

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YIKAMA İŞLEMİNİN HAVLU VE PEŞTAMALLARIN
PERFORMANS VE TUTUM (KAWABATA-KES-F)
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALPEREN AHMET CENGİZ

DENİZLİ, ŞUBAT - 2021

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**YIKAMA İŞLEMİNİN HAVLU VE PEŞTAMALLARIN
PERFORMANS VE TUTUM (KAWABATA- KES-F)
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALPEREN AHMET CENGİZ

DENİZLİ, ŞUBAT - 2021

**Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi BAP tarafından 2019 FEBE
037 nolu proje ile desteklenmiştir.**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

Alperen Ahmet CENGİZ

ÖZET

YIKAMA İŞLEMİNİN HAVLU VE PEŞTAMALLARIN PERFORMANS VE TUTUM (KAWABATA - KES-F) ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALPEREN AHMET CENGİZ

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. SEMA PALAMUTÇU)

DENİZLİ, ŞUBAT - 2021

Havlu ve peştamal kumaşlardan kullanıcılar için tekrar tekrar yıkanabilir, iyi bir su emme yeteneği, hızlı kuruma ve yumuşak tutum olması gibi performans özelliklerine sahip olması aranmaktadır.

Bu tez çalışmasında tamamı Denizli’de üretilmiş %100 pamuklu, satışa hazır halde bulunan, toplam dört farklı yapıda kurulanma amaçlı ürün kullanılmıştır. Çalışma için seçilen ürünler ağır ve hafif gramajlı iki çeşit geleneksel havlu, tek yüzü hav yapılı bir peştamal ve geleneksel yapıda bir peştamaldır. Çalışmada kullanılan ürünlerin kullanım performanslarının ev tipi yıkamaya bağlı olarak değişimleri araştırılmıştır. Yıkama işlemlerinde sadece deterjan kullanımı ve deterjan ile beraber yumuşatıcı kullanımı sonrasında ürün performans özellikleri araştırılmıştır. Ürünlerin 10 ve 20 tekrarlı yıkama sonrasındaki performansları yıkanmamış ürün performansları ve birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Ürünlere uygulanan performans testleri, dikey emicilik, batma, kuruma hızı, yırtılma dayanımı, beyazlık derecesi ve Kawabata testlerinden olan; KES-FB2 eğilme, KES-G5 basınç, KES-SE yüzey, KES-F8 hava geçirgenliği testleridir. Çalışmada Kawabata ölçümleri Japonya Kyoto Institute of Technology’ de Advanced Fibro-Science laboratuvarlarında yapılmıştır.

Çalışma sonuçlarına göre tekrarlı yıkama sayısının artması kumaşların hidrofilyk özelliğini arttırırken yumuşatıcı ilaveli yıkamalar kumaşları hidrofob yapmıştır. Yıkama tekrar sayısının kumaşların mukavemet, eğilme, tutum gibi performans özellikleri üstünde olumsuz etkileri olduğu ve sadece deterjan kullanımının, deterjan ve yumuşatıcı kullanıma göre daha olumsuz etkileri olduğu gözlemlenmiştir. Tüm test ve analiz verileri ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: Havlu, peştamal, KES-F, tekrarlı yıkama, performans, hidrofilyte

ABSTRACT

EFFECT OF WASHING PROCESS ON PERFORMANCE AND HANDLE (KAWABATA – KES-F) CHARACTERISTICS OF TOWELS AND PESHTEMALS

MSC THESIS

ALPEREN AHMET CENGİZ

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
TEXTILE ENGINEERING**

(SUPERVISOR:PROF. DR. SEMA PALAMUTCU)

DENİZLİ, FEBRUARY 2021

Towels and loincloth fabrics are sought for users to have performance characteristics such as repeatedly washable, good water absorption ability, quick-drying, soft handle, and strength.

In this work, a total of four different 100% cotton structures, all of which were produced in Denizli, ready for sale, were used for drying purposes. The products selected for the study are two types of traditional towels with heavy and lightweight, a loincloth with a one-sided towel and a loincloth with a traditional structure. The changes in the performance of the products used in the study were examined as a function of household laundry. After the use of detergent in the washing process and using fabric softener together with detergent, the performance characteristics of the product were investigated. The performance of the products after 10 and 20 repeated washes was compared with the performance of the unwashed products and with each other. Performance tests applied to the products are vertical absorbency, stinging, drying speed, tear strength, whiteness, and Kawabata tests; KES-FB2 bending, KES-G5 pressure, KES-SE surface, KES-F8 air permeability tests. In the study, Kawabata measurements were made in the laboratories of Advanced Fibro-Science at Kyoto Institute of Technology in Japan.

According to the results of the study, increasing the number of repeated washings increased the hydrophilic property of the fabrics, while the washings with the addition of softeners made the fabrics hydrophobic. Washing was found to have negative effects on the performance properties of fabrics, such as strength, bending, attitude, and only the use of detergents has more negative effects than the use of detergents and softeners. All the test and analysis data were evaluated and discussed in detail.

KEYWORDS: Towel, loincloth, KES-F, repeated washing, performance, hydrophilicity

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|--|-----------|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT | ii |
| İÇİNDEKİLER | iii |
| ŞEKİL LİSTESİ | v |
| TABLO LİSTESİ | vii |
| SEMBOL LİSTESİ | viii |
| ÖNSÖZ..... | ix |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1 Genel Bilgi | 1 |
| 1.2 Denizli ve Türkiye İhracat Verileri | 2 |
| 1.3 Dünya İhracat Verileri | 4 |
| 1.4 Dokumacılık Tarihi ve Denizli’de Dokumacılık..... | 5 |
| 1.4.1 Dokumacılık Tarihi..... | 5 |
| 1.4.2 Denizli’de Dokumacılık..... | 7 |
| 1.5 Havlu ve Peştemalin Tarihçesi | 7 |
| 1.5.1 Havlu..... | 7 |
| 1.5.1.1 Havlu Üretiminde Kullanılan İplikler ve Havlu Oluşumu..... | 9 |
| 1.5.1.2 Dokuma Hazırlık İşlemleri..... | 11 |
| 1.5.1.2.1 Çözümlü Çözme..... | 12 |
| 1.5.1.2.2 Çözümlü Haşılama..... | 12 |
| 1.5.1.2.3 Taharlama | 13 |
| 1.5.1.3 Havluların Sınıflandırılması..... | 15 |
| 1.5.1.4 Havlu Kumaşta Bulunması Gereken Özellikler..... | 16 |
| 1.5.2 Peştemal | 17 |
| 2. KAWABATA KUMAŞ DEĞERLENDİRME SİSTEMİ (KES-F)..... | 20 |
| 2.1 KES-FB2 S Eğilme Testi | 22 |
| 2.2 KES-G5 Sıkıştırma Testi..... | 24 |
| 2.3 KES-SE ve KES-SE-STP Yüzey Testi | 26 |
| 2.4 KES-F8-AP1 Hava Geçirgenliği Testi | 28 |
| 3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR | 29 |
| 3.1 Havlu ve Peştemal ile İlgili Çalışmalar | 29 |
| 3.2 Sıvı Emme, Sıvı Transferi ve Mukavemet ile İlgili Çalışmalar | 33 |
| 3.3 KES-F ile İlgili Yapılmış Çalışmalar | 39 |
| 4. MATERYAL VE METOT | 44 |
| 4.1 Yapılan İşlemler | 49 |
| 4.1.1 Yıkama ve Kurutma İşlemleri..... | 49 |
| 4.2 Yapılan Test ve Ölçümler..... | 50 |
| 4.2.1 Sıvı Emme ve Sıvı Transfer Testleri..... | 50 |
| 4.2.1.1 Dikey Kılcal Emicilik Testi | 51 |
| 4.2.1.2 Batma Testi (Hidrofilite)..... | 52 |
| 4.2.1.3 Kuruma Hızı Testi..... | 52 |
| 4.2.2 Yırtılma Mukavemeti Testi..... | 53 |
| 4.2.3 Beyazlık İndeksi Testi | 55 |
| 4.2.4 Kawabata Kumaş Değerlendirme Sistemi (KES-F) Testleri | 56 |
| 4.2.4.1 KES-FB2 S Eğilme Testi | 57 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 4.2.4.2 | KES-G5 Sıkıştırma Testi | 57 |
| 4.2.4.3 | KES-SE ve KES-SE-STP Yüzey Testi | 58 |
| 4.2.4.4 | KES-F8-AP1 Hava Geçirgenliği Testi..... | 59 |
| 4.2.5 | Optik Mikroskop..... | 60 |
| 5. | BULGULAR | 61 |
| 5.1 | Kumaş Konstrüksiyon Değişimleri | 61 |
| 5.2 | Yırtılma Testi | 65 |
| 5.3 | Su Emicilik ve Sıvı Transfer Testleri | 70 |
| 5.3.1 | Dikey Kılcal Emicilik Testi | 70 |
| 5.3.2 | Batma Testi | 74 |
| 5.3.3 | Kuruma Hızı Testi | 77 |
| 5.4 | Beyazlık İndeksi | 83 |
| 5.5 | KES-F Testleri..... | 85 |
| 5.5.1 | KES-F2 Eğilme Testi (Bending Tester)..... | 86 |
| 5.5.2 | KES-G5 Compression Tester (Sıkıştırma Testi) | 90 |
| 5.5.3 | KES-SE Surface Tester (Yüzey Pürüzlülüğü Testi)..... | 94 |
| 5.5.4 | KES-F8 AP1 Air Permeability Tester (Hava Geçirgenlik Testi) ve Örtme Faktörünün Hesaplanması..... | 100 |
| 5.6 | Optik Mikroskop İncelemesi | 103 |
| 6. | SONUÇ VE ÖNERİLER | 106 |
| 7. | KAYNAKLAR..... | 111 |
| 8. | EKLER..... | 119 |
| EK A.1 | Dikey Kılcal Emicilik Çözgü Yönünde Su Yükselme Hızı Tablosu | 119 |
| EK A.2 | Dikey Kılcal Emicilik Atkı Yönünde Su Yükselme Hızı Tablosu | 120 |
| EK B | Kuruma Hızı | 121 |
| EK C | Eğilme Testi | 122 |
| EK D.1 | Sıkıştırma Testi (Havlu) | 123 |
| EK D.2 | Sıkıştırma Testi (Peştamal) | 124 |
| EK E | Japonya’da Yapılan Testlerin Sonuçları | 125 |
| EK F | Türkiye’de Yapılan Testlerin Sonuçları | 126 |
| 9. | ÖZGEÇMİŞ | 127 |

