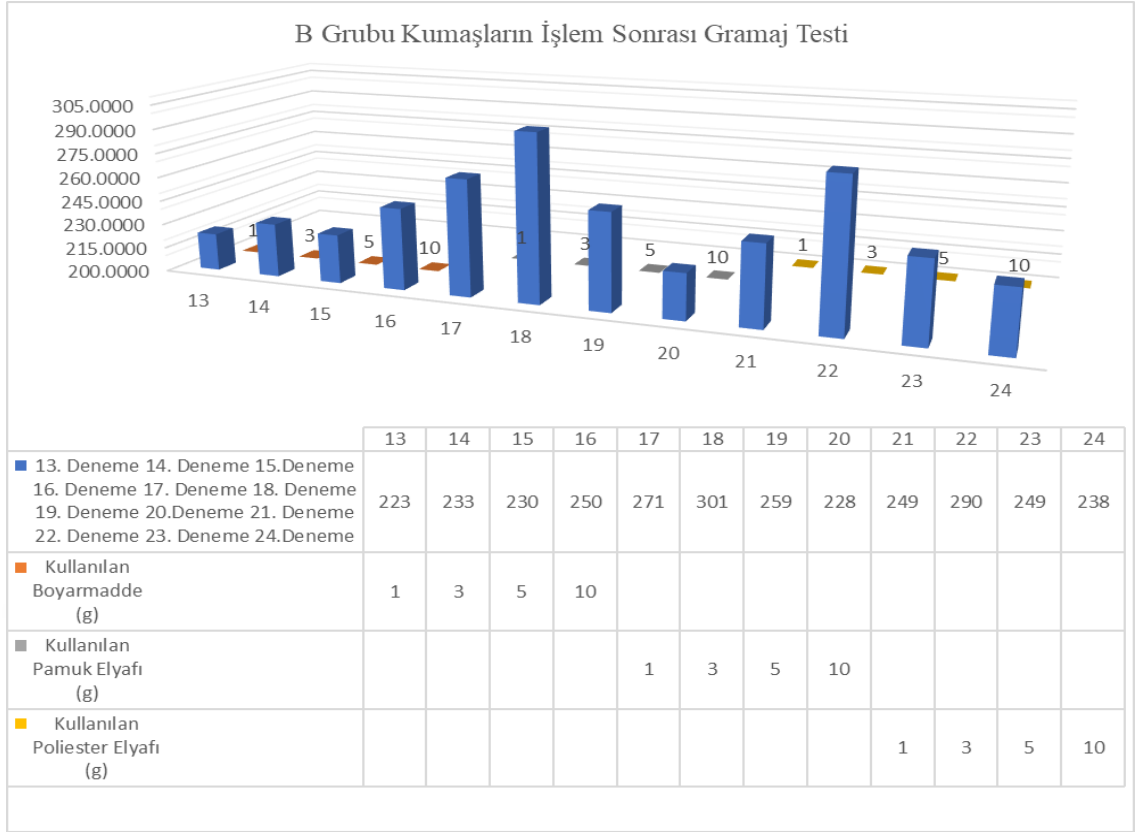
Bu değişimler ve test sonuçları göz önüne alındığında boyar madde/atıl hav kullanımının, nihai ürün üzerindeki et kalınlığını etkileyeceği gözlemlenmiştir.

B grubu kumaşların en ve boy çekmesi, kumaşın dönmesi Çizelge 4.9 verilen ham veriler üzerinden de değerlendirme yapılmıştır. Çizelge 4.6'da verilen sonuçlara bakıldığında baskı işlemi sonrasında baskı patını renklendirici olarak kullanılan pamuk havı dışındaki renklendirici olarak kullanılan sentetik boyar madde ve poliester havının kumaşın en ve boy çekmesi, kumaşın dönmesini negatif etkilediği gözlemlenmiştir. Ayrıca renklendirici olarak kullanılan pamuk havının test sonuçlarını pozitif yönde etkilediği de tespit edilmiştir.



Şekil 4.17: B Grubu Kumaşların Et Kalınlığı Testi.

Şekil 4.18’de B Grubu kumaşların işlem sonrası gramaj test sonuçları verilmiştir. Sonuçları değerlendirirken zemin kumaşının gramajı Çizelge 4.8’de de belirtildiği gibi 160 g/m² olarak alındı ve sonuçlar incelendi. Test sonuçlarına bakıldığında renklendirici madde kullanımı arttıkça kumaşın işlem sonrası gramajının düzensiz artışın kaynağı sentetik boyar madde dışında kullanılan baskı patı renklendiri havlar poliester kumaşta homojen olarak dağılmadığı ve gramajı doğrusal olarak arttırmadığı sonucuna varılmıştır.



