T.C.
Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

DIŞ MEKAN KUMAŞLARA YAPILAN ÖN YIKAMA İŞLEMLERİNİN SU VE YAĞ İTİCİLİK BİTİM İŞLEMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Ahmet KARASU

Yüksek Lisans Tezi

DIŞ MEKAN KUMAŞLARA YAPILAN ÖN YIKAMA İŞLEMLERİNİN SU VE YAĞ İTİCİLİK BİTİM İŞLEMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Ahmet KARASU

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DIŞ MEKAN KUMAŞLARA YAPILAN ÖN YIKAMA İŞLEMLERİNİN SU VE YAĞ İTİCİLİK BİTİM İŞLEMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Ahmet KARASU
Orcid No: 0000- 0001-7482-0229

Prof. Dr. Mehmet ORHAN
(Danışman)
Orcid No: 0000-0001-8043-4148

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2023
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAY SAYFASI

Ahmet KARASU tarafından hazırlanan "DIŞ MEKAN KUMAŞLARA YAPILAN ÖN YIKAMA İŞLEMLERİNİN SU VE YAĞ İTİCİLİK BİTİM İŞLEMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mehmet ORHAN

Başkan : Prof. Dr. Mine AKGÜN
0000-0002-6415-7782
Bursa Uludağ Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı İmza

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Fatma DEMİRCİ
0000-0002-0617-8606
Bursa Teknik Üniversitesi
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi
Polimer Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı
İmza

Üye : Prof. Dr. Mehmet ORHAN
0000-0001-8043-4148
Bursa Uludağ Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ali KARA
Enstitü Müdürü
.. / .. / 2023

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

22/12/2023
İmza

Ahmet KARASU

TEZ YAYINLANMA
FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Prof. Dr. Mehmet ORHAN	Ahmet KARASU
22.12.2023	22.12.2023
İmza	İmza
Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum, anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.	Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum, anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi
DIŞ MEKAN KUMAŞLARA YAPILAN ÖN YIKAMA İŞLEMLERİNİN SU VE YAĞ İTİCİLİK BİTİM İŞLEMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Ahmet KARASU
Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet ORHAN

Bu çalışmada, dış mekan dokuma kumaşlara yapılan ön yıkama işlemlerinin kumaşların su ve yağ iticilik bitim işlemleri üzerine etkileri incelenmiştir.

İlk olarak PES ve PP iplikler kullanılarak atkı ve çözgü ipliği PES, atkı ipliği PP ve çözgü ipliği PES ve atkı ve çözgü ipliği PP olan bezayağı örgü yapısında üç farklı dış mekan dokuma kumaş üretilmiş, kumaşların gramaj ve katı (yabancı) madde oranları hesaplanmıştır. Ardından bu kumaşlara jet makinasında halat formunda ve iki farklı yıkama makinasında ise açık en formunda olmak üzere üç farklı yöntem ile yıkama yapılmıştır. Yıkama işlemleri sonrasında kumaşlar üzerindeki katı (yabancı) madde oranları yeniden hesaplanmıştır.

Son olarak ham ve yıkanmış kumaşlara üç farklı su iticilik kimyasalı ile bitim işlemi uygulanmış ve kumaşların su ve yağ iticilik testleri ve kumaş performans testleri yapılarak ön yıkama işlemlerinin su ve yağ iticilik bitim işlemleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dış mekan dokuma kumaş, ön yıkama, su ve yağ iticilik.
2023, viii + 83 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis
INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF PRE-WASHING TREATMENTS FOR OUTDOOR FABRICS ON WATER AND OIL REPELLENT FINISHING TREATMENTS
Ahmet KARASU
Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Textile Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet ORHAN

In this study, the effects of pre-washing processes on outdoor woven fabrics on water and oil repellency finishing processes have been examined.

First, three different outdoor woven fabrics with a twill weave structure were produced using PES and PP yarns as weft and warp yarns. The fabric weight and solid (foreign) matter content were calculated. Subsequently, these fabrics were subjected to three different washing methods: in rope form in a jet machine and in open-width form in two different washing machines. After the washing processes, the solid (foreign) matter content on the fabrics was recalculated.

Finally, three different water repellent chemicals were applied to both raw and washed fabrics. The fabrics underwent water and oil repellency tests, as well as fabric performance tests, to examine the effects of pre-washing processes on water and oil repellency finishing processes in the thesis format.

Keywords: Outdoor woven fabric, pre-washing, water and oil repellent.
2023, viii + 83 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca her türlü desteği sağlayan, tezin hazırlanmasında değerli zamanını ayıran, bilgi birikiminden ve tecrübesinden yararlandığım danışman hocam Sayın Prof.Dr. Mehmet ORHAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans çalışmamda kullanılan kumaşların üretilmesinde, test imkanlarından faydalanılmasında desteği olan Weavers Tekstil firmasına ve çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Yaşamım boyunca, her koşulda yanımda olan, desteğinden her zaman güç aldığım, emeklerinin karşılığını asla ödeyemeyeceğim annem Gülay KARASU'ya, babam Ali Karasu'ya, teşekkürlerimi sunuyorum.

Son olarak, kızım Defne'ye varlığı için teşekkür ederim,sonsuz sevgilerimi sunarım…

Ahmet KARASU
22/12/2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa
ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
İÇİNDEKİLER iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
ÇİZELGELER DİZİNİ ix
1. GİRİŞ 1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI 3
2.1. Tekstil Endüstrisinde Kullanılan Lifler 3
2.2. Poliester Lifleri 6
2.2.1. Poliester Liflerinin Fiziksel Özellikleri 8
2.2.2. Poliester Liflerinin Kimyasal Özellikleri 9
2.3. Polipropilen Lifi 10
2.3.1. Polipropilen Liflerinin Fiziksel Özellikler 11
2.3.2. Polipropilen Liflerinin Kimyasal Özellikleri 12
2.4. Dış Mekan Kumaşlarda Sentetik Liflerin Avantajları 13
2.5. Tekstil Liflerinden Yüzey Oluşumu ve Dokuma Kumaş Yapıları 14
2.6. Su ve Yağ İticilik Bitim İşlemleri 15
2.6.1. Islanma Teorisi ve Yüzey Temas Açısı Ölçümü 17
2.6.2. Florokarbon Esaslı Kimyasallar ve Etki Mekanizmaları 23
2.6.3. Silikon Esaslı Kimyasallar ve Etki Mekanizmaları 26
2.7. Literatürde Yapılan Çalışmalar 27
3. MATERYAL VE YÖNTEM 33
3.1. Üretilen Kumaşlar ve Özellikleri 33
3.2. Kullanılan Kimyasallar ve Özellikleri 33
3.3. Kullanılan Makinalar ve Özellikleri 35
3.3.1. Dokuma Makinası 35
3.3.2. Yıkama Makinaları 36
3.3.2.1 Halat Formunda Yıkama Makinası 36
3.3.2.2. Açık En Yıkama Makinaları 36
3.4. Yöntem 38
3.4.1. Kumaş Üretim İşlemleri 38
3.4.2. Yıkama İşlemleri 38
3.4.2.1. Halat Formunda Yıkama İşlemleri 38
3.4.2.2. Açık En Yıkama İşlemleri 39
3.4.3. Kurutma İşlemleri 39
3.4.4. Su ve Yağ İticilik Bitim İşlemleri 39

3.5. Çalışmada Yapılan Testler ve Test Yöntemleri 40
3.5.1. Gramaj Ölçümleri 41
3.5.2. Kumaş Yüzeyindeki Katı Madde Oranı Ölçümleri 41
3.5.3. Yırtılma Mukavemeti Ölçümleri 41
3.5.4. Dikiş Mukavemeti Ölçümleri 42
3.5.5. Aşınma Dayanımı Birinci İplik Kopuşu Ölçümleri 43
3.5.6. Boncuklanma Dayanımı Ölçümleri 43
3.5.7 Işık Haslığı Ölçümleri 44
3.5.8 Yaş Kuru Sürtme Haslığı Ölçümleri 45
3.5.9. Su İticilik Ölçümleri 46
3.5.10. Yağ İticilik Ölçümleri 48
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 49
4.1. Gramaj Ölçümleri 50
4.2. Kumaşlar Üzerindeki Katı (Yabancı) Madde Oranları Ölçümü 52
4.3. Yırtılma Mukavemeti Ölçümleri 54
4.4. Dikiş Dayanımı Ölçümleri 58
4.5. Aşınma Dayanımı - Birinci İplik Kopuşu Ölçümleri 62
4.6. Boncuklanma Dayanımı Ölçümleri 64
4.7. Kuru ve Yaş Sürtme Haslık Ölçümleri 66
4.8. Işık Haslığı Ölçümleri 69
4.9. Su İticilik Ölçümleri 71
4.10. Yağ İticilik Ölçümleri 73
5. SONUÇ 75
KAYNAKLAR 79
ÖZGEÇMİŞ 83

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
°C	Celcius derece
%	Yüzde
cm	Santimetre
dak	Dakika
den	Denye
g	Gram
g/m²	1 m²'deki gram olarak ağırlığın değeri
Qc	Temas açısı
N	Newton
m	Metre
m²	Metrekare
m^3	Metreküp
ml	Mililitre
mm	Milimetre
Pa	Pascal
sa	Saat
sn	Saniye
γ_{SG}	Katı-gaz gerilimi
γ_{LG}	Sıvı-gaz gerilimi
γ_{SL}	Katı-sıvı gerilimi

Kısaltmalar	Açıklama
AATCC	Amerikan Tekstil Kimyasalları ve Renklendirme Derneği
ABS	Aktilonitril Bütadien Stiren Terpolimeri
ATM	Atmosfer Basıncı
CSIL	Centre for Industrial Studies
EG	Etilen Glikol
EN	Avrupa Standartları
f	Filament
ISO	International Organization for Standardization
PAN	Poliakrilonitril
PE	Politilen
PEN	Polietilen Naftalat
PES	Polyester
PET	Polietilen teraftalat
PP	Polipropilen
PVC	Polivinilklorür
TPA	Tereftalik Asit
TS	Türk Standartları

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 2.1.	2022 yılı Avrupa bölgesi dış mekan kumaşların tüketim oranları (CSIL, 2022)	3
Şekil 2.2.	Doğal ve sentetik liflerin tüketimleri (https://www.textileworld.com)	6
Şekil 2.3.	Etilen glikol ve tereftalik asit ile PET sentezi (https://www.wikiwand.com)	7
Şekil 2.4.	PES liflerinin kesit görünüşleri yuvarlak (a), içi boş (b), üçgen (c), içi boş trilobal (d) (Karaca ve ark. 2012)	8
Şekil 2.5.	PP kimyasal yapısı (https://www.vem-tooling.com)	10
Şekil 2.6.	PP konfigürasyonları (http://www.petrocuyo.com)	11
Şekil 2.7.	Doğal ve sentetik liflerin kullanım miktarları (milyon ton) (https://www.textiletoday.com.bd)	13
Şekil 2.8.	Bezayağı örgü raporu ve bu örgü ile dokunmuş kumaş yapısı (Oğultürk, 2008)	15
Şekil 2.9.	Katı-sıvı arasında oluşan temas açısı (https://inovatifkimyadergisi.com)	18
Şekil 2.10.	Katı-sıvı arasında oluşan farklı temas açı örnekleri (Linda ve ark, 2014)	20
Şekil 2.11.	Su molekül yapısı (https://en.wikipedia.org)	21
Şekil 2.12.	Lif yüzeyinde florokarbon etkisi, m=8-10, X ve Y komonomerler, daha çok stearilakrilatlar, R=H veya CH_3 (poliakrilik veya polimetakrilik asit esterleri), A lif yüzeyi (Schindler, 2004)	24
Şekil 2.13.	Polisiloksan kopolimer yapısı (Choudhury, 2017)	27
Şekil 3.1.	Dornier PTV 8/J marka dokuma makinası	35
Şekil 3.2.	Fong's Allfit marka jet yıkama makinası	36
Şekil 3.3.	Bianco Happy Scour marka açık en yıkama makinası	37
Şekil 3.4.	Küsters Washenlage marka açık en yıkama makinası	37
Şekil 3.5.	Numune kesme aparatları ve hassas terazi	41
Şekil 3.6.	James Heal firmasının Titan marka mukavemet cihazı	42
Şekil 3.7.	Yırtılma mukavemeti testi için numune alma yöntemi	42
Şekil 3.8.	Martindale marka aşınma cihazı	43
Şekil 3.9.	Nu- Martindale marka aşınma cihazı	44
Şekil 3.10.	Boncuklanma değerlendirmede kullanılan standart fotoğraflar	44
Şekil 3.11.	Aygenteks firmasının ışık haslığı cihazı	45
Şekil 3.12.	Aygenteks firmasının krokmetre cihazı	46
Şekil 3.13.	Ataç Makine firmasının Spr-01 marka su iticilik ölçüm cihazı	47
Şekil 3.14.	Sprey test değerlendirmede kullanılan standart fotoğraflar	47
Şekil 4.1.	Kumaş gramaj değerleri	51
Şekil 4.2.	Kumaşlar üzerindeki yağ ve yabancı madde oranları	53
Şekil 4.3.	Çözgü yönünde yırtılma mukavemeti değerleri	55
Şekil 4.4.	Atkı yönünde yırtılma mukavemeti değerleri	57
Şekil 4.5.	Çözgü yönünde dikiş mukavemeti değerleri	59

Şekil 4.6. Atkı yönünde dikiş dayanımı değerleri 61
Şekil 4.7. 1 iplik kopuş için aşınma (devir) değerleri 63
Şekil 4.8. Boncuklanma dayanım değerleri 65
Şekil 4.9. Kuru renk haslığı değerleri 67
Şekil 4.10. Yaş renk haslığı değerleri 68
Şekil 4.11. Işık haslık değerleri 70
Şekil 4.12. Su iticilik değerleri 72
Şekil 4.13. Yağ iticilik değerleri 74

ÇİZELGELER DİZİNİ

		Sayfa
Çizelge 2.1.	Temas açısı ve ıslanabilirlik arasındaki ilişki (Choudhury, 2017)	20
Çizelge 2.2.	Polimerlerin kritik yüzey gerilimleri ve sıvıların yüzey gerilimleri (Choudhury 2017)	22
Çizelge 2.3.	Farklı son gruplara sahip yüzeylerin kritik yüzey gerilim değerleri (Choudhury, 2017)	23
Çizelge 3.1.	Yağ sökücü amaçlı kullanılan kimyasallara ait özellikler	34
Çizelge 3.2.	Su ve yağ iticilik amaçlı kullanılan kimyasallara ait özellikler	34
Çizelge 3.3.	Dokuma makinasına ait teknik veriler	36
Çizelge 3.4.	Kullanılan kumaşlar ve özellikleri	38
Çizelge 3.5.	Fong’s Allfit marka jet yıkama makinasında yapılan yıkamalar	38
Çizelge 3.6.	Bianco Happy Scour marka açık en yıkama makinasında yapılan yıkamalar	39
Çizelge 3.7.	Uygulanan su ve yağ iticilik bitim işlemleri	40
Çizelge 3.8.	Çalışmada yapılan testler ve test standartları	40
Çizelge 3.9.	Işık Haslığı Değerlendirme kullanılan yağlara ait özellikler (anonim)	45
Çizelge 3.10.	Yağ iticilikte kullanılan yağlara ait özellikler (anonim)	48

1. GİRİŞ

Covid-19 salgını nedeniyle oluşan kısıtlamalar kapsamında, insanların evde geçirdiği zorunlu zamanların artmasıyla evlerdeki ihtiyaçların ve eksiklerin belirlendiği veya ev tekstili ile ilgili ürünlerin yenilenmesi yoluna gidildiği gözlenmiştir.

Covid-19 önlemleri, bazı sektörlerde faaliyetlerin durmasına veya yavaşlamasına neden olurken, bazı sektörlerde ise satışların artmasına neden olmuştur. Bu süreçte, tüketicilerin satın alma davranışları değişmiştir. Artışın gerçekleştiği sektörlerden bir tanesi de ev tekstil ürünleridir.

Pandemi süresince iç mekanlarda tüketilen kumaşlar kadar dış mekanlarda tüketimi artmıştır. Tek sezonluk görselliğin ön planda olduğu kumaşlar kadar fonksiyonel özelliğe sahip kumaşlarında üretimi artmıştır. Bunun en önemli nedenlerden bir tanesi, gelişen tekstil teknolojisi ile fonksiyonel özelliklerde ve buna bağlı olarak müşteri beklentilerde artışın olmasıdır. Dış mekan döşemelik kumaş olarak satışı yapılan koltuk, sandalye, minder, şezlong gibi dış mekan mobilyaları, özellikle bahar ve yaz aylarında güneş ışınlarına ve bazen de yağışa maruz kalır. Bu yüzden kumaşın renginin çabuk solmaması, yüksek mukavemet ve çabuk aşınmama-yıpranmama gibi fonksiyonel özellikler beklenir. Beklentileri karşılamak için kumaşlar bitim işlemlerine ihtiyaç duyar. Dış mekan kumaşlara iplikten ve/veya bitim işlemleri ile yüksek UV dayanımı, leke tutmazlık, su-yağ iticilik, güç tutuşurluk, antipilling ve antibakteriyel gibi fonksiyonel özellikler kazandırılabilir.

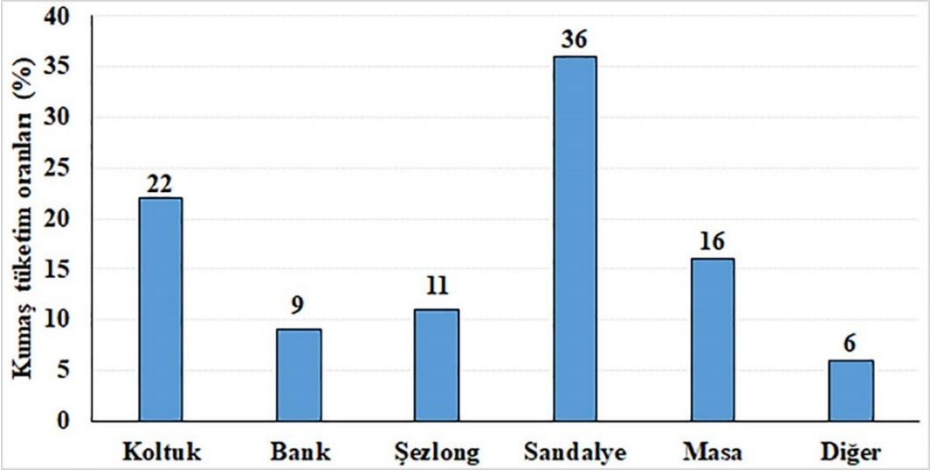
Bu çalışmada, PES ve PP iplikler kullanılarak atkı ve çözgü ipliği PES, atkı ipliği PP ve çözgü ipliği PES ve atkı ve çözgü ipliği PP olan bezayağı örgü yapısında üretilen üç farklı dış mekan dokuma kumaşlara yapılan ön yıkama işlemlerinin su ve yağ iticilik bitim işlemleri üzerine etkileri incelenmiştir. PES ve PP liflerinin tekstil sektöründe kullanımları hakkında genel bilgiler, liflerin tanıtılması, dokuma kumaş oluşumu ve bu çalışma için dokuması yapılan kumaşların özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Tezin Kuramsal Temeller ve Kaynak Araştırması bölümünde; dış mekan dokuma kumaşların üretimleri ve sonrasında uygulanan bitim işlemleri ile ilgili bilgi verilmiştir.

Çalışmanın Materyal ve Yöntem bölümünde ise kullanılan malzemeler, cihazlar ve yöntemler belirtilmiştir. Tezin son bölümünde ise gerçekleştirilen deneylerin sonuçları verilmiş ve yorumlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Son yıllarda ev tekstil sektörüne paralel olarak dış mekan kumaşların üretim ve satış miktarlarında da artış gözlenmiştir. Avrupa'da dış mekan mobilya üretimi, 2021'de önceki yıla kıyasla %14 artarak 2.242 milyon Euro piyasa değerine ulaşmıştır. Mobilya üretimi 2016'dan günümüze her yıl ortama %4 artış göstermektedir. Bu pazardaki ana itici güçler arasında konut satışları, konut ve konut dışı inşaat, dış mekan alanları bulunmaktadır. Şekil 2.1'de gösterildiği gibi dış mekan kumaşları en çok sandalye ve koltuklarda kullanılmaktadır (CSIL, 2022).



Şekil 2.1. 2022 yılı Avrupa bölgesi dış mekan kumaşların tüketim oranları (CSIL, 2022)

2.1. Tekstil Endüstrisinde Kullanılan Lifler

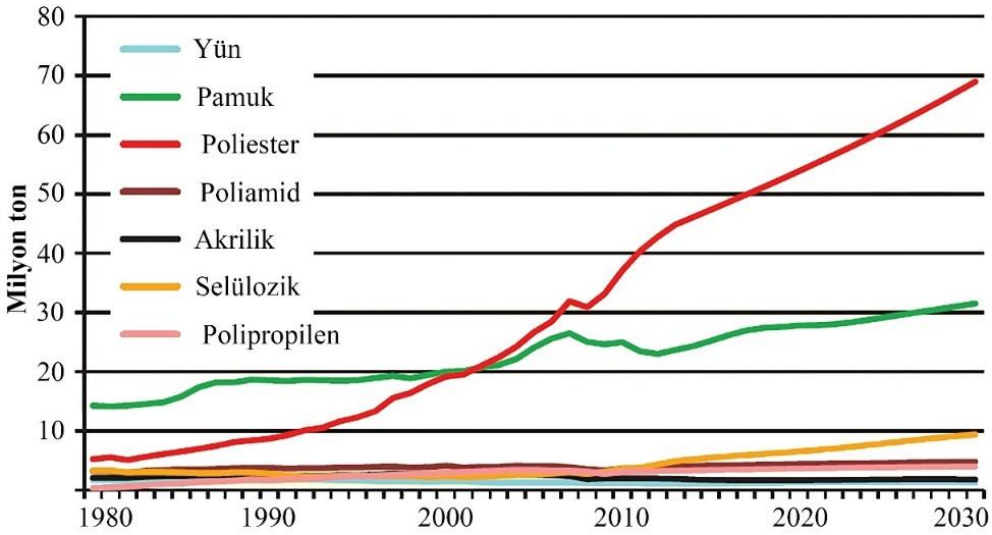
İnsanların refah ve kültür seviyeleri arttıkça daha iyi ve konforlu yaşama isteklerine bağlı olarak daha kaliteli ve çeşitli giyinme istekleri de hızla artmaktadır. Buna bağlı olarak dünyada kişi başına tüketilen tekstil liflerinin miktarı da hızla artmaktadır. Dünya nüfusunun hızlı artması da lif tüketimlerinin daha da yükselmesine neden olmuştur. Geleneksel liflerin insanların ihtiyaçlarını yeterince karşılamaması nedeniyle yüksek performanslı liflere ihtiyaç duyulmuş ve araştırmalar bu alanda yoğunlaşmıştır. Sentetik lifler, 1920'lerin başından beri olup fiyat açısından doğal liflere alternatif yaratmak için geliştirilmişlerdir. Poliester (PES), naylon, viskon rayon, olefinler ve spandex en popüler sentetik liflerdir.

Sentetik lif üretim teknolojisinin 1980'li yıllardan sonra sürekli olarak gelişmesi ve bu sayede doğal liflere benzeyen sentetik liflerin üretilebilmesi ve sentetik liflerin doğal liflere göre daha az maliyetli olması sentetik liflere olan talebi arttıran faktörler olarak göze çarpmaktadır. Ayrıca sentetik liflerin dokusuz yüzey ve endüstriyel tekstil alanında da tercih edilen lifler olması, önümüzdeki yıllarda da sentetik lif üretiminin artma eğiliminde olacağının bir göstergesidir. Kimyasal yollarla elde edilen tekstil hammaddeleri, ya elde edildikleri kimyasal maddenin ismiyle ya da üreticilerin verdikleri isimlerle anılmaktadırlar. Bu kimyasal liflerden biri de PES lifleridir. PES lifleri, doğal liflerle birlikte bir arada veya tek başlarına kullanılabilmeleri nedeniyle tekstil sanayiinde diğer kimyasal liflere nazaran daha çok kullanım alanına sahiptirler. Kimyasal lif, ipekböceğinin ipek üretimine benzer bir şekilde polimerin (doğal ve sentetik) lif haline dönüştürülmesi ile elde edilen tekstil hammaddesidir. Doğal ipeğin oluşumundaki sıvı bir maddenin ince bir delikten çıkması ile pıhtılaşıp katılaşarak bir filament hale gelmesi insanlara bu işlemin yapay olarak yapılabileceğini düşündürmüştür. Bir filamentin, ipeğin oluşumu gibi tasarlanması 1664'te İngiliz doğa bilimcisi olan Robert Hooke tarafından ortaya konulmuştur. Ancak pratik bir sonuç alınamamıştır. 1710'da Fransız bilim adamı René Antoine Ferchault de Réaumur ise reçine ve zamktan yararlanarak ipek filamentleri yapmayı tasarlamıştır. Charles Goodyear ve Nelson Goodyear, 1839'da doğal kauçuğu kükürtle ısıtarak (vulkanizasyon işlemi) ebonite dönüştürmüşlerdir. Alexander Parkes ve John Wesley Hyatt, 1860'ta pamuğu nitrolayarak selüloiti sentezlemişlerdir. Hilaire de Chardonnet 1887'de selüloz nitratı basınç altında düzelerden geçirerek ilk yarı sentetik lifi üretmeyi başarmıştır. Leo Hendrick Baekeland, 1907'de sentetik ilk polimer fenol-formaldehit reçinelerini üretmiştir. Bazik ortamda fenol ve formaldehitten bakaliti, asidik ortamda fenol ve formaldehitten ise novolak adındaki termoplastik reçineleri sentezlemiştir. Bakalit, sentezlenen ilk sentetik polimer olarak kabul edilmektedir. 1925'te Alman kimyager Hermann Staudinger'in makromoleküller üzerine yapmış olduğu çalışmalarla doğal liflerin uzun moleküler zincir yapılarına sahip olduklarını ispatlayarak modern kimyasal lif biliminin temelini oluşturmuştur. Bu hipotezi ile Staudinger 1953'te Nobel Ödülü kazanmıştır. Polimer kavramının kabul edilmesi ile 1930'da polimer çağı başlamıştır. 1931'de IG-Farben Indusrtrie fabrikalarında ilk sentetik lif olan polivinilklorür (PVC) liflerinin çekiminden sonra, 1934'te Herbert Rein

tarafından poliakrilnitril (PAN) liflerinin üretimiyle ilgili bir patent alınmıştır. 1931'de ise Amerikalı araştırmacı Wallace Hume Carothers, hekzametilen glikol adipatin 80°C'de erimesi ile çeşitli lineer PES lif oluşumunu açıklamış, ancak üretiminde başarılı olamamıştır. 1935'te DuPont tarafından ilk sentetik iplik Nylon 6,6 (Poliamid) ve 1939'da da Nylon 6 (Perlon)'un üretilmiştir. 1936'da poliakrilonitril, stiren-akrilonitril kopolimeri ve polivinilasetat, 1937'de poliüretan, 1938'de politetrafloroetilen (Teflon), 1939'da melamin formaldehit reçineleri, 1940'ta silikonların hammaddesi olan silanlar, 1941'de polietilen ve polietilen tereftalat, 1942'de de orlon ticari adıyla poliakrilonitril, 1947'de epoksi reçineleri, 1948'de akrilonitril-bütadien stiren terpolimeri (ABS) sentezlenmiştir. PES lifleri ise 1942'de İngiliz kimyagerler John Rex Whinfield ve James Tennant Dickson tarafından bulunmuştur. Sentetik liflerin bulunmaları ise 2. Dünya Savaşı yıllarına rastladığından bunların endüstriyel önem kazanmaya başlamaları ancak 1950 yıllarından sonra, yaklaşık 1960'lı yıllarda gerçekleşmiştir (Toprak, 2021).