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Şekil 1.1: Türkiye'de havlu üretimin yapıldığı iller..... | 2 |
| Şekil 1.2: Türkiye'nin ev tekstili ihracatı ve Denizli'nin katkısı..... | 3 |
| Şekil 1.3: Türkiye'nin havlu ihracatı ve Denizli'nin katkısı. | 3 |
| Şekil 1.4: Denizli ev tekstili ihracatında havlunun katkısı. | 4 |
| Şekil 1.5: Dünya'nın en büyük ilk on tekstil tedarikçisi | 4 |
| Şekil 1.6: Yatay dokuma tezgahı | 5 |
| Şekil 1.7: Dikey dokuma tezgahı..... | 6 |
| Şekil 1.8: Yunan dokuma tezgahı..... | 6 |
| Şekil 1.9: Kraliçe Victoria adına gelen ilk sipariş istek mektubu..... | 8 |
| Şekil 1.10: Üç atkı sistemle dokunmuş havluda bağlantı şekilleri | 10 |
| Şekil 1.11: Kumaş yüzeyinde ilmeklerin yerleşimi | 10 |
| Şekil 1.12: (a) Örgü raporu, (b) Hav oluşum görüntüsü..... | 11 |
| Şekil 1.13: Havlu kumaş üretim işlem akış şeması | 14 |
| Şekil 1.14: Havlu dokuma tezgâhı kesit görünümü..... | 15 |
| Şekil 1.15: Havluların Sınıflandırılması | 15 |
| Şekil 1.16: Dolaylık giyen kadınlar | 19 |
| Şekil 1.17: Keşan bağlamış kadınlar | 19 |
| Şekil 2.1: KES-F cihazlarını geliştiren Prof. Dr. S. Kawabata. | 20 |
| Şekil 2.2: KES-FB2 S Bending tester (Eğilme testi)..... | 23 |
| Şekil 2.3: KES-FB2 çalışma prensibi | 23 |
| Şekil 2.4: KES-G5 Compression tester (Sıkıştırma testi) | 24 |
| Şekil 2.5: KES-F3 çalışma prensibi..... | 25 |
| Şekil 2.6: KES-SE Surface tester (Yüzey Test) cihazı | 26 |
| Şekil 2.7: KES-SE-STP Surface tester (Yüzey Testi) | 26 |
| Şekil 2.8: Yüzey sürtünme ve pürüzlülük çalışma prensibi | 27 |
| Şekil 2.9: KES-F8-AP1 Air permeability tester (Hava geçirgenliği test cihazı) | 28 |
| Şekil 3.1: Dikey kılcal emme yüksekliğinin şematik gösterimi | 34 |
| Şekil 4.1: Wascator yıkama makinası..... | 49 |
| Şekil 4.2: James H. Heal kurutma makinası | 50 |
| Şekil 4.3: Dikey kılcal emicilik test yöntemi..... | 51 |
| Şekil 4.4: Kuruma hızı test numuneleri | 53 |
| Şekil 4.5: Tek yırtılma metodu (a), (b) numune şablon, (c) mukavemet cihazına yerleştirilmesi..... | 54 |
| Şekil 4.6: Instron mukavemet test cihazı | 55 |
| Şekil 4.7: Datacolor 600 Color ® Spektrofotometre | 56 |
| Şekil 4.8: KES-F8 AP1 Hava geçirgenliği ölçüm ünitesi | 59 |
| Şekil 4.9: Keyence VR 3100 optik mikroskop | 60 |
| Şekil 5.1: Yıkama işlemlerinin numune gramaj değerleri üzerindeki etkisi | 62 |
| Şekil 5.2: Yıkama işlemlerinin havlu ve peştamal gruplarının sıklıkları üzerine etkisi (a)Atkı, (b)Çözüğü..... | 64 |
| Şekil 5.3: Yıkama işlemlerinin havlu ve peştamal grupları toplam sıklıklar üzerine etkisi | 64 |
| Şekil 5.4: Yırtılma mukavemet verileri ((a)- atkı ve çözgü ölçüm değerleri, (b)-mukavemet kayıpları | 66 |

| | |
|---|-----|
| Şekil 5.5: Yırtılma mukavemeti numuneleri ((a)- ağır havlu, (b)- hafif havlu, (c)- havlı peştamal, (d)- havsız peştamal) | 68 |
| Şekil 5.6: Su emilim miktarının değişimi (çözücü)..... | 73 |
| Şekil 5.7: Su emilim miktarının değişimi (atkı) | 74 |
| Şekil 5.8: Havlu grubu kumaşlar için batma testi grafiği | 76 |
| Şekil 5.9: Peştamal grubu kumaşlar için batma testi grafiği | 76 |
| Şekil 5.10: Yıkama işlemlerinin havlu grubu kumaşlar üzerinde buharlaşma yüzde grafiği..... | 81 |
| Şekil 5.11: Yıkama işlemlerinin peştamal grubu kumaşlar üzerinde buharlaşma yüzde grafiği..... | 81 |
| Şekil 5.12: Yıkama işlemlerinin Stensby Beyazlık İndeksi üzerine etkisi | 84 |
| Şekil 5.13: Yıkama işlemlerinin eğilme rijitliğine etkisi ((a) çözücü yönü, (b) atkı yönü)..... | 88 |
| Şekil 5.14: Yıkama işlemlerinin eğilme rijitliği üzerinde etkisi (atkı ve çözücü ortalamaları) | 89 |
| Şekil 5.15: Yıkama işlemlerinin kumaş sıkıştırma enerjisi üzerinde etkileri ... | 91 |
| Şekil 5.16: Yıkama işlemlerinin kumaş sıkıştırma rezilyansı üzerinde etkileri | 92 |
| Şekil 5.17: Yıkama işlemlerinin kumaş kalınlığı üzerinde etkileri | 92 |
| Şekil 5.18: Çoklu yıkamaların sürtünme katsayısına etkisi ((a) çözücü yönü, (b) atkı yönü)..... | 95 |
| Şekil 5.19: Çoklu yıkamaların yüzey sürtünme pürüzlülüğüne etkisi ((a) çözücü yönü, (b) atkı yönü)..... | 96 |
| Şekil 5.20: Çoklu yıkamaların yüzey geometrik pürüzlülüğüne etkisi ((a) çözücü yönü, (b) atkı yönü)..... | 97 |
| Şekil 5.21: Yıkama işlemlerinin hava geçirgenliği üzerindeki etkisi | 101 |

TABLO LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|-----|
| Tablo 1.1: Havluların gramajlarına göre sınıflandırılması..... | 16 |
| Tablo 1.2: Kalitelerine göre havlu sınıflandırılması | 16 |
| Tablo 2.1: Kawabata kumaş değerlendirme sistem parametreleri ve kumaş ile ilişkileri..... | 21 |
| Tablo 2.2: Eğilme testi parametreleri | 24 |
| Tablo 2.3: Sıkıştırma test parametreleri | 25 |
| Tablo 2.4: Yüzey test parametreleri | 27 |
| Tablo 4.1: Numune kodu, kumaş çeşidi ve yıkama işlemleri | 44 |
| Tablo 4.2: Numune örgü planları ve görünümleri..... | 45 |
| Tablo 4.3: Numunelere uygulanan testler | 47 |
| Tablo 4.4: Testler için gerekli olan numune ölçüleri | 48 |
| Tablo 4.5: Hidrofilite kalite tablosu | 52 |
| Tablo 4.6: Mukavemet cihazı yırtılma test ayarları | 54 |
| Tablo 4.7: Eğilme testi parametreleri..... | 57 |
| Tablo 4.8: Sıkıştırma test parametreleri | 57 |
| Tablo 4.9: Yüzey test parametreleri | 58 |
| Tablo 5.1: Numunelerin gramaj ve sıklıkları | 61 |
| Tablo 5.2: Yıkama işlemlerinin havlu grubu kumaş sıklığı üzerine etkisi | 63 |
| Tablo 5.3: Yıkama işlemlerinin peştamal grubu kumaş sıklığı üzerine etkisi | 63 |
| Tablo 5.4: Yıkama işlemlerinin tek yırtılma metodu sonuç tablosu | 65 |
| Tablo 5.5: Dikey kılcal emicilik test sonuçları tablosu..... | 71 |
| Tablo 5.6: Su emilim değişim değerleri | 73 |
| Tablo 5.7: Batma testi test sonuçları | 75 |
| Tablo 5.8: Kuruma hızı testi gramaj değişimleri..... | 78 |
| Tablo 5.9: Kuruma hızı testi sonuçları | 79 |
| Tablo 5.10: Kumaş üzerinde kalan su miktarı | 80 |
| Tablo 5.11: Stensby Beyazlık İndeks tablosu | 83 |
| Tablo 5.12: KES-F parametreleri ve kumaş ilişkisi | 86 |
| Tablo 5.13: Eğilme testi sonuçları | 87 |
| Tablo 5.14: Sıkıştırma test sonuçları..... | 90 |
| Tablo 5.15: Yüzey test sonuçları..... | 94 |
| Tablo 5.16: Hava geçirgenlik ve örtme faktörü sonuçları..... | 100 |
| Tablo 5.17: Havlu ve peştamal görselleri | 104 |

SEMBOL LİSTESİ

- DENİB** : Denizli İhracatçılar Birliği
KES-F : Kawabata Evolution System for Fabric (Kawabata kumaş değerlendirme sistemi)
WTO : Dünya Ticaret Örgütü (World Trade Organization)
D : Deterjanlı
D+Y : Deterjan + Yumuşatıcı
HA : Havlu (Ağır gramajlı)
HH : Havlu (Hafif gramajlı)
PH : Peştamal (Havlı)
P : Peştamal (Havsız)
HDR : Yüksek Dinamik Aralık (High Dynamic Range)

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimim boyunca bana her konuda yardımcı olan, değerli zamanını ayırarak, sabır ve titizlikle tezin bütün safhalarında çalışmayı yönlendiren, şekillendiren ve meydana gelmesini sağlayan, bilgi ve birikimlerinden yararlanma fırsatı sunan, çok değerli danışmam hocam Prof. Dr. Sema PALAMUTÇU' ya teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Tezin deneysel çalışmalarını sağlamam adına beni Japonya Kyoto Institute of Technology üniversitesi gitmeme vesile olan ve orada yaşadığım problemlerde bana yardımcı olan hocalarım Bölüm Başkanı Prof. Dr. O. Ozan AVİNÇ' a, Bölüm Başkan Yardımcısı Prof. Dr. Arzu YAVAŞ' a ve Prof. Dr. Yüksel İKİZ' e teşekkür eder ve saygılarımı sunarım.

Tez çalışmalarında bana Japonya'da laboratuvarını kullanmamda yardımcı olan ve yol gösteren hocam Prof. Dr. Sachiko SUKİGARA' ya, test cihazlarını kullanmamda ve analizlerde yardımcı olan arkadaşlarımla Raphael SANTOS' a ve Yuriko KİBAYASHİ' ye teşekkür eder ve saygılarımı sunarım.

Tez çalışmamda kullanmış olduğum numuneler için benden desteklerini esirgemeyen Makroteks' den Sayın Hüseyin MEMİŞOĞLU' na, Egem Tekstil' den Sayın İbrahim UZUNOĞLU' na, tezde kullanmış olduğum ihracat rakamlarını benimle paylaşan DENİB Genel Sekreteri Sayın Uğur DAYIOĞLU' na teşekkür ederim.

Tez çalışmamın başından sonuna kadar bana vakit ayırıp yardımcı olan Araştırma Görevlisi Cansu VAR' a teşekkür ederim.

Tüm yaşamım boyunca destekleriyle beni hiç yalnız bırakmayan aileme teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Türkiye’de ev tekstili ürünleri içerisinde yer alan havlu ve peştamal kumaşların önemi yüksektir. Havlu ve peştamal kumaşların hikayesi 13.yy’dan günümüze kadar gelmektedir.