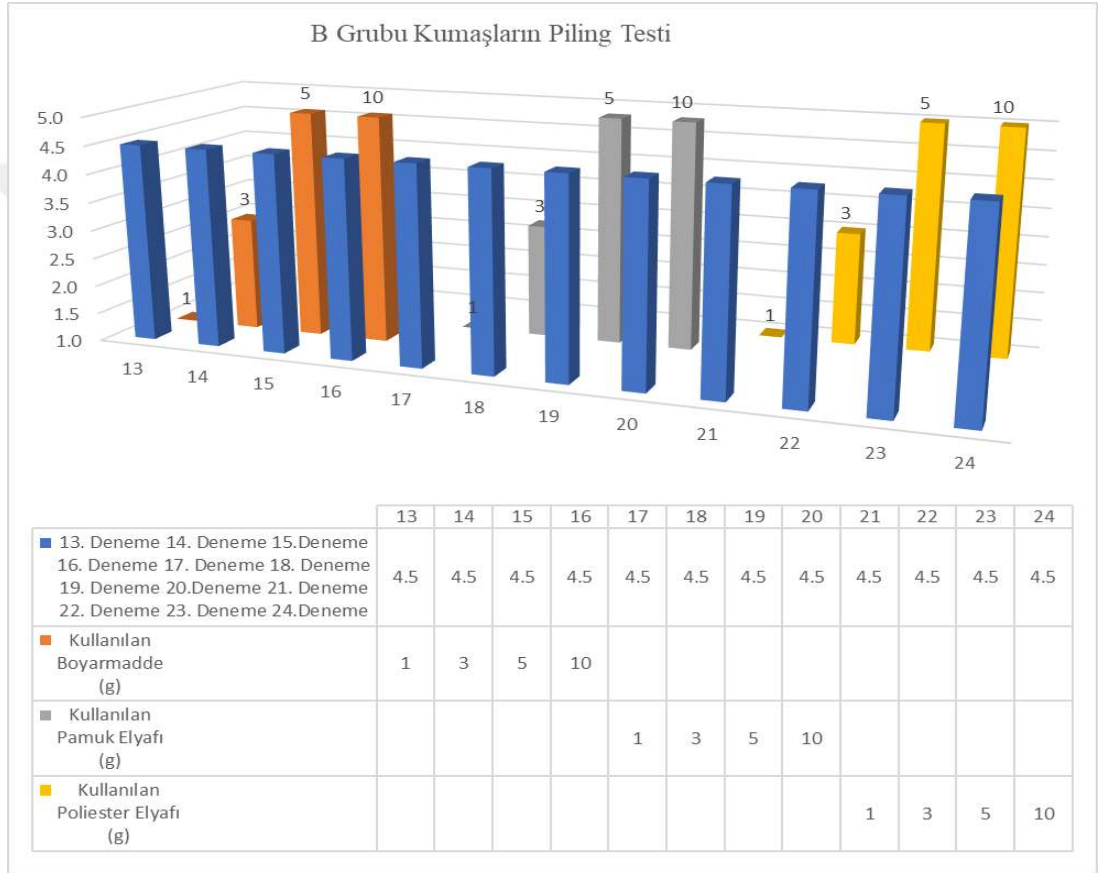
Şekil 4.18: B Grubu Kumaşların İşlem Sonrası Gramaj Testi.

B Grubu kumaşların işlem sonrası patlama mukavemeti test sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Sonuçları değerlendirirken zemin kumaşının patlama mukavemeti her 12 deneme için de Çizelge 4.8’de de belirtildiği gibi patlamadı olarak alındı ve sonuçlar incelendi. Fakat Çizelge 4.5 detaylı incelendiğinde çıkan sonuçların 16., 22., 23. ve 24. denemelerin dışında patlamadı olarak gözlemlenmiştir. Özellikle poliester alt zeminli kumaşa poliester hav kullanılarak renklendirilmiş baskı patı uygulaması sonucunda kumaşın patlama mukavemetinin ham mukavemetine oranla düştüğü gözlemlenmiştir. Gözlemlenen düşüşün oranı rakamsal olarak ifade edilememektedir, bunun sebebi ise ham kumaşın patlamaması ve mukavemet olarak rakamsal bir değerinin olmamasıdır.

Şekil 4.19’da verilen B Grubu kumaşların pilling testleri ticari boyar madde, atıl pamuk havları ve atıl poliester havları ile renklendirilmiş baskılı pamuk kumaşlar için verilmiştir. 13.deneme’den 24.deneme’ye kadar tüm denemelerin pilling test sonuçlarının birbirleri ile aynı olduğu görülmektedir. Pilling test sonuçları Çizelge 4.7’de ki gibi değerlendirilmiştir. Denemeler arasındaki tek farkın pigment baskı patını

renklendirmek için kullanılan boyar madde/atıl pamuk elyafı/atıl poliester elyafı oranının değişmesidir. Bu değişimler ve test sonuçları göz önüne alındığında boyar madde/atıl hav kullanımının, ürünün pilling sonucunu etkilemediği gözlemlenmektedir.