1980-2020 yılları arasında doğal ve sentetik liflerin Dünya üzerinde tüketimleri milyon/ton olarak Şekil 2.2'de gösterilmektedir. Yıllara göre lif tüketimleri incelendiğinde, PES lifinin diğer liflere oranla daha fazla tüketildiği görülmektedir. PES lif tüketiminin 2002'de pamuk lif tüketimini geçtiği görülmektedir. Dünya çapında PES kullanımı 1980'de 5,2 milyon ton iken, 2000'de 19,2 milyon tona, 2014'te ise kullanımı 6,1 milyon tona ulaşmıştır. 1980-2014 dönemine bakıldığında, toplam lif tüketimleri 55,7 milyon tona ulaşmışken pazarın %73,4'ü PES lifine aittir. PES'in pazarda büyümesindeki en büyük katkı Çin, Hindistan ve Güneydoğu Asya'dan gelmiştir. Çin, dünya PES lif üretiminin %69'unu, Hindistan ve Güneydoğu Asya eklendiğinde ise %86'sını oluşturmaktadır (https://www.textileworld.com). Son yirmi yılda dünyada PES lif üretimi, yılda yaklaşık %7,2 oranında sürekli artış göstermiştir. 2019-2024 döneminde ise pazardaki büyüme oranın %4 olması beklenmektedir (Toprak, 2021). Viskon, rayon gibi selüloziklerin hem giysilik kumaşlarda hem de dokusuz yüzeylerde kesikli lif olarak kullanımlarından dolayı tüketimleri son 10 yılda artış göstermiştir. Pazar paylarında, 1980-2000 yılları arasında devam eden düşüşün ardından son 10 yılda tüketimleri ikiye katlanarak 5,2 milyon tona ulaşmıştır. Artan talebin büyük çoğunluğu, Çin'den; selülozik kesikli lif tüketimi 2000'de toplam 0,6 milyon ton ve 2014'te ise toplam 3,0 milyon ton,

kaynaklanmıştır. Pamuk lifinin yüksek fiyatından dolayı 2010-2011 yıllarında kesikli rayon lifine karşı önemli bir talep artışı olmuş ve kendi pazar paylarını korumuştur.



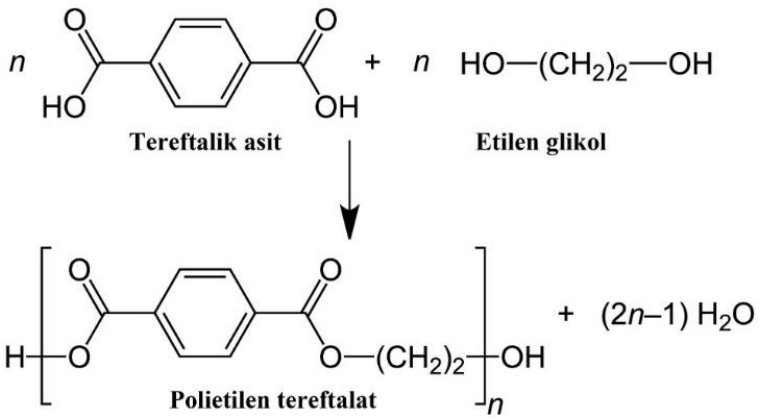
Şekil 2.2. Doğal ve sentetik liflerin tüketimleri (https://www.textileworld.com)

2.2. Poliester Lifleri

Federal Ticaret Komisyonu, ağırlıkça en az %85 aromatik karboksilik asit esterinden oluşan uzun zincir yapısına sahip lifleri PES olarak tanımlamıştır. En yaygın kullanılan PES, sırasıyla polietilen tereftalat (PET) ve polietilen naftalat (PEN) olarak ikiye ayrılabilir (Sabu, 2014). PES lifi, 1941'de ilk tanıtılmasından bu yana sektörde en çok kullanılan lifler arasındadır. 1947'de ilk defa ticari olarak üretilen lif birçok sektörde kullanılmaktadır. Dünya PES tüketimi, 1990'dan günümüze ortalama %7 oranında büyümektedir. PES pazarı, toplam lif pazarının neredeyse %50'sini oluşturmaktadır. Toplam lif tüketiminin %69'unun PES'e ait olduğu 2017'de kaydedilmiştir. Hoechst, DuPont ve Eastman, dünyanın en büyük üç PES üreticisidir (Vigneswaran 2014, Keel 2018).

PES liflerine yönelik ilk çalışma, 1930'ların başında Wallace Hume Carothers tarafından yüksek molekül ağırlıklı ve kristalin malzemeler elde etmek amacıyla yapılmıştır. Carothers, aynı zamanda yaptığı çalışmalar sırasında naylon lifini keşfetmiştir. Calicio

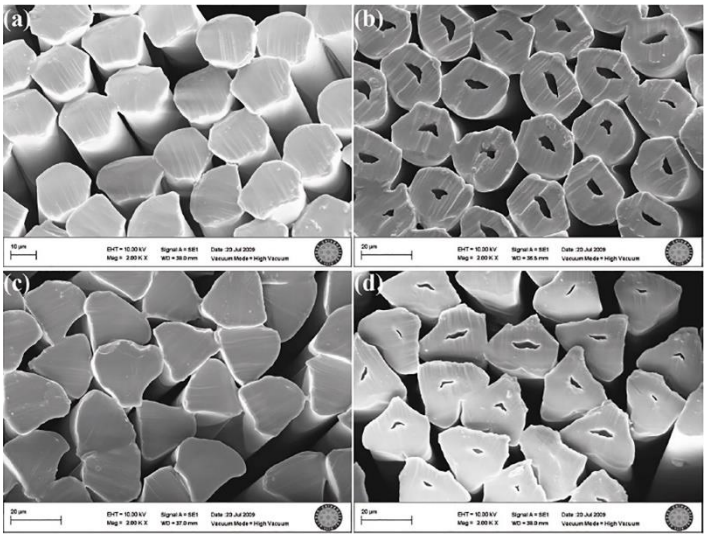
Printers (İngiltere) firmasında çalışan John Rex Whinfield ve James Tennant Dickson, 1939-1941 yılları arasında tereftalik asit (TPA) ve etilen glikolün (EG) polikondenzasyonu sonucu PET lifini elde etmişlerdir (Çirkin, 2006). Du Pont firması, Dacron ismini verdikleri ilk ticari PES lifini 1948'de ABD'de piyasaya sürmüştür. Daha sonra İngiltere'de I.C.I firması, Terylene ticari ismiyle PES lifi üretmiştir (Hendrickson, 2015). PES'in üretim verimliliğinin zamanla artış göstermesi ve insanların daha ekonomik hammaddelere yönelmesi, üretim maliyetlerinin düşmesine ve PES'in uygun fiyatlarla satılmasına olanak sağlamıştır. PES liflerinin yüksek mukavemet, orta dereceli uzaması, yüksek camsı geçiş sıcaklığı, haslık değerleri, kimyasallara karşı dayanımı gibi özellikleri sayesinde günümüzde yüksek oranda yer almaktadır. PES lifleri, günümüzde en çok kullanılan lif grubu olup piyasanın yarısını oluşturmaktadır (Şekil 2.2). PES lifleri, kullanılan monomerlere bağlı olarak iki farklı yöntem ile üretilebilir. Birinci yöntemde başlangıç monomerleri olarak etilen glikol ve dimetil tereftalat kullanılır. Bu iki monomer arasında ilk önce 200^0C'de katalizör etkisi ile bir ester değişimi, ikinci aşamada ise daha yüksek sıcaklıklarda katalizörün de yardımıyla kondenzasyon meydana gelir. Bu yöntemde, tepkime sonucunda metil alkol ortaya çıkar ve ortamdan uzaklaştırılır (Şekil 2.3). İkinci yöntemde ise, tereftalik asid dimetil esterinin yerine doğrudan tereftalik asit kullanılır. Bu sentez yönteminde, kullanılan monomerlerin saf olması gerekmektedir. Aksi halde polimerleşme tepkimesi istenilen yönde ilerlemez.



Şekil 2.3. Etilen glikol ve tereftalik asit ile PET sentezi (https://www.wikiwand.com)

2.2.1. Poliester Liflerinin Fiziksel Özellikleri

Lifin boyuna kesiti pürüzsüz, düz bir çubuğa benzeyen görünüme sahiptir. Enine kesiti ise genellikle yuvarlaktır. Ancak üretim ihtiyaçlarına göre Şekil 2.4'te gösterildiği gibi farklı kesitlerde olabilir.



Şekil 2.4. PES liflerinin kesit görünüşleri yuvarlak (a), içi boş (b), üçgen (c), içi boş trilobal (d) (Karaca ve ark. 2012).

- İlk üretildiklerinde sonsuz filament halindedirler. Daha sonra kesikli olarak istenilen boylarda kesilebilirler.
- Özgül ağırlığı 1,36-1,45 g/cm^3 aralığında olup bazı sentetik veya doğal liflere göre oldukça yüksektir. Bu değer, kristalin oranına göre değişiklik gösterir.
- Normal üretimde sırasında lifin rengi beyaz ve parlaktır. Ancak pigment renklendirici veya matlaştıracak madde katkısı ile istenilen renk ve matlık elde edilir.
- Yüksekliği kristalin bölge oranı nedeniyle nem çekme özelliği düşüktür. Su molekülleri, moleküler film tabakası şeklinde lif yüzeyinde tutunabilirler. Bu nedenle hidrofob olarak değerlendirilir, oda sıcaklığında ve standart koşullarda en fazla %0,4 nem absorbe eder. Nem emiciliği düşük olduğu için iplik veya kumaş formunda statik elektriklenme sorunu yaşatabilir.

- Diğer sentetik ve doğal liflere kıyasla iyi mukavemete sahiptir. Islandığında, mukavemet kaybı gözlenmez. Kuru ve yaş mukavemet arasında fark yoktur. Filamentlerin mukavemeti 4-7 g/denye, kesikli liflerin ise 4-5 g/denye'dir.
- Rezilyans (yaylanma) özelliği çok iyidir. Kırışmadan eski haline rahatlıkla döner.
- Lifler, güneş ışığına karşı yüksek dayanım gösterir. Ancak UV ışınlarına karşı belli bir zamandan sonra mukavemet kayıpları oluşur.
- Termoplastik karakterli olduğundan 130^0C'de yumuşamaya, 255-260^0C'de ise erimeye başlar.
- Tuşe (tutum) olarak serttir. Kıvrılmaya veya bükülmeye karşı dirençlidir. Bu nedenle buruşmaya karşı da dayanıklıdır (Özat, 2019).

2.2.2. Poliester Liflerinin Kimyasal Özellikleri

PES üretimi sırasında mukavemeti arttırmak için uygulanan çekim işleminden dolayı lifler kimyasal maddelere karşı dirençlidir. Seyreltik asitlere karşı dayanıklıdır, ancak kuvvetli anorganik asitlerden oda sıcaklığından başlayıp sıcaklık arttıkça etkilenme miktarları da artar. Özellikle nitrik asitte tamamen çözünürler. Buna karşın derişik sülfürik asit çözeltisinden sıcakta dahi etkilenmezler.

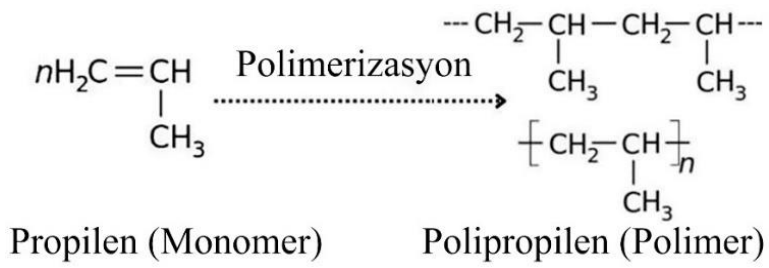
PES lifleri zayıf bazik çözeltilere karşı da dayanıklıdır. Bu nedenle sabun ve deterjanlara karşı direnç gösterebilir. Kuvvetli bazik çözeltilere karşı dayanıklı değillerdir. Yükseltgen ve indirgen maddelere karşı yüksek bir dayanıma sahiptir.
PES lifleri, suda düşük çözünürlüğe sahip dispersiyon boyarmaddeleri ile boyanır. Boyama işlemi, boyar maddelerin liflerin içinde çözünmesi ile gerçekleşir.

Yüksek ısı ile karşılaştığında büzülerek erir. Yanma sırasında oluşan duman kokuludur ve siyah renkte is bırakır. Külü ise krem renginde, boncuk şeklinde ve serttir (Başer, 2002).

2.3. Polipropilen Lifi

Bugün dünyada en yaygın üretilen polietilen (PE) ve polipropilenden (PP) lifleri olefin lifleri olarak da bilinir. Poliolefinler, düşük özgül ağırlık, yüksek hacim ve yüzey alanına sahiptirler. Olefin liflerinden yapılan kumaşlar spor ve aktif giyimde, termal iç giyimde ve çoraplarda ve dış giyimde yalıtım astarı olarak kullanılmaktadır. Kumaşlar aynı zamanda ev mobilyalarında, otomotiv iç mekânlarında ve endüstriyel ve jeo-tekstillerde de kullanılmaktadır (Kadolph ve Sara, 2017).

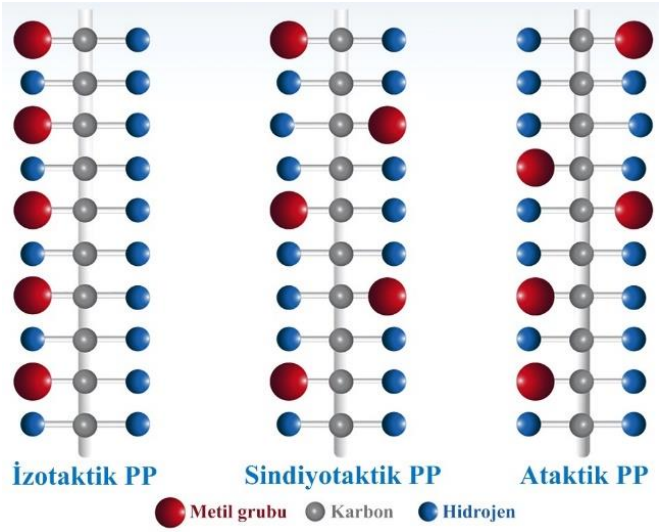
İtalyan kimyager Giulio Natta ve Alman kimyager Karl Rehn, katalistler üzerinde çalışma yaparken 1954'te izotaktik PP polimerini sentezlemişlerdir. Motecatini (İtalya) firması, 1957'den günümüze ticari olarak izotaktik PP üretmektedir. Sindiotaktik PP de ilk defa Natta ve yardımcıları tarafından, katalizör tipi ise Alman kimyager Karl Ziegler tarafından sentezlenmiştir. PP lif üretimi, 2001'de polivinil klorür (PVC) üretimini geçmiştir. PP, monomer propilenin polimer hale getirilmesi ile elde edilmektedir. Şekil 2.5'te gösterildiği gibi, PP'nin molekül formülü $(C_3H_6)_n$'dir (https://tr.wikipedia.org/wiki/Polietilen).



Şekil 2.5. PP kimyasal yapısı (https://www.vem-tooling.com)

PP, hiçbir kimyasal değişikliğe uğramaksızın yeniden şekillendirilebilen sentetik bir lif olup, günlük hayatta ve endüstride önemli kullanım alanları bulunan termoplastiklerden birisidir. Diğer lifler ile karşılaştırıldığında kullanım alanı ve oranı en hızlı artan liftir. PP tekstil ve birçok sektörünün çeşitli alanlarında önemli bir lif durumundadır. Dünya çapında en büyük üreticisi Çin olmakla birlikte ülkemizde ise en çok Gaziantep'te üretilmektedir (Yiğit, 2009).

PP, propilen monomerlerinin katılma tepkimesi sonucu polimerleşmesi ile elde edilir. Polimerleşme 100^0C ve 20-30 atm basınç altında Ziegler-Natta katalizörleriyle gerçekleşir. PP polimerizasyonu, bir katılma tepkimesi olup monomer haldeki moleküllerin tek tek ve hızlıca zincire katılması şeklindedir. Polimerizasyon başlama, büyüme ve sonlanma olarak üç fazdan oluşur. Polimerizasyon sırasında alkil yan grupların polimer zinciri üzerindeki diziliş şekli ve sıralarına bağlı olarak Şekil 2.6'da gösterildiği gibi ataktik, izotaktik ve sindiyotaktik polimerler elde edilir (Büyükakıncı 2005). Her monomer üzerinde aynı yapı oluşursa izotaktik PP, düzenli değişimli yapı oluşursa sindiyotaktik propilen ve farklı yapılar rastgele oluşursa ataktik PP oluşmaktadır (http://www.petrocuyo.com).



Şekil 2.6. PP konfigürasyonları (http://www.petrocuyo.com)

2.3.1. Polipropilen Liflerinin Fiziksel Özellikler

PP lifi pürüzsüz, düz ve mumsu yapıda renksiz olarak üretilir. Düşük lif yoğunluğu, ham maddenin kolay temin edilmesi, diğer liflerle karışım olarak kullanılabilmesi, iyi mekanik özellikleri, mikroorganizmalara karşı dayanıklı oluşu sebebiyle tercih edilmektedir.

- Lifin özgül ağırlığı, kristalizasyon oranına bağlı olarak 0,85-0,95 gr/cm^3 aralığında değişir.
- Lifler, düze şekline bağlı olarak farklı kesitlerde elde edilebilir.

- Lif mukavemeti, 4.5-6 g/denye'dir. 100^0C'ye kadar ısıtıldığında lif mukavemetinde bir kayıp yaşanmaz.
- Lif üretimi sırasında daha iyi tuşe ve dökümlülük özellikleri kazandırılabilir.
- Tüm lifler arasında en hafif lif olarak değerlendirilebilir. Örneğin PES'ten %30 oranında daha hafiftir. Su yüzeyinde batmadan kalabilir.
- Rezilyans (yaylanma) değeri yüksektir. 30 saniye (sn) süresince %20 uzatma ile kuvvet uygulandığında %90 oranında eski haline ulaşır.
- Liflerin uzama değerleri yüksektir. Kopma uzaması, monofilamentlerde %15-26, stapel liflerde ise %20-25 arasındadır.
- Hidrofob özelliğe sahiptir. Oda sıcaklığında ve standart koşullarda en fazla %0,1 nem absorbe eder.
- Lifinin pilling (boncuklanma) eğilimleri oldukça düşüktür. Mekanik sürtünmeye kadar yüksek dayanım gösterir.
- Lifin ışık, su ve yıkamaya kadar ışınlarına yüksek haslık dayanımı gösterir (Büyükakıncı, 2005).

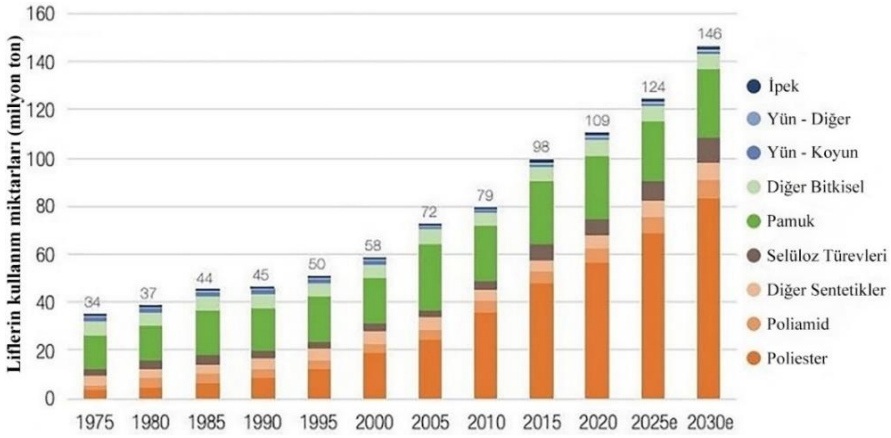
2.3.2. Polipropilen Liflerinin Kimyasal Özellikleri

Lif, birçok kimyasala karşı iyi direnç gösterir. Asit, alkali teması ve nemin lif üzerinde etkisi çok azdır. PES ile karşılaştırıldığında kuvvetli aside karşı daha dayanıklıdır. Yüksek konsantrasyonlu nitrit asit ve hidrojen peroksit çözeltisi ile temas ettiğinde mukavemet kaybı gözlenir. Organik çözücülere (solvent) karşı dayanımı iyidir. Klor ile temasında kumaşta renk farklılığı oluşmaz. Lifler, güneş ışınlarına karşı yüksek dayanım gösterir. Ancak UV ışınlarına karşı belli bir süre sonunda mukavemet kayıpları oluşur. Ter ile birlikte üreyen bakteri ve küf gibi mikroorganizmalara karşı dayanıklıdır. 120°C'ye kadar mekanik özelliklerini koruyabilir. 140-150°C'de yumuşamaya başlar, 160-170°C'de ise erir. Hidrokarbonlardan oluşması nedeniyle yanma eğilimi gösterir. Ancak eriyen kısımlar, kendi kendini söndürür. Yandığında beyaz duman çıkar, mum kokusu hissedilir ve kahverengi bir kalıntı bırakır (Büyükakıncı, 2005).

2.4. Dış Mekan Kumaşlarda Sentetik Liflerin Avantajları

İnsanlığın var oluşundan günümüze kadar geçen zamana kadar kullanılan lifler, doğadan elde edilenler ile sınırlıydı. Ancak tüm doğal liflerin olumlu özelliklerinin yanında, kullanımları sırasında pamuk ve keten liflerinin kullanımı sırasında veya yıkama sonrası buruşması, ipek lifinin hassas işlemlere gerek duyması, yün lifinin keçeleşmesi, tuşede sertlik problemi yaratması gibi bazı olumsuz özellikleri de ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlara alternatif çözümler olması adına yaklaşık yüzyıl kadar önce ilk olarak rayon lifi geliştirilmiştir. Rayon lifi ile birlikte sentetik liflerin hayatımıza girmesiyle kısa süre içerisinde çok fazla alanda kullanımları ve uygulamaları görülmeye başlanmıştır. Şekil 2.7'de görüldüğü gibi, doğal ve sentetik liflerin tüketimleri incelendiğinde özellikle 2000'li yılların başından itibaren doğal liflerin pazardaki payları azalırken sentetik liflerin pazar payının arttığı görülmektedir (https://www.textiletoday.com.bd). Son yıllarda sentetik liflerin tercih edilme nedenleri aşağıdaki gibi açıklanabilir:

- Dünya nüfusundaki artış
- Rekabetçi dünya piyasasında daha ucuz hammadde ihtiyacı
- Teknolojik yenilikler
- Üretimde kolaylık
- Moda ve tasarımda avantajlı olması
- Yumuşak tuşe ve kullanım/üretimde sürekliliğin sağlanabilmesi (Büyükakıncı, 2005).



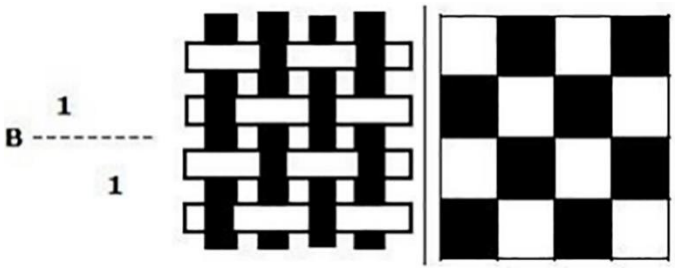
Şekil 2.7. Doğal ve sentetik liflerin kullanım miktarları (milyon ton) (https://www.textiletoday.com.bd)

2.5. Tekstil Liflerinden Yüzey Oluşumu ve Dokuma Kumaş Yapıları

İnsanoğlunun ilk çağlardan bugüne kadar örtünme ihtiyacı olmuş ve bu ihtiyacı tekstil malzemeleri ile karşılamıştır. Ham maddeden (lif) çeşitli yöntemlerle doğrudan iplik formu oluşturulur. Bu form, yüzey örtücülüğü açısından uygun değildir. Tekstil sektöründe dokuma, örme ve dokusuz yüzey olmak üzere üç yüzey üretim yöntemi bulunmaktadır. Bu çalışmada kullanılan numune kumaşlar, dokuma yöntemiyle üretilmişlerdir. Tekstil sektöründe kumaş yapıları incelendiğinde, büyük bir kısmının dokuma kumaş olduğu görülür. Dokuma kumaşlar, çözgü ve atkı olarak adlandırılan birbirine dik iki iplik sisteminden oluşur (Breen ve diğ. 1992). Dokuma kumaşları oluşturan ipliklerin boyuna yönde olanına çözgü, eni yönünde olanlara ise atkı denir. Dokuma makinasında kumaş oluşum için üç temel işlem ve bunlara yardımcı diğer işlemlerin gerçekleşmesi gerekir.

1. Çözgü ipliklerinin dokuma ağızlığını oluşturması (ağızlık açma)
2. Atkı ipliğinin ağızlıktan geçirilmesi (atkı atma)
3. Ağızlıktan geçirilen atkının sıkıştırılması (tefe vuruşu) bu üç temel işlemi sürekli hale getiren iki önemli yardımcı işlem ise;
4. Çözgü salma işlemi
5. Kumaş sarma işlemi (Eren, 2009).

Bez ayağı örgü, dokuma tekniğinin en temel örgü tipidir. Atkı ipliği, kumaşın eni boyunca çözgü ipliklerinin bir altından bir üstünden geçerek diğer atkı ipliğinin ise bir üstünden bir altından geçerek oluşturduğu örgüdür (Şekil 2.8). İki atkıdan sonra örgü tamamlanmış olur. Dolayısıyla en küçük raporlu örgüdür. Atkı ve çözgü iplikleri arasındaki bağlantının en sıkı olduğu dokuma şeklidir. Dokumanın gerçekleşmesi için en az iki çerçeve gereklidir. Oluşan kumaşa herhangi bir baskı ve bitim işlemi uygulanmadıysa ön ve arka yüzü aynı görünümlüdür. Kumaşın atkı ve çözgü sıklığı eşit ise yüzeyin görünümü gözeneklidir (Başer, 2004).



Şekil 2.8. Bezayağı örgü raporu ve bu örgü ile dokunmuş kumaş yapısı (Oğultürk, 2008).

2.6. Su ve Yağ İticilik Bitim İşlemleri

Tekstillere eski çağlardan beri su itici özellik kazandırmak için çeşitli işlemler yapılmaktadır. Su iticilikteki gelişmeler uzun zaman almış ve bu dönemde hayvan derileri, çeşitli hayvansal yağlar, kürkler ve vulkanize edilmiş kauçuk kullanılmıştır. Yüzyılın başında ise kumaşlara su itici, yağ itici ve konfor özelliği kazandıran alüminyum ve zirkonyum gibi metal tuzları, parafinler, piridinyum esaslı kimyasallar, proteinler, reçineler, organometalik kompleksler, stearik asit bileşikleri, silikon ve florokimyasal esaslı kimyasallar geliştirilmiştir (Ağırgan ; Onar, 2015).