Havluların günümüzde sahillerde, spor müsabakalarında, otellerde, hastanelerde ve evlerimizde çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Peştamalların ise günümüzde akla ilk gelen hamamlarda kurulanma amacı dışında yöresel olarak örtünme amaçlı kullanımının da olduğu bilinmektedir. Bu sebeple havlu ve peştamal kumaşların önemi her geçen gün artmaktadır.

Tarihte önemi her geçen gün artan kullanım ile birlikte en çok yıkanan ve insan vücuduna temas eden havlu ve peştamal kumaşlar üzerine yapılan araştırmalar da artmıştır.

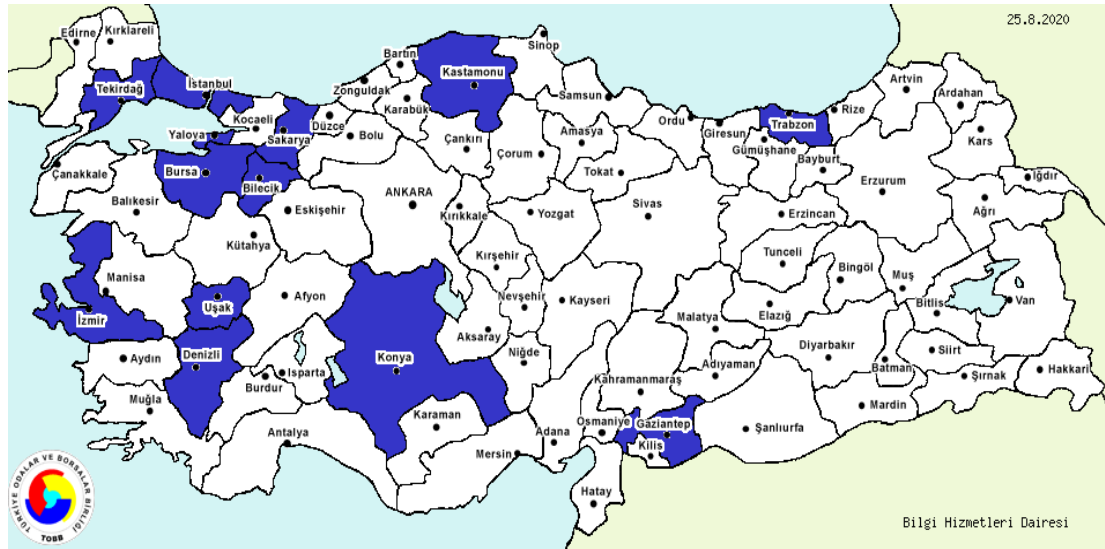
Bu tez çalışmasında, ülkemizde ve dünyada ev tekstili ürünleri içinde önemli bir pazar payı olan havlu ve peştamalların ev tipi yıkama işlemleri sonrasında performans ve tutum özelliklerinin nasıl etkilendiği araştırılmaktadır. Çalışmada tamamı Denizli ilinde üretilmiş %100 pamuklu havlu (ağır ve orta gramajlı) ve %100 pamuklu peştamal (havlı ve havsız) olmak üzere iki farklı kumaş türü üzerinde dört farklı kumaş grubunda incelemeler yapılmıştır. Çalışmada kumaş gruplarına yıkamasız, 10 tekrarlı deterjanlı, 10 tekrarlı deterjan ve yumuşatıcı, 20 tekrarlı deterjanlı, 20 tekrarlı deterjan ve yumuşatıcı yıkama işlemleri uygulanmıştır. Uygulanan yıkama işlemleri sonrası Türkiye’de Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği laboratuvarlarında performans özellikleri ve Japonya’da Kyoto Institute of Technology Advanced of Fiber laboratuvarlarında KES-F sisteminde tutum özellikleri üzerine testler yapılmıştır.

1.1 Genel Bilgi

Yaklaşık olarak 8500 yıl önce insanların örtünme, yağmur, çamur, soğuk, sıcak gibi iklim şartlarından korunma ve kurulanma ihtiyacı sonucu önce iplik sonra

kumaş oluşturulmaya başlanmış ve geliştirilmiştir. Genel hatlarıyla tekstil ürünleri başlangıçta ihtiyaç olarak doğmuş ve gelişimlerle birlikte günümüzde ise insanların beğenilme arzularının ve modanın etkisiyle; süslenme ve diğer insanlardan farklı bir şekilde görünmelerini sağlayacak biçimde kullanılmaya başlanmıştır (Alpay 1985).

Türkiye'nin ham madde bakımında zengin ülkeler arasında yer alması ve özellikle konfeksiyon gibi emek ve iş gücü gerektiren alanlarda maliyetlerin düşük olması sebebi ile ev tekstili ve konfeksiyon sektöründe sürekli gelişmektedir. Özellikle de havlu üretimi ülkenin farklı bölgelerinde yer alan illerde gerçekleştirilmektedir. Havlu üretimi yapmakta olan iller Şekil 1.1'de gösterilmiştir ve üretim yoğunluğu Denizli ve Bursa başta olmak üzere; İzmir, Kayseri, Tekirdağ, İstanbul, Bilecik, Sakarya, Kastamonu, Trabzon, Uşak, Konya ve Gaziantep illerinde gerçekleştirilmektedir (TOBB 2020).

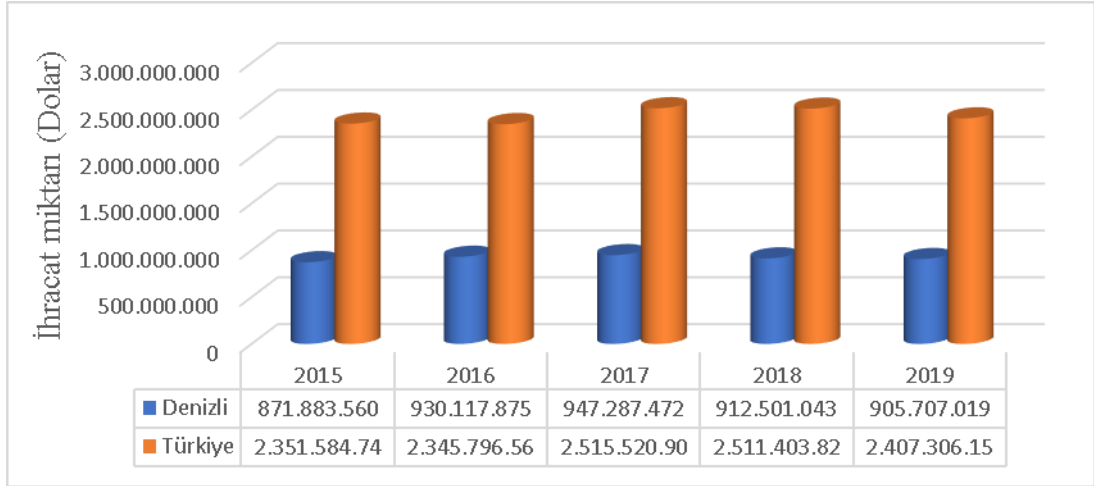


Şekil 1.1: Türkiye'de havlu üretimin yapıldığı iller

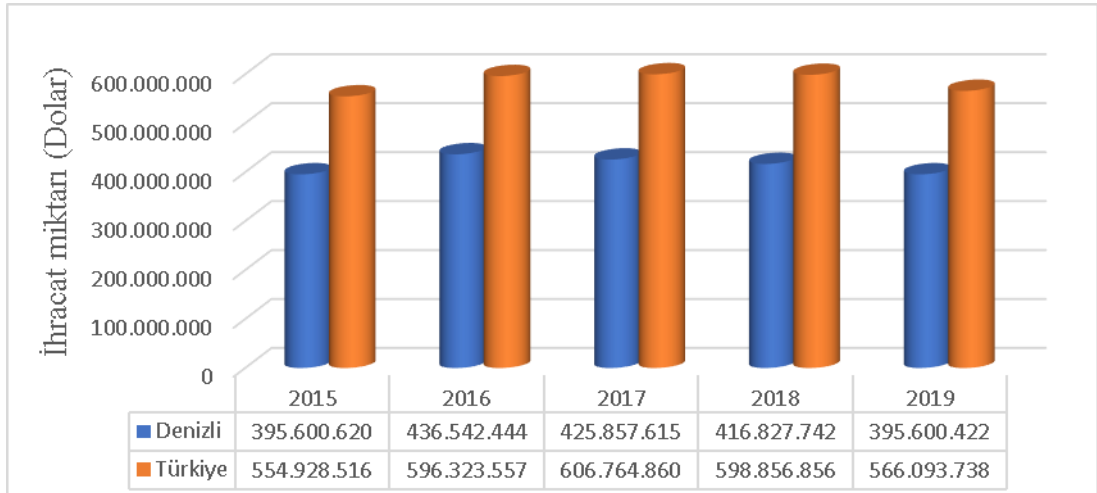
1.2 Denizli ve Türkiye İhracat Verileri

Denizli İhracatçılar Birliğinin 2015-2019 yılları arasındaki faaliyet rapor verilerine göre Türkiye ev tekstili ihracatı verileri ve bu ihracat içinde Denizli'nin katkısı Şekil 1.2'de Türkiye havlu ihracatı ve bu ihracat içinde Denizli'nin katkısı Şekil 1.3'te gösterilmiştir (DENİB 2020). Çarşaf, havlu, bornoz gibi tekstil ürünlerini kapsayan ev tekstili üretimi içinde özellikle havlu üretim ve ihracat kapasitesi ile

Denizli sadece Türkiye'nin değil, dünyanın önemli havlu üretim merkezleri arasında yer almaktadır. 2019 verilerine göre ülkemiz toplam ev ihracatının %37 kadarı ve toplam havlu ihracatının %70 kadarı Denizli tekstil sektörü tarafından gerçekleştirilmektedir.