Ayrıca, Şekil 4.19'da B Grubu kumaşların işlem sonrası pilling test sonuçlarının Çizelge 4.8'de de belirtilen ham kumaşın 2,5 pilling değerini 4,5 olacak şekilde iyileştirdiği gözlemlenmektedir.



Şekil 4.19: B Grubu Kumaşların Pilling Testi.

4.1.2.5. A ve B Grubu Kumaşların Haslık Test Sonuçlarının Birbirine Göre Karşılaştırılması

A ve B grubu kumaşların haslık test sonuçları karşılaştırılırken ilgili test sonuçlarının grafiklerinden yararlanılmıştır. Kuru ve yaş sürtme haslığı test sonuçları için Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12 incelenmiş ve alt zeminin %100

poliester ve %100 pamuk içerikli olmasının yaş ve kuru sürtme haslığına etkileri yorumlanmıştır. Kuru ve yaş sürtme sonuçları Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12 incelendiğinde 16. deneme’de kuru ve yaş sürtme haslık değerlerinin diğer denelemlere göre farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca yaş sürtme haslığında 24. deneme sonucu da diğer denemelerin sonuçlarına oranla farklı bir değer göstermiştir. Poliester alt zeminli B kumaşına elyaf bazlı renklendirici kullanılarak hazırlanan ve uygulanan baskı patının kumaşa pamuk içerikli alt zemin kumaşına bağlanması gibi homojen özellik göstermesi sebebi ile 16. ile 24. denemelerin 3,0 ve 3,5 değerler gibi daha düşük haslık değerleri verdiği gözlemlenmiştir.

Şekil 4.2, 4.4, 4.5, 4.6, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16’da A ve B Grubu kumaşların sırasıyla yıkama, su, ter/alkali ve ter/asit haslığı test sonuçları incelendiğinde her bir test grubu için sonuçların birbirine benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Değerlendirme metotuna göre yarım puan fark benzer sonuçları ifade etmektedir (ISO 105-A03, 1993). ISO Değerlendirme Prosedürü baz alındığında boyar madde/atıl hav kullanımının, baskının yıkama, su, ter/alkali ve ter/asit haslığının kumaş zemininin pamuk veya poliester içerikli olmasının test sonuçlarını doğrudan etkilemediği gözlemlenmiştir.

A ve B grubu kumaşların tüm haslık testleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde çıkan sonuca göre pigment baskı patını renklendirmek için kullanılan boyar madde/atıl pamuk elyafı/atıl poliester elyafı oranının değişmesi kaynaklı denemelerin baskının haslık testlerini yaş ve kuru sürtme haslığı dışında etkilemediği gözlemlenmiştir. Yaş ve kuru sürtme haslığı testindeki sonuçların farklı oluşu incelendiğinde kumaş alt zemininin baskı patını bağlamadaki homojenliği pamuk alt zemine göre daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

4.1.2.6. A ve B Grubu Kumaşların Fiziksel Test Sonuçlarının Birbirine Göre Karşılaştırılması

A ve B grubu kumaşların fiziksel test sonuçları incelenmiş ve ilgili test sonuçlarının grafikleri kullanılarak yorumlanmıştır. Şekil 4.7 ve Şekil 4.17’de verilen A ve B Grubu kumaşların et kalınlığı testleri sonuçlarına bakıldığında ticari boyar madde, atıl pamuk havları ve atıl poliester havları ile renklendirilmiş baskılı pamuk ve poliester kumaşların renklendirici madde artışının her iki grup için de arttığı gözlemlenmektedir. Şekil 4.7 ve Şekil 4.17 detaylı incelendiğinde pigment baskı

patına renk veren renklendirici türü değişikçe et kalınlığında değiştiği gözlemlenmektedir. Et kalınlığının A ve B grup kumaşlarının test sonuçlarına bakıldığında sentetik boyar madde ile renklendirilen pigment baskı patının uygulandığı kumaşların et kalınlığı pamuk ve poliester atıl havlar ile renklendirilmiş pigment baskı patının uygulandığı kumaşlara göre daha az artmaktadır. Bu sonuçların temel nedeni atıl havların sıkıştırılabilir olmaması ve hacim olarak daha fazla yer kaplaması ile ilgilidir.