Su geçirmezlik ve su iticilik iki farklı terminolojidir ve aralarındaki farklılığı anlamak önemlidir. Su geçirmezlik bitim işleminin esası, kumaş yüzeyinin su geçirmez bir film tabakasıyla kaplanmasına dayanmaktadır. Yüzey üzerine yapılan işlem, kaplama işlemi olarak da düşünülebilir. Bu şekildeki bir kaplama şiddetli etkilere dayanıklıdır, suyu geçirmemektedir. Ancak kaplama kumaş yüzeyini tamamen örttüğü ve gözenekleri kapattığı için hava geçirgenliği yok denecek kadar azdır, deri solunumunun ve ter iletiminin zorlaşması tehlikesi vardır. Bu durumda özellikle aşırı hareket halinde vücuttan çıkan yüksek miktardaki su buharı uzaklaşamayacağı için iç kısımda yoğunlaşır ve tekstil mamulü iç kısımdan ıslanır. Bu yoğunlaşma sonucu açığa çıkan ısı ve ıslaklık giyimde rahatsız edici bir durum yaratmaktadır. Su itici kumaşlarda ise, lif veya ipliklerinin yüzeyinde oluşturulan film tabakası yardımıyla tekstil yüzeyinin suya karşı sınır yüzey gerilimi arttırılır ve mamül su itici özellik kazanır. Bu şekilde uygulanan işlem sonucu gözenekler kapanmadığından kumaşın hava geçirgenliği ve buhar geçirgenliği özellikleri kaybolmaz. Dolayısıyla da hijyenik açıdan daha sağlıklı mamüller elde edilmektedir.

Ancak bu tür kumaşlarda da yoğun ıslanma etkisine karşı koruyuculuk birinci yönteme göre daha sınırlıdır. Su veya yağ iticilik bitim işlemlerinde amaç liflerin yüzeyinde ince hidrofob bir zar oluşturarak malzeme veya mamül üzerinde düşük enerji yüzeyi oluşturarak su ve yağ moleküllerine karşı direnç sağlamaktır. Bu tür bitim işlemlerinde kumaş gözenekleri kapanmadığı için deri solunumu ve ter nakli olumsuz yönde etkilenmemektedir. Su ve yağ itici kimyasallar mekanik yollar ile kumaşa bağlandığından yıkama ve kuru temizleme işlemleri sırasında zarar görmekte ve etkileri azalmaktadır (Tomosino, 2006).

Su itici özellikte tekstiller için kritik yüzey gerilimi 24-30 dyn/cm arasında olmalıdır. Örneğin, pamuklu kumaş üzerine bir su damlası damlatıldığında suyun yüzey gerilimi 72 dyn/cm ve pamuğun kritik yüzey gerilimi 148 dyn/cm'dir. Su, hem ıslanabilir bir yüzey (hidrofilik) hem de ıslanamayan bir yüzey (hidrofobik) olarak tanımlanmaktadır. Pamuğun kritik yüzey gerilimi, suyun yüzey geriliminden büyük olduğundan dolayı su hızlı bir şekilde pamuk lifini ıslatır. Ancak pamuk, florokarbon esaslı su iticilik maddesiyle işlem gördüğü zaman, pamuğun kritik yüzey gerilimi, suyun yüzey geriliminden daha aşağıya düşer. Yün lifinin dış yüzeyi ıslanmaya karşı dirençlidir, ancak bu katmana nüfuz edildiğinde su yüzeyi ıslatır ve yün tarafından daha kolay emilir. Dolayısıyla 24-30 dyn/cm'lik değerler su iticilik için yeterlidir. Florokimyasal yapıda maddelerle işlem gören kumaşlarda lif yüzeyinin yüzey gerilimi 13 dyn/cm olmaktadır ki bu değer kumaşın yağ itici olması için de uygun bir değerdir. Bu tür maddeler kumaşa hem su itici hem de yağ itici özellik kazandırmaktadırlar. Bir veya daha fazla yağ türünün malzemenin yüzeyine yapışmasını veya emilmesini önlemek için yağ itici kimyasallar malzeme tasarlanmıştır. Bu itme etkisi, yağın damla halinde yüzeyden kaymasına neden olur. Su iticilere, oleofobik malzemeler de denir. Yaygın olarak kaplama şeklinde uygulanırlar.

Uygulanan su ve yağ iticilik bitim işleminin etkili olması için;

1. Kumaş yüzeyinin temiz olması,
2. Kumaşın emme yeteneğinin (hidrofil) iyi olması,
3. İlk prosesten itibaren kumaşın üzerindeki hidrofob maddelerin uzaklaştırılmış olması,
4. Kumaş yüzeyinde yüzey aktif maddelerin ve baz artıklarının bulunmaması,
5. Kumaş yüzeyinde sülfat, oksalat ve fosfat gibi anyonların bulunmaması,
6. Fulard sıkma basınçlarının eşit ayarlanması gerekir (Kayatürk, 2003, Tyrone, 1994).

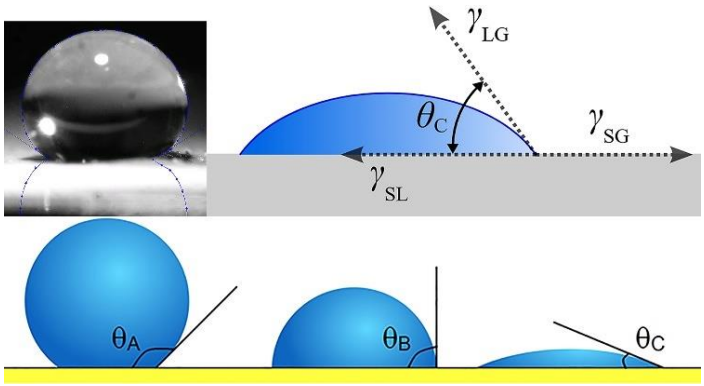
2.6.1. Islanma Teorisi ve Yüzey Temas Açısı Ölçümü

Bir yüzeyin (kumaşın), ıslanmaya ve bir sıvının nüfuz etmesine karşı koyması kimyasal özelliklerine geometrisine ve iplik ve kumaşlardaki kapilar yerleşim yanında lif yüzeyinin pürüzlülüğüne bağlıdır. Bu parametreler nüfuz etme, kapilar absorbsiyon, adhezyon ve yayılma gibi belirli ıslanma işlemlerinde önemli bir rol oynarlar. Islanma olayı yüzey enerjileri toplamı katı (tekstil)-sıvı temasının azaldığında meydana gelir. Sıvının nüfuz etmesi ve pozitif bir kapilar oluşması için buhar ile temas eden kumaşın yüzey enerjisi, kumaş ve sıvı arasındaki yüzey gerilimini aşmalıdır. Mekanik (pürüzlü yüzeylere bağlı) ve kimyasal (kimyasal bağlanmaya veya elektrostatik çekime bağlı) adhezyon, ıslanmayı ve sıvının yayılımını kolaylaştırır. Yayılma sırasında, katı-sıvı ve sıvı-buhar ortak yüzeyi artar, katı-buhar ortak yüzeyi (sıvı altında) azalır. Kendiliğinden yayılma için ıslanmanın ve sıvı nüfuzunun bütün basamaklarında katı-sıvı sınır yüzey enerjisi azalmalıdır. Tersine olarak koruyucu etkinlik gösterecek kumaşlar için (florokarbon gibi su itici kimyasalların etki mekanizması bu temele dayanmaktadır) katı-sıvı arasındaki sınır yüzey gerilimi yüksek olmalıdır. Dolayısıyla, katı bir yüzeyin ıslanması veya ıslanmaması, katı-sıvı-gaz sistemi ile açıklanır. Islanma, adezyon oluşturabilmek için sıvının katı yüzeyinde kolayca yayılması olarak tanımlanabilir. Sıvının katı yüzeyi ıslatması, sıvının katı ile yaptığı temas açısına (θ_C) bağlıdır. Temas açısı, bir sıvının katı yüzey ile oluşturduğu açı olarak tanımlanır (Şekil 2.9). Thomas Young 1805'te ıslanma olayını bir sıvının bir katı yüzey üzerindeki kohezyon ve adhezyon kuvvetleri arasındaki etkileşimleri olarak

tanımlamıştır. Islanma gerçekleşmiyorsa, sistemin yüzey enerjisinin bir fonksiyonu olan temas açısı ile yuvarlak bir sıvı damlası oluşur. Temas açısı, sıvının ıslatma özelliğinin bir ölçüsüdür. Temas açısı ne kadar küçükse, ıslanma o kadar fazladır. Şekil 2.9 ve Şekil 2.10'da sıvı damlasının katı bir yüzey üzerinde oluşturduğu temas açı örnekleri görülmektedir. Temas açısı, bir damlanın sıvı-gaz sınırı ve katı yüzey arasında oluşan açıdır. Young denklemi kullanılarak katı bir yüzeyin sıvı tarafından ıslatılıp ıslatılamayacağı ölçülebilir. Belirli bir sıcaklık ve basınçta katı, sıvı ve gaz sistemi, termodinamik denge temas açısına sahiptir. Bu açı sıvı, katı ve gaz moleküler etkileşiminin gücünü yansıtır ve matematiksel olarak hesaplanabilir.

$$\gamma_{SG} - \gamma_{SL} - \gamma_{LG} \cdot \cos\theta_c = 0 \qquad \text{(Eşitlik 1)}$$

γ_{SG}: Katı-gaz gerilimi, γ_{LG}: Sıvı-gaz gerilimi, γ_{SL}: Katı-sıvı gerilimi.



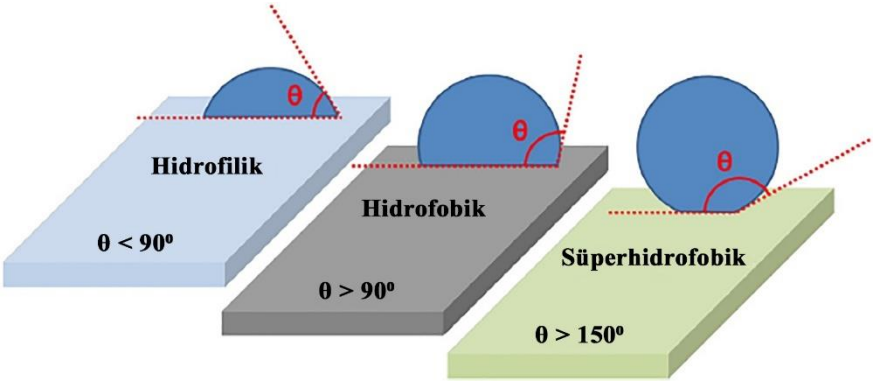
Şekil 2.9. Katı-sıvı arasında oluşan temas açısı (https://inovatifkimyadergisi.com)

Kumaş yüzeyine bırakılan bir sıvı damlası için yüzey ile damlacığın ilişkisi değerlendirildiğinde Şekil 2.9'daki şekilde bir temas açısı oluşacaktır. Temas açısı, yüzeyin ıslanması hakkında net bir fikir verir. Temas açısının 110^0'nin üzerine çıktığı durumlarda kumaştaki ıslanma azdır ve yüzey damlatılan sıvı kaynağı için (su, yağ vb.) itici hale gelmeye başlamıştır. Teorik olarak temas açısının 180^0 olması iticilik özelliğinin maksimum seviyesini göstermekle beraber pratikte bu koşul sağlanamamaktadır (Budak 2013).

Şekil 2.10'da görüldüğü gibi, sıvı ve katı yüzey arasında oluşan temas açısı, 0^0 ile 180^0 arasında olabilir. Sıvının katı yüzeydeki durumu, temas açısının büyüklüğünü belirler.

Sıvı, ne kadar dağılmadan kalırsa temas açısı o kadar büyük oluşur. Açının büyük olması, sıvının katı ile etkileşiminin az olduğunu gösterir. Örneğin su ve katı arasındaki çekim kuvveti, su molekülleri arasındaki kuvvetlere eşit veya daha büyükse, temas açısı sıfır değerine yakın olur ve su damlası katı yüzeye tamamen yayılır ve katıyı ıslatır. Benzer durum yüzey aktif maddeler için de geçerlidir. Yüzey aktif madde kullanıldığında, su-hava arayüzey gerilimini ve katı yüzeyi üzerinde adsorbe olarak katı-sıvı arayüzey gerilimini düşürür. Her iki etki sonucu, $\cos\theta_C$ değeri artar veya temas açısı azalır. Özetle, yüzey gerilimine bağlı olarak sıvı, katıyı ıslatacak veya ıslatmayacaktır. Eğer katının kritik yüzey gerilimi, sıvının yüzey gerilimine eşit veya ondan büyük ise sıvı yüzeyi ıslatacaktır. Eğer katının kritik yüzey gerilimi, sıvının yüzey geriliminden düşük ise katı sıvıyı itecektir. Bu nedenle katının kritik yüzey gerilimi sıvının yüzey geriliminden küçük olduğunda su iticilik özelliği elde edilebilir (Jasper, 2017).

İyi bir ıslanma için temas açısının 0^0'a yakın olması gerekir. Bu durumda sıvı, katı yüzey üzerinde yayılır. Sıvı, katı bir yüzeye damlatıldığında sıvının üzerine etki eden yer çekimi kuvveti damlayı katı yüzey içerisine çektiğinden uygulamalarda 180^0'lik bir temas açısı gözlenmez. Temas açısı 90^0'den küçük olduğunda sıvı katı yüzeyi ıslatır (hidrofil), 90^0'den büyük olduğunda ise yüzeyi ıslatmaz (hidrofob). Temas açısı $0\text{-}5^0$ arasında olan yüzeyler süper hidrofil, 20^0'den küçük olanlar güçlü hidrofil, $5\text{-}90^0$ arasında olanlar hidrofil, $90\text{-}150^0$ arasında olanlar hidrofob ve 150^0'den büyük olanlar ise süperhidrofob olarak adlandırılırlar. Süperhidrofobik yüzeyler yapışmama, kirlenmeme ve kendi kendini temizleme özelliklerine sahiptir ve sıvı damlası ile yüzey arasında temas yok denecek kadar azdır. Bu duruma, lotus etkisi denir. Sıvı bir yağ (hidrokarbon) damlası kullanıldığında 150^0'den büyük olan yüzeyler süperoleofob olarak tanımlanır. Susuz çözeltiler için düşük temas açılarında liyofilik ve daha yüksek temas açılarında ise liyofobik, polar sıvılar için omnifobik ve polar olmayan sıvılar için de omnifilik terimleri kullanılır (Eustathopoulos ve arkadaşları, 1999, Zhang, 2008; Jung, 2009, Nosonovsky, 2009, Erbil, 2010).



Şekil 2.10. Katı-sıvı arasında oluşan farklı temas açı örnekleri (Linda ve ark, 2014).

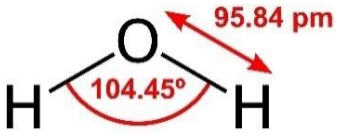
Çizelge 2.1'de, değişen temas açıları ve bunlara karşılık gelen katı-sıvı ve sıvı-sıvı etkileşimleri tanımlanmıştır (Choudhury, 2017). Sıvılar, yüksek ve düşük enerjili olmak üzere iki çeşit katı yüzeyle etkileşime girebilir. Yapıları kovalent, iyonik veya metalik gibi güçlü bağlardan oluşan metal, cam ve seramik gibi katılar, sert katılar olarak bilinir. Dolayısıyla bu tür katıları kırmak için büyük bir enerjiye gerek vardır. Parçalamak zor olduğu için yüksek enerjili olarak adlandırılır. Birçok moleküler sıvı, yüksek enerjili yüzeylerle tam ıslanma sağlar. Moleküllerin Van der Waals ve hidrojen bağları gibi fiziksel kuvvetler tarafından bir arada tutulduğu florokarbonlar ve hidrokarbonlar gibi katılar zayıf moleküler kristallerdir. Bu katılar, zayıf kuvvetlerle bir arada olduğunda, onları kırmak için çok düşük enerji gerekir. Bu nedenle düşük enerjili katılar olarak adlandırılırlar. Seçilen sıvı tipine bağlı olarak, düşük enerjili yüzeyler tam veya kısmi ıslatmaya izin verebilir (Schrader ve Loeb, 1992).

Çizelge 2.1. Temas açısı ve ıslanabilirlik arasındaki ilişki (Choudhury, 2017).

Temas açısı (θ)	**Islanma derecesi**	**Etkileşimlerin gücü**	
		Katı-Sıvı	**Sıvı-Sıvı**
0 derece	Mükemmel ıslanma	Güçlü	Zayıf
0 derece ile 90 derece arasında	Yüksek ıslanabilirlik	Güçlü	Güçlü
90 derece ile 180 derece arasında	Düşük ıslanabilirlik	Zayıf	Güçlü
180 derece	Mükemmel bir şekilde ıslanmayan	Zayıf	Güçlü

Su molekülü, Şekil 2.11'de görüldüğü gibi bir oksijen ve iki hidrojen atomundan oluşur. İki hidrojen atomu ve bunların ilişkili elektronları, su molekülünün bir ucuna daha yakındır. Böylece, bir uç daha fazla negatif yüke sahipken, diğer uç daha fazla pozitif yüke sahip olur ve dipol (polar) etki oluşur. Bu polarite, su ve diğer polar moleküllerin birbirini çekmesine ve polar olmayan molekülleri de itmesine neden olur. Sıvı içerisinde bir molekül, çevresinde bulunan komşu moleküller tarafından eşit kuvvetle çekilirken ve bu kuvvetler dengede iken, sıvı yüzeyinde veya sıvının havayla temas ettiği yerlerde ise sadece altında bulunan moleküller tarafından sıvı içerisine doğru çekilirler. Bu durumda sıvının yüzeyi gergin bir zar şeklindedir. Çekim kuvvetlerinin etkisi ile yüzeydeki moleküller arasındaki uzaklık artar ve buradaki uzaklık sıvı içerisinde bulunan moleküller arasındaki ortalama uzaklıktan daha fazladır. Uzaklık artışından ortaya çıkan bu gerilime sıvının yüzey gerilimi denir. Su moleküllerini birbirine doğru çeken kuvvet etkisi ve yerçekimi kuvvetinin aşağı çekme etkisi ile su klasik yağmur damlası şeklini alır. (Erbil, 2010).

Sıvının üst yüzey gerilimi, katı yüzeyin kritik üst yüzey geriliminden daha düşük olduğunda sıvı katı yüzeyi ıslatır. Dolayısıyla iyi bir sıvı iticilik için sıvı üst yüzey gerilimi, katı üst yüzey geriliminden fazla olmalıdır (Balcı, 2006; Extrand, 1997). Serbest yüzey enerjisi ise, sıvının yüzey alanını artırmak için gerekli enerjiyi tanımlar. Su ve yağ itici özelliği artırmak için serbest yüzey enerjisini düşürecek kimyasal veya polimerler kullanmak gerekir (Miwa, 2000). Suyun yüzey gerilimi, 20^0C'de 72,8 dyn/cm (veya 72,8 erg/cm^2) olduğundan sıvı yüzeyinde 1 cm uzunlukta yer alan molekülleri birbirinden uzaklaştırmak için 72,8 dyn'lik bir kuvvete (veya suyun yüzeyini 20^0C'de 1 cm^2 genişletebilmek için 72,8 erglik bir enerjiye) gereksinim duyulur. Bu nedenle suyun kritik yüzey geriliminden daha küçük kritik yüzey gerilimine sahip malzemeler su itici özellik gösterirler (Demiryürek, 2012).



Şekil 2.11. Su molekül yapısı (https://en.wikipedia.org)

Bazı sıvıların yüzey gerilimleri (γ_{LV}) ve bazı polimerlerin kritik yüzey gerilimleri (γ_C) Çizelge 2.2'de verilmiştir (Weast 1989; Choudhury 2017). Kritik yüzey gerilimleri, saf suyunkinden (20^0C'de 72 dyn/cm) düşük olan polimerler hidrofobiktir. Su içerisine yüzey aktif madde gibi ıslatma maddesinin eklenmesi, polimerlerin yüzey gerilimini artırır ve yapı içerisine doğru ıslanmayı ve penetrasyonu hızlandırır. Sudaki safsızlıkların varlığı da yüzey gerilimini artırır (Datyner, 1983).

Çizelge 2.2. Polimerlerin kritik yüzey gerilimleri ve sıvıların yüzey gerilimleri (Choudhury 2017)

Polimerler	γ_C **(dyn/cm)**	**Polimerler**	γ_C **(dyn/cm)**
Poli(hekzafloropropilen)	16,9	Polivinil alkol (PVOH)	37,0
Poli t-bütil metakrilat (PtBMA)	18,1	Poliamid 12	37,1
Florlanmış etilen propilen (FEP)	19,1	Polimetil metakrilat (PMMA)	37,5
Politetrafloroetilen (PTFE)	19,4	Polivinil klorit (PVC)	37,5
Polidimetilsiloksan (PDMS)	20,1	Selüloz asetat (CA)	37,5
Hekzatriakontan	20,6	Polifenilen sülfit (PPS)	38,0
Politrifloroetilen	26,5	Akrilonitril bütadien sitiren (ABS)	38,5
Polibütadien	29,3	Polietilen tereftalat (PET)	39,0
Poli n-bütil metakrilat (PnBMA)	29,8	Poliviniliden klorit (PVDC)	40,2
Polipropilen (PP)	30,5	Polisülfon (PSU)	42,1
Poliklorotrifloroetilen (PCTFE)	30,8	Poliamid 6,6	42,2
Polietilen (PE)	31,6	Poliamid 7,7	43,0
Polivinilden florit (PVDF)	31,6	Polietilen oksit (PEO)	43,0
Poliamid 10,10	32,0	Polietilen glikol (PEG)	43,0
Polivinil florit (PVF)	32,7	Poliamid 6	43,9
Poliamid 8,8, Poliamid 9,9	34,0	Polikarbonat (PC)	44,0
Polistiren (PS)	34,0	Epoksiler	44,5
Poliakrilamid	34,3	Yün	45,0
Polivinil alkol (PVA)	35,3	Poliakrilonitril (PAN)	47,0
Poliamid 11	35,6	Selüloz triasetat	48,8
Polibenzil metakrilat (PBMA)	36,0	Pamuk	44,0
Sıvılar	γ_{LV} **(dyn/cm)**	**Sıvılar**	γ_{LV} **(dyn/cm)**
n-Heptan	20,0	Zeytin yağı	32,0,
n-Oktan	22,0	Su (Islatma ajanı)	350
Parafin	25,0	Su (100^0C'de)	58,0
Petrol	26,0	Su (20^0C'de)	72,0

Polisiloksan (silikon) ve hidrokarbon esaslı su itici kimyasalların γ_C değerleri sırasıyla 24 ve 30 dyn/cm olduğundan çok iyi su iticilik özellik elde edilir (Çizelge 2.3). Bununla birlikte, hidrokarbon esaslı yağların yüzey gerilim değerleri 20-31 dyn/cm aralığında olup suya göre çok daha düşüktür. Yağın yüzey gerilimi, su iticilik uygulanmış yüzeyi ıslatacak kadar düşük olduğundan hidrokarbon ve polisiloksanlar yağ iticilik özellik kazandıramayacaktır. Bu nedenle, 20-31 dyn/cm aralığında yüzey gerilimine sahip hidrokarbon esaslı yağları itebilmek için daha da düşük kritik yüzey gerilimi değerlerine (γ_C) sahip kimyasalların kullanılması gerekir. Florokarbon esaslı kimyasalların kritik yüzey gerilim değerleri, 15 dyn/cm'nin altında olduğundan hem su hem de yağ iticidirler (Zisman, 1964). Düşük yüzey enerjili kimyasal gruplar $\gamma_{CH2} > \gamma_{CH3} > \gamma_{CF2} > \gamma_{CH2F} > \gamma_{CH2} > \gamma_{CF3}$ olarak sıralanabilir. En düşük yüzey enerjisi 6,7 mJ/m^2 olarak CF_3 hekzagonal diziliminden elde edilmiştir (Sas, 2012).

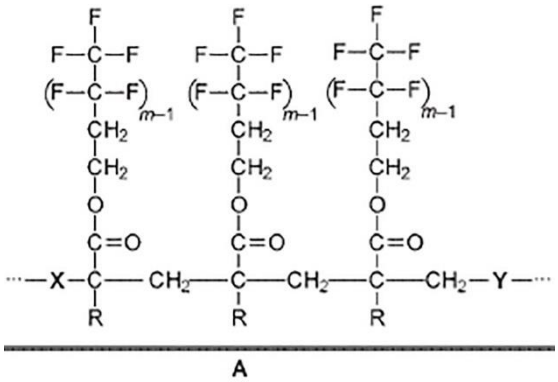
Çizelge 2.3. Farklı son gruplara sahip yüzeylerin kritik yüzey gerilim değerleri (Choudhury, 2017).

Kritik yüzey gerilimi (dyn/cm, 20^{0}C'de)					
Florokarbon		**Hidrokarbon**		**Klorokarbon**	
$-CF_3$	6	$-CH_3$ (kristal)	23	$-CCl\ H-CH_2-$	39
$-CF_2H$	15	$-CH_3$ (tek tabaka)	24	$-CCl_2 – CH_2-$	40
$-CF_3$ ve CF_2	17	$-CH_2-$	31	$=CCl_2$	43
$-CF_2$	18	$-CH_2-$ ve -CH-	33	$-CCl\ H-CH_2-$	39
$-CF_2-CFH-$	22	-CH- (fenil halkası tabaka)	35	$-CCl_2 – CH_2-$	40
$-CF_2-CH_2-$	25	$-CH_3$ (kristal)	23	$=CCl_2$	43
$-CFH-CH_2-$	28				

2.6.2. Florokarbon Esaslı Kimyasallar ve Etki Mekanizmaları

Floroalkil içeren polimerler, ilk olarak 1960'larda kullanılmaya başlanmıştır. Ardından kendine özgü ve mükemmel yüzey özelliklerinden dolayı tekstil endüstrisinde su, yağ ve kir itici amaçlı kullanılan standart kimyasallar haline gelmişlerdir (Özen, 2010). Flor bilindiği gibi en reaktif elementlerden birisidir. Periyodik tabloda yer alan hemen hemen

tüm elementlerle şiddetli bir etkileşime girebilir. Flor elementi ham haliyle doğada bulunmadığından ve flor bağının son derece sağlam olmasından dolayı bu elementin çözümlenmesi oldukça uzun zaman almıştır. Flor elementi diğer elementlerle tepkimeye girdiğinde kimyasal ve ısıl denge, yüksek elektrik izolasyon değerleri, belirli düzeyde bir esneklik, leke tutmazlık ve mekanik zorlamalara karşı dayanım kazanabilmektedir. Florokarbonlar, perflorlanmış karbon zincirinden oluşan organik bileşiklerdir. Kimyasal olarak perfloroalkilakrilat kopolimeri olarak bilinir ve temel yapıları akrilik reçinelere benzer. Genellikle bir karbon atomu üzerinde iki veya daha fazla flor bulunur. Dolayısıyla florokarbonlar, florlanmış alkanlardır. Alkan içindeki bir miktar hidrojen atomu, flor atomu ile yer değiştirirse bu flor karbon bileşimidir. Tekstil materyaline su, yağ ve kir iticilik sağlayan en etkili kimyasallardan biridir. Su iticilik özellik göstermesi için yapı içerisinde en az dört tane flor atomu ve grubun sonunda trifloromet il bulunmalıdır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. Lif yüzeyinde florokarbon etkisi, m=8-10, X ve Y komonomerler, daha çok stearilakrilatlar, R=H veya CH_3 (poliakrilik veya polimetakrilik asit esterleri), A lif yüzeyi (Schindler, 2004).

Florokarbon bileşiklerinin etki mekanizması, kritik üst yüzey gerilimi ile ilgilidir. Uygulandıkları materyalin yüzey gerilimini azaltma eğilimindedirler. Lif etrafında ince bir film oluşturarak yüzey gerilimini azaltırlar. Islanma olayı, katı-sıvı temasının yüzey enerjileri toplamı azaldığında meydana gelir. Sıvının kumaşa nüfuz edebilmesi için, katı-hava arasındaki yüzey enerjisinin, katı-sıvı arasındaki yüzey gerilimini aşması gerekir. Suya karşı koruyucu etkinlik gösterecek kumaşların, kumaş ve sıvı arasındaki sınır yüzey gerilimi yüksek olmalıdır. Florokarbon bileşikleri, kumaşların hava ile arasındaki yüzey

enerjisini düşürür ve sıvı ile kumaş arasındaki yüzey gerilimini arttırır. Bu sayede kumaşlara iyi bir su ve yağ iticilik özelliği kazandırılır. Yapıları genellikle katyoniktir, ancak noniyonik ve anyonik yapıda da olabilirler. Florokarbon kısımlarının düzgün dağılımı, paketlenmesi, uygun oryantasyonu, yapısı ve uzunluğu, liflere uygulanan miktar, kumaşın kompozisyonu ve geometrisi işlem sonucunu belirleyen önemli parametrelerdir. Bu özelliğin etkisi, bileşiği oluşturan zincir uzunluğu ile artar (Grottenmüller 1999).