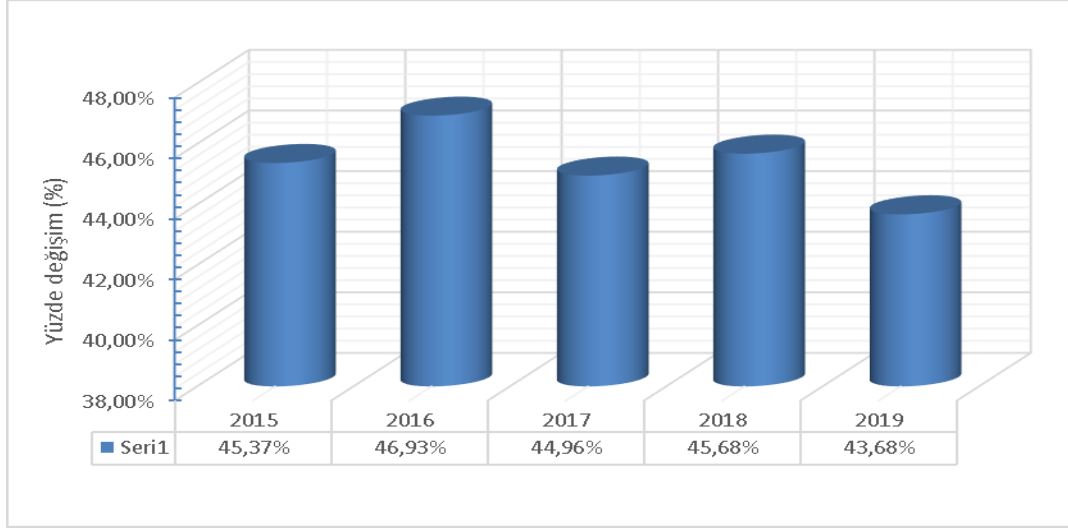


Şekil 1.2: Türkiye'nin ev tekstili ihracatı ve Denizli'nin katkısı



Şekil 1.3: Türkiye'nin havlu ihracatı ve Denizli'nin katkısı

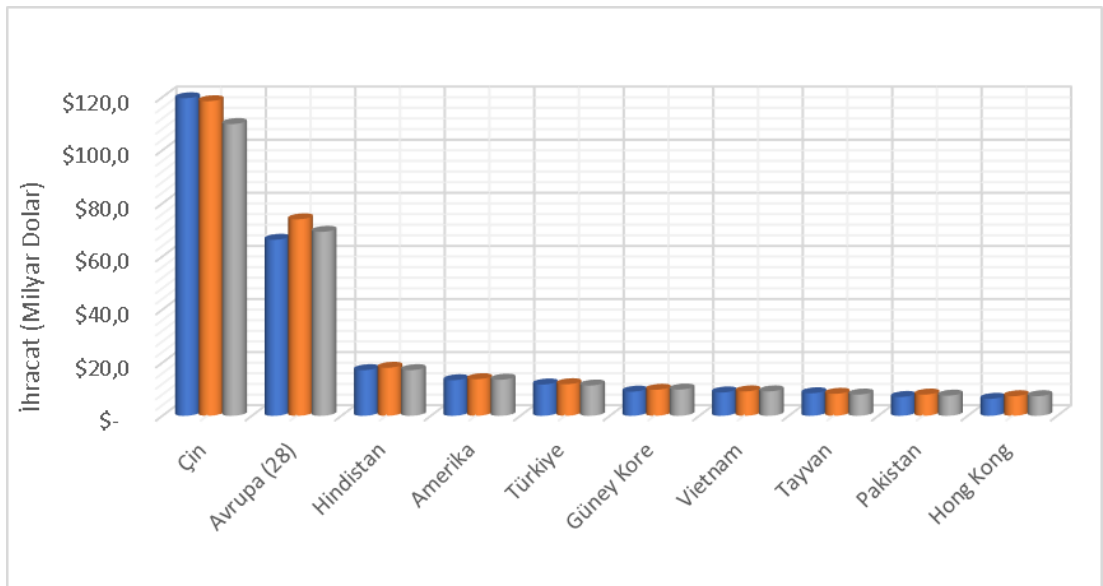
DENİB verilerine göre 2015-2019 yılları arasında Denizli ev tekstili ihracatı içinde havlu, toplam ihracat içinde yarıya yakın seviyelerde gerçekleşmiş bulunuyor. Şekil 1.4'te yıllar içindeki değişim, sektörün farklı ürün gruplarındaki ihracatlarındaki değişime ve dünya piyasalarındaki talep ve pazar yapısı değişimlerine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 1.4: Denizli ev tekstili ihracatında havlunun katkısı

1.3 Dünya İhracat Verileri

Dünya Ticaret Örgütü (WTO) verilerine göre 2017-2019 yılları arasında gerçekleştirilen dünya tekstil ihracat rakamları Şekil 1.5'te gösterilmektedir. Ülkemiz Çin, Avrupa Birliği ülkeleri, Hindistan ve ABD'den sonra dünyanın en büyük 5. Tekstil tedarikçisi konumundadır. Türkiye, bu verilere göre son 3 yıl içerisinde; 2018 yılında bir önceki yıla göre %4,39'luk artış yaparken 2019 yılında bir önceki yıla göre %0,84'lük bir düşüş yaşamıştır.



Şekil 1.5: Dünya'nın en büyük ilk on tekstil tedarikçisi (Sheng 2018, 2019 ve 2020)

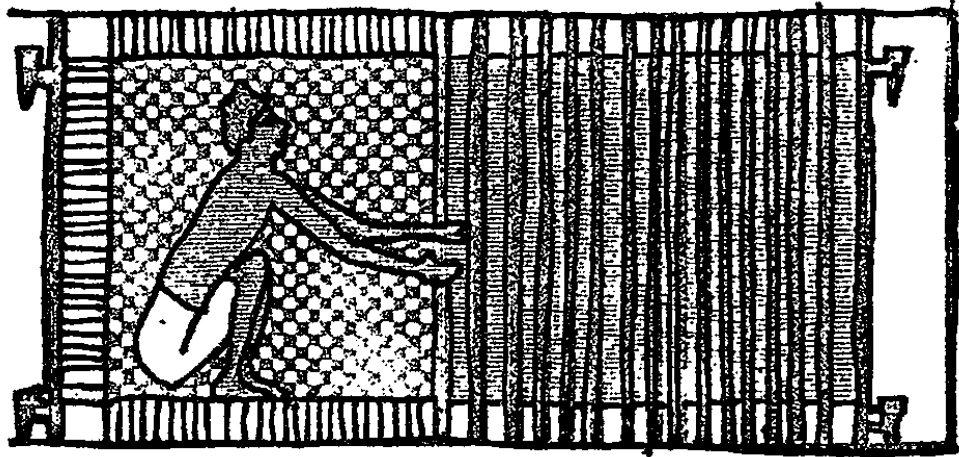
1.4 Dokumacılık Tarihi ve Denizli’de Dokumacılık

1.4.1 Dokumacılık Tarihi

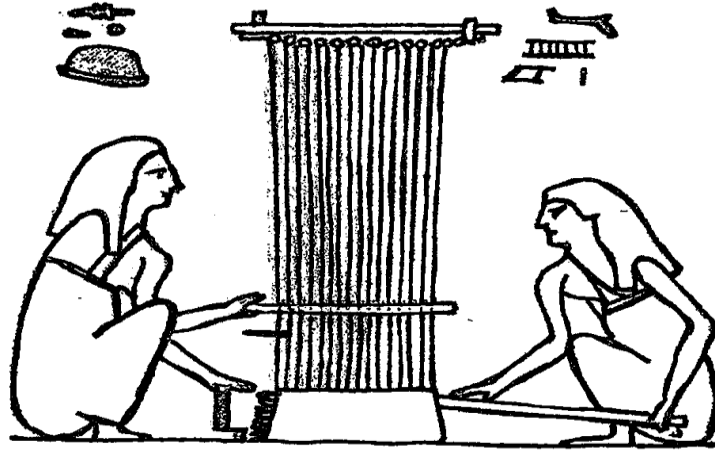
Dokumacılık tarihinin çok eskilere dayanması insanoğlunun varoluşundan beri devam ettiği, günümüze kadar uzandığı ve ilerleyen yıllarda da devam edeceği bilinen ve kabul edilmiş bir gerçektir.

Bitkisel veya hayvansal liflerden ilk hangisinin tercih edildiği veya dokumacılığın doğum yeri konusunda halen daha bir fikir birliği olmasa da kullanılan ilk materyalin otlar ve çeşitli bitkiler olduğu, hasır ve sepetlerin de ilk dokunan dokumalar olduğu ve hiçbir araç kullanılmadan üretildiği düşünülmektedir. Tüm bunlara ek olarak dokumacılığın ilham kaynağının sepet örücülüğü olduğuna ilişkin görüşler bulunmaktadır (Bobart 1936).

Mısır’daki Beni Hasan’ın mezarında bulunan hiyerogliflerde tarihteki en eski dokuma tezgâhı ve örneklerine rastlandığı bildirilmiştir. Bu hiyerogliflerde yatay konumlandırılmış bir tezgâh (Şekil 1.6) ve diğesinde dikey konumlandırılmış ve başındaki kişilerden birinin atkıyı çözgü iplikleri arasından geçirerek (Şekil 1.7) dokuma yaptığı görülmektedir (Hooper 1949).



Şekil 1.6: Yatay dokuma tezgahı (Hooper 1949)



Şekil 1.7: Dikey dokuma tezgâhı (Hooper 1949).

Eski Yunan ve Roma dokumacılıkları hakkında bilgiler az olsa da biri Penolepe diğeri Kirke tezgâhı olmak üzere iki resim eski Yunan vazosunda görülmüştür. Mısır tezgahlarıyla benzer özellikleri bulunmasına rağmen tezgahların ayırt edici özellikleri;

- ❖ Yunan tezgahlarında çözgü ipliklerinin gerginliğini iplik uçlarına bağlanan ağırlıkla sağlanıyor (Şekil 1.8),
- ❖ Mısır tezgahlarında ise çözgü ipliklerinin gerginliğinin iplerin yukarıda birleştirilerek sağlanıyor

olmasıdır (Hooper 1949).



Şekil 1.8: Yunan dokuma tezgahı (Hooper 1949)

1.4.2 Denizli’de Dokumacılık

Dokumacılığın tarihte sürekli bir geçim kaynağı olması ve gelişiminden, Denizli ili de nasibini almış ve geçen yıllar içinde tekstil piyasasında da önemini hızla arttırmıştır. Denizli Buldan ilçesinin tarihi Antik Çağa kadar uzanan merkezlerden biri olması tekstilin gelişiminde önem göstermiştir.

Denizli ve çevresinin tarihte iyi kalitede pamuk yetiştirilen yerlerden olması ve bölgenin kireçli sularının bol miktarlarda olmasıyla beraber yöre halkının sanatkar olması ve çabalarıyla dokumacılık uzun yıllar bölgenin geçim kaynağı olmuş ve günümüze kadar gelmiştir (Cillov 1949).