Bu değişimler ve test sonuçları göz önüne alındığında boyar madde/atıl hav kullanımının, nihai ürün üzerindeki et kalınlığını etkileyeceği gözlemlenmiştir ve alt zemin içeriğinin buna etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

İşlem sonrası gramaj test sonuçları değerlendirilirken şekil 4.8 ve şekil 4.18 incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda pamuk ve poliester alt zeminli kumaşların farklı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. A grubu pamuk içerikli alt zemin kumaşları test sonuçlarına bakıldığında renklendirici madde kullanımı arttıkça kumaşın işlem sonrası gramajı da artmaktadır. Artışın incelemesi yapıldığında renklendiricinin türüne göre değişiklik gösterdiği ve poliester havları ile renklendirilen pigment baskı patı uygulanan kumaşların diğer renklendiricilerle uygulanmış kumaşlardan daha fazla ağırlığa sahip olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak et kalınlığı ve gramaj testi incelendiğinde poliester havlarının pigment baskı patı ile daha iyi bağ yaptığı ve daha çok bağlandığı sonucuna varılmaktadır. B grubu poliester içerikli zemin kumaşları test sonuçlarına bakıldığında renklendirici madde kullanımı arttıkça kumaşın işlem sonrası gramajının düzensiz artışın kaynağı sentetik boyar madde dışında kullanılan baskı patı renklendiren havlar poliester kumaşta homejen olarak dağılmadığı ve işlem sonrası gramajı doğrusal olarak arttırmadığı gözlemlenmiştir.

A ve B grubu kumaşların işlem sonrası patlama mukavemeti test sonuçları Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.5’de verilmiştir ve sonuçları değerlendirirken zemin kumaşının patlama mukavemetleri de dikkate alınmıştır. Çizelge 4.8’de de belirtildiği gibi A grubu kumaşların işlem öncesi patlama mukavemeti 240 kPa, B grubu kumaşların patlama mukavemeti ise patlamadı olarak verilmiştir. İşlem sonrası patlama mukavemeti sonuçları incelendiğinde test sonuçlarının renklendirici türünün mukavemete etkisinin ciddi bir fark yaratmadığı fakat baskı sonrası mukavemetlerin baskı öncesi mukavemete oranla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak ise zemin kumaşı olarak A ve B grubu ham kumaşların baskı altına hazırlama

proseslerine tabi tutulduğu fakat baskı uygulanan kumaşlar hem baskı altına uygulanan proseslere hem de baskı fikseleme için kullanılan 170 °C'lik bir etüvde 30 dakika sıcakta bekleme prosesine tabi tutulduğu yorumuna varılmıştır.

Şekil 4.10 ve Şekil 4.19'da verilen A ve B Grubu kumaşların pilling test sonuçları incelendiğinde tüm sonuçları aynı değeri verdiği gözlemlenmiştir. Bu test sonuçları göz önüne alındığında boyar madde/atıl hav kullanımının, kumaş alt zemin cinsinin ürünün pilling sonucunu negatif yönde etkilemediği gözlemlenmektedir. Ayrıca Şekil 4.10'da A Grubu kumaşların işlem sonrası pilling test sonuçlarının Çizelge 4.8'de belirtilen ham kumaşın 4,5 pilling değerinin negatif yönde etkilemediği fakat Şekil 4.19'da B Grubu kumaşların işlem sonrası pilling test sonuçlarının Çizelge 4.8'de belirtilen ham kumaşın 2,5 pilling değerini 4,5 olacak şekilde iyileştirdiği gözlemlenmektedir. Bu iyileştirmenin sebebi olarak baskı altı kumaşlar tüylü yapıdadırlar fakat baskı işlemi gerçekleştikten sonra bu tüylü yapılar kaplanır ve pürüzsüz yüz elde edilir. Pürüzsüz yüzeyde tüylenme olmayacağı için pillinglenme gözlemlenmemiştir.

25 yıkama sonrası görünüm testi için Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.5'de verilen A ve B Grubu kumaşlara uygulanan test sonuçları baz alınarak yorumlanmıştır. Sonuçların tümü değerlendirildiğinde baskı patını renklendirici olarak kullanılan sentetik boyar madde/atık havın sonuçları direk etkilemediği sonucuna varılmıştır. Ayrıca kumaş alt zemin cinsinin de 25 yıkama sonrası görünüm testini etkilemediği, uygun olmayan bazı denemelerin 25 yıkamaya uygun olmamasının sebebinin iyi bir fiksaj işlemi yapılamadığı için renkli pigment baskı patı kumaş ile iyi bir tutum gösterememiş ve bağlanamama kaynaklı problemten dolayı 25 yıkamaya uygun görünüm sonucu alınmadığı sonucuna varılmıştır.