Florokarbonları silikonlardan veya hidrokarbonlardan ayıran en önemli özelliği hem su hem de yağ itici olmalarıdır. Florokarbonların yağ moleküllerini itmesi, düşük yüzey gerilimi oluşturmalarından kaynaklanır. Perflorlanmış organik bileşiklerin düşük yüzey enerjilerinden dolayı uygulandığı yüzey üzerindeki kapilar veya moleküller arası kuvvetler azalır ve yüzey yağ itici olur. Yıkama işlemlerinde kalıcı olmaları ve hem su hem de yağ itici olmaları en önemli avantajlarıdır. Florokarbonların kolay temizlenebilir, kolay kuruma, yağmur ve kara karşı koruma, yıkama ve kuru temizlemeye karşı dayanımları gibi özellikleri de önemlidir. Ayrıca uygulandığı tekstil yüzeyi üzerinde film tabakası oluşturarak renk haslıkları üzerinde de olumlu katkıları vardır. Florokarbonun yüzey gerilimi 10 dyn/cm gibi oldukça düşük bir değerdedir ve dolayısıyla pamuk lifi florokarbon ile işlem gördüğünde su itici özellik kazanır (Çay ve Çoban, 2004).

Florokarbonlar emdirme, kaplama, püskürtme, köpük ve çektirme gibi çeşitli yöntemlerle kumaşlara uygulanabilir. Emdirme, en yaygın kullanılan yöntemdir. Kumaş yüzeyinin bütünüyle kaplanması emdirme yöntemiyle mümkündür. 140^0C'de 1 dakikalık bir işlemle florokarbonları lifler üzerine fikse etmek mümkündür. Mamül, fulardda emdirildikten sonra genel olarak 120-180^0C'de kurutulur ve ardından 150-18^0C'de 1-3 dakika kondenze edilir.

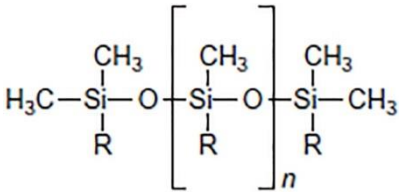
Tekstillere florokarbon uygularken bazı noktalara dikkat edilmesi gerekir. Boyama sonrası sıcak ve soğuk durulama, sabunlama sonrası sıcak ve soğuk durulama hatasız yapılmalıdır. Düzgünleştirme maddesi, deterjan ve kumaş üzerinde kalan alkaliler, işlem çözeltisinin pH'ını olumsuz etkiler. Tercih edilen pH 5-6 arasıdır ve alkali pH'dan

kaçınılmalıdır. Kumaşlar, işlem öncesi tamamen temizlenmiş olmalıdır. Merserize kumaş kullanımı, performans açısından daha iyi sonuçlar verir. Kumaş, florokimyasallarla işlem öncesi normal işlem sıcaklığına getirilmelidir ve 40^0C'nin üzerindeki çözelti sıcaklığı, banyo stabilitesini olumsuz etkiler. Su iticilik sağlayan ürünlerin yumuşatıcılarla birlikte kullanılması durumunda, yumuşatıcı seçimi çok önemlidir. Özellikle silikon esaslı yumuşatıcılar, florokarbon polimer filminin üst yüzey gerilimini arttırırlar, yağların kumaşa işlemesini kolaylaştırırlar ve dolayısıyla florokarbonların yağ iticilik özelliğini olumsuz etkilerler. Kötü yıkanmış kumaşlar, çok iyi temizlenmemiş kimyasal madde çözme ve karıştırma tankları veya aplikasyon tekneleri silikon artıklarına neden olabilir. Tensitler (yüzey aktif maddeler), çok değerli tuzlar, yumuşatıcılardan kaynaklanan emülgatör artıkları, pigment binderleri ve değişik bitim işlemi kimyasalları kumaş üzerinde ıslatıcı ve fulard teknesinde emülsiyon bozucu etkileri nedeniyle florokarbonların etkilerini hızlı bir şekilde azaltır. Genel bir su itici özellik isteniyorsa çapraz bağlayıcı madde kullanımı gerekli değildir. Ancak daha kalıcı bir su ve yağ itici özellik isteniyorsa çapraz bağlayıcı madde kullanımı gerekebilir (Çay ve Çoban, 2004).

2.6.3. Silikon Esaslı Kimyasallar ve Etki Mekanizmaları

Hidrokarbon ve silikon esaslı kimyasallar, sadece su iticilik bitim işlemlerinde tercih edilirler. Özellikle son yıllarda silikon esaslı su iticilerin önemi ve kullanımı artmıştır (Şekil 2.13). Organo halojen silanların hidrolizi sonucu organosilanoller elde edilir ve bunlar kolaylıkla kondensasyona uğrayarak organosilioksanları (silikonları) oluştururlar. Kısmen kondanse olmuş silikon, tekstillere emdirilip kurutulduğunda yüzeyde kondense olurlar (Akalın 1994). Böylece aktif hidrojen içeren silikonlar, lif yüzeyindeki fonksiyonel gruplarla bağ yaparlar ve diğer kimyasallara göre yüzeye daha kalıcı su iticilik kazandırırlar. Silikonlar, monometil veya dimetil silikon formunda olabilir. Etkin su itici özellik göstermesi için kumaş üzerinde %1-2 oranında silikon bulunması gerekir. Silikonlar, kumaş gözeneklerini tamamen kapatmadığından deri solunumu ve ter uzaklaştırılmasını olumsuz etkilemezler. Tüm tekstil lifleri için silikonlar, hidrofob özellik gösterirler. Sentetik liflere uygulandığında, su itici özellikleri daha da yüksektir. Hidrofob metil grupları, molekülün dışına oryante olurken oksijen atomları da life

bağlanarak oryante olmuş ara bir bileşik oluştururlar. Silikonlar kumaşlara yumuşaklık, buruşmazlık, dikim kolaylığı, elastikiyet gibi özellikler kazandırır (Lomax, 1991). En iyi su iticilik sonucu, silikon molekülünün lif üzerinde düzenli yerleşmesi ile elde edilir. Son yıllarda silikonların yüzeydeki kalıcılıkları, yapının çeşitli reaktif gruplarla modifiye edilmesiyle arttırılmıştır. Ancak bu tür silikonlar, daha çok yumuşatıcı olarak kullanım alanı bulmuştur (Lacasse ; Baumann, 2004).



Şekil 2.13. Polisiloksan kopolimer yapısı (Choudhury, 2017).

Parafin, silikon ve florokarbon esaslı su iticilik maddeleri karşılaştırıldığında parafın esaslı olanların su iticilik etkilerinin ve yıkamaya dayanımlarının düşük olduğu görülmektedir. Silikon esaslılar, parafın esaslılar daha iyi su itici etkiye sahiptir, ancak yağ iticilik özellikleri düşüktür. Florokarbon esaslılar, son derece iyi su ve yağ itici özelliğe sahiptirler. Florokarbonlar ile çapraz bağlayıcıların birlikte kullanılması, su ve yağ iticilik özelliğin kalıcılığını iyileştirilmektedir (Güzel 2019).

2.7. Literatürde Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde literatürde yıkamalar ve su-yağ iticilik ile ilgili yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir.

Özcan (2007) tarafından yapılan çalışmada, %100 pamuk ve %50 pamuk-%50 pes karışımı içerikli dört farklı sıklıktaki dokuma kumaşlara üç farklı özellik ve konsantrasyonda su itici kimyasallara bitim işlemi uygulanmıştır. Fiziksel test olarak kumaşlara aşınma direnci, boncuklanma, kopma mukavemeti, ışık haslığı, yıkama ve terleme testleri yapılmıştır. En yüksek su geçirmezlik değerleri, florakarbon uygulamalarında elde edilmiştir. Su itici kimyasalın yüksek konsantrasyonda

uygulanmasında yırtılma mukavemetinde azalma görülmüştür. Boncuklanma, aşınma ve ıslanma sürelerinde bir değişim olmamıştır.

İlksöz ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan çalışmada, pamuk, PES ve mikro PES kumaşlara farklı oranlarda sıvı itici bitim işlemi uygulanmış, kumaşların sıvı iticilik ve hava geçirgenlik değerleri ölçülmüştür. Mikro PES ve pamuklu kumaşların iyi seviyede sıvı itici özelliklere sahip olduğu ve artan kimyasal madde konsantrasyonunun test sonuçlarını önemli derecede değiştirmediği belirlenmiştir. Mikro PES kumaşların bitim işlemi sonrasında hava geçirgenliklerinin arttığı, pamuklu ve PES kumaşlarda ise azaldığı belirlenmiştir.

Şenol (2009) tarafından yapılan çalışmada, bezayağı ve D1/3 örgülü dokuma PES kumaşların su geçirgenliğine etki eden faktörler incelenmiştir. Dokuma kumaşlar 40°C' de yıkanmış ve ardından serbest şekilde kurutulmuştur. Dokuma örgü faktörü, atkı numarası, atkı sıklığı, lif kesit yapısı ve çözgü sıklığı parametrelerinin su geçirgenliklerini etkilediği tespit etmiştir.

Budak (2013) tarafından yapılan çalışmada, 3 iplik %100 pamuk örme kumaş, 3/1 Z %100 pamuk dokuma kumaş ve 3/1 Z %65 pamuk %35 PES dokuma kumaşlara su iticilik uygulanmış. Çalışmada yıkama sıcaklığı, mekanik hareket yüzdesi, yıkama devri, kimyasal miktarı gibi yıkama parametreleri, bunun yanında ev tipi kurutucu ve ütü kullanımlarının etkisi incelenmiştir. Su iticilik efektinin kalıcı olmadığı belirlenmiştir.

Balcı (2014) tarafından yapılan çalışmada, boyama sonrasında kumaşlara silikon, buruşmazlık ve su itici bitim işlemleri uygulanmıştır. Dokunan altı farklı kumaşın üzerine renk değişiminin etkisi spektrofotometre ile incelenmiştir. Uygulanan bitim işlemlerinin kumaş rengini değiştirdiği gözlemlenmiştir. Kumaş tipi, boyama reçetesi, bitim kimyasalı ve konsantrasyonunun renk değişimine etkisi olduğu ve en fazla renk farkının su itici bitim işleminde olduğu tespit edilmiştir.

Ağırgan ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada, pamuk, PES ve pamuk/PES karışım dokuma kumaşlara iki farklı nano partiküllü su iticilik maddeleri kimyasal ile emdirildikten sonra termofiksaj işlemi yapılarak sonuçlarının dokuma kumaş üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışmada, nano partiküllü su iticilik maddeleri uygulanan bitim işlemlerinin kumaşların su iticilik özelliklerini arttırdığını görülmüştür. %100 PES ve pamuk/PES karışımlı numune performanslarının birbirine yakın ve oldukça etkili olduğu ancak, %100 pamuklu kumaşların su iticilik değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Erayman (2016) tarafından yapılan çalışmada, PES kumaşlara florlu ve silikonlu su iticilik kimyasal maddeleri ile bitim işlemleri uygulanmıştır. Dört çeşit naylon filament ve PES/pamuk karışımlı ilikli ipliklerle 5 adım/cm sıklıkta, düz dikiş kumaşlar dikilmiştir. Uygulanan su iticilik bitim işlemlerinin ardından kumaşların mekanik özellikleri, su itici performansı ve termal özellikleri değerlendirilmiştir. Ayrıca bu kumaşların dikişli bölgelerinde dikiş mukavemeti, dikiş büzgüsü, dikiş randımanı ve dikiş kayması testleri yapılırken, yine bu bölgelerde dikişin su buharı geçirgenliği ve eğilme dayanımına etkisini ölçmeye yönelik testleri yapılmıştır. Çalışmada farklı su iticilik kimyasalları ve dikiş ipliklerinin konfor ve dikim performansı özellikleri üzerinde etkileri olduğu bulunmuştur.

Filiz (2016) tarafından yapılan çalışmada, %85 pamuk-%15 PES dimi örgü yapısına sahip askeri eğitim elbisesi için üretilen dokuma kumaşa uygulanan bitim işlemlerinin kumaş performans özelliklerine etkisini incelemiştir. Kumaşlara antibakteriyel, su iticilik, yağ iticilik, bitim kimyasallarından oluşan yedi farklı kompozisyonda bitim işlemleri uygulanmıştır. Bitim işlemlerinin kumaş performansı üzerindeki etkilerini incelemek için kimyasal haslık ve ev tipi yıkamaya, hava şartlarına ve ütülemeye karşı renk haslığı, ter ve sürtme haslığı, hava geçirgenliği, aşınma dayanımı, kopma ve yırtılma mukavemeti testleri yapılmıştır. Sonuç olarak su, yağ iticilik ve antibakteriyel bitim işlemlerinin birlikte uygulandığı kumaşın çözgü ve atkı yönündeki kopma dayanımının en düşük olduğu gözlenmiştir. Üç bitim kimyasalının uygulandığı ipliklerin sıcaklıkla birlikte

mukavemetlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Uygulanan bitim işlemlerinin hem çözgü hem de atkı yönünde yırtılma mukavemetlerinde artışına neden olduğu görülmüştür.

Kartal (2017) tarafından yapılan çalışmada, farklı konstrüksiyonlarda şönil ipliklerinden üretilen döşemelik kumaşlarda su iticilik bitim işleminin uygulamasının, kumaşın performans özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. PES, akrilik ve viskon ile iki farklı hav yüksekliğine sahip toplam 6 şönil iplik üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen iplikler dokuma kumaş yüzeyinde atkı ipliği olarak kullanılmış ve döşemelik kumaşlar dokunmuştur. Kumaşlara florakarbon esaslı su iticilik kimyasalı ile %60 ve %80 emdirme oranlarında su iticilik bitim işlemi uygulanmıştır. Dokuma kumaşların yumuşaklık, sürtme haslığı, aşınma dayanımı, su iticilik, aşınma sonrası su iticilik ve dikiş kayması özellikleri test edilmiştir. Çalışmada su iticilik bitim uygulamasının kumaşların aşınma dayanımı, dikiş kayması ve yumuşaklık özelliklerini olumlu etkilediği görülmüştür.

Akman (2018) tarafından yapılan çalışmada, farklı su iticilik kimyasallarının köpük aplikasyon ile dokuma denim kumaşlara aktarılmış ve sonrasında kumaş özellikleri incelenmiştir. Çalışmada kumaşa florakarbon (FC), florakarbon (FC) ve dendrimer (DNR) ve sadece dendirimer (DNR) olan kimyasallar ile farklı konsantrasyonlarda emdirme, köpükle ve kaplama yöntemleriyle su iticilik bitim işlemleri uygulanmıştır. Daha sonra kumaşlar, yıkama yapılarak işlemin kalıcılığı araştırılmıştır. Köpük aplikasyon yönteminin sprey test, temas açısı değerleri ve nem kontrol testi (MMT) sonuçlarının emdirme ve kaplamaya göre daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Bu yöntemin emdirme ve kaplama uygulamalarına alternatif bir yöntem olduğu sonucuna varmıştır.

Güzel (2019) tarafından yapılan çalışmada su, yağ ve kir itici kimyasallarının dokuma kumaşlar üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada 3 farklı örgü yapısı ve 3 farklı atkı sıklıklarında dokuma kumaşlar üretilmiştir. Bu kumaşlara farklı konsantrasyonlarda florakarbon uygulaması sonrası, yırtılma ve kopma mukavemeti, kopma uzaması, aşınma dayanımı, boncuklanma, su iticilik, lekeleme gibi testler yapılmıştır. Atkı sıklığının, örgü yapısının, su itici kimyasal konsantrasyonunun, bitim işlemi öncesi ve sonrası yapılan

kalandır işleminin kumaşların mukavemet, aşınma, boncuklanma, su iticilik ve lekeleme özelliklerini iyileştirdiği sonucuna varılmıştır.

Sevindik (2020) tarafından yapılan çalışmada, termal koruyucu özelliklere sahip iş giysilerinde yaygın olarak kullanılan meta-aramid kumaşlara altı ve sekiz karbona sahip iki florakarbonlu ve bir adet silikonlu su iticilik kimyasalı ile su/yağ iticilik uygulaması sonrasında kimyasal koruyuculuk özellikleri incelenmiştir. İşlemlerin etkisini ve yıkama dayanımlarını artırmak için akrilik asit, hava ve oksijen kullanılarak plazma işlemi uygulanmıştır. İşlemler sonrası su iticilik, yağ iticilik, alev yayılma testi, sınırlayıcı oksijen indeks testi (LOI) ve sıvı kimyasal penetrasyon testleri (sodyum hidroksit, sülfürik asit ve bütanol için) yapılmıştır. Plazma işlemleri sonrasında, yağ itici özelliklerin arttığı ve yıkama sonrası bu etkilerin değişmediği belirlenmiştir. Akrilik asit ile plazma işlemi uygulanmış ve yıkanmış kumaşların güç tutuşurluk özellikleri de korunmuştur. Florakarbonların ve silikon uygulaması sonucu kumaşların LOI değerlerinde azalma olmasına rağmen, güç tutuşur özelliklerinde değişim olmamıştır. Altı ve sekiz karbonlu florakarbon uygulama yapılan kumaşların sıvı kimyasal penetrasyon testlerinde yüksek iticilik değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Silikon uygulaması sonrası ise yeterli iticilik değerine ulaşılamamıştır. Plazma ön işlemi sonrası silikon uygulaması yapılan kumaşlarda ise su iticilik değerlerinin bütanol dışındaki test sıvılarında çok yüksek olduğu görülmüştür.

İbili (2021) tarafından yapılan çalışmada, kitosan, $AgCl/TiO_2$, ticari florakarbon ve dendrimer esaslı kimyasallar ile elektrospreyleme yöntemi kullanılarak nonwoven yüzeyler elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda nonwoven yüzeylere hem süperhidrofobik hem de antibakteriyel özellik kazandırılmıştır.

Ildız (2021) tarafından yapılan çalışmada modal ve tencel liflerinin su ve yağ iticilik özelliklerinin arttırılması için siklodekstrin ve çapraz bağlayıcı kullanılmıştır. İşlemler sonrası % ağırlık değişimi, kalınlık, kopma mukavemeti ve kopma uzaması, patlama mukavemeti, eğilme uzunluğu ve rijitliği ve renk değişimi gibi özellikler test edilmiştir.

Tencel ve modal kumaşlarda, siklodekstrinin yüksek yıkama dayanımlı su ve yağ iticilik eldesinde tek başına yeterli olmadığı belirlenmiştir. Siklodekstrinin çapraz bağlayıcı ve katalizör ile birlikte modal ve tencel kumaşlara uygulanması ve işlemin iki tekrarlı şekilde uygulanması sonrası en iyi sonuçlar elde edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında PES ve PP iplikler kullanılarak atkı ve çözgü ipliği PES, atkı ipliği PP ve çözgü ipliği PES ve atkı ve çözgü ipliği PP olan bezayağı örgü yapısında üretilen üç farklı dış mekan dokuma kumaşların üzerindeki yağ ve katı madde oranları analiz edilmiştir. Ardından bu kumaşlara jet makinasında halat formunda ve iki farklı yıkama makinasında ise açık en formunda olmak üzere üç farklı yöntem ile yıkama yapılmıştır. Yıkama işlemleri sonrasında kumaşlar üzerindeki yağ ve katı madde oranları yeniden analiz edilmiştir. Son olarak ham ve yıkanmış kumaşlara üç farklı su iticilik kimyasalı ile bitim işlemi uygulanmış ve kumaşların su ve yağ iticilik testleri ve kumaş performans testleri yapılmıştır.

Deneysel çalışmalarda kullanılan materyaller aşağıdaki gibi incelenmiştir:

- Deneysel çalışmada üretilen kumaşlar
- Deneysel çalışmada kullanılan kimyasallar
- Deneysel çalışmada kullanılan makinalar

3.1. Üretilen Kumaşlar ve Özellikleri

Çalışma kapsamında Weavers Tekstil işletmesinde bulunan Dornier PTV 8/J marka dokuma makinasında 700 denye 192f PES ve 700 denye 288f PP iplikler kullanılarak atkı ve çözgü ipliği PES, atkı ipliği PP ve çözgü ipliği PES ve atkı ve çözgü ipliği PP olan bezayağı örgü yapısında üç farklı dış mekan dokuma kumaşlar üretilmiştir.

3.2. Kullanılan Kimyasallar ve Özellikleri

Üretilen dış mekan dokuma kumaşların yıkama işlemlerinde jet yıkama için MYD firmasının Wellteks Power marka, Bianco açık en yıkama için Forniture Tessili Riunite (FTR) firmasının Bianco HS NEW marka ve Küsters açık en yıkama için Rudolf-Duraner Rucogen SFW marka yağ sökücü kimyasalları kullanılmıştır. Yağ sökücü kimyasallara ait teknik özellikler, Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Yağ sökücü amaçlı kullanılan kimyasallara ait özellikler

Ürün Adı	Kimyasal Yapısı	Renk	Özgül Ağırlığı (g/cm³)	pH
Welltex Power	Yüzey aktif maddelerin karışımı, noniyonik	Renksiz sıvı	1-3	6-7
Bianco HS New	Organik çözücüler, noniyonik	Krem	1,05	9-10
Rucogen SFW	Noniyonik/anyonik	Berrak, renksizden sarımsıya sıvı	0,88	6,5-10,5

MYD firmasının Wellteks Power marka yağ sökücü kimyasalı, sentetik liflerin ön yıkamalarında iplik ve makinalardan gelen yağların temizlenmesinde, kontinü ve çektirme sistemlerinde ise yağ sökücü ve yıkama maddesi olarak kullanılır. İyi derece emülsiye ve dispers özellik gösterir.

Forniture Tessili Riunite (FTR) firmasının Bianco HS NEW marka yağ sökücü kimyasalı, yüksek emülsiyon gücü sayesinde yağları düşük sıcaklıklarda bile yüzeyden uzaklaştırır. Sürekli arıtmayla düşük su kullanımı ve kimyasal tüketimi ile ön arıtma işlemlerini ekolojik hale getirir.

Rudolf-Duraner Rucogen SFW marka yağ sökücü kimyasalı, makina yağlarından veya metal sürtünmesinden kaynaklanan yağ lekelerini uzaklaştırır. Düşük köpük ağırlığına ve ıslatma özelliğine sahiptir. Alkali ortama dayanıklılığı iyidir.

Üretilen dış mekan dokuma kumaşların su ve yağ iticilik bitim işlemlerinde Rudolf-Duraner firmasının Ruco Dry Eco Plus, Ruco Guard Ryn6 ve Ruco Dry Bio CGR marka kimyasalları kullanılmıştır. Su ve yağ iticilik kimyasallarına ait teknik özellikler Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Su ve yağ iticilik amaçlı kullanılan kimyasallara ait özellikler

Ürün Adı	Kimyasal Yapısı	Renk	Özgül Ağırlığı (g/cm³)	pH
Ruco Dry Eco Plus	Süper dallanmış ve lineer polimerler karışımı, katyonik	Beyaz	1,1	3,5-5,5
Ruco Guard Ryn6	C6 florakarbon reçinesi, nonyonik	Krem	1,0	2,5
Ruco Dry Bio CGR	Tahıl atıklarından elde edilen emülsiyon, katyonik	Beyaz	1,0	3-5

Rudolf Duraner firmasının Ruco Dry Eco Plus su ve yağ itici kimyasalı, uygulanan kumaşlara iticilik özelliği ile birlikte yumuşak tutum sağlar. Aşınmaya karşı dayanımı iyidir. Yüksek fikse sıcaklıkları gerektirmez. Alev almaz ancak kuru temizle için uygun değildir.

Ruco Guard Ryn6 su ve yağ itici kimyasalı, yıkama ve kuru temizleye karşı dayanıklıdır. Soğuk su ile kolayca seyreltilebilir ve alev almaz.

Ruco Dry Bio CGR su ve yağ itici kimyasalı tahıl tanelerinin işlenmesi sırasında çıkan atıklardan elde edilen su iticilik bitim kimyasalıdır. Sentetik ve selülozik liflerden yapılan kumaşlar için son derece etkili bir su iticilik özelliği vardır. Yenilenebilir bitki esaslı hammadde içeriği yüksek olduğu için ekolojiktir. Aşınmaya karşı dayanımı iyidir, yüksek fikse sıcaklıkları gerektirmez ve kumaş tutumu yumuşaktır.

3.3. Kullanılan Makinalar ve Özellikleri

3.3.1. Dokuma Makinası

Dış mekan kumaşların üretiminde Weavers Tekstil işletmesinde bulunan Şekil 3.1.'de gösterilen Dornier PTV 8/J marka dokuma makinası kullanılmıştır. Dokuma makinasına ait teknik veriler, Çizelge 3.3.'de özetlenmiştir.

Şekil 3.1. Dornier PTV 8/J marka dokuma makinası

Çizelge 3.3. Dokuma makinasına ait teknik veriler

Model	Tipi	Eni (cm)	Çalışma Hızı (devir/dak)	Tarak Numarası (diş sayısı/cm)	Faydalı Tarak Eni (cm)
Dornier	Armürlü Tezgah	190	400	81/10	152,5

3.3.2. Yıkama Makinaları

Deney sürecinde kumaşlar, jet makinasında halat formunda ve iki farklı yıkama ise açık en formunda olmak üzere üç farklı yöntem ile yıkama işlemi uygulanmıştır.

3.3.2.1 Halat Formunda Yıkama Makinası

Çizelge 3.1.'de özellikleri verilen kumaşlar, Weavers Tekstil işletmesinde bulunan ve Şekil 3.2.'de gösterilen Fong's Allfit marka jet yıkama makinası kullanılarak yıkanmıştır.

Şekil 3.2. Fong's Allfit marka jet yıkama makinası

3.3.2.2. Açık En Yıkama Makinaları

Çizelge 3.1.'de özellikleri verilen kumaşlar, Weavers Tekstil işletmesinde bulunan ve Şekil 3.3.'de gösterilen Bianco Happy Scour marka açık en yıkama makinası ve Şekil 3.4.'de gösterilen Küsters Washenlage marka açık en yıkama makinası kullanılarak ayrı ayrı yıkanmıştır.

Şekil 3.3. Bianco Happy Scour marka açık en yıkama makinası

Şekil 3.4. Küsters Washenlage marka açık en yıkama makinası

3.4. Yöntem

3.4.1. Kumaş Üretim İşlemleri

Deneylerde kullanılan atkı ve çözgü ipliği PES, atkı ipliği PP ve çözgü ipliği PES ve atkı ve çözgü ipliği PP olan bezayağı dış mekan kumaşları, Weavers Tekstil işletmesinde bulunan Dornier PTV 8/J marka dokuma makinasında Çizelge 3.4'de verilen teknik özelliklere göre kontrollü bir şekilde üretilmiştir. Çalışma kapsamında, 700 denye 192f PES ve 700 denye 288f PP iplikler kullanılmıştır.