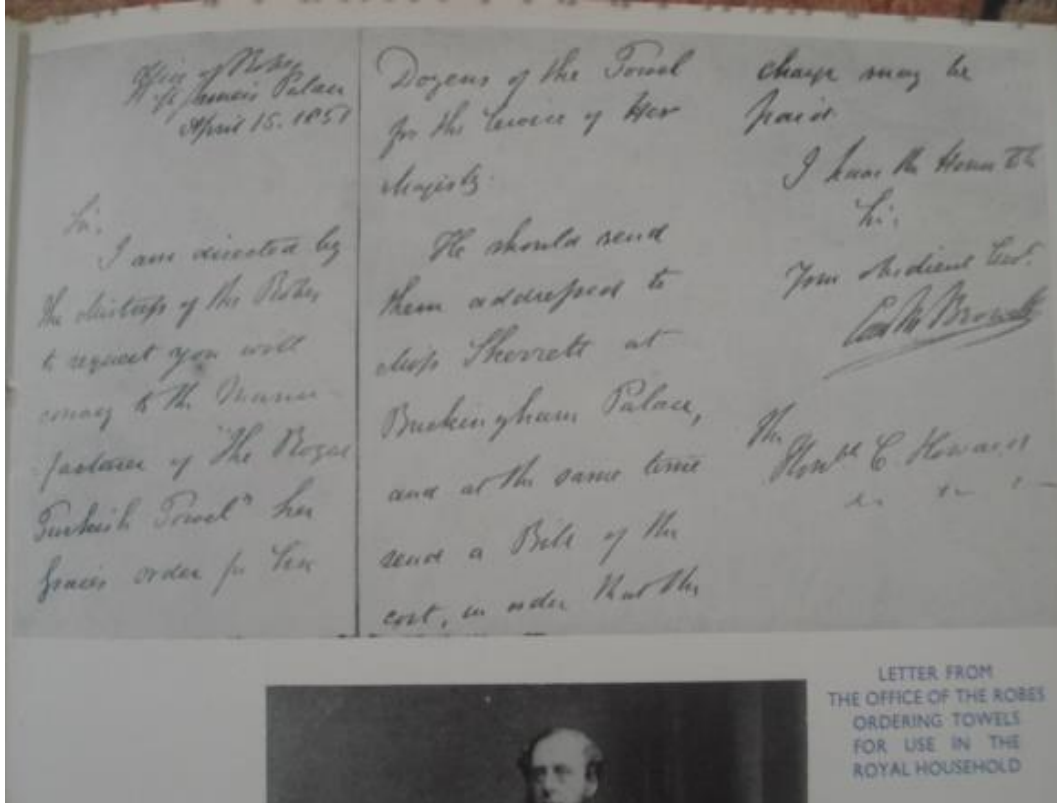
1.5 Havlu ve Peştamalın Tarihçesi

1.5.1 Havlu

Havlu dokumacılığı üzerine İngiltere / Manchester’daki Manchester Tekstil Enstitüsü’nün yaptığı bir araştırma, havlunun ilk önce Türkiye’de muhtemelen de Bursa’da kullanıldığını göstermiştir. İlk havlu dokuma yapısının el tezgâhlarında normal dokuma sırasında hatalı bir çalışma sonucunda oluştuğu düşünülmektedir. Yapılan araştırmalarda 18. yy. ’da havlu dokusunun Bursa kadife dokuma teknolojisine bağlı olarak Bursa’da dokunduğu tespit edilmiştir (Bozgeyik 1991).

1840 sonlarına doğru Ortadoğu’da seyahat eden ve seyahatinin sonunda İstanbul’a gelip Osmanlı Sarayı için dokuma yapan atölyeleri gezen İngiliz “Henry Christy” burada tezgahlarda dokunan ve daha önce hiç denk gelmediği yüzey yapısındaki havluları görmüş ve kendi koleksiyonuna katmak için birkaç havlu numunesi alıp İngiltere’ye götürmüştür. Havlu ilmeklerinin ve kumaş yüzeyinin özel yapısı ve dokusundaki benzersizliği fark eden Henry, bu havlu dokumaları fabrikadaki dokuma bölümü yöneticisi olan Samuel Holt’a göndermiştir. Çalışmalar devam ederken, İstanbul’dan alınan havlular dönemin Salford Milletvekili Mr. Joseph Brotherton tarafından Buckingham Palace’da dönemin kraliçesi Kraliçe Alexandrina Victoria’ya sunulmuştur. Kraliçe Victoria tarafından kabul edilen “Osmanlı

Havlusu” Kraliyet ailesinde çok beğenilip kullanılmaya başlanmış ve Şekil 1.9’da görülen mektup ile altı düzine daha ısmarlanmıştır. Osmanlı havluları “Kraliyet Türk Havlusı” olarak bu dönemde adlandırılmıştır. Saraydan yazılan bir mektup ile havlulara değeri ölçülemeyecek bir hazine olduğunun göstergesi olarak “Kraliyet Arma” sının kullanılabilceği izinin verildiği belirtilmiştir (İmre 2012).



Şekil 1.9: Kraliçe Victoria adına gelen ilk sipariş istek mektubu (İmre 2012)

1850 yılında “Samuel Holt” tarafından dokuma makinesi havlu mekanizması patenti alınarak üstü havlı havlunun dokunmasına başlanmıştır. Patent “Christy and Sons” firmasına aktarılmıştır. 1852 yılından sonra havlu dokumaları için mekanik dokuma makineleri üretilmeye başlanmış ve bu makinalar zamanla büyük bir gelişme göstererek tekstil endüstrisinde önemli bir yere sahip olmuştur. Havlu kumaşlar hala Anglosakson ülkelerinde “Türk Kumaşı” veya “Türk Havlusı” olarak isimlendirilmektedir (Bozgeyik 1991).

1.5.1.1 Havlu Üretiminde Kullanılan İplikler ve Havlu Oluşumu

Havlu kumaşlar aşağıda yer alan üç tip iplikten meydana gelir;

Hav ipliği: Havlu kumaşlarda kullanılan ve kumaşın hav yüzeyini oluşturan ipliklerdir.

Zemin ipliği: Kumaşa yer alan hav ve atkı ipliklerini birbirine bağlayarak kumaşın zemin yapısını meydana getiren ipliklerdir.

Atkı iplikleri: Kumaşa hav ve çözgü iplikleri arasında bağlantıyı sağlayan ve hav oluşumuna yardımcı olan ipliklerdir.

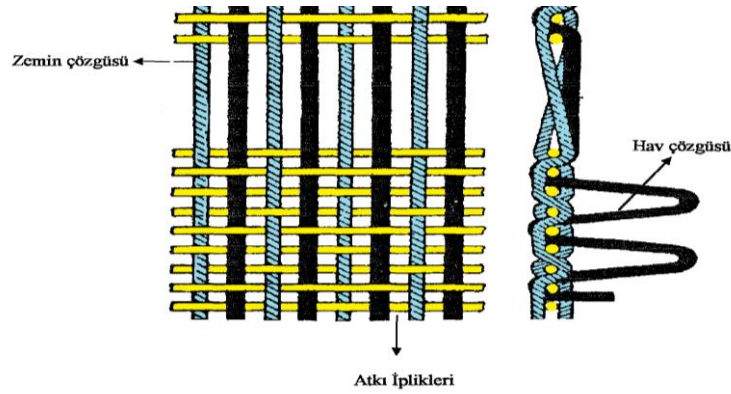
Havlu üretiminde zemin ipliklerinden dokuma esnasında yüksek gerilime dayanmalarını sağlamak için mukavemetli olmaları istenmektedir. Bu sebepten genel olarak %100 pamuktan üretilen iplikler tercih edilmektedir. Son yıllarda haşıl işlemlerinde yapılan gelişmeler ile çok yoğun olmamakla beraber tek katlı iplikler de kullanılmaktadır.

Havlu üretiminde, hav çözgüsünde %100 pamuktan üretilmiş Ne 8/1, 10/1, 12/1, 16/1, 20/1, 16/2, 20/2, 24/2 ve 30/2 iplikler tercih edilmektedir. Hav ipliğinin seçimi yapılırken ürünün gramajı, ürünün kadife veya bukle olup olmayacağı dikkate alınmaktadır (Zerbent 2007). Denizli’de üretilen havlularda Ne 16/1 iplik tercih edilmektedir.

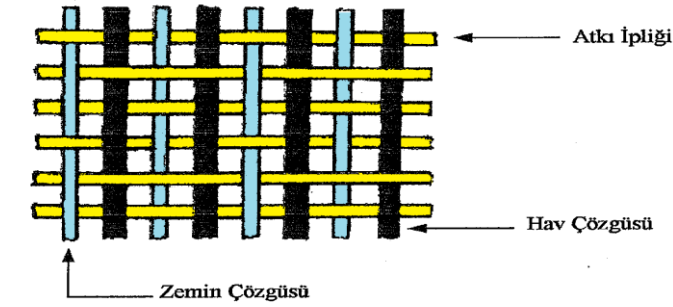
Havlu üretiminde, atkı ipliğinde ise genel olarak %100 pamuktan üretilmiş iplikler tercih edilmektedir. Atkı iplikleri havlunun gramaj ve sıklığına göre seçilmektedir. Her iplik grubundan havlunun performanslarını sağlamak üzere farklı özellikler istenmektedir.

Havlu dokuma ‘Terry’ hareketi olarak da bilinen ve hav oluşumunu sağlayan özel bir tarak tefe hareketi ve çözgü bırakma sistemiyle gerçekleştirilir. Şekil 1.10’da gösterilen havlu kumaş yapısının kesit resmi yardımıyla bu dokuma yapısı şu şekilde açıklanabilir: Dokuma makinasında hav ve zemin çözgüsü olarak iki ayrı çözgü levendi kullanılır. Dokuma işlemi sırasında kumaş oluşum çizgisinin biraz önüne birbirini izleyen iki atkı ipliği bırakılır. Bu işlem tefeleme hareketinin

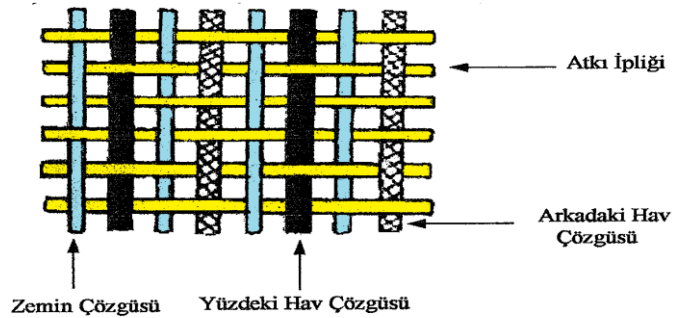
sınırlandırılmasıyla sağlanır. Üçüncü atkı atımından hemen sonra tefeleme hareketi sınırlandırılması ortadan kaldırılarak tam olarak tefeleme işlemi yaptırılır. Zemin kumaşını meydana getiren çözümler gergin tutuldukları halde hav çözümleri gevşek bırakıldığından, üçüncü atkı ilk iki atkıyı kumaş oluşum çizgisine doğru iterken hav çözümlerini oluşturacak iplikler sürtünme nedeniyle kıvrım alarak iplik halkası ve böylelikle Şekil 1.10'daki hav yapısı oluşmuş olur. Zemin çözümleri gergin olduğundan tarak hareketini engellemezler. Hav yapısı (Şekil 1.11), havlu kumaşın sadece bir yüzünde veya istenen havlu kumaş türüne göre her iki yüzeyinde de olabilir.