A ve B grubu kumaşların yıkama öncesi ve yıkama sonrası en-boy çekmesi ve kumaşın dönmesi test sonuçları Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.6'da verilen veriler üzerinden karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda her iki alt zemin cinsi içinde renklendirici olarak kullanılan Pamuk havının kumaşın en-boy çekmesi ve kumaşın dönmesine pozitif yönde etki yaptığı gözlenmektedir. B grubu kumaşların en-boy çekmesi ve kumaşın dönmesi A grubu kumaşlarına göre daha fazla negatif yönde etkilendiği gözlemlenmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında pigment baskı patı renklendirici sentetik boyar madde yerine alternatif olabilecek atık şardon havlarının tekrar kullanımının nihai ürün üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Çalışma kapsamında sentetik boyar madde, atıl pamuk havı ve atıl poliester havı kullanılarak pigment baskı patı renklendirilmiş ve bu değişkenlikler alt zemin kumaşının pamuk ve poliester değişkenleri baz alınarak ayrı ayrı incelenmiştir. Yapılan çalışma planında renklendirici olarak kullanılan üç ürün, fiziksel ve haslık testlerine tabi tutulmuştur.

Çalışmanın sonucunda haslık testleri detaylı incelendiğinde ve yorumlandığında sentetik boyar madde yerine atıl pamuk ve poliester havlarının kullanımının nihai üründe negatif sonuçlara yol açmadığı gözlemlenmektedir. Alt kumaş cinsinin baskı patının içerisinde ürünlerle bağlanmasına etki ettiği gözlemlenmiş ve pamuk alt zeminli A grubu kumaşların daha homojen sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Tüm fiziksel test sonuçları genel olarak incelendiğinde atıl pamuk havları ve atıl poliester havlarının sentetik boyar madde alternafi olabileceği sonucuna varılmıştır. Et kalınlığı ve işlem sonrası gramaj testi verileri ayrıca incelendiğinde renklendirici cinsine bağlı olarak test sonuçlarının değiştiği, boyar madde ile renklendirilmiş baskı patının uygulandığı kumaşların gramajları 205-250 g/m² aralığında değişirken atık havlar ile renklendirilmiş baskı patının uygulandığı kumaşların gramajları 220-300 g/m² aralığında değerler gösterdiği gözlemlenmiştir.

Çalışma sonuçları genel olarak değerlendirilirken fiksaj işleminin çok önemli olduğu ve sonuçları doğrudan etkilediği sonucuna varılmıştır ve bu sebeple fikseleme işlemlerinde baskının et kalınlığı, etüvde bekleme süresi, etüv sıcaklığı ve performansı takip edilmeli ve kontrol edilmelidir.

Genel itibariyle sonuçlar her bir renklendirici ürün için birbirine çok yakın çıkmaktadır ve bu doğrultuda sentetik boyar madde yerine alternatif olarak daha

çevreci bir yaklaşıma sahip atıl şardon havlarının kullanılmasının nihai üründe bir fark yaratmayacağı ortaya konulmuştur.

Bu çalışma sırasında geliştirilmesi gereken ve bir sonraki adım olan seri üretim için bazı çalışmaların yapılması önerilmektedir. Çalışma sırasında karşılaşılan fiksaj işleminin daha iyi yapılabilmesi ve standartlarının oluşturulması için fikse sıcaklığı ve fikse süresi çalışmaları yapılabilir. Bu çalışmalar planlanırken baskı patı uygulanmış kumaşların sararma problemleri detaylı olarak incelenebilir ve böyle baskı patının kumaşa bağlanması %100 olduğunda haslık ve fiziksel test sonuçlarında standart sağlanmış olur ve böylece alternatif ürün önerisi net olarak sağlanmış olacaktır.

Çalışma kapsamında uygulamalar yapılırken havların baskı patı içerisinde homojen dağılmadığı gözlemlenmiştir. Bu sorunun çözülmesi için havların baskı patı içinde homojen olarak dağıtacak bir kimyasal çalışması yapılabilir ve böylece et kalınlığı gramaj gibi fiziksel testlerin sonuçları sabit tutulabilir.

Pigment baskı patını renklendirmek için alternatif olarak sunulan renkli atıl havların homojen olarak pat içinde dağılımı sağlandıktan sonra rotasyon baskı seri üretimi için şablondan geçme çalışmaları yapılabilir ve böylece üretimde de kullanılabilir. Üretime uygunluk için havların dondurulması ve parçalanması çalışmaları yapılabilir. Bu konuda denemeler devam etmekte ve havları sertleştirmek için işletme kolası kullanıldıktan sonra 30 dakika etüvde bekletme ile havlar sertleşiyor ve fiziki parçalanmaya hazır hale getiriliyor. Bu öneriler çalışma olarak planlanabilir ve seri üretime uygun hale getirilerek daha çevreci bir bakış açısı ile alternatif ürün kullanımı desteklenebilir.

KAYNAKLAR

AATCC (2016). *Test Method for Colorfastness to Crocking: Crockmeter Method* (AATCC 8).

AATCC (2018). *Test Method for Dimensional Changes of Fabrics after Home Laundering* (AATCC 135) .

AATCC (2019). *Skewness Change in Fabric and Garment Twist Resulting from Automatic Home Laundering* (AATCC 179) .