Çizelge 3.4. Kullanılan kumaşlar ve özellikleri

İşlem Kodu	Kumaş Yapısı	İplik Numarası (Denye)	Atkı ve Çözgü Sıklığı (iplik/cm)	Kumaş Kalınlığı (mm)	Kumaş Eni (cm)	Kumaş Gramajı (gr/m²)
K1	Atkı-PES Çözgü-PES	700	10	6	145	230
K2	Atkı-PP Çözgü-PES	700	10	6	145	224
K3	Atkı-PP Çözgü-PP	700	10	6	145	217

3.4.2. Yıkama İşlemleri

3.4.2.1. Halat Formunda Yıkama İşlemleri

Çizelge 3.1.'de özellikleri verilen kumaşlar, Weavers Tekstil işletmesinde bulunan ve Şekil 3.2.'de gösterilen Fong's Allfit marka jet yıkama makinası kullanılarak Çizelge 3.5.'teki yıkama reçetesine göre yıkanmıştır.

Çizelge 3.5. Fong's Allfit marka jet yıkama makinasında yapılan yıkamalar

İşlem Kodu	Yıkama Makinası	Yıkama Süresi (dakika)	Yıkama Sıcaklığı (^{0}C)	Çözelti Oranı	Kullanılan Kimyasallar
Y1	Fong's	20	70	1/10	2 g/L sabun 100 g/L Welltex Power

3.4.2.2. Açık En Yıkama İşlemleri

Çizelge 3.1.'de özellikleri verilen kumaşlar, Weavers Tekstil işletmesinde bulunan ve Şekil 3.3.'de gösterilen Bianco Happy Scour ve Şekil 3.4.'de gösterilen Küsters Washenlage marka açık en yıkama makinaları kullanılarak Çizelge 3.6.'daki yıkama reçetelerine göre ayrı ayrı yıkanmıştır.

Çizelge 3.6. Bianco Happy Scour marka açık en yıkama makinasında yapılan yıkamalar

İşlem Kodu	Yıkama Makinası	Yıkama Süresi (dakika)	Yıkama Sıcaklığı (^{0}C)	Flotte Oranı	Kullanılan Kimyasallar
Y2	Bianco	20	80	---	2 g/L Bianco HS New
Y3	Küsters	20	70	1/10	3 g/L Rucogen SFW

3.4.3. Kurutma İşlemleri

Çalışma hızı 12 m/dak, basıncı 2 bar ve fan değerleri 80/80 olacak şekilde Brückner Power Frame HN SFP 32/8 marka kurutucuda PES kumaşlar 160^{0}C'de, PES/PP kumaşlar 110^{0}C'de ve PP kumaşlar ise 120^{0}C'de kurutulmuştur.

3.4.4. Su ve Yağ İticilik Bitim İşlemleri

Çizelge 3.1'de özellikleri verilen kumaşlara, Weavers Tekstil işletmesinde bulunan ve Şekil 3.3'de gösterilen Bianco Happy Scour marka açık en yıkama makinası kullanılarak Çizelge 3.7'deki kimyasal üreticilerinin önerdiği reçetelere göre ayrı ayrı su ve yağ iticilik bitim işlemleri uygulanmıştır.

Çizelge 3.7. Uygulanan su ve yağ iticilik bitim işlemleri

İşlem Kodu	Ürün Adı	Çözelti pH'ı	Flotte Oranı (%)	Konsantrasyon (g/L)
S1	Ruco Dry Eco Plus	4,5-5	43	80
S2	Ruco Guard Ryn6	4,5-5	49	60
S3	Ruco Dry Bio CGR	4,5-5	46	100

3.5. Çalışmada Yapılan Testler ve Test Yöntemleri

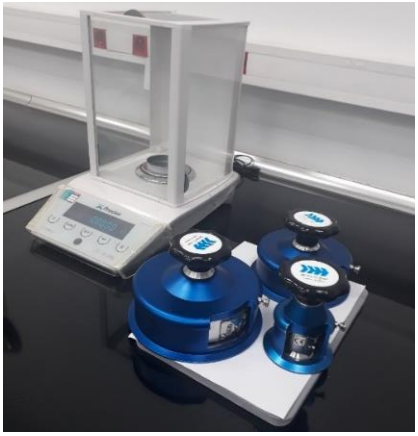
Çalışma kapsamında kullanılan kumaşların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla metrekare ağırlık (gramaj) ve katı madde (yabancı) oranları ölçümleri yapılmıştır. Performans özelliklerinin belirlenmesi için kumaşlara yırtılma mukavemeti kopma mukavemeti, dikiş dayanımı, aşınma, boncuklanma, iplik kopuşu, belirli devir görüntü değişimi testleri uygulanmıştır. Bu testler, Weavers Tekstil firmasının Fiziksel Analiz Laboratuvarı'nda ve MYD Kimyevi Maddeler Tic. San. A.Ş'nin Ar-Ge Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Testlerden önce kumaşlar 24 saat süreyle TS EN ISO 391'e göre standart atmosfer koşullarında (20^0C±2 sıcaklık, %65±4 bağıl nem) kondisyonlanmıştır. Çalışmada kumaşlara uygulanan testler ve test standartları Çizelge 3.8'de özetlenmiştir.

Çizelge 3.8. Çalışmada yapılan testler ve test standartları

Ölçüm	Standart	Düzenek/Cihaz
Gramaj	TS251	James H. Heal Kumaş Kesme Şablonu
Katı madde oranı	EN 12127	----
Yırtılma mukavemeti	ISO 13937-2	James Heal Titan Test Cihazı
Dikiş mukavemeti	ISO 13936-2	Brother Dikiş Makinası ve James Heal Titan Test Cihazı
Aşınma dayanımı	ISO 12947–2	James Heal Martindale Test Cihazı
Boncuklanma dayanımı	ISO 12945–2	James Heal Martindale Test Cihazı
Yaş Sürtme Haslığı	ISO 105-X12	Test Lab T600Sh Krokmetre Test Cihazı
Kuru Sürtme Haslığı	ISO 105-X12	Test Lab T600Sh Krokmetre Test Cihazı
Işık Haslığı	ISO 105–B02	James Heal Trufade Işık Haslık Cihazı
Su iticilik	ISO 4920	Ataç Makine Spr-01 Test Cihazı
Yağ iticilik	ISO 14419	Ataç Makine Spr-01 Test Cihazı

3.5.1. Gramaj Ölçümleri

Kumaşların gramaj ölçümleri, Precisa marka hassas terazi ile TS251 test standardına göre yapılmıştır. Şekil 3.5'te gösterilen standart kesim aleti ile kumaşların 3 farklı yerinden 100 cm^2'lik dairesel numuneler alınmış ve bu numuneler hassas terazide tartıldıktan sonra ortalamaları alınarak kumaş gramaj değerleri g/m^2 olarak elde edilmiştir.



Şekil 3.5. Numune kesme aparatları ve hassas terazi

3.5.2. Kumaş Yüzeyindeki Katı Madde Oranı Ölçümleri

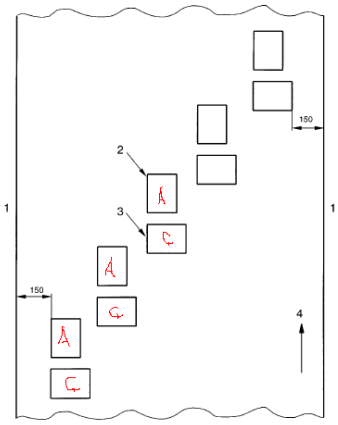
Kumaşların yüzeyindeki katı madde oranları, EN 12127 standardı modifiye edilerek hesaplanmıştır. Kontrollü olarak üretilen kumaşlar, ağırlıkları 1±0,1 gram olacak şekilde kesildikten sonra 100^0C sıcaklığa ayarlanan etüvde 10 dakika boyunca bekletilmiştir. Daha sonra bu kumaşların ağırlıkları ölçülmüştür. Kumaşlar üzerinde bulunan katı madde oranı, ilk ve kurutulmuş ağırlıkları arasındaki değişimin yüzdesi alınarak hesaplanmıştır.

3.5.3. Yırtılma Mukavemeti Ölçümleri

Kumaşların yırtılma mukavemeti ölçümleri, Şekil 3.6'da gösterilen James Heal firmasının Titan marka cihazı ile ISO 13937-2 standardına göre yapılmıştır. Yırtılma mukavemeti için numuneler, standartta belirtildiği gibi kenardan en az 100 mm içeriye doğru olmak üzere atkı ve çözgü yönünde 5'er adet hazırlanmıştır (Şekil 3.7). Numunelerin iki kanat şeklindeki kısımları, birleşme noktaları iki çeneyi tam ortalayacak şekilde çenelere sıkıştırılmış ve yırtılma testi yapılmıştır. Numuneler yırtıldığı anda test

sonlandırılmış ve test değerleri kaydedilmiştir. Testler, tüm numuneler için atkı ve çözgü yönlü tekrar edilmiş ve elde edilen sonuçlar 5 ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

Şekil 3.6. James Heal firmasının Titan marka mukavemet cihazı



Şekil 3.7. Yırtılma mukavemeti testi için numune alma yöntemi

3.5.4. Dikiş Mukavemeti Ölçümleri

Kumaşlara ait dikiş mukavemeti ölçümleri, James Heal firmasının Titan marka cihaz ile (Şekil 3.6) ISO 13936-2 standardına göre yapılmıştır. Dikiş mukavemeti için numuneler, atkı iplikleri yönünde uzun kenarı 200 mm ve çözgü iplikleri yönünde kısa kenarı 100 mm olacak şekilde kesilmiştir. Test numuneleri kumaşın ön yüzü içte kalacak şekilde tam orta yerinden katlanmıştır. Numunelerin kıvrım yerinden aşağıya doğru 20 mm'lik

mesafe işaretlenmiştir. Bu mesafede 100 mm'de 32±2 dikiş adımı olacak şekilde 301 tipi dikiş yapılmıştır. Numuneler, test cihazının iki çenesi arasına yerleştirilip cihazın çene gücü 180 Newton'a ve çene hızı 50 mm/dak'ya ayarlanmıştır. Test sonrası dikiş açılmasının olduğu yer, cetvel ile ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar 5 ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

3.5.5. Aşınma Dayanımı Birinci İplik Kopuşu Ölçümleri

Kumaşlara ait aşınma dayanımı ölçümleri, James Heal firmasının Martindale marka cihazı (Şekil 3.8) ile ISO 12947-22 standardına göre yapılmıştır. Aşınma dayanımı için numuneler, kesme aparatı yardımıyla 38 mm çapında kesilmiş, 12 kPa ağırlık altında gerçekleşmiştir. Numuneler, standartta belirtildiği gibi ilk iplik kopuşu olana kadar aşınmaya maruz bırakılmıştır. Elde edilen devir sonuçları, 5 ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

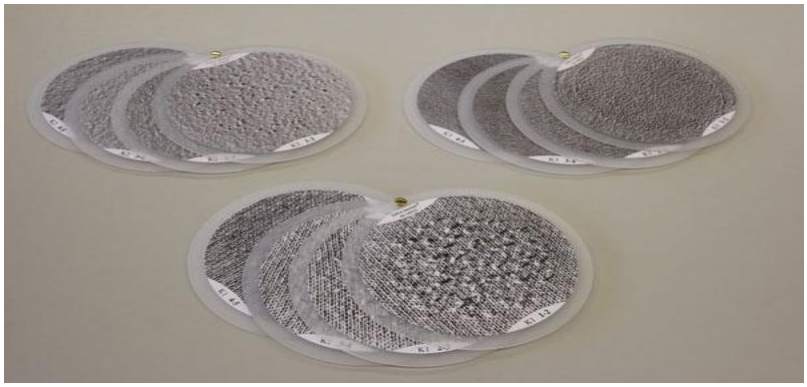
Şekil 3.8. Martindale marka aşınma cihazı

3.5.6. Boncuklanma Dayanımı Ölçümleri

Kumaşlara ait boncuklanma dayanım ölçümleri, James Heal firmasının Nu-Martindale marka cihazı (Şekil 3.9) ile ISO 12945-2 standardına göre yapılmıştır. Boncuklanma dayanımı için numuneler, kesme aparatı yardımıyla 140 mm çapında kesilerek hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler, disklere yerleştirilip toplam 2000 devir olacak şekilde aşınmaya maruz bırakılmıştır. Yüzeyde meydana gelen boncuklanmalar, standart

fotoğraflar yardımıyla 1: Aşırı boncuklanma, 2: İleri derece boncuklanma, 3: Orta derece boncuklanma, 4: Çok az boncuklanma ve 5: boncuklanma yok olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 3.9. Nu- Martindale marka aşınma cihazı



Şekil 3.10. Boncuklanma değerlendirmede kullanılan standart fotoğraflar

3.5.7 Işık Haslığı Ölçümleri

Kumaşların ışık haslığı testleri, ISO 105-B02 test yöntemi göre yapılmıştır. Çalışmada, Şekil 3.11'de gösterilen James Heal firmasının Trufade ışık haslığı test cihazı kullanılmıştır. Işık haslığı testi yapılacak olan numuneler, 40x100 mm boyutlarında kesilerek ksenon lamba etrafında dönen numune tutuculara yerleştirilmiştir. Ardından numuneler, 72 saat boyunca ışığa maruz bırakıldıktan sonra renk değişimleri mavi skalaya göre Çizelge 3.10'a göre 1 en düşük ve 8 en yüksek olacak şekilde değerlendirilmiştir.

Şekil 3.11. Aygenteks firmasının ışık haslığı cihazı

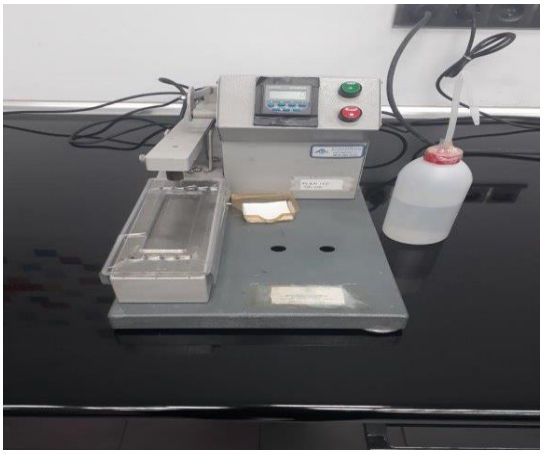
Çizelge 3.9. Işık Haslığı Değerlendirme kullanılan yağlara ait özellikler (anonim)

Değerlendirme	Haslık Değeri
Çok Az	1
Az	2
Orta	3
Oldukça iyi	4
İyi	5
Çok iyi	6
Mükemmel	7
Harikulade	8

3.5.8 Yaş Kuru Sürtme Haslığı Ölçümleri

Kumaşlara ait renk haslığı ölçümleri, Aygenteks firmasının Krokmetre cihazı (Şekil 3.12) ile ISO 105-X12 standartına göre yapılmıştır. Renk haslığı için numuneler, 50x140 mm boyutlarında kesilerek iki adet en ve boy yönlerinde hazırlanmıştır. Standart test kumaşı (mikrofiber bezi) ile sürtme yapılarak kuru ve yaş sürtme haslıkları ölçülmüştür. Her bir numune uzun kenarından cihaz levhasına tutturulmuştur. Numunelerin ölçüm esnasında hareket etmemesi için tel levha ve yumuşak tabanlı su geçirmez zımpara kağıdı üzerine yerleştirilmiştir. Kumaşa, ileri ve geri olacak şekilde 20 defa sürtme hareketi

uygulanmıştır (Bir ileri bir geri hareket 1 tur olarak kabul edilmiştir.). Sürtme işlemi için düz bir hat üzerinde (104±3 mm uzunluğunda) ileri geri sürtme hareketi yapan ve 16,0±0,1 mm çapa sahip sürtme ayağı kullanılmıştır. Böylece, yüzeye doğru yaklaşık olarak 9,0±0,2 N'luk kuvvet uygulanmıştır. Pamuklu bez olarak ISO 105-F09'te belirtilen (haşılsız, ağartılmış, apresiz, 50x50±2 mm boyutlarında) kare şeklinde bez kullanılmıştır. Yaş sürtme işleminde, şartlandırılmış kare kumaş damıtılmış su kullanılarak %95-100 oranında ıslatıldıktan sonra, ölçüm kuru sürtme ile aynı şekilde yapılmıştır.

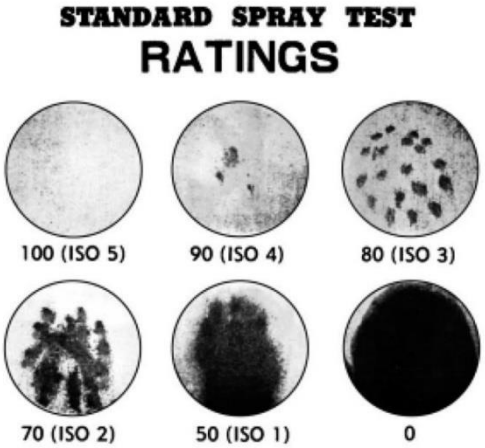


Şekil 3.12. Aygenteks firmasının krokmetre cihazı

3.5.9. Su İticilik Ölçümleri

Kumaşlara ait su iticilik ve yüzey gerilimi ölçümleri, Ataç Makine firmasının Spr-01 marka cihazı (Şekil 3.13) ile ISO 4920 Sprey standardına göre yapılmıştır. Su iticilik için numuneler, 140 mm çapında kesilerek hazırlanmış ve test cihazının 140 mm çapındaki kasnağına yerleştirilmiştir. 250 mL hacminde distile su alınarak cihazın hunisinden kumaş üzerine doğru boşaltılmıştır. Hunideki su tamamen bittikten sonra numune üzerindeki ıslanma standart fotoğraflar (Şekil 3.14) yardımıyla değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, 5 ölçümün ortalaması olarak verilmiştir. Değerlendirme, 0 ile 5 arasında olmakla birlikte fotoğraflara uygun olacak şekilde bir değer veya ara değerler de verilebilir.

Şekil 3.13. Ataç Makine firmasının Spr-01 marka su iticilik ölçüm cihazı



Şekil 3.14. Sprey test değerlendirmede kullanılan standart fotoğraflar

AATCC 100 - ISO 5 = Yüzeyde hiç ıslanma yok

AATCC 90 - ISO 4 = Yüzeyde çok hafif ıslanma

AATCC 80 - ISO 3 = Yüzeyde, sadece damlacıkların düştüğü yerlerde ıslanma

AATCC 70 - ISO 2 = Tüm yüzeyde kısmi ıslanma

AATCC 70 - ISO 2 = Tüm yüzeyde kısmi ıslanma

AATCC 50 - ISO 1 = Tüm yüzeyde komple ıslanma

AATCC 0 - ISO 0 = Numunenin her iki yüzeyinde de komple ıslanma

3.5.10. Yağ İticilik Ölçümleri

Kumaşlara ait yağ iticilik ölçümleri, ISO 14419 yağ geçirgenliği standardına göre yapılmıştır. Birbirinden farklı yüzey gerilimlerine sahip standart test sıvıları (Çizelge 3.10), damlalar şeklinde numune yüzeyine damlatılır. Yağ iticilik derecesi, kumaş yüzeyini ıslatmayan en yüksek numaralı test sıvısının numara değeridir. Dolayısıyla numuneyi ilk ıslatan test sıvısından bir önceki test sıvısının numarası yağ iticilik derecesidir. 1 nolu test sıvısı en düşük, 8 nolu test sıvısı en yüksek yağ iticilik derecesini verir. Elde edilen sonuçlar, 3 ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

Çizelge 3.10. Yağ iticilikte kullanılan yağlara ait özellikler (anonim)

Yağ türü	Yağ İticilik Değeri	Yoğunluk (kg/L)	Yüzey gerilimi (25^0C'de dyn/cm)
Yok	0	---	---
Beyaz mineral yağ	1	0,84-0,87	31,5
65:35 Beyaz mineral yağ n-hexadecane (hacimsel yüzde)	2	0,82	29,6
n- hexadecane	3	0,77	27,3
n- tetradecane	4	0,76	26,4
n- dodecane	5	0,75	24,7
n- decane	6	0,73	23,5
n- octane	7	0,7	21,4
n- heptane	8	0,69	19,8

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

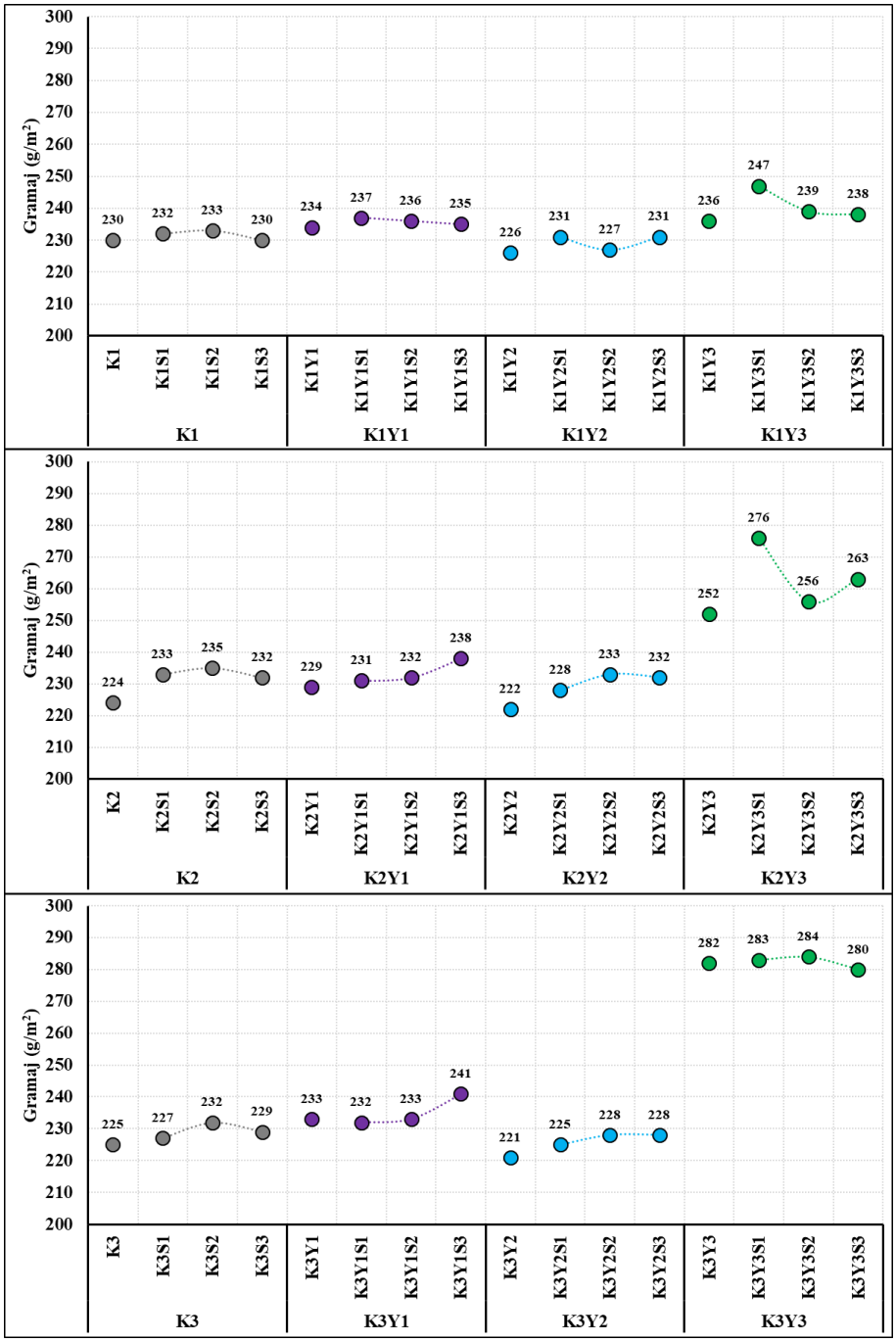
Çalışmanın bu kısmında, PES ve PP iplikler kullanılarak atkı ve çözgü ipliği PES, atkı ipliği PP ve çözgü ipliği PES ve atkı ve çözgü ipliği PP olan bezayağı örgü yapısında üç dış mekan kumaşlarına uygulanan fiziksel test ölçüm sonuçlarına yer verilmiştir. Bu testler, Weavers Tekstil firmasının Fiziksel Analiz Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Testlerden önce kumaşlar, 24 saat süreyle ISO 391'e göre standart atmosfer koşullarında (20^0C±2 sıcaklık, %65±4 bağıl nem) kondisyonlanmıştır.

4.1. Gramaj Ölçümleri

Kumaşlara ait gramaj ölçüm sonuçları Şekil 4.1'de verilmiştir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası gramajları sırasıyla 230, 224 ve 225 gr/m² olarak hesaplanmıştır. K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu tüm su ve yağ iticilik bitim işlemlerinin ardından gramaj artışlarının olduğu açıkça görülmektedir. Bu artışlar, kumaşların üzerinde bulunan yağ, vaks ve haşıl gibi yabancı maddeler ve bitim kimyasallarının varlığı nedeniyle olabilir.

Aynı zamanda kumaşlara yapılan yıkama işlemleri sonrasında kumaş eninin çekmesi (azalması) veya salması (artması) durumuna göre kumaş gramajlarında artma veya azalma gözlemlenebilir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşlara yapılan Y2 ve Y3 kodlu açık en yıkama işlemlerinde kumaş eninde artma ve azalma gibi değişimler olmayacağı için kumaş gramajlarında azalma beklenmektedir. Y1 kodlu halat formunda ve Y3 kodlu açık en yıkamalarına göre gramajlarda artmalar olduğu ve en çok artışların Y3 kodlu açık en yıkamalarında olduğu görülmüştür. Bu gramaj artışları, kumaşların eni boyunca daha fazla çekmesinden kaynaklanabilir. Bununla birlikte, Y2 kodlu açık en yıkamalarından sonra tüm kumaş tiplerinde gramajlarda azalmalar olmuştur.

Yıkama işlemleri sonrası uygulanan su ve yağ iticilik bitim işlemleri incelendiğinde, Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemleri sonrası kumaşlara uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu tüm su ve yağ iticilik bitim işlemlerinde beklendiği gibi kumaş gramajlarında artışlar olmuştur. İlginç olarak K1, K2 ve K3 kodlu kumaşlara yapılan Y3 kodlu yıkama işlemleri sonrasında yaklaşık %20 oranında gramaj artışları tespit edilmiştir. Ardından uygulanan su ve yağ iticilik bitim işlemleri sonrası gramaj artışları devam etmiştir. Sonuç olarak, en yüksek gramaj değerleri, Y3 kodlu yıkama işlemleri ardından uygulanan S1 kodlu su ve yağ iticilik bitim işlemleri sonrasında görülmüştür.