Şekil 1.10: Üç atkı sistemle dokunmuş havluda bağlantı şekilleri



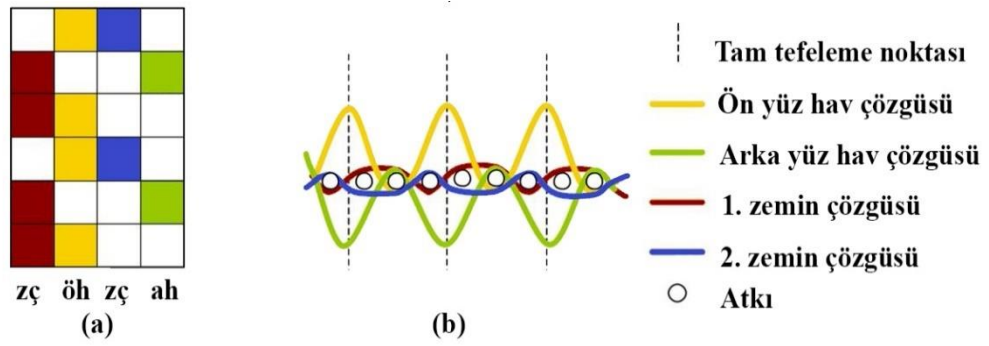
a) İlmeğin kumaşın bir yüzünde olduğu havlu kesiti



b) İlmeğin kumaşın iki yüzünde olduğu havlu kesiti

Şekil 1.11: Kumaş yüzeyinde ilmeğin yerleşimi

Havlu oluşumunda kullanılan örgü rapor örneği Şekil 1.12’de verilmiştir.



zç: Zemin çözgüsü, öh: Ön yüz hav çözgüsü, ah: Arka yüz hav çözgüsü

Şekil 1.12: (a) Örgü raporu, (b) Hav oluşum görüntüsü (Abdel Daim ve Hassan 2020)

Havlu kumaş üretiminde gerek havda, gerek çözgüde, gerekse atkıda kullanılması istenen ipliklerde sahip olması istenen özellikler aşağıdaki gibidir;

- ❖ Yaş dayanım,
- ❖ Boyanabilirlik,
- ❖ İyi renk haslığı,
- ❖ Yumuşak tutum,
- ❖ Bakteri üretmeme,
- ❖ Kolay ulaşılabilirlik,
- ❖ Düşük üretim maliyeti,
- ❖ Yüksek oranda su emicilik,
- ❖ Kolay yıkanabilirlik ve temizleme (Acar 2004).

1.5.1.2 Dokuma Hazırlık İşlemleri

Dokuma hazırlık işlemleri, atkı ipliği ve çözgü ipliklerinin dokuma aşamasında dokuma kaynaklı hataların minimuma indirilebilmesi için dokuma işlemi öncesi yapılan hazırlıktır.

1.5.1.2.1 Çözgü Çözme

Çözgü çözme işleminde, çağlığa yerleştirilmiş olan bobinlerden çözülen ipliklerin kılavuz ve gerginlik ayarlayıcı aparatlardan istenilen gerginlikte geçtikten sonra taraktan geçerek çözgü levendine sarılması şeklinde gerçekleştirilir. Çözgü çözme işlemi iki ana sistem şeklinde uygulanmaktadır;

- ❖ Seri çözgü çözme sistemi,
- ❖ Konik çözgü çözme sistemi.

Seri çözgü çözme

Çözgü çözme işlemi çağlığa yerleştirilen bobin sayısı yeterli veya çağlık kapasitesinden fazla değilse ve çözgüyü oluşturacak iplik sayısı çok fazla değilse, çağlıktaki bobinlerden çekilen çözgü iplikleri çözgü levendi adı verilen levende doğrudan sarılabilir. Bu çözgü çözme sisteminin diğer bir adı da “direkt çözgü çözme sistemi” olarak bilinir.

Konik Çözgü Çözme

İstenen kumaş eninin fazla olacağı veya kumaş sıklığının yüksek sayılarda istendiği kumaşlarda ve desenli kumaşlar için dokuma hazırlık işleminde çözgü iplikleri, bölümler veya çileler halinde çözülerek önce konik tambura sonradan da çözgü levendine sarılması işlemine denir (Acar 2004).

1.5.1.2.2 Çözgü Haşılama

Pamuklu kumaş dokumacılığında çözgü ipliklerine, dokuma sırasında oluşabilecek sürtünmelere karşı kayganlık, oluşacak iplik gerilmelerine karşı dayanım ve esneklik verme amacı ile çözgü haşılama işlemi uygulanması gerekmektedir. Çözgü haşılama işlemi, çözgüyü oluşturan ipliklerin, liflerini geçici olarak birbirine yapıştırma amacı ile kıvamlı bir kimyasal madde ile kaplanmasıdır.

Bağlayıcı kimyasal; gerekli kıvamın verilmesi, çabuk kurumunun sağlanması, dokuma koşullarına karşı dayanımı ve dokuma işlemi sonrasında kolay ve hızlı sökülmei sağlayan bileşimlerden hazırlanır (Acar 2004).

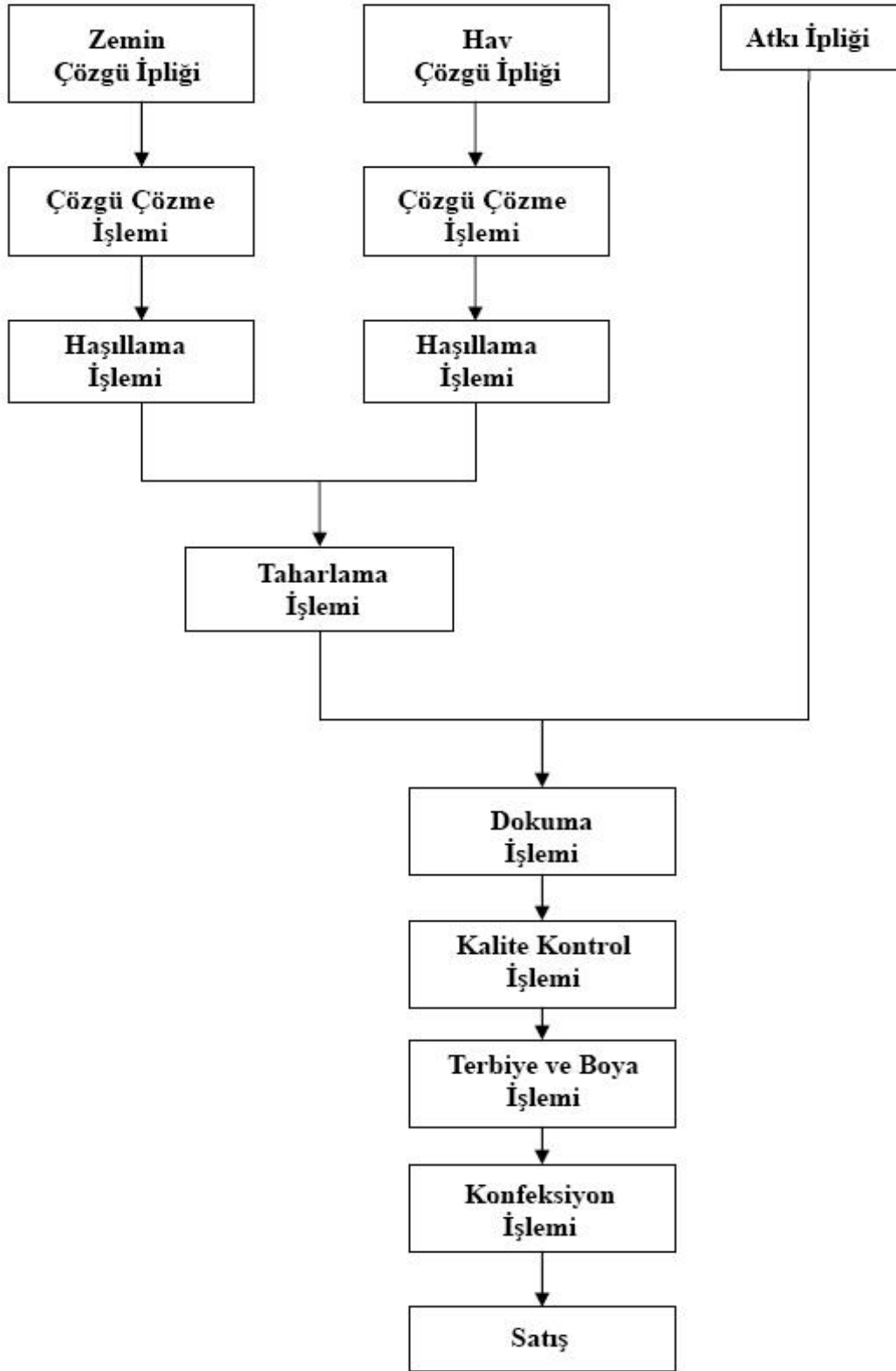
Zemin çözgü iplikleri ve hav çözgüleri ipliklerinin görevleri farklı olduğu için haşılama işlemleri arasında da farklılık bulunmaktadır. Dokuma işlemi sırasında daha yüksek gerilime ve sürtünmeye maruz kalan zemin çözgüleri hav çözgülerine göre daha fazla miktarda haşılanır. İşletmeler genelde bu durumda maliyetin düşürülmesi için hav çözgüsünü hiç haşıllamamayı tercih etmektedirler.

1.5.1.2.3 Taharlama

Tahar işlemi çözgü ipliklerinin istenen sıraya göre dokuma makinasının tarak dişleri ve gücü telleri arasından geçirilme işlemidir. Böylece çözgüler istenen şekilde sıralanır, çaprazlaşmaları önlenir ve çözgü sıklığı bu işlem sırasında belirlenir. Şekil 1.8’de havlı yapıda üretilen kumaşların işlem akış şeması gösterilmektedir.

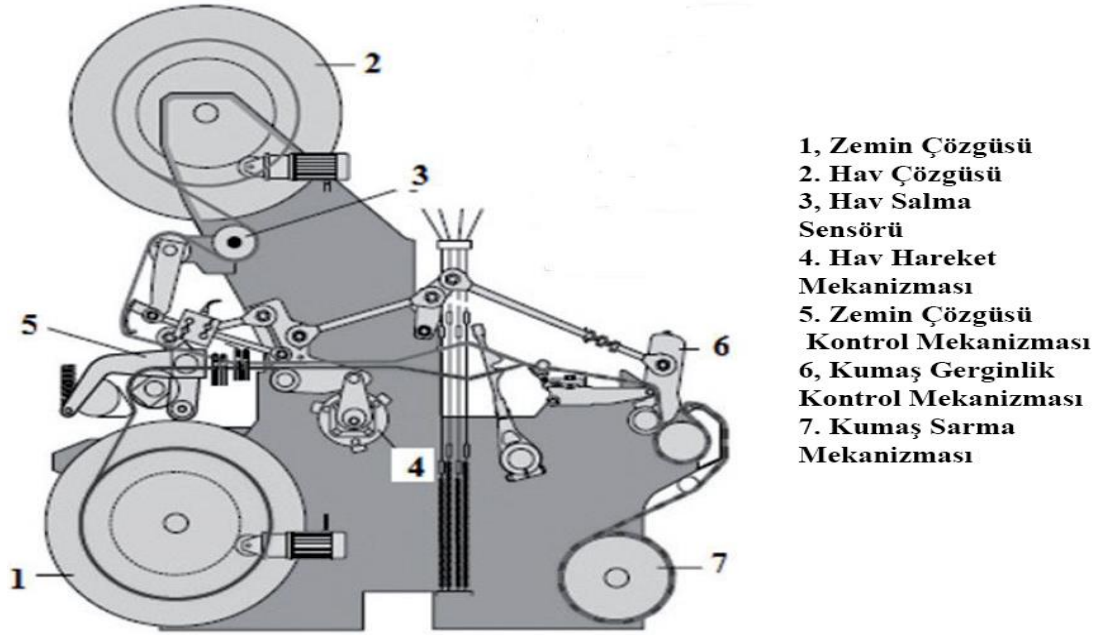
Şekil 1.13’teki işlem akış şemasında da gösterildiği üzere zemin ve havı oluşturan çözgü iplikleri ilk olarak çözüldükten sonra haşılama işlemi ardından taharlama işlemi görür. Atkıyı oluşturan ipliklerin üretime katılması ve çözgü iplikleriyle bir araya gelmesi ile dokuma işlemi gerçekleştirilir. Böylece dokuma işlemini dokunmuş kumaş sırayla kalite kontrol, terbiye-boya ve konfeksiyon işlemleri takip ederek satışa hazır hali alır.