Adebayo, G.J., Omolara, B.N. and Toyin, A.E. (2009). African Journal of Biotechnology, *Evaluation of yield of oyster mushroom (Pleurotus pulmonarius) grown on cotton waste and cassava peel*. (Vol. 8 (2), pp. 215-218). Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB>.

Alper, F. (2015). *Sürdürülebilirlik Kavramı İçerisinde Su Ayak İzi : Tekstil Sektörü Örneği* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Altun, Ş. (2016). Uşak Ticaret Ve Sanayi Odası Raporu. *Tekstil Üretim Ve Kullanım Atıklarının, Geri Kazanımı, Çevresel Ve Ekonomik Etkileri*.

Asaadi, S., Hummel, M., Hellsten, S., Salmi, T.H., Ma, Y., Michud, A. and Herbert Sixta, H.(2016). *Renewable High-Performance Fibers from the Chemical Recycling of Cotton Waste Utilizing an Ionic Liquid*. Available from <https://doi.org/10.1002/cssc.201600680>.

ASTM (2019). *Standard Test Method for Thickness of Textile Materials* (ASTM D 1777).

ASTM (2016). *Standard Test Method for Pilling Resistance and Other Related Surface Changes of Textile Fabrics: Random Tumble Pilling Tester* (ASTM D 3512).

Başer, İ. (1992). *Elyaf Bilgisi*. Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul.

Baykal, P.D. (2003). *Pamuk/Poliester Karışımı OE Rotor İplik Özelliklerinin Tahmin Edilmesi ve Karışımın Optimizasyonu*(Doktora tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Bharath, K.N., Basavarajappa, S.** (2015). *Sci Eng Compos Mater* 2015; aop, *Applications of biocomposite materials based on natural fibers from renewable resources: a review.*
- Bulut, Y., Erdoğan, Ü.H.** (2011). *The Journal of Textiles and Engineers*(18,82), *Selüloz Esaslı Doğal Liflerin Kompozit Üretiminde Takviye Materyali Olarak Kullanımı.* Dokuz Eylül Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Çelik, M. ve Kılıç, E.** (2020). *Bitkisel Kaynaklı Biyopolietilenin Biyokompozit Üretiminde Ve Polimer Karışımlarında Kullanımı.* *Journal of Textiles and Engineer*, 27,119.
- Dönmez, E.T., Türker, E.** (2017). *The Journal of Textiles and Engineers* (24,106), *Tekstil Atıkları İçeren Yüzeylerin Sahip Olduğu Elektromanyetik Kalkanlama, Ses Ve Isı İzolasyonu Özellikleri İlgili Literatür İncelemesi.* Uşak Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Uşak.
- Erdem, N.** (2004). *Kimyasal ve sentetik lifler.* Ders Notları
- Gan, L., Xiao, Z., Zhang, J., Amber, R.V., Hurren, C., Xu, W., Wang, Y., Wang, X.** (2021). *Springer Nature B.V. , Coloured powder from coloured textile waste for fabric printing application.* (*Cellulose*(2021) 28:1179–1189)). Available from <https://doi.org/10.1007/s10570-020-03573-0>.
- Hai, L.V., Son, H.N., Seo, Y.B.** (2015). *Springer Nature B.V. , Physical and bio-composite properties of nanocrystalline cellulose from wood, cotton linters, cattail, and red algae.* (*Cellulose* (2015) 22:1789–1798)). Available from <https://doi.org/10.1007/s10570-015-0633-z>.
- Halimi, M.T., Hassen, M.B., Sakli, F.** (2008). *Cotton waste recycling: Quantitative and qualitative assessment.* Available online at www.sciencedirect.com, *Resources, Conservation and Recycling* 52 (2008)785–79.
- Harmancıoğlu, M.** (1981) *Rejenere ve Sentetik Lifler.* İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları.
- ISO** (1993). *Textiles-Tests for Colour Fastness* (ISO 105-A03)
- ISO** (1977). *Determination Of Mass Per Unit Length And Mass Per Unit Area* (ISO 3801).
- ISO** (2010). *Test for colour fastness- Part C06: Colour fastness to domestic and commercial laundering* (ISO-105-C 06).

ISO (2013). *Tests for colour fastness — Part E01: Colour fastness to water* (ISO-105-E 01).

ISO (2013). *Tests for colour fastness — Part E04: Colour fastness to perspiration* (ISO-105-E 04).

ISO (2019). *Bursting properties of fabrics — Part 1: Hydraulic method for determination of bursting strength and bursting distension* (ISO 13938-1).

Kara, Ş. (2011). *Farklı Enine Kesit Şekillerinde Üretilen Kimyasal Lişlerin Yapısal Davranışları Ve Kullanım Özelliklerinin İncelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Lacoste, C., Hageb, R.E., Bergereta, A., Corna, S., Lacroix, P. (2017). Carbohydrate Polymers, *Sodium alginate adhesives as binders in wood fibers/textile waste fibers biocomposites for building insulation*. (S0144-8617(17)31424-8). Available online at <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.12.019>.