Şekil 4.1. Kumaş gramaj değerleri

4.2. Kumaşlar Üzerindeki Katı (Yabancı) Madde Oranları Ölçümü

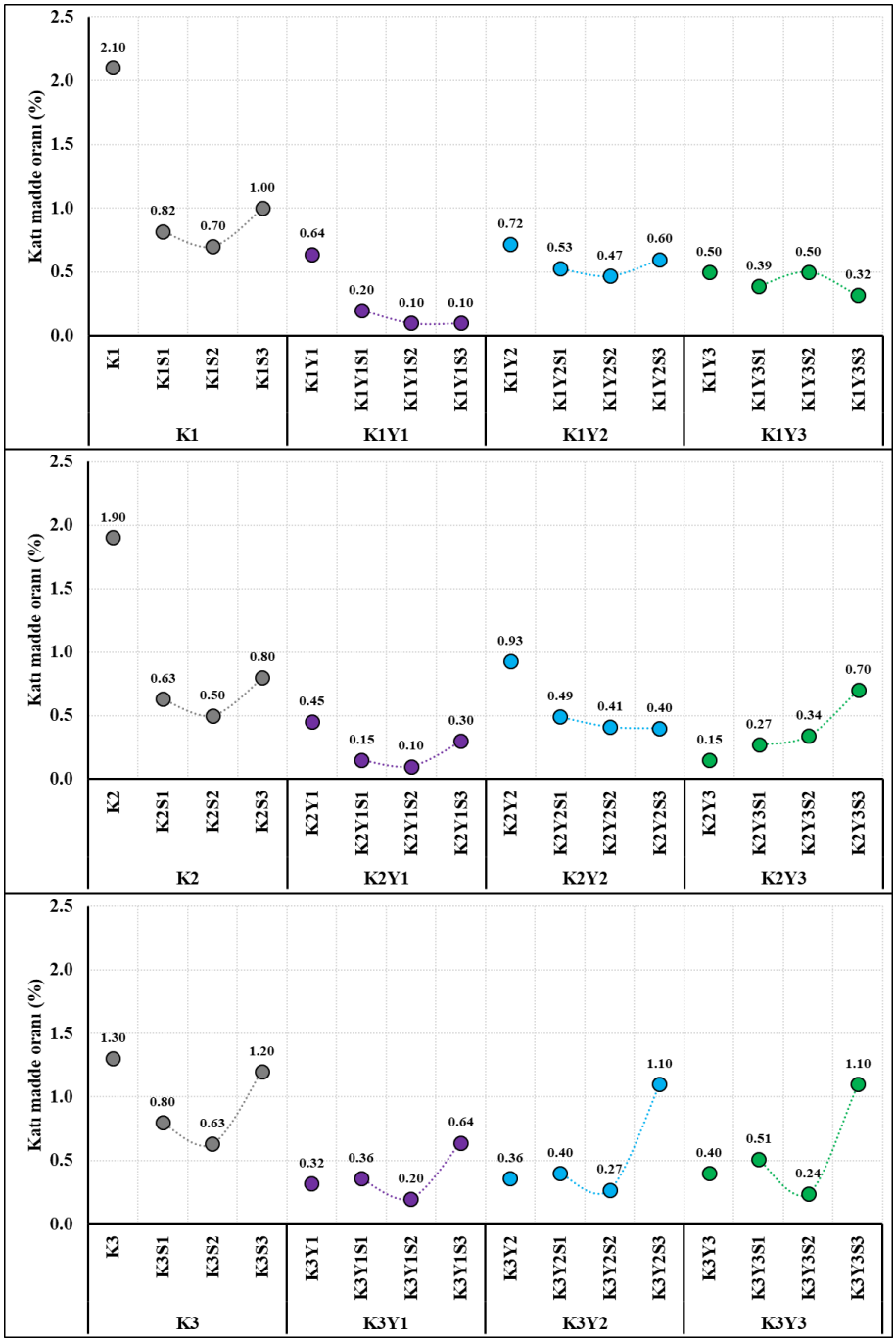
Kontrollü olarak üretilen kumaşlara ait katı madde oran sonuçları, Şekil 4.2'de verilmiştir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası katı madde oranları sırasıyla %2,10, 1,90 ve 1,30 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlara göre PP kumaşlara göre PES kumaşlar üzerinde daha fazla yabancı madde (yağ, vaks, haşıl maddeleri vb) olduğunu söylenebilir.

K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu tüm su ve yağ iticilik bitim işlemlerinin ardından katı madde oranlarında belirgin farklar görülmemiştir. Bu durum, bitim kimyasallarının yüzeyde homojen bir film tabakası oluşturarak sıcaklığa bağlı olarak yüzeyde çok fazla ağırlık değişimine neden olmağını şeklinde yorumlanabilir.

K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara yapılan Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemleri sonrasında katı madde oranları incelendiğinde en iyi değerleri PP kumaşlar için Y1 kodlu yıkama işleminde, PES ve karışım kumaşlar için ise Y3 kodlu bitim işlemlerinde elde edilmiştir. Tüm kumaşlar için halat formunda yapılan yıkamalarda en düşük katı madde oranı değerlerinin elde edilmesi, makine içerisindeki kumaşın daha fazla mekanik etkiye uğrayarak daha iyi yıkamalara maruz kaldığı şeklinde yorumlanabilir.

Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemleri sonrası kumaşlara uygulanan tüm su ve yağ iticilik bitim işlemleri incelendiğinde, S3 kodlu bitim işlemleri sonrası en kötü (yüksek) katı madde oranı değerleri elde edilmiştir. Bu durum, bitim kimyasalının yüzeye kalıcı bir şekilde bağlanamadığı için katı (yabancı) madde oranlarının daha yüksek tespit edildiği şeklinde açıklanabilir.

Sonuç olarak, yıkama işlemleri ile kumaşlar üzerindeki yabancı maddelerin uzaklaştırılmasından dolayı bu işlemlerden sonra katı (yabancı) madde oranlarının düşük olması beklenen bir durumdur.



Şekil 4.2. Kumaşlar üzerindeki yağ ve yabancı madde oranları

4.3. Yırtılma Mukavemeti Ölçümleri

Kumaşlara ait çözgü yönü yırtılma mukavemet sonuçları, Şekil 4.3'te verilmiştir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası çözgü yönü yırtılma mukavemet değerleri sırasıyla 101, 129 ve 119 N olarak ölçülmüştür. İplik mukavemet değerleri incelendiğinde, PP iplik kopma mukavemetinin (24 N) PES iplik kopma mukavemetinden (20 N) yüksek olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, PP yüzey yırtılma mukavemetinin PES yüzey yırtılma mukavemetinden yüksek ölçülmesi beklenilen bir sonuçtur.

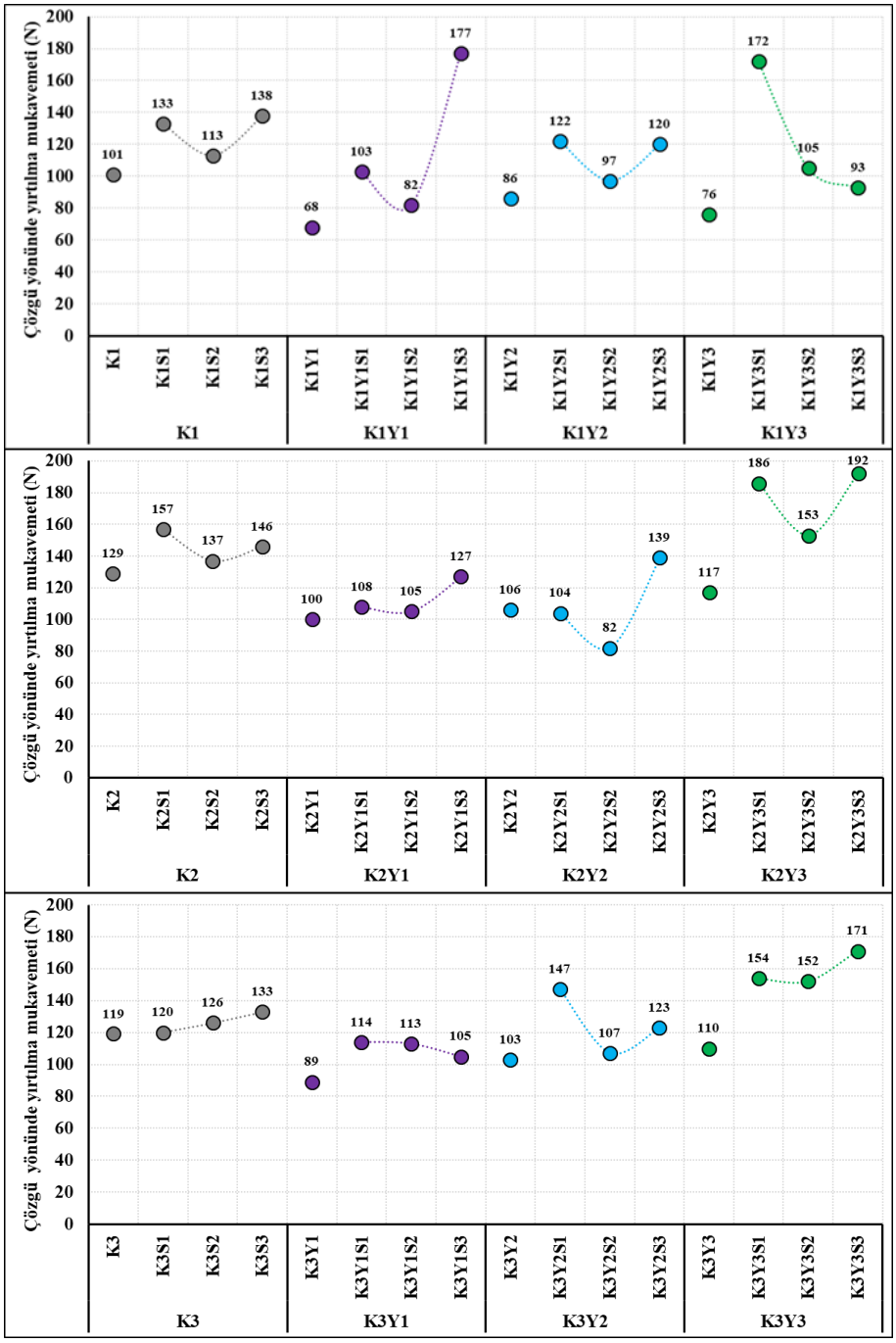
K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu su ve yağ iticilik bitim işlemlerinin ardından çözgü yönü yırtılma mukavemetlerinin arttığı (iyileştiği) gözlenmiştir. Su itici bitim kimyasallarının bezayağı kumaş yapısındaki ipliklere üç boyutlu bağlanarak yırtılmaya karşı dayanıklı hale gelmiş olabilir.

K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara yapılan Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemleri sonrasında çözgü yönü yırtılma mukavemet değerlerinde düşüşler görülmüştür. Y1 kodlu yıkama işlemleri sonrasında en düşük yırtılma mukavemeti sonuçları elde edilmiştir. Halat formunda yapılan yıkamalarda, makine içerisindeki kumaş çok fazla mekanik zorlanmalara maruz kalabileceğinden açık en yıkama yapılan kumaşlara göre daha fazla kopma ve yırtılma kayıpları olabilir. Şekil incelendiğinde benzer bir durum ortaya çıkmıştır.

Yıkama işlemleri sonrası uygulanan su ve yağ iticilik bitim işlemleri incelendiğinde, Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemlerinde çözgü yönü mukavemet değerlerinde artışlar gözlenmiştir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların termoplastik özellik göstermesi ve aynı zamanda bitim işlemleri sonrası kurutma amaçlı ısıl işlemlere tabi tutulması da kumaşların yırtılma mukavemetlerinde artışlara neden olmuş olabilir.

Sonuç olarak, Y3 kodlu yıkama işlemleri sonrasında uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu su ve yağ iticilik bitim işlemlerinin ardından çözgü yönü yırtılma mukavemet değerlerinin en

yüksek olduğu belirlenmiştir. Açık en yıkamalarda kumaşların daha az deformasyona uğrayacağı göz önüne alındığında sonuçların bu şekilde olması olağandır.



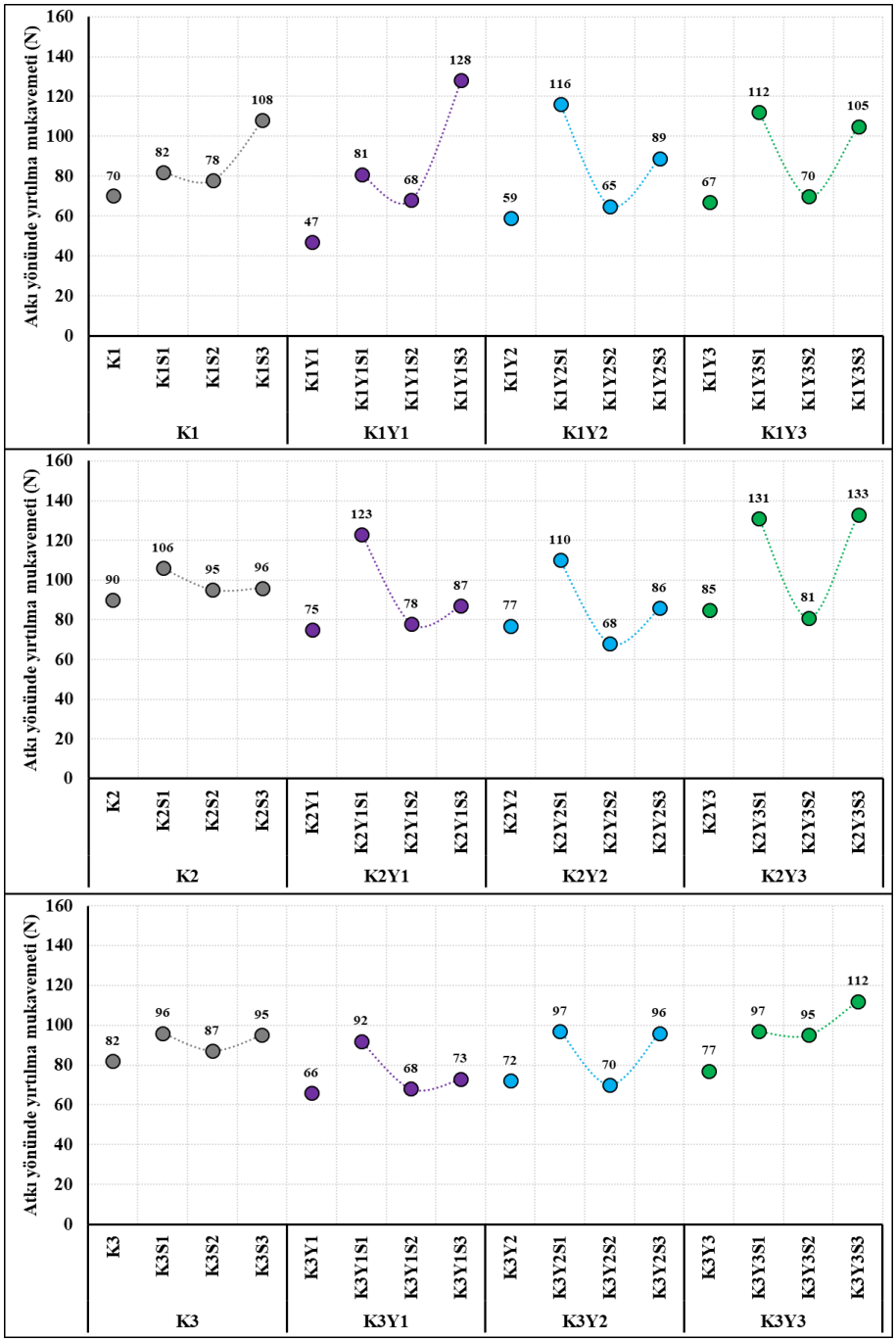
Şekil 4.3. Çözgü yönünde yırtılma mukavemeti değerleri

Kumaşlara ait atkı yönü yırtılma mukavemet sonuçları Şekil 4.4'te verilmiştir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası atkı yönü yırtılma mukavemet değerleri sırasıyla 70, 90 ve 82 N olarak ölçülmüştür.

K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu tüm su ve yağ iticilik bitim işlemlerinin ardından atkı yırtılma mukavemetinin arttığı (iyileştiği) gözlenmiştir.

K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara yapılan Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemleri sonrasında atkı yönü yırtılma mukavemet değerlerinde düşüşler görülmüştür. Atkı yönü mukavemet sonuçları, çözgü yönü mukavemet sonuçlarına benzer eğilimler göstermiştir.

Sonuç olarak, yıkama işlemleri esnasında kumaşlar fiziksel ve kimyasal deformasyona uğrayacağı için çözgü ve atkı yönünde mukavemet kayıpları gerçekleşmiştir.

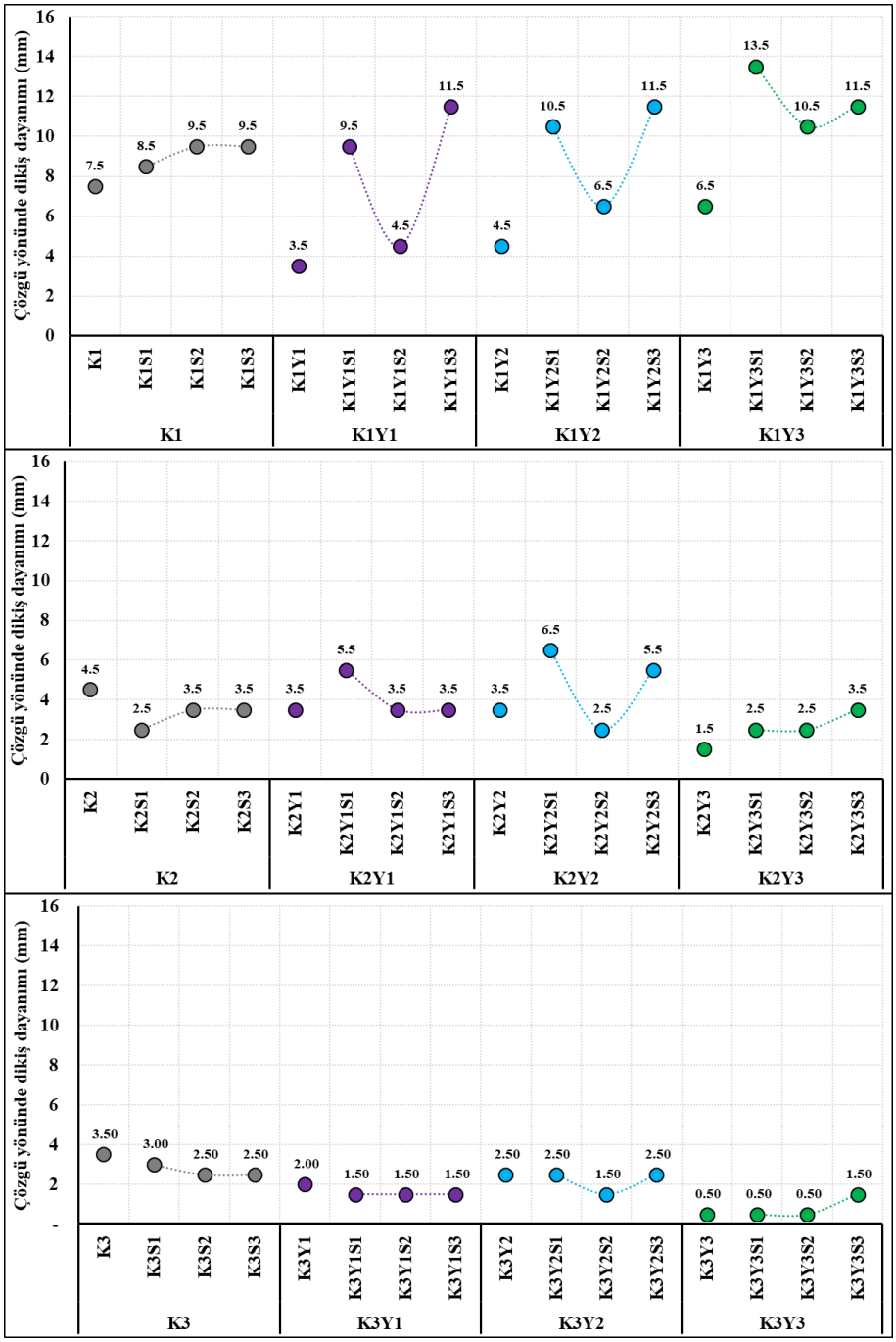


Şekil 4.4. Atkı yönünde yırtılma mukavemeti değerleri

4.4. Dikiş Dayanımı Ölçümleri

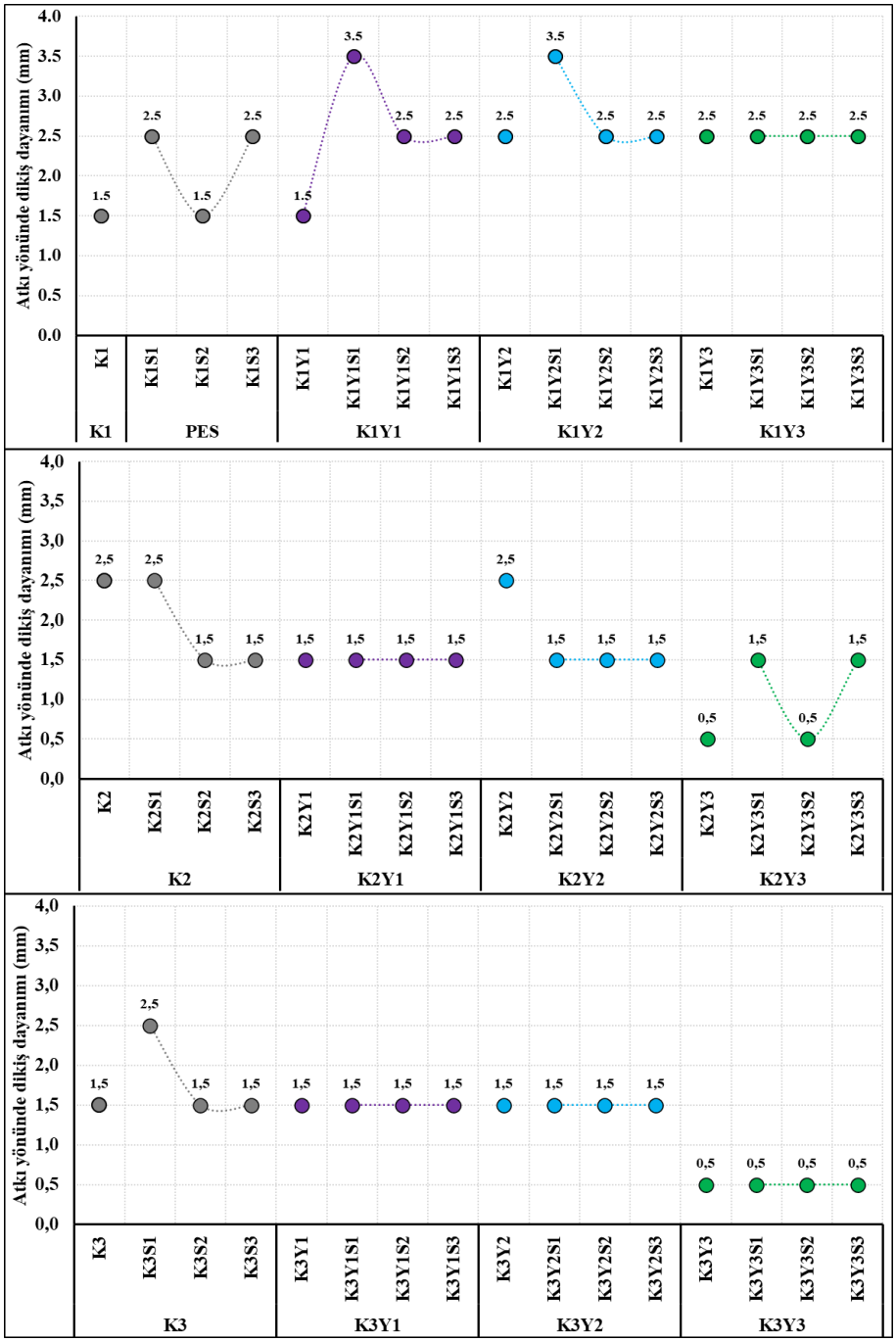
Kumaşlara ait çözgü yönü dikiş dayanımı değerleri, Şekil 4.5'de verilmiştir. Uygulamalarda kabul edilebilir dikiş dayanımı değeri, firma tarafından 5 mm olarak belirlenmiştir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası çözgü yönü dikiş dayanımı değerleri incelendiğinde 2,5 mm ile en iyi değerin K3 kumaşında, 7,5 mm ile en kötü değerin K1 kumaşında olduğu ölçülmüştür. K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu tüm su ve yağ iticilik bitim işlemlerinin ardından benzer eğilimin devam ettiği ve çözgü yönü dikiş dayanımı değerlerinin K1 kodlu kumaşta daha da kötüleştiği tespit edilmiştir. Bitim kimyasallarının PES liflerine daha iyi nüfuz etmesi sonucu liflerin birbiri üzerinden kaymasına sebep olmuş olabilir. Bununla birlikte, bitim işlemlerinin K2 ve K3 kodlu kumaşların dikiş dayanımlarında iyileşme sağladığı görülmüştür.

K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara yapılan Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemleri sonrasında dikiş dayanımı değerlerinde iyileşmeler görülmüştür. Yıkama işlemleri sonrasında kumaşların atkı ve çözgü sıklığı artacağından dikiş dayanımı değerlerinde iyileşmeler olması beklenmektedir. Sonuç olarak, yıkama işlemleri ve yıkama işlemleri ardından uygulanan bitim işlemleri sonrasında K1 kodlu kumaşın çözgü yönü dikiş dayanımlarının en yüksek (kötü) değerlere sahip ve firma tarafından belirlenen sınır değerin (5 mm) üzerinde, K3 kodlu kumaşın ise en düşük (iyi) değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Çözgü yönünde dikiş mukavemeti değerleri

Kumaşlara ait atkı yönü dikiş dayanımı değerleri, Şekil 4.6'da verilmiştir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası atkı yönü dikiş dayanımı değerleri incelendiğinde sırasıyla 1,5, 2,5 ve 1,5 mm olduğu görülmüştür. K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu bitim işlemlerinin ardından atkı yönü dikiş dayanımları benzer eğilimler göstermiştir. S1 kodlu bitim işleminin K1 ve K3 kodlu ham kumaşın dikiş dayanımı değerleri üzerinde 1 mm artışa (kötüleşmeye) neden olduğu tespit edilmiştir. Yıkama işlemleri ve yıkama işlemleri ardından uygulanan bitim işlemleri sonrasında atkı yönü dikiş dayanımı değerlerinde 1 ve 2 mm arasında artışın (kötüleşmenin) olduğu görülmüştür. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşlara yapılan yıkama işlemleri ve yıkama işlemleri ardından uygulanan bitim işlemleri sonrasında atkı yönü dikiş dayanımı değerlerinde belirgin değişimler görülmemiştir. Sonuç olarak, yıkama işlemleri ve yıkama işlemleri ardından uygulanan bitim işlemleri sonrasında K3 kodlu kumaşın en düşük (iyi) ve K1 kodlu kumaşın ise en yüksek (kötü) atkı yönü dikiş dayanımı değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Atkı yönünde dikiş dayanımı değerleri

4.5. Aşınma Dayanımı - Birinci İplik Kopuşu Ölçümleri

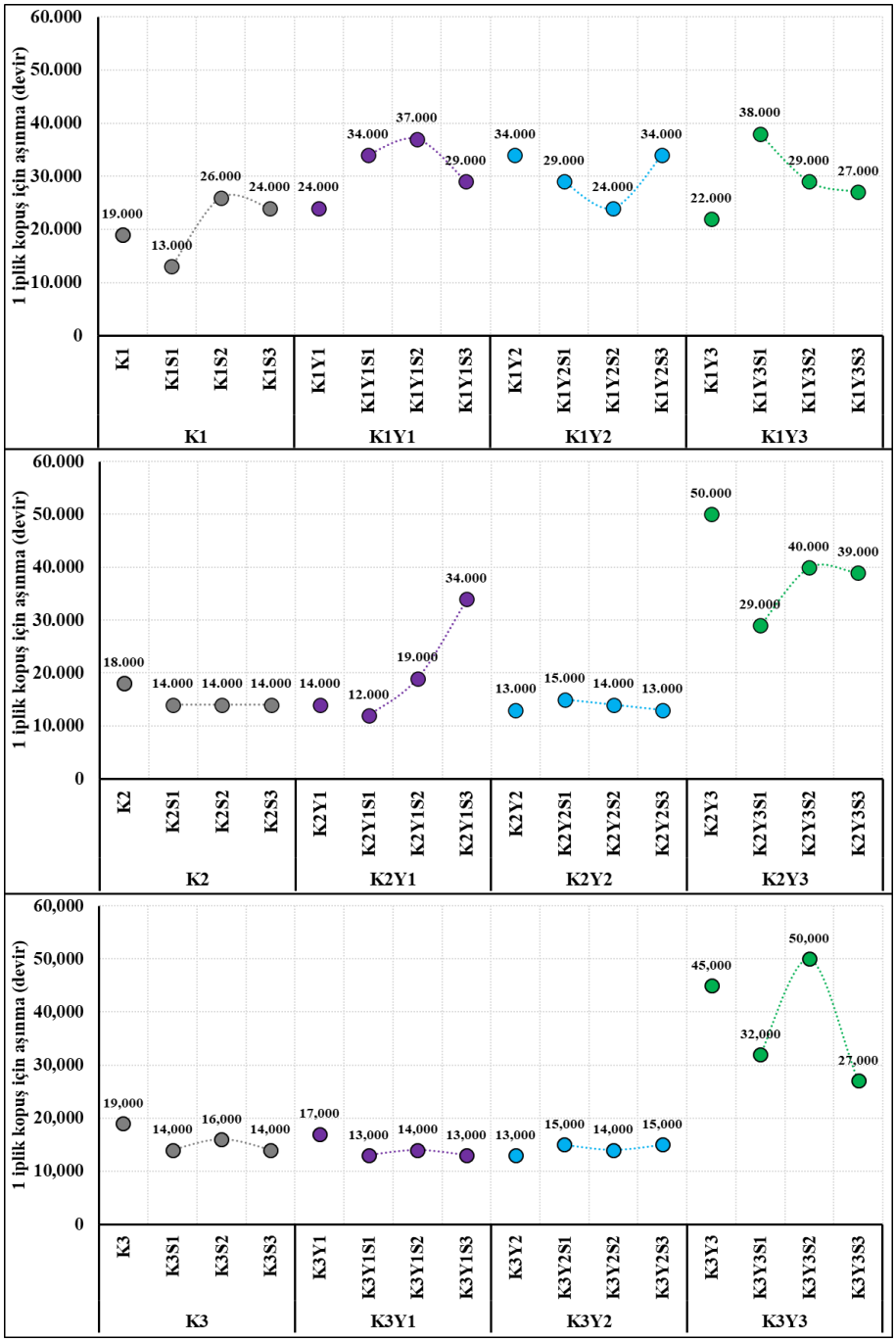
Kumaşlarda birinci iplik kopuşu olana kadar gerçekleşen aşınma devir değerleri, Şekil 4.7'de verilmiştir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası ilk iplik kopuş değerleri sırasıyla 19.000, 18.000 ve 19.000 olarak tespit edilmiştir.