Havlü kumaşlarda çözgü iplikleri genelde tarak dişlerinden ikili gruplar halinde geçirilmektedir. 110/2, 115/2, 120/2 yaygın kullanıma sahip tarak numaralarıdır. Tarak numarasında payda yer alan sayı 10 cm.’deki tarak diş sayısını gösterirken, paydadaki sayı ise tarak dişinden geçen çözgü iplik sayısını bizlere verir (Acar 2004).



Şekil 1.13: Havlu kumaş üretim aşamaları

Havlu dokuma işleminin gerçekleştirildiği dokuma tezgahının kesit görünümü Şekil 1.14’te verilmiştir.



Şekil 1.14: Havlu dokuma tezgâhı kesit görünümü (Patil 2015).

1.5.1.3 Havluların Sınıflandırılması

Havlu kumaşların; ağırlıklarına, üretim tekniklerine, gördüğü son işlemlere, yüzeydeki hav durumlarına, hav sırasındaki atkı yapısına, kullanım yerlerine ve boyutlarına göre sınıflandırılması Şekil 1.15’te gösterilmiştir (Aşkın 2015).



Şekil 1.15: Havluların sınıflandırılması

Havluların ağırlıklarına göre yapılan sınıflandırılması Tablo 1.1’de gösterilmiştir.

Tablo 1.1: Havluların gramajlarına göre sınıflandırılması (TSE 629 1991)

| | |
|-----------------|---------------------------|
| Çok Ağır | $> 550 \text{ g/m}^2$ |
| Ağır | $450 - 549 \text{ g/m}^2$ |
| Orta | $350 - 449 \text{ g/m}^2$ |
| Hafif | $250 - 349 \text{ g/m}^2$ |

Havluların kumaşlar hata sonrası kalitelerine göre Tablo 1.2’de gösterildiği gibi sınıflandırılır.

Tablo 1.2: Kalitelerine göre havlu sınıflandırılması (TSE 629 1991)

| |
|---------------------------------|
| Kalite Sınıflandırılması |
| Birinci Kalite |
| İkinci Kalite |
| Üçüncü Kalite |

- **Birinci kalite:** Üretilmiş olan havluda herhangi bir dokuma, terbiye ve konfeksiyon hatasının olmadığı kalitedir.
- **İkinci kalite:** Üretilmiş olan havluda sadece üreticinin görebileceği küçüklükte veya müşterinin dikkatle inceleyerek görebileceği dokuma ve konfeksiyon hatalarının olduğu kalitedir.
- **Üçüncü kalite:** Üretilmiş olan havluda müşterinin kolaylıkla görebileceği hataların (fazla miktarda ilmek kaçığı, büyük renk tonu farklılıkları, kumaşta görünür delik vb.) olduğu kalitedir.

1.5.1.4 Havlu Kumaşta Bulunması Gereken Özellikler

Bir havlu kumaşta bulunması gereken özellikler aşağıda belirtildiği gibi;

- ❖ Kolay satılabilmesi için estetik bir görünüm,

- ❖ Yüksek oranda su emicilik,
- ❖ Yüksek oranda yaş dayanım,
- ❖ İyi boya alabilme ve kolay solmaması için yüksek renk haslık değeri,
- ❖ Yıkanabilirlik ve kolay temizlenebilirlik,
- ❖ İnsan vücuduyla temas edeceği için yumuşak tutum,

olacak şekilde sınıflandırılmaktadır (Acar 2004).

1.5.2 Peştamal

Peştamalin ilk üretim yeri kesin olmamakla birlikte Anadolu'nun farklı bölgeleri olduğuna ve peştamal dokumanın farklı üretim teknikleri ile dokunduklarına dair bilgiler mevcuttur. Bu şehirlerin başında Denizli (Buldan), Bursa, İstanbul ve Doğu Karadeniz şehirleri gelmekte ve buralarda üretilen peştamallar Topkapı Sarayı'nın da tercihleri arasında olduğu rapor edilmektedir (Yılmaz, 2014).

Peştamalin bilinen ilk ihracatının 13.yy.' da Anadolu'dan Doğu Avrupa'ya yapıldığı resmi evraklarla belgelenmiştir (Sahillioğlu 1968).

Türk kültür mirasının parçalarından biri olan "Peştamal", Farsçadan dilimize geçmiştir. Peştamalin kökü sırt havlusu anlamına gelen Farsça "Püşt ve Mal" ın birleşiminden meydana gelmiştir. İngilizce, Almanca ve Fransızca da "peshtemal" olarak yazılır ve telaffuzları Türkçe 'deki gibidir. Günümüzde daha sık kullanılan peştamal türleri desensiz, desenli ve çeşitli renklerde üretilen modellerdir. Genellikle renkli dikey çizgili tasarıma sahip olması tercih sebebi olan peştamallar keten, pamuk ve bambu gibi doğal ve rejenere liflerden elde edilmiş ipliklerden dokunmaktadır. Erkeklerin bel altından bağladığı, kadınların ise koltuk altından bağlayarak kullandıkları peştamallar, aslında insanlık tarihinin en eski elbiseleridir. Peştamal, biri basit peştamal diğeri ise peştamal havlu olmak üzere iki çeşitte üretilmektedir (MottoPeshtemal 2020).

Peştamal sadece kurulanmak için değil aynı zamanda iklim koşullarından korunmak ve örtünme amacıyla da kullanılmıştır. Zaman içerisinde insanların giyim

ihtiyaçlarının da bir kısmını karşılar konuma gelen peştamal, göç ve ticari yolların merkezinde bulunan Anadolu'nun çok eski çağlardan beri yaşanan bir bölge olması ve değişik kavim ve egemenliklere ev sahipliği yapması sayesinde Anadolu'nun giyim kültürünün zenginleşmesine neden olmuştur. (Begiç ve Öz 2019)

Türk giyim tarihinde yer alan; çoğunlukla Karadeniz bölgesinde giyim amaçlı kullanılan peştamallar ve Anadolu'da kullanılan ve kurulanma amaçlı olan hamam peştamalları olarak adlandırılan iki tür peştamal söz konusudur.

Hamam peştamallarının da kendi içinde; yıkanırken veya dinlenirken örtünme ve kurulanma amacıyla kullanılan iki farklı türü söz konusudur.

Yıkanırken kullanılan peştamala “su peştamalı”, yıkanma işleminden sonra örtünmeye devam etmek için kullanılan peştamala “çıkma” adı verilirken, kurulanma amaçlı kullanılırsa “peştamal” olarak adlandırılmıştır.

Su peştamalı; eni 80-100 cm arası, boyu 170-190 cm arası değişen saçaksız bezayağı dokuma yapısına sahip su emicilik özelliği düşük olan uçları kesik veya dikişli kumaşlardır. Çıkma; genel olarak su peştamalı ile aynı özelliklere sahip olmakla beraber uçlarının saçaklı yapıya sahip olması en büyük ayırt edici özelliğidir. Peştamal; kurulanma özelliğinin olması için su emiciliğinin yüksek olduğu kumaşlardır (İnalçık 2008).

Kurulanma amaçlı olan peştamalların ince, hafif, şık ve hızlı kuruma özelliği bilhassa bayanların ilgisini çekmiştir. Peştamallara olan ilginin artması günümüzde peştamalların hamamlarda çıkıp insanın su ile buluştuğu yerler olan plaj veya havuz kenarlarında da kullanılır olmasını sağlamıştır.

Karadeniz Trabzon ve civarında yer alan bölgesinde kadın giyiminde diğer bölgelerden farklı olarak yöreye özgü dokunma tekniği ve desenleriyle peştamallar giysilik olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bunlar; dolaylık (Şekil 1.16) (dolay peştamal) ve baş peştamalı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Baş peştamalı olarak kullanılan peştamalda desen bakımından büyük peştamal (düz çizgili) ve makaslı peştamal (keşan (Şekil 1.17) / ikat desenli) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Karadeniz kadınlarının çalışırken evde ve dışarda giyimini bir parçası olarak kullandıkları dolaylık (dolay peştamal) adını bele dolanarak kullanılmasından almaktadır. İkat tekniği ile dokunarak desenlendirilmiş olan peştamallara keşan adı verilmektedir, kaydırmalı motifleriyle mihraba benzediği için mihraplı keşan da denilmektedir (Atalayer 1990).



Şekil 1.16: Dolaylık giyen kadınlar (Begiç ve Öz 2019)



Şekil 1.17: Keşan bağlamış kadınlar (Begiç ve Öz 2019)

Peştamalların tercih edilmesinin ve öneminin artmasının başlıca sebepleri arasında gramajlarının havluya göre daha düşük olması, havluya nazaran daha az yer kaplaması ve daha çabuk kuruması gelmektedir.

2. KAWABATA KUMAŞ DEĞERLENDİRME SİSTEMİ (KES-F)

Sistem Japonya'daki Kyoto Üniversitesi Polimer Kimyası bölümünde çalışan Prof. Dr. Sueo Kawabata (Şekil 2.1) liderliğindeki bir ekip tarafından geliştirilmiştir. İlk çalışmalar 1968'de başlamış ve sistem 1978'den beri ticari olarak kullanıma sunulmuştur.



Şekil 2.18: KES-F cihazlarını geliştiren Prof. Dr. Sueo KAWABATA
(KAWABATA 1991).

Sistem başlangıçta kumaşa insan elinin objektif olarak değerlendirilmesini hedeflemiştir. Zamanla sistemin sunduğu testlerin hassasiyeti ve kapsamlılığı artmıştır. Bu durum sistemin ürün, proses geliştirme ve süreç kontrolü gibi diğer alanlarda da yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır.

Sistem, kumaşların mekanik ve yüzey özelliklerini ölçmektedir. İlk yapılmış olan sistemde aşağıdaki cihazlar bulunmaktadır:

- KES-FB1 Tensile – Shear Tester (Çekme – Kesme Testi)
- KES-FB2 Bending Tester (Eğilme Testi)
- KES-FB3 Compression Tester (Sıkıştırma Testi)
- KES-FB4 Surface Tester (Yüzey Pürüzlülüğü ve Sürtünme Testi)

Sonraları gelişen teknoloji ile sistem de gelişmiş ve farklı ölçümler yapabilen cihazlar sisteme dahil edilmiş ve geliştirilmiştir.