Maciel, M.M.Á.D., Benini, K.C.C.C., Voorwald, H.J.C., Cioffi, M.O.H. (2018). International Journal of Biological Macromolecules, *Obtainment and characterization of nanocellulose from an unwoven industrial textile cotton waste: effect of acid hydrolysis conditions*. (S0141-8130(18)33019-8). Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813018330198?via%3Dihub>.

Moriana, R., Vilaplana, F., Karlsson, S., Greu, A.R. (2011). Composites: Part A, *Improved thermo-mechanical properties by the addition of natural fibres in starch-based sustainable biocomposites*. (42(2011)30–40). Available online at <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2010.10.001>.

Muthuraja, R., Lacoste, C., Lacroix, P., Bergeret, A. (2019). Industrial Crops and Products, *Sustainable thermal insulation biocomposites from rice husk, wheat husk, wood fibers and textile waste fibers: Elaboration and performances evaluation*. Available online at <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.04.053>.

Johnson, R.D.J., Prabu, V.A., Amuthakkannan, P. and Prasath, K.A. (2017). A Review On Biocomposites And Bioresin Based Composites For Potential Industrial Applications. (Rev.Adv.Mater.Sci.48(2017)112-121). Kalsalingam University, Anand Nagar, Krishnankoil-6261 26, Tamil Nadu, India.

Silva, J.E., Melo, D.M.A., Melo, M.A.F., Aguiar, E.M., Pimenta, A.S., Medeiros, E.P., Calixto, G.Q., Braga, R.M. (2019). Environmental Science and Pollution Research, *Energetic characterization and evaluation of briquettes produced from naturally colored cotton waste*. Available online at <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04777-z>.

Silva, R.D., Byrne, N. (2017). *Utilization of cotton waste for regenerated cellulose fibres: influence of degree of polymerization on mechanical properties*. (S0144-8617(17)30679-3). Available online at <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.carbpol.2017.06.042>

Silva, D.R., Wang, X., Byrne, N. (2013). Springer Nature B.V., *Tri-component bio-composite materials prepared using an eco-friendly processing route*. (Cellulose (2013) 20:2461–2468). Available from <https://doi.org/10.1007/s10570-013-0014-4>.

Şekerci Kırca, G. (2012). *Pamuk, Rejenere Selüloz Ve Karışımlarından Oluşan Örme Mamüllerin Enzimatik Modifikasyonu Ve Optimizasyonu* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir

Topkaya, B. (2014). Akdeniz Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Çevre Sorunları Araştırma Ve Uygulama Merkezi. *Su Ayak İzi*. Antalya: 15. Eko-Okullar Koordinatör Öğretmenler Semineri.

Turan, Ö. (2022). *Use of Eco-Friendly Biocomposite Materials in Instrument Making*. The 12th International Hisarlı Ahmet Symposium.

URL-1<https://blog.artemisaritim.com/su-ayak-izi/>, erişim tarihi 04.03.2022.

URL-2<https://icac.org/>, erişim tarihi 04.03.2022. (ICAC Cotton This Month-Şubat 2019)