K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara uygulanan S2 ve S3 kodlu su ve yağ iticilik bitim işlemin ardından K1 kodlu kumaş için iplik kopuş devir değerleri artarken, K2 ve K3 kumaşları için iplik kopuş devir değerlerinin azaldığı gözlenmiştir.

K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara yapılan Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemleri sonrası sadece K1 kodlu kumaşta iplik kopuş devir değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Yaş işlemler sonrası kurutma amaçlı yapılan ısıl işlemlerin kumaşların iplik kopuş devir değerlerinde artışlara neden olmuş olabilir.

Y1 ve Y2 kodlu yıkama işlemleri, K2 ve K3 kodlu kumaşlarının iplik kopuş devir değerlerini olumsuz etkilerken, Y3 kodlu yıkama işlemleri tüm kumaşların değerlerinde olumlu etki yaratmıştır. Y3 kodlu yıkama işlemleri ve bu işlemler ardından uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu bitim işlemleri sonrası tüm kumaşlarda en yüksek iplik kopuş devir değerleri elde edilmiştir. Buna karşın K2 ve K3 kodlu kumaşların iplik kopuş devir değerleri daha düşük gözlemlenmiştir.

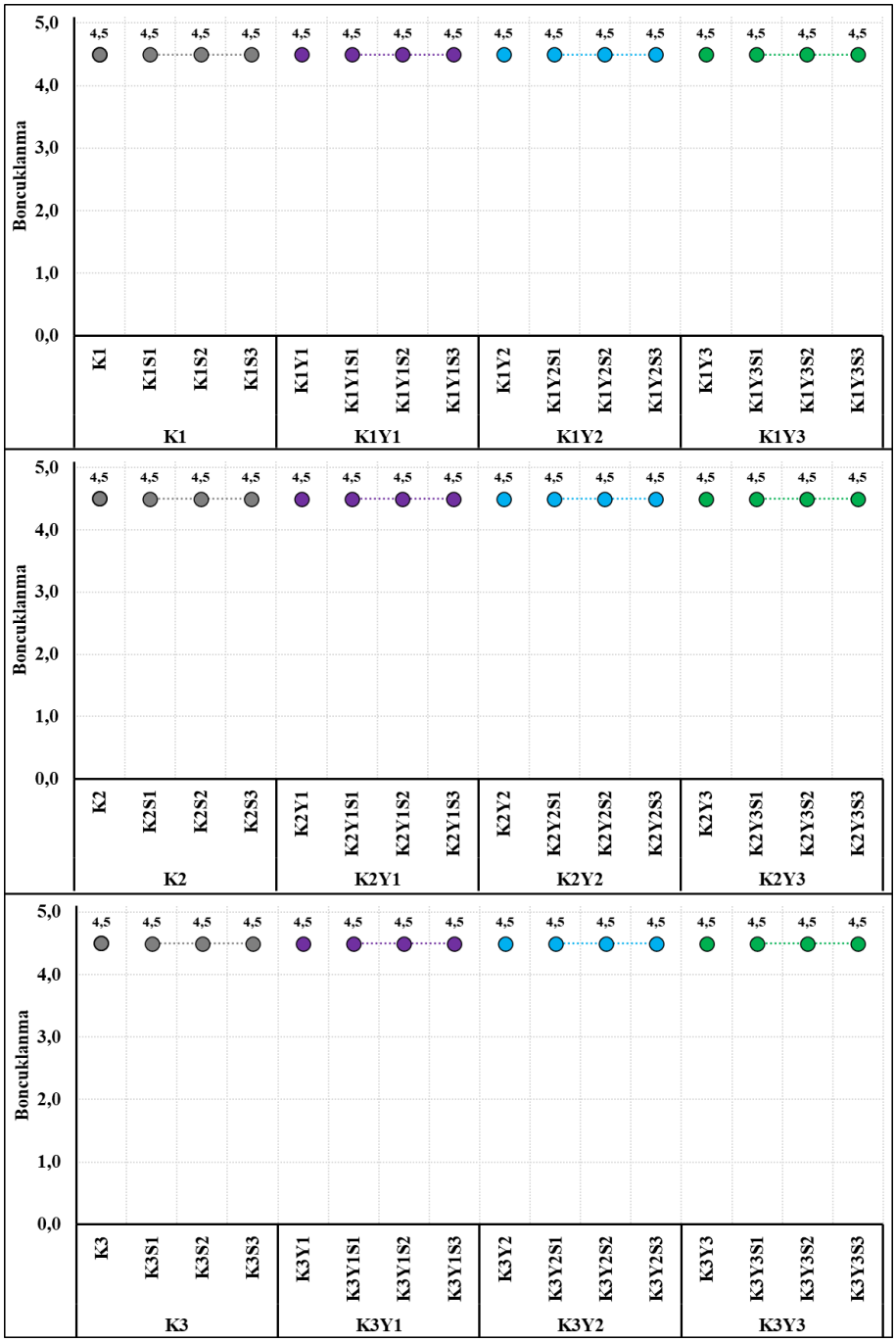
Sonuç olarak, ham kumaşlardaki yağ, vaks ve haşıl gibi yabancı maddelerin yıkama işlemleri ile uzaklaştırılması ve testler sonrası kumaşı yüzeyindeki su itici bitim kimyasalının ve kumaşın kendisinin aşınması sebebiyle iplik kopuş değerlerinde artış gözlenmiş olabilir.



Şekil 4.7. 1 iplik kopuş için aşınma (devir) değerleri

4.6. Boncuklanma Dayanımı Ölçümleri

Kumaşların 2000 devir sonrası boncuklama değerleri, Şekil 4.8'de verilmiştir. Uygulamalarda kabul edilebilir boncuklanma dayanımı değeri, firma tarafından 3/4 olarak belirlenmiştir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası boncuklama değerlerinin 4/5 (çok az boncuklanma) olduğu görülmüştür. Kumaşlara yapılan Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemlerinin ve yıkama işlemleri ardından uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu bitim işlemlerinin boncuklama değerleri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bunun sebebi kumaş yüzeyini kaplayan bitim kimyasalının liflerin kumaş yüzeyine çıkmasını engelleyerek boncuklanma eğilimini azaltması olabilir. Sonuç olarak, yıkama işlemleri ve yıkama işlemleri ardından uygulanan bitim işlemleri sonrasında K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların boncuklama değerlerinin firma tarafından belirlenen sınır değerin (3/4) (az boncuklanma) üzerinde olduğu belirlenmiştir.

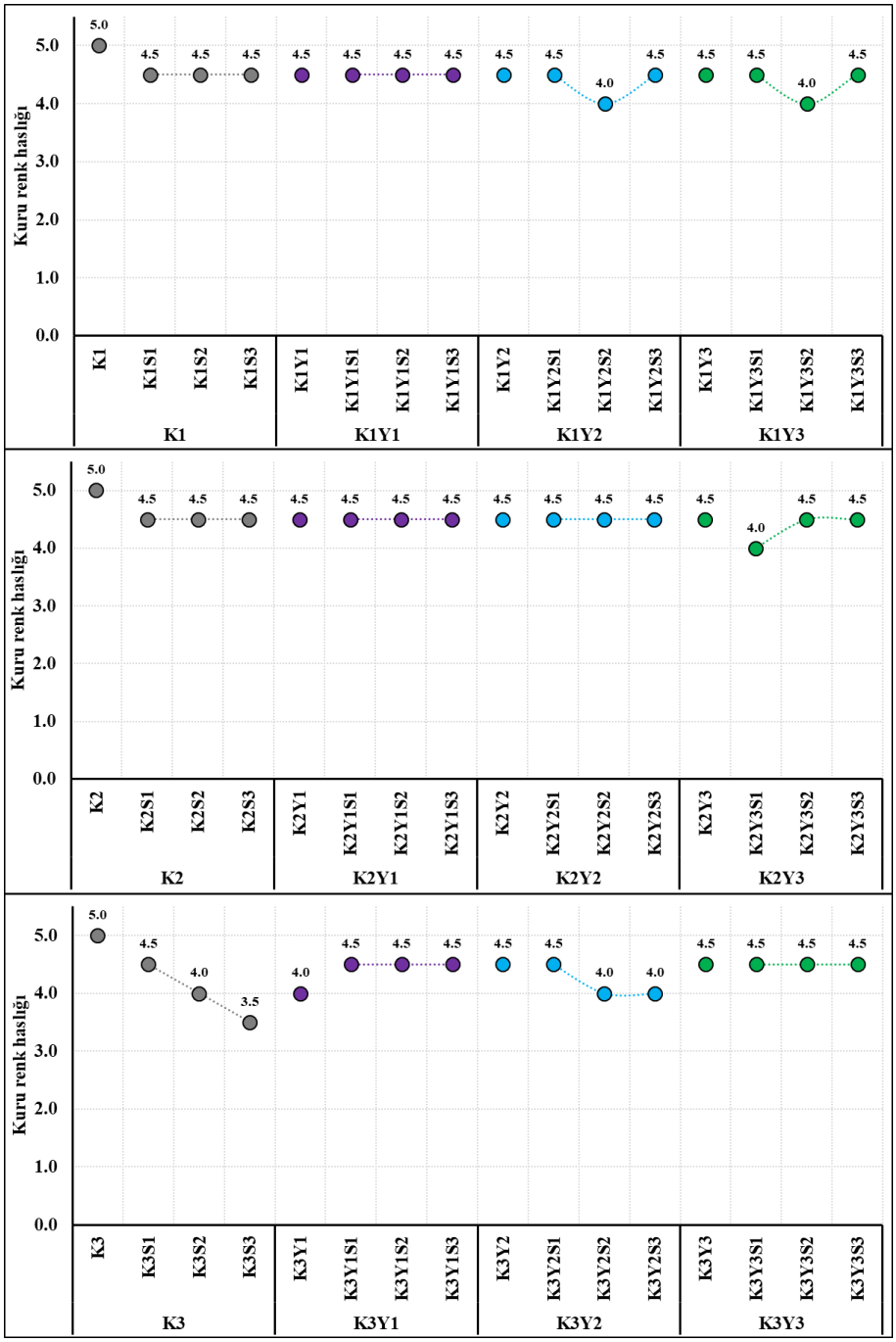


Şekil 4.8. Boncuklanma dayanım değerleri

4.7. Kuru ve Yaş Sürtme Haslık Ölçümleri

Krokmetre cihazı kullanılarak 10 kez ileri ve geri sürtme hareketi yapılarak elde edilen K1, K2 ve K3 kodlu kumaşlara ait kuru sürtme haslık sonuçları Şekil 4.9'da verilmiştir. Uygulamalarda kabul edilebilir kuru sürtme haslık değeri, firma tarafından 4 olarak belirlenmiştir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı kuru sürtme haslık testleri sonrasında test kumaşı (mikrofiber bezi) yüzeylerinde herhangi bir kirlenme olmadığı ve kuru sürtme haslık değerlerinin firma tarafından belirlenen sınır değerin üzerinde 4/5 olduğu görülmüştür. Ham kumaşlara yapılan S1, S2 ve S3 kodlu bitim işlemlerinin kuru sürtme haslığı değerleri üzerinde 0,5-1,5 arasında kayba neden olduğu, K3 kodlu kumaşın en kötü kuru sürtme haslık değerlerine sahip olduğu ve firma tarafından belirlenen sınır değerin altında tespit edilmiştir. Bu durumun K3 kodlu kumaşların K1 kodlu kumaşlara göre mekanik etkilere karşı dirençlerinin düşük olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

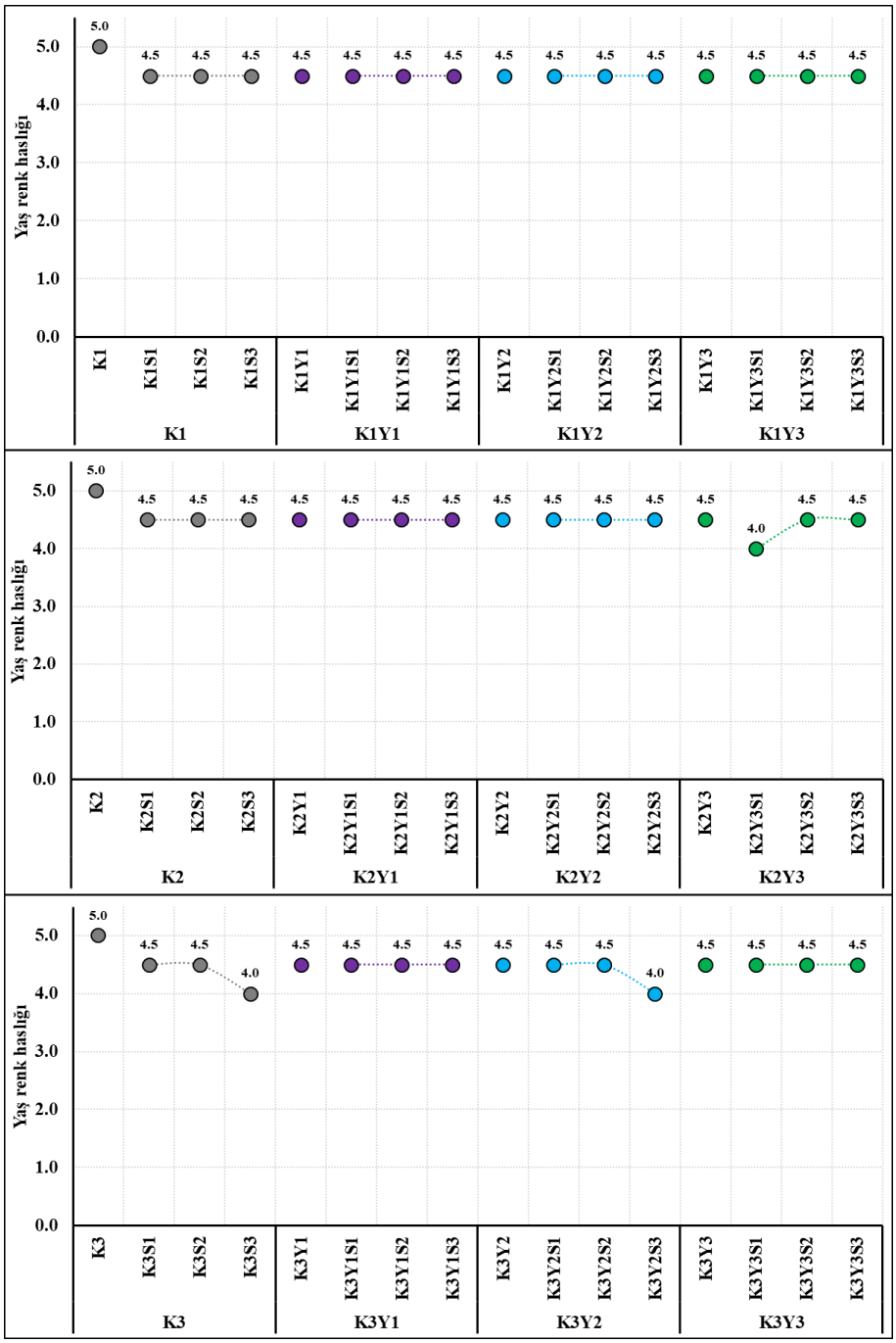
Sonuç olarak, K1 ve K2 kodlu kumaşların yıkama işlemleri ve yıkama işlemleri ardından uygulanan bitim işlemleri sonrası kuru sürtme haslık değerinde belirgin değişimler gözlenmemiştir. Buna karşın, K3 kodlu kumaşların yıkama işlemleri sonrası, ham kumaşlara uygulanan bitim işlemlerine göre kuru sürtme haslık değerinde iyileşmeler olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.9. Kuru renk haslığı değerleri

K1, K2 ve K3 kodlu kumaşlara ait yaş sürtme haslık sonuçları Şekil 4.10'da verilmiştir. Uygulamalarda kabul edilebilir yaş sürtme haslık değeri, firma tarafından 4 olarak belirlenmiştir. Yıkama işlemleri ve yıkama işlemleri ardından uygulanan bitim işlemleri sonrası kumaşların yaş sürtme haslıklarının kuru sürtme haslıklarına benzer eğilimler göstermiştir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların yıkama işlemleri ve yıkama işlemleri

ardından uygulanan bitim işlemleri sonrası yaş sürtme haslık değerinde belirgin değişimler gözlenmemiştir. Sonuç olarak, K1, K2 ve K3 kodlu kumaşlara ait yaş sürtme haslıklarının firma tarafından belirlenen sınır değerin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

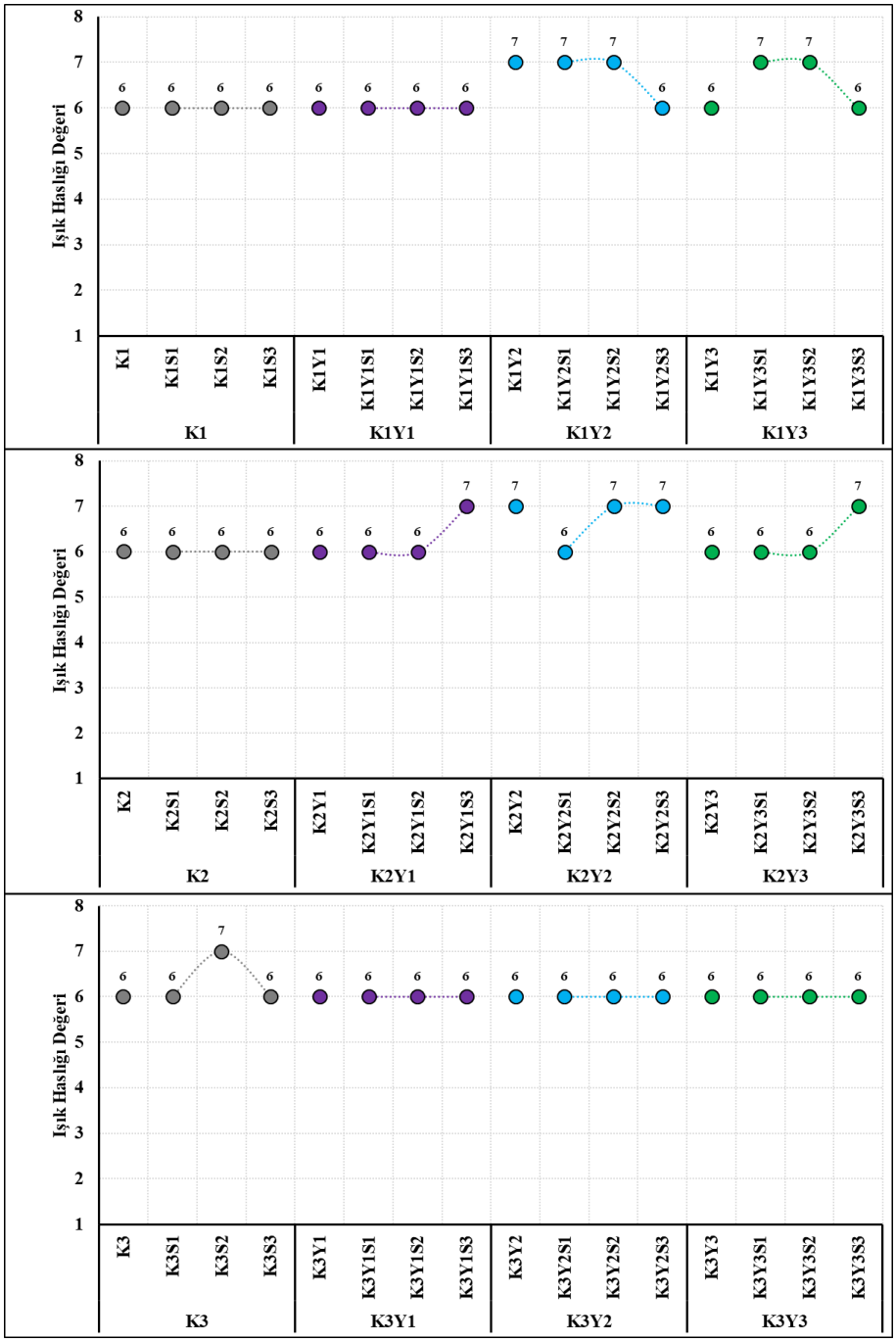


Şekil 4.10. Yaş renk haslığı değerleri

4.8. Işık Haslığı Ölçümleri

Kumaşların 72 saat boyunca ışığa maruz bırakıldıktan sonraki mavi skalaya göre ışık haslığı değerleri, Şekil 4.11'de verilmiştir. Uygulamalarda kabul edilebilir ışık haslık değeri, firma tarafından minimum 5/6 olarak belirlenmiştir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası ışık haslık değerlerinin 6 (çok iyi) olduğu görülmüştür. Kumaşlara yapılan Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemlerinin ve yıkama işlemleri ardından uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu bitim işlemlerinin ışık haslık değerleri üzerinde herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, yıkama işlemleri ve yıkama işlemleri ardından uygulanan bitim işlemleri sonrasında K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların ışık haslık firma tarafından belirlenen sınır değerin (5/6) (iyi) üzerinde olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.11. Işık haslık değerleri

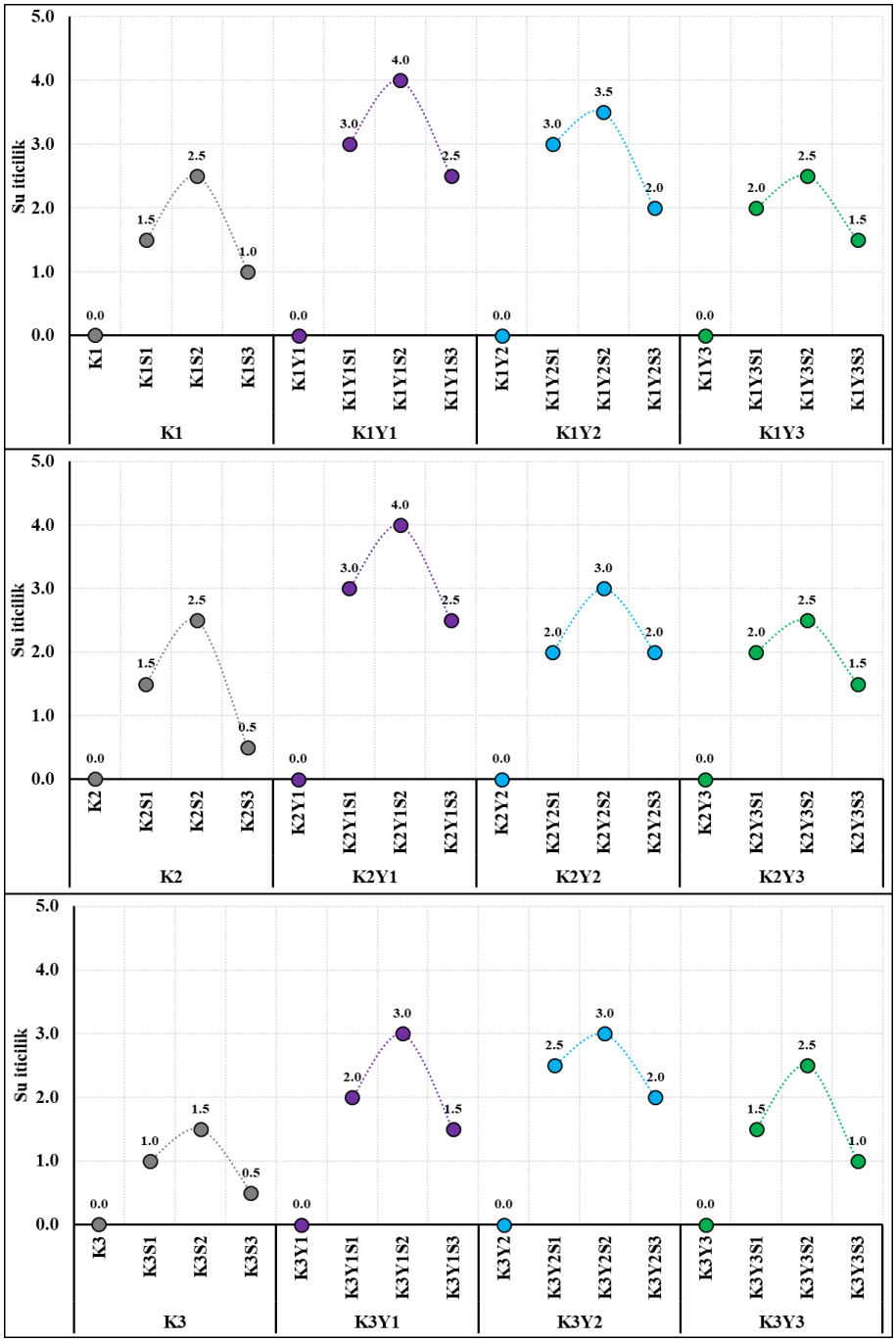
4.9. Su İticilik Ölçümleri

Kumaşlara ait su iticilik ölçüm sonuçları, Şekil 4.12'de verilmiştir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası ve Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemlerinin ardından su iticilik değerleri 0 olarak değerlendirilmiştir. Ham kumaşlar üzerindeki yağ, vaks ve haşıl gibi yabancı maddelerin yıkama işlemleri ile uzaklaştırılması sebebiyle numunelerin her iki yüzeyinde tamamen ıslanma gözlenmiş olabilir. Dolayısıyla bu kumaşlarda herhangi bir su iticilik etkisinin görülmemesi olağandır.