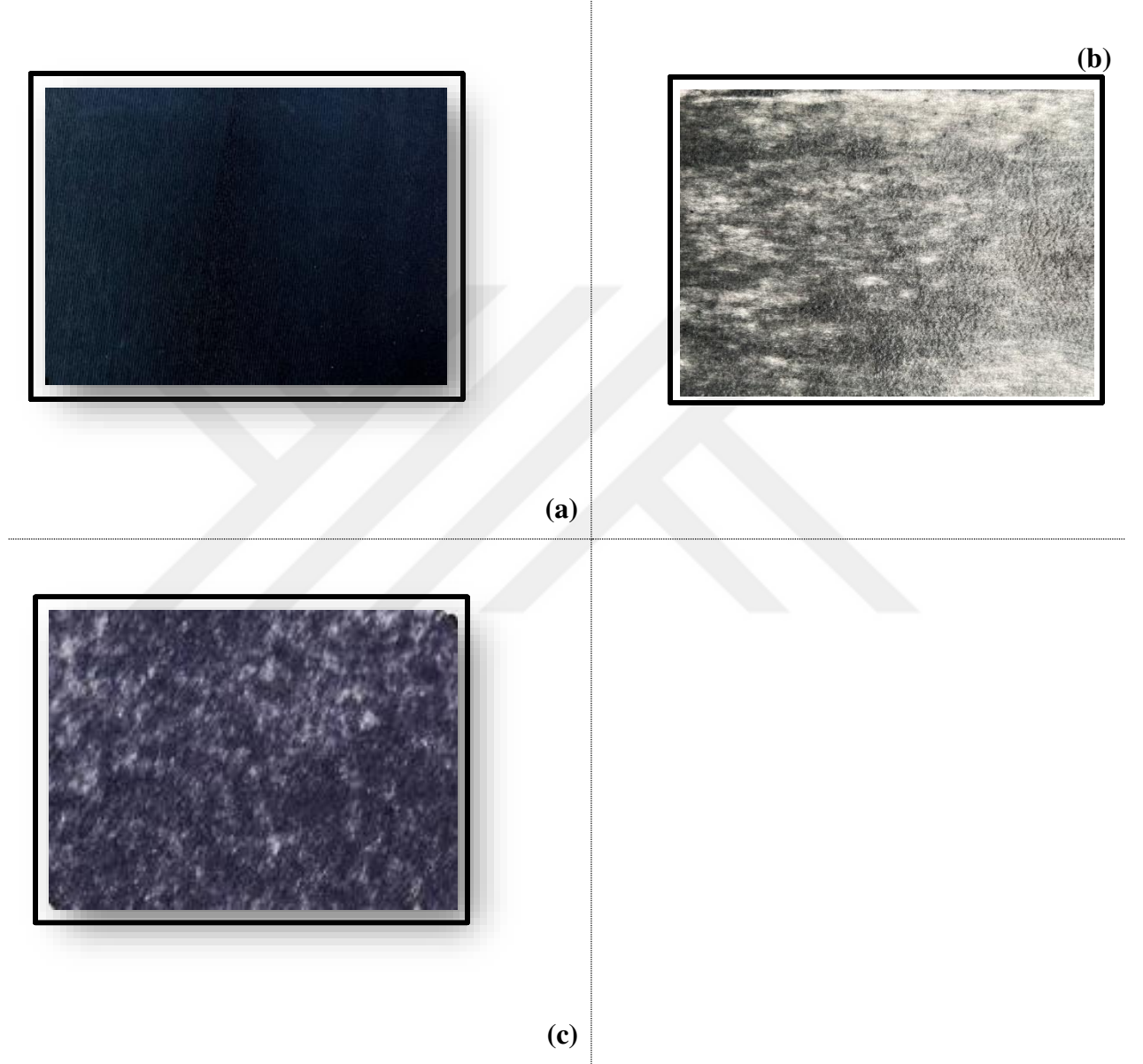
URL-3<https://www.fibre2fashion.com/industry-article/7901/global-polyester-market-outlook-till-2020>, erişim tarihi 09.01.2023.

Üçgül, İ., Elibüyük, U. (2014). SDU Teknik Bilimler Dergisi (4,2), *Tekstil Atıklarının Piroliz ile Değerlendirilmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Isparta.

Yıldırım, F.F., Avinç, O.O. ve Yavaş, A. (2012). *Poli (Trimetilen Tereftalat) Lifleri*. Journal of Textiles and Engineer, 19,87.

EKLER

EK A: Renklendirici Pat İle Uygulanmış Kumaş Görselleri



Şekil A.1 : Renklendirici Pat İle Uygulanmış Kumaş Görselleri: (a) Sentetik Boyar Madde İle Renklendirilmiş Patın Uygulandığı Kumaş Görseli (b) Atık Pamuk Havı İle Renklendirilmiş Patın Uygulandığı Kumaş Görseli (c) Atık Poliester Havı İle Renklendirilmiş Patın Uygulandığı Kumaş Görseli .

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Canan KÜÇÜK

Doğum Tarihi ve Yeri :

E-posta :

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2016, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya
- **Yüksek Lisans** : 2023, Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyokompozit Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Almaxtex Tekstil Laboratuvar Şefi olarak 2021’den beri çalışmaktadır.
- Almaxtex Tekstil ‘Ar-Ge Merkezi’nde Grup Lideri’ olarak 2019’dan beri çalışmaktadır.
- Turkuaz Tekstil’de 2018 yılında Ar-Ge uzamanı olarak çalışmıştır.
- Coats Türkiye’de 2017 yılında ‘Kalite Güvence’ departmanında çalışmıştır.

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- 11. Uluslararası Lif ve Polimer Sempozyumu’nda, ‘Rotasyon Baskı Prosesinde Artan Boyalı Baskı Patlarının Değerlendirilerek Sıfır Atık Odaklı Baskı Geliştirilmesi’ adlı bildiri ve ‘Temiz Teknolojiler’ oturumunda ilgili bildirinin sunumu yapılmıştır.

DİĞER ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- 8. Uluslararası Lif ve Polimer Sempozyumu’nda, ‘Effects of Bleaching, Dyeing, Printing, and Laundering on Electrical Resistance of Conductive Lines in Electrotexile Knitting’ adlı bildiri 4. Fibers & Polymers: Energy applications and Wearables oturumunda yayınlanmıştır.