K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu tüm su ve yağ iticilik bitim işlemlerinin ardından su iticilik değerlerinde doğal olarak artışların olduğu görülmektedir. Su iticilik değerleri karşılaştırıldığında S2 kodlu bitim işleminin en çok ve S3 kodlu bitim işleminin en az etkili olduğu tespit edilmiştir.

Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemleri sonrası kumaşlara uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu su ve yağ iticilik bitim işlemleri incelendiğinde beklendiği gibi su iticilik değerlerinde iyileşmeler tespit edilmiştir. S2 kodlu bitim kimyasalının yapısında bulunan florokarbonun kumaşların yüzeyinde film tabakası oluşturarak yüzey enerjisini düşürdüğü bilinmektedir. Burada da en iyi su iticilik değeri, S2 kodlu bitim işlemi sonrası elde edilmiştir.

Sonuç olarak, yıkama işlemleri sonrasında kumaş yüzeyindeki safsızlıkların uzaklaştırılması ile kumaşlara uygulanan su iticilik bitim işlemlerinin en iyi değerleri sağladığı görülmüştür.



Şekil 4.12. Su iticilik değerleri

4.10. Yağ İticilik Ölçümleri

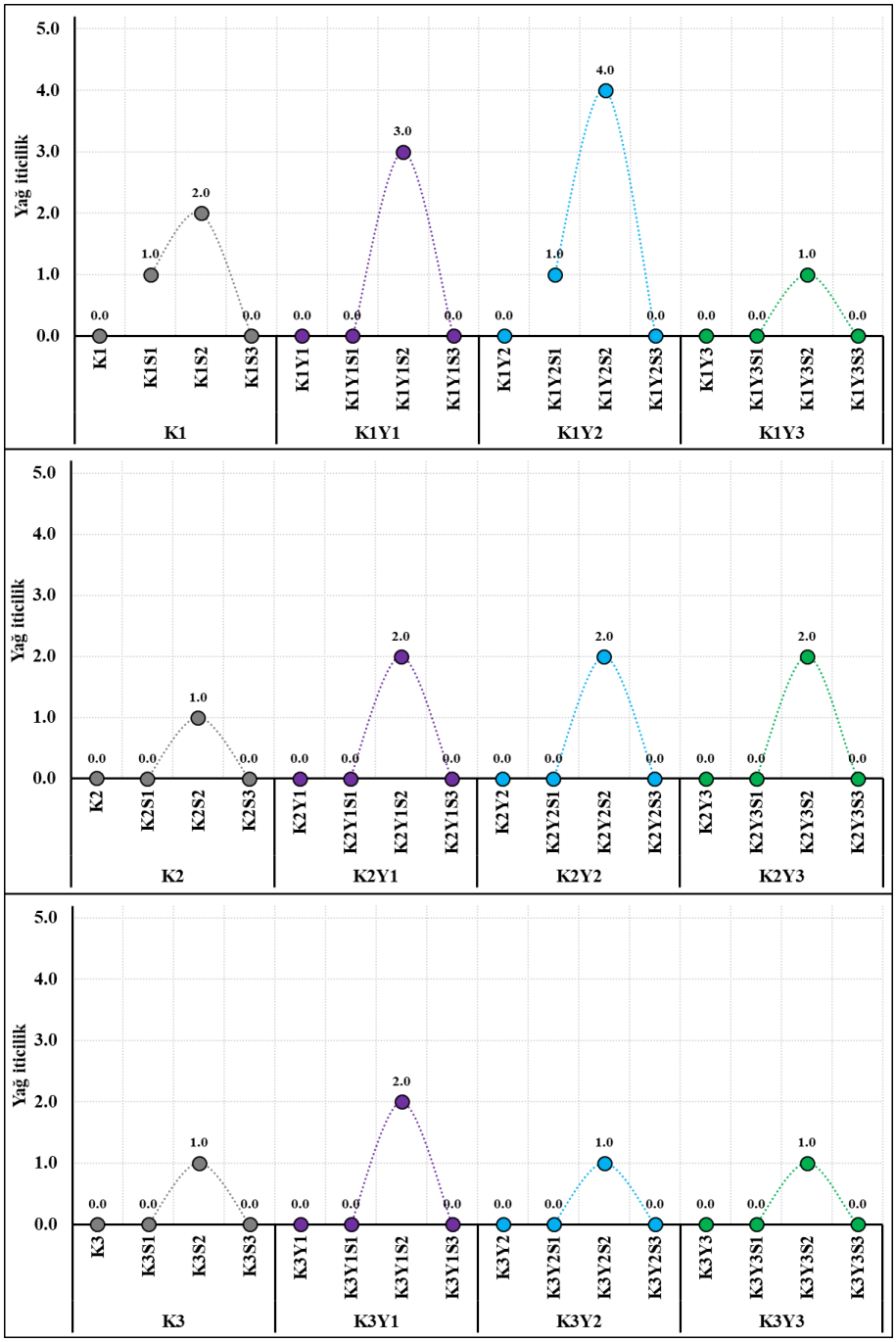
Kumaşlara ait yağ iticilik test sonuçları Şekil 4.13'de verilmiştir. K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası ve Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemlerinin ardından yağ iticilik değerleri 0 olarak değerlendirilmiştir. Bu kumaşlarda herhangi bir yağ iticilik etkisinin görülmemesi olağandır.

K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu tüm bitim işlemlerinin ardından yağ iticilik değerleri karşılaştırıldığında S2 kodlu bitim işleminin en çok etkili olduğu, S1 ve S3 kodlu bitim işlemlerinde ise belirgin değişimlerin olmadığı tespit edilmiştir. Burada S2 kodlu bitim kimyasalının yapısında bulunan florokarbonun yağ iticilik etkisi bir kez daha görülmüştür.

K1 kodlu ham kumaşa ve bu kumaşa uygulanan Y2 kodlu yıkama işlemi ardından yapılan yağ iticilik testlerinde eser miktarda artış görülmüştür. Bu artış, kumaşı oluşturan ipliklerin üretimi esnasında kullanılan bitim yağları, parafin ve dokuma sırasında kullanılan haşıl kimyasalından kaynaklanmış olabilir.

Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemleri sonrası kumaşlara uygulanan S2 kodlu bitim işlemlerinde yağ iticilik değerlerinin daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, yıkamalar ve bitim işlemleri sonrasında yağ iticilik değerleri üzerinde en etkili işlemin S2 kodlu bitim kimyasalı ile yapılan bitim işlemi olduğu tespit edilmiştir. S2 kodlu bitim kimyasalının yapısında bulunan florokarbonun yağ iticilik etkisi bir kez daha görülmüştür. S1 ve S3 kodlu bitim kimyasalları su iticilikte etkili iken, yağ iticilik üzerinde yeterince etkili olamamışlardır.



Şekil 4.13. Yağ iticilik değerleri

5. SONUÇ

Dış mekan dokuma kumaşlara yapılan ön yıkama işlemlerinin kumaşların su ve yağ iticilik bitim işlemleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla bu çalışma yapılmıştır. İlk olarak PES ve PP iplikler kullanılarak atkı ve çözgü ipliği PES, atkı ipliği PP ve çözgü ipliği PES ve atkı ve çözgü ipliği PP olan bezayağı örgü yapısında üç farklı dış mekan dokuma kumaş üretilmiş, üç farklı yöntem ile yıkama yapılmış, üç farklı su iticilik kimyasalı ile bitim işlemi uygulanmış ve ardından kumaşların su ve yağ iticilik testleri ve kumaş performans testleri yapılmıştır.

Yapılan fiziksel testlerin analizleri ile birlikte tüm sonuçlar, şu şekilde özetlenebilir:

- Gramaj sonuçları incelendiğinde, K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası gramajlarının birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Yıkamalar sonrası en çok gramaj artışlarının Y3 kodlu açık en yıkamalarında olduğu görülmüştür. Yıkama işlemleri sonrası uygulanan su ve yağ iticilik bitim işlemleri incelendiğinde ise, S1, S2 ve S3 kodlu su ve yağ iticilik bitim işlemleri sonrası beklendiği gibi kumaş gramajlarında artışlar olmuştur.

- Kumaşlar üzerindeki katı madde oranları incelendiğinde, K1 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası katı madde oranları diğer kodlu kumaşlara göre daha fazla olduğu hesaplanmıştır. K1, K2 ve K3 kodlu ham kumaşlara uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu tüm su ve yağ iticilik bitim işlemlerinin ardından katı madde oranlarında belirgin farklar görülmemiştir. Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemleri sonrasında katı madde oranları incelendiğinde en iyi değerleri PP kumaşlar için Y1 kodlu yıkama işleminde, PES ve karışım kumaşlar için ise Y3 kodlu bitim işlemlerinde elde edilmiştir. Yıkama işlemlerinden sonra katı (yabancı) madde oranlarının düşük olması beklenen bir durumdur. S3 kodlu bitim işlemleri sonrası ise, en kötü (yüksek) katı madde oranı değerleri elde edilmiştir.

- Çözgü yönlü yırtılma mukavemet ölçümleri incelendiğinde, PP yüzeylerin (K3) yırtılma mukavemetleri PES yüzeylerden (K1) daha yüksek ölçülmüştür. Bu kumaşalara su ve yağ iticilik bitim işlemleri uygulandıktan sonra çözgü yönü yırtılma mukavemetlerinin arttığı (iyileştiği) gözlenmiştir. Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemleri

sonrasında çözgü yönü yırtılma mukavemet değerlerinde düşüşler tespit edilmiştir. Yıkamalar sonrası uygulanan su ve yağ iticilik bitim işlemleri incelendiğinde, K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların yırtılma mukavemetlerinde artışlar belirlenmiştir. Açık en yıkamalar (Y1 ve Y2) sonrası daha yüksek çözgü yönü yırtılma mukavemet değerleri elde edilmiştir.

- Atkı yönlü yırtılma mukavemet ölçümleri incelendiğinde, PP ve PES karışımı yüzeylerin (K2) yırtılma mukavemetleri PES (K1) ve PP (K3) yüzeylerden daha yüksek ölçülmüştür. Bu kumaşalara su ve yağ iticilik bitim işlemleri uygulandıktan sonra atkı yönü yırtılma mukavemetlerinin arttığı (iyileştiği) gözlenmiştir. Y1, Y2 ve Y3 kodlu yıkama işlemleri sonrasında atkı yönü yırtılma mukavemet değerlerinde düşüşler tespit edilmiştir. Yıkamalar sonrası uygulanan su ve yağ iticilik bitim işlemleri incelendiğinde, K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların yırtılma mukavemetlerinde artışlar belirlenmiştir. Atkı yönü yırtılma mukavemet sonuçları çözgü yönü mukavemet sonuçlarına benzer eğilim göstermiştir.

- Dikiş dayanım ölçümleri incelendiğinde, K1 kodlu kumaşların en kötü, K3 kodlu kumaşların ise en iyi dayanıma sahip olduğu ölçülmüştür. Su ve yağ iticilik bitim işlemlerinin ardından benzer eğilimin devam ettiği ve çözgü yönü dikiş dayanımı değerlerinin K1 kodlu kumaşta daha da kötüleştiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, yıkama işlemleri sonrasında dikiş dayanımı değerlerinde iyileşmeler görülmüştür. Yıkama işlemleri ve yıkama işlemleri ardından uygulanan bitim işlemleri sonrasında K1 kodlu kumaşın çözgü yönü dikiş dayanımlarının en yüksek (kötü) ve K3 kodlu kumaşın ise en düşük (iyi) değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

- Aşınma dayanım ölçümleri incelendiğinde, K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası aşınma dayanımının (birinci iplik kopuşu) birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Su ve yağ iticilik bitim işlemlerinin ardından aşınma dayanımı değerlerinin K1 kodlu kumaşta iyileştiği, K2 ve K3 kodlu kumaşlarda iplik kopuş değerlerinin azaldığı (kötüleştiği) tespit edilmiştir. Bununla birlikte, yıkama işlemleri sonrasında da K1 kodlu kumaşın aşınma dayanım değerlerinde iyileşmelerin devam ettiği görülmüştür. Yıkamalar sonrası en çok aşınma dayanım artışlarının Y3 kodlu açık en

yıkamalarda olduğu görülmüştür. Y3 kodlu yıkama işlemleri ve bu işlemler ardından uygulanan S1, S2 ve S3 kodlu bitim işlemleri sonrası tüm kumaşlarda en yüksek iplik kopuş devir değerleri elde edilmiştir. Buna karşın K2 ve K3 kodlu kumaşların iplik kopuş devir değerleri daha düşük gözlemlenmiştir.

- Boncuklanma dayanımı ölçümleri incelendiğinde, K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası boncuklanma dayanımlarının beklenen değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Kumaşlara uygulanan yıkamalar ve yıkama işlemleri sonrası uygulanan su ve yağ iticilik bitim işlemlerinin boncuklanma dayanımına olumsuz etkisi görülmemiştir.

- Kuru sürtme haslık ölçümleri incelendiğinde, K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası kuru sürtme haslıklarının beklenen değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Ham kumaşlara yapılan S1, S2 ve S3 kodlu bitim işlemlerinin kuru sürtme haslığı değerlerinde azalmaya (kötüleşmeye) neden olduğu, K3 kodlu kumaşın en düşük (kötü) kuru sürtme haslık değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. K1 ve K2 kodlu kumaşların yıkama işlemleri ve yıkama işlemleri ardından uygulanan bitim işlemleri sonrası kuru sürtme haslık değerinde belirgin değişimler gözlenmemiştir. Buna karşın, K3 kodlu kumaşların yıkama işlemleri sonrası, ham kumaşlara uygulanan bitim işlemlerine göre kuru sürtme haslık değerinde artışlar (iyileşmeler) olduğu tespit edilmiştir.

- Yaş sürtme haslık ölçümleri incelendiğinde, K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası yaş sürtme haslıklarının beklenen değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Yıkama işlemleri ve yıkama işlemleri ardından uygulanan bitim işlemleri sonrası kumaşların yaş sürtme haslıklarının kuru sürtme haslıklarına benzer eğilimler göstermiştir. Kumaşlara uygulanan yıkamalar ve yıkama işlemleri sonrası uygulanan su ve yağ iticilik bitim işlemlerinin yaş sürtme haslık değerlerine olumsuz etkisi görülmemiştir

- . Işık haslığı ölçümleri incelendiğinde, K1, K2 ve K3 kodlu kumaşların tezgah çıkışı sonrası ışık haslığı sonuçlarının beklenen değerlerin üzerinde olduğu tespit

edilmiştir. Kumaşlara uygulanan yıkamalar ve yıkama işlemleri sonrası uygulanan su ve yağ iticilik bitim işlemlerinin ışık haslığı sonuçlarına olumsuz etkisi görülmemiştir.

- Tüm su iticilik sonuçları değerlendirildiğinde, K1 ve K2 kodlu kumaşlar için en iyi su iticilik değerleri Y1 kodlu yıkama işlemleri sonrası yapılan S2 kodlu su ve yağ iticilik bitim kimyasalı ile elde edilmiştir. K3 kodlu kumaşlar için ise en iyi su iticilik değerleri Y1 vw Y2 kodlu yıkama işlemleri sonrası yapılan S2 kodlu su ve yağ iticilik bitim kimyasalı ile elde edilmiştir.

- Tüm yağ iticilik sonuçları değerlendirildiğinde, tüm kumaşlar için en iyi yağ iticilik değerleri S2 kodlu bitim kimyasalı ile elde edilmiştir. S1 ve S3 kodlu bitim kimyasalları su iticilikte etkili iken, yağ iticilik üzerinde yeterince etkili olamamışlardır.

Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde dış mekan kumaşlara uygulanan yıkamaların, su ve yağ iticilik bitim işlemleri sonrası kumaşların su ve yağ iticilik değerleri üzerinde olumlu yönde etkisi olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

Akalın, M. (1994). Tekstilde bitim işlemleri. Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim.

Anonim Doğal liflerin pazardaki pay miktarı. https://www.textiletoday.com.bd.

Anonim, Etilen glikol ve tereftalik asit ile PET sentezi. https://www.wikiwand.com.

Anonim, Parafin emülsiyonları. http://www.hammaddeleransiklopedisi.com/tekstilde parafin kullanimi endüstriyel urunler ansiklopedisi.

Anonim, Polipropilen kimyasal yapısı. https://tr.wikipedia.org/wiki/Polietilen.

Anonim, Polipropilen kimyasal yapısı. https://www.vem-tooling.com.

Anonim, Polipropilen konfigürasyonları. http://www.petrocuyo.com.

Anonim Su molekül yapısı. https://en.wikipedia.org.

Anonim, www.textileworld.com/textile-world/fiber-world/2015/02/man-made-fibers-continue-to-grow.

Asim K., Roy C. (2017). Principles of Textile Finishing, 7. Repellent-finishes.

Aylin, Y., Riza, A., Merve, O., Özgür, A., Dumrul, G., Mine, A., ... & Demet, K. A. (2015). Synthesis of silver mono-and di-carboxylates and investigation of their usage possibility in textiles as an antibacterial agent. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 3 (111), 120-125.

Bae, P. H., Hwang, Y. J., Jo, H. J., Kim, H. J., Lee, Y., Park, Y. K., ... & Jung, J. (2006). Size removal on polyester fabrics by plasma source ion implantation device. Chemosphere, 63(6), 1041-1047.

Balcı, O. (2014). Boyanmış kumaşlarda farklı kimyasal apre uygulamaları nedeniyle meydana gelen renk değişiminin istatistiksel belirlenmesi, Tekstil ve Mühendis, 67:1-7.

Balcı, O., & Oğulata, R. T. (2006). Resarching of effect of dyestuff discoloring made by diffrent reductive washing agents on fabric dimensional properties. Textile and Apparel, 16(3), 194-199.

Başer, G. (2004). Dokuma tekniği ve sanatı. TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası Yayınları, 1.

Başer, İ. (2002). Poliester lifleri. İçinde elyaf bilgisi (2. baskı, s. 139-143). Marmara Üniversitesi, Döner Sermaya İşletmesi Teknik Eğitim Fakültesi Matbaası.

Bilişik, K., & Demiryürek, O. (2012). Effects of sample dimensions on pull-out properties of woven fabric structures. Fibers and Polymers, 13, 1326-1334.

Breen, D. E., House, D. H., & Getto, P. H. (1992). A physically-based particle model of woven cloth. The Visual Computer, 8, 264-277.

Budak, H., E. (2013). Ev tipi çamaşır makinelerinde su iticilik sağlayan apre uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Büyükakıncı, B. Y. (2005). Özel yöntemlerle Polipropilen elyafın boyanması, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi.

Choudhury, D., Basu, S., & Bray, J. D. (2007). Behaviour of slopes under static and seismic conditions by limit equilibrium method. In Embankments, Dams, and Slopes: Lessons from the new orleans levee failures and other current issues, 1-10.

CSIL, Centre for Industrial Studies, The European market for outdoor furniture, 2022.

Çay, A., & Çoban, S. (2004). Florkarbonların tekstil sanayiinde kullanımı. Tekstil ve Konfeksiyon, 14(2), 87-92.

Çirkin, S. (2006). Yalancı büküm tekstüre işleminde tekstüre değişkenlerinin iplik özellikleri üzerindeki etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi.

Datyner, A. (1983). Surfactants in textile processing.

Elizalde, O., & Schmitt, M. (2010). Washpermanent Nano-Structured Textiles: Surface Protection by Biomimicking the Lotus Leaves. In Smart Coatings III, 209-218. American Chemical Society.
Erayman Y., Korkmaz. (2017). Süperhidrofob tekstil yüzeylerin florsuz bileşikler kullanılarak sol-jel yöntemi ile modifikasyonu. Tekstil ve Mühendis, 24(105), 41-52.
Erayman, Y. (2016). Spor teknik tekstillerine uygulanan su iticilik bitim işleminin kumaş tutum özellikleri ve dikilebilirliği üzerindeki etkilerini araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
Eren, R. (2009). Dokuma hazırlık teknolojisi. Marmara Kitap Merkezi Yayınları, Bursa, s. 72.
Eustathopoulos, N., Nicholas, M. G., & Drevet, B. (Eds.). (1999). Wettability at high temperatures. Elsevier.
Extrand, C. W., & Kumagai, Y. (1997). An experimental study of contact angle hysteresis. Journal of Colloid and interface Science, 191(2), 378-383.
Filiz, C. (2016). Askeri eğitim elbisesi olarak kullanılan kumaşlara uygulanan bitim işlemlerinin kumaş performans özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi.
Grottenmüller, R. (1999). Tekstil Yüzeylerinin Terbiyesi İçin Yenilikçi Bir Yardımcı Madde-Florkarbonlar, Melliand Türkiye Sayısı 1.
Güzel, İ. (2019). Su-yağ-kir iticilik bitim işlemi ve dokuma kumaş yapısı arasındaki ilişkinin incelenmesi, Doktora Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi.
Haynes, W. M. Lanthanum. (2014). CRC Handbook of Chemistry and Physics. 95: 4-69.
Ildız, D. (2021). Modal ve tencel kumaşların su ve yağ iticilik performansının geliştirilmesinde siklodekstrin kullanımının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi.
Jasper, W. J., & Rasipuram, S. C. (2017). North Carolina State Üniversitesi, Raleigh, NC, Amerika Birleşik Devletleri. Fibrous Filter Media, 191.
Kadolph, S. J., (1998). Quality assurance for textiles and apparel, Iowa State Üniversitesi, Fairchild Publications, s. 581, New York, USA.
Karaca, E., Kahraman, N., Ömeroglu, S., & Becerir, B. (2012). Effects of fiber cross sectional shape and weave pattern on thermal comfort properties of polyester woven fabrics. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 3 (92), 67-72.
Kartal, B. (2017). Şönil döşemelik kumaşlarda konstrüksiyonun ve su iticilik apresinin performans özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi.
Kayatürk N. (2003). Florokarbon esaslı su, yağ ve kir itici apre uygulamaları, Gemsan Teknik Bülten, (39) 2-4. 7.
Kayatürk, N. (2003). Florokarbon esaslı su, yağ ve kir itici apre uygulamaları. Uluslararası Isparta Tekstil Kongresi. Isparta.
Keel T. (2018). Polyester fibers (Chemical Economics Handbook).
Ko, Y. I., Jung, C. W., Kim, S. H., & Bae, J. S. (2009). Synthesis of new biocompatible multi-functional textile finishing agent. In Proceedings of the Korean Society of Dyers and Finishers Conference (s. 160-161). The Korean Society of Dyers and Finishers.
Lacasse, K., Baumann, W., Lacasse, K., & Baumann, W. (2004). Environmental considerations for textile processes and chemicals. Textile chemicals: Environmental data and facts, 484-647.
Lewin, M. (Ed.). (2018). Handbook of fiber science and technology Volume 2: Chemical processing of fibers and fabrics-functional finishes Part B. Routledge.
Lomax, G. R. (1991). Breathable waterproof fabrics explained. Textiles., 20(4), 12-16.

Mangut, M. ve Karahan, N. (2008). Tekstil lifleri. Ekin Yayınevi, Bursa, 256-261.
Miwa, M., Nakajima, A., Fujishima, A., Hashimoto, K., & Watanabe, T. (2000). Effects of the surface roughness on sliding angles of water droplets on superhydrophobic surfaces. Langmuir, 16(13), 5754-5760.
Nosonovsky, M., & Bhushan, B. (2009). Superhydrophobic surfaces and emerging applications: Non-adhesion, energy, green engineering. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 14(4), 270-280.
Oğultürk, G. (2008). Dokuma kumaşlarda su iticilik ve buruşmazlık özelliklerinin tek adımda iyileştirilmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
Özat, F. A. (2019). Polyester tekstüre ipliklerde filament kesit şeklinin ve tekstüre işlem parametrelerinin iplik ve kumaş özelliklerine etkisi, Doktora Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi.
Özcan, A., Ömeroğlu, Ç., Erdoğan, Y., & Özcan, A. S. (2007). Modification of bentonite with a cationic surfactant: an adsorption study of textile dye Reactive Blue 19. Journal of hazardous materials, 140(1-2), 173-179.
Sas, I., Gorga, R. E., Joines, J. A., & Thoney, K. A. (2012). Literature review on superhydrophobic self-cleaning surfaces produced by electrospinning. Journal of polymer science part b: polymer physics, 50(12), 824-845.
Sayed, U., & Dabhi, P. (2014). Finishing of textiles with fluorocarbons. In waterproof and water repellent textiles and clothing (s. 139-152). Woodhead Publishing.
Schindler, W. D., & Hauser, P. J. (2004). Chemical finishing of textiles. Elsevier.
Schrader, M. E., & Loeb, G. I. (Eds.). (1992). Modern approaches to wettability. New York:Plenum.
Sevindik, D., & Kutlu, B. (2020). Meta-aramid kumaşlara su/yağ iticilik özellik kazandırılması ve bu işlemlerin güç tutuşurluk özelliklerine etkisi. İTÜ Ulusal Tekstil Kongresi ve II. Ar-Ge Günü, Akademi Sanayi Buluşması, 71-74, 11-12 Kasım 2020.
Siebevrt, R., Gesk, S., Harder, L., Steinemann, D., Grote, W., Schlegelberger, B., ... & Schemmel, V. (1999). Complex variant translocation t (1; 2) with TPM3-ALK fusion due to cryptic ALK gene rearrangement in anaplastic large-cell lymphoma. Blood, The journal of the american society of hematology, 94(10), 3614-3617.
Şenol, M. F., & Türker, E. (2009). The Study of influencing factors on water permeability of polyester weave fabrics. Textile and apparel, 19(2), 114-122.
Tihminlioglu, F., Atik, İ. D., & Özen, B. (2010). Water vapor and oxygen-barrier performance of corn–zein coated polypropylene films. Journal of food engineering, 96(3), 342-347.
Toprak T. (2021). Poliester kumaşların farklı maddelerle yüzey modifikasyonu sonrası boyanma davranışlarının incelenmesi ve bu modifikasyonların poliester/pamuk karışım kumaşların aynı banyoda tek adımda boyanabilirliğine etkileri, Doktora Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi,
Tyrone L. Vigo. (1994). Textile processing and properties: preparation, dyeing, finishing, and performance. Elsevier.
Uçar, I. O., Cansoy, C. E., Erbil, H. Y., Pettitt, M. E., Callow, M. E., & Callow, J. A. (2010). Effect of contact angle hysteresis on the removal of the sporelings of the green alga Ulva from the fouling-release coatings synthesized from polyolefin polymers. Biointerphases, 5(3), 75-84.
Vigneswaran. (2014). Bioprocessing of synthetic fibres.
Weast, R. C., Lide, D. R., Astle, M. J. K., & Beyer, W. H. (1989). Handbook of chemistry and physics. 1989-1990.

Xue, C. H., Jia, S. T., Zhang, J., Tian, L. Q., Chen, H. Z., & Wang, M. (2008). Preparation of superhydrophobic surfaces on cotton textiles. Science and technology of advanced materials.
Yiğit, E. A. (2009). Polipropilen elyafın boyanabilirliğinin incelenmesi, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Ahmet KARASU
Doğum Yeri ve Tarihi	: İstanbul, Türkiye, 21/06/1991
Yabancı Dil	: İngilizce
Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)	
Lise	: Kocaeli, İhsaniye Anadolu Lisesi (2005-2009)
Lisans	: Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği (2010-2015)
Yüksek Lisans	: Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı (2021-2023)
Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl	: Sanko Holding -ISKO Denim A.Ş. (2015-2019) : Erciyes Anadolu Holding- Weavers Tekstil (2019-Halen)
İletişim (e-posta)	: akarasu3@gmail.com

Yayın : Karasu A., Orhan M. *"Dış Mekan Kumaşlara Yapılan Ön Yıkama İşleminin Su İticilik Bitim İşlemleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi"*, 1st International Boğaziçi Scientific Research Congress "13-14 May 2023, İstanbul, Turkey.