Kawabata kumaş değerlendirme sistemi (KES-F) makinelerinin parametreleri ve kumaş parametre ilişkisi Tablo 2.1’te gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Kawabata kumaş değerlendirme sistem parametreleri ve kumaş ile ilişkileri (Kawabata ve diğ. 2002)

| Makine İsmi | Yapılan Test | Parametre | Kumaş Parametre İlişkisi |
|--------------------|---------------------|--|---|
| KES-F1 | Mukavemet | LT | Uzama doğrusallığı. Değerler yükseldikçe kumaşta sert bir tutum hissine sebep olur. |
| | | WT | Çekme enerjisi. Değerler azaldıkça kumaşta sabit uzamaya sebep olur. |
| | | RT | Direnç. Değerler azaldıkça kumaşta esnek olmayan davranışa neden olur. |
| | | EM | Çekme gerilimi. İstenen değerler çözgü yönünde %4-5, atkı yönünde %10’dan fazladır. |
| | Kesme | G | Kesme sertliği. Değerler yükseldikçe kumaşta sert ve kâğıt gibi hissiyata sebep olur. |
| | | 2HG | Kesme histerisi. Değerler yükseldikçe kumaşta esnek olmayan davranışa sebep olur. |
| 2HG5 | | 5°’lik kesme histerisi. Değerler yükseldikçe kumaşta esnek olmayan davranışa sebep olur. | |
| KES-F2 | Eğilme | B | Bükülme sertliği. Değerler yükseldikçe kumaşın sertleştiğini gösterir. |
| | | 2HB | Bükme histerisi. Değerler yükseldikçe kumaş bükülmede esnek olmayan davranışa sebep olur. |
| KES-F3 | Sıkıştırma | LC | Sıkıştırma doğrusallığı. Değerler yükseldikçe kumaşta sert tutuma sebep olur. |
| | | WC | Sıkıştırma enerjisi. Değerler azaldıkça kumaşta sert bir tutuma sebep olur |
| | | RC | Direnç. Değerler azaldıkça kumaşta esnek olmayan sıkıştırma özelliğine neden olur. |

Tablo 2.1 (devam)

| | | | |
|---------------|--------------|------------|--|
| KES-F4 | Yüzey | MIU | Sürtünme katsayısı. Çok yüksek ve çok düşük değerler olağandışı sonuçlar verir. |
| | | MMD | Yüzey sürtünme pürüzlülüğü. Değerler yükseldikçe kumaş yüzeyin pürüzlülüğünün arttığını gösterir. |
| | | SMD | Yüzey geometrik pürüzlülüğü. Çok yüksek ve çok düşük değerler olağandışı yüzey hissine sebep olur. |
| | | T | Kumaş kalınlığı. |
| | | W | Birim alandaki kumaş ağırlığı |

Zamanla gelişen ve değişen sistemde aşağıdaki özellikler ölçülebilir:

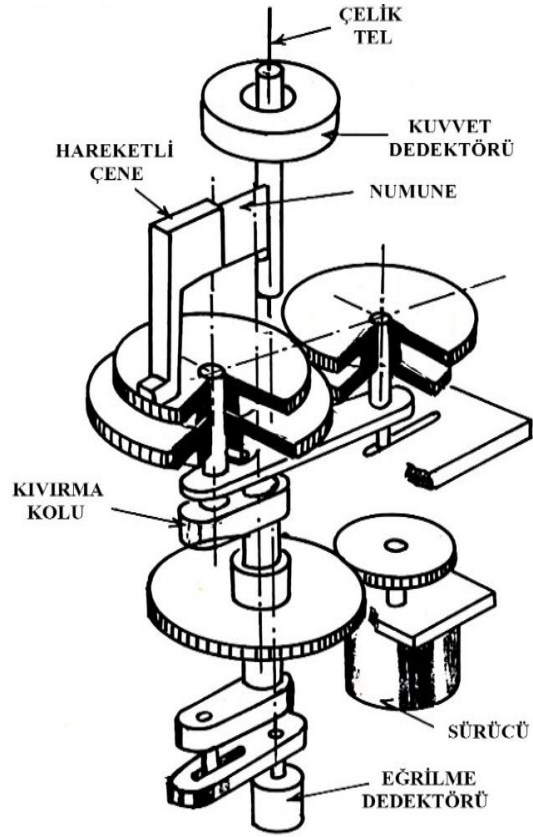
- Sıkıştırma (Compression)
- Yüzey sürtünmesi (Surface Friction)
- Yüzey pürüzlülüğü (Surface Roughness)
- Eğilme (Bending)
- Kesme (Shear)
- Çekme (Tensile)
- Hava geçirgenliği (Air Permeability)
- Isı hissi (Thermo Labo)

2.1 KES-FB2 S Eğilme Testi

Test cihazı (Şekil 2.2) ile numunelerimizin eğilme – bükülme testleri yapılmıştır. Testler sırasında numuneler cihaz çeneleri yardımı ile sağ (+) ve sol (-) olmak üzere iki farklı yöne bükülmüşlerdir. Bu iki farklı yönün parametre değerlerinin ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Cihaz çalışma prensibi Şekil 2.3’de verilmiştir.



Şekil 2.2: KES-FB2 S Bending Tester (Eğilme testi)



Şekil 2.3: KES-FB2 çalışma prensibi

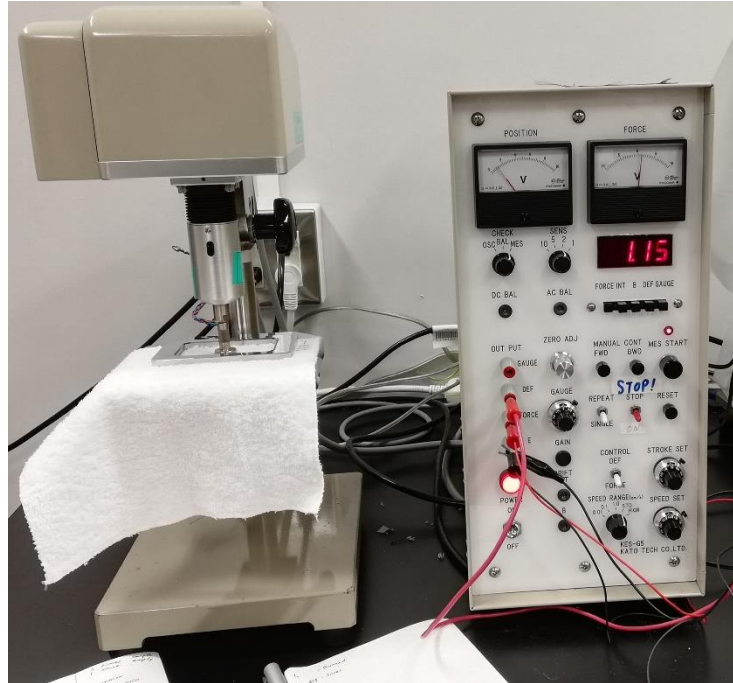
Eğilme test cihazı ile hesaplanan parametreler Tablo2.2'deki gibidir;

Tablo 2.2: Eğilme testi parametreleri

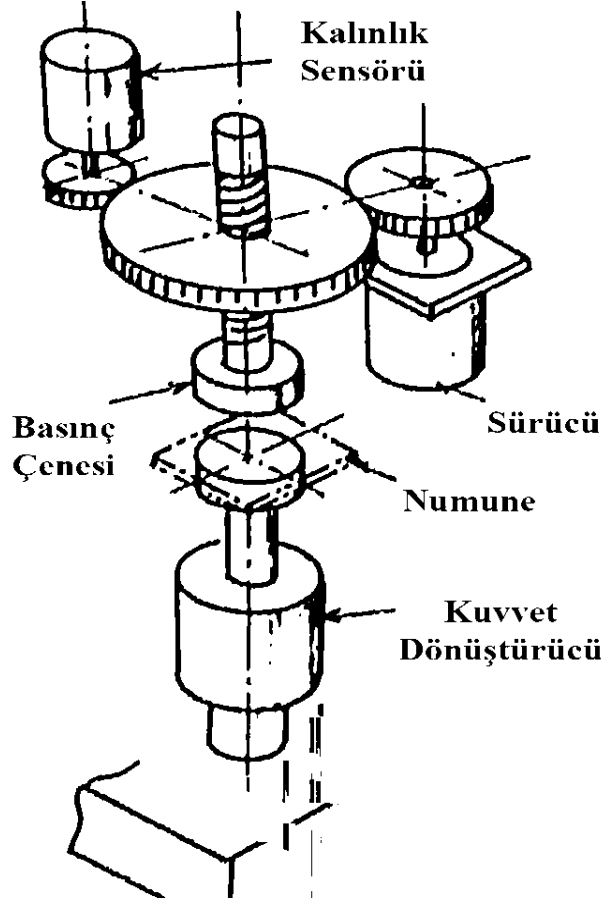
| | |
|-------------------------------|------------------------|
| B (Eğilme rijitliği) | $\frac{gf * cm^2}{cm}$ |
| 2HB (eğilme histerisi) | $\frac{gf * cm}{cm}$ |

2.2 KES-G5 Sıkıştırma Testi

Bu cihaz (Şekil 2.4) yardımı ile numune kumaşlara sıkıştırma testi uygulanır. Uygulanan testte hareketli çene kumaşı artan kuvvetle sıkıştırmaya başlar ve test sonucunda dört farklı parametre elde edilir. Bir eski versiyonu olan ve çalışma prensibi aynı olan KES-F3 cihaz çalışma prensibi Şekil 2.5'te verilmiştir.



Şekil 2.4: KES-G5 Compression Tester (Sıkıştırma testi)



Şekil 2.5: KES-F3 çalışma prensibi

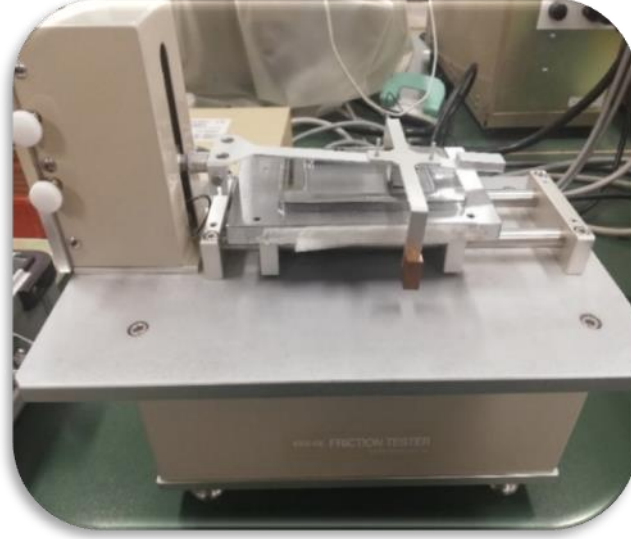
Sıkıştırma testi test parametreleri Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3: Sıkıştırma test parametreleri

| | |
|--|----------------------------|
| WC (Sıkıştırma enerjisi) | $\frac{gf \cdot cm}{cm^2}$ |
| RC (Sıkıştırma rezilyansı) | % |
| LC (Sıkıştırma-Kalınlık eğrisinin doğrusallığı) | - |
| T₀ (Kumaş kalınlığı) | mm |

2.3 KES-SE ve KES-SE-STP Yüzey Testi

Kumaşların yüzey özelliklerinin objektif olarak test edilmesini sağlayan cihazlar ile yüzeyler test edilmiştir. KES-SE Şekil 2.6'da ve KES-SE-STP Şekil 2.7'de gösterilmiştir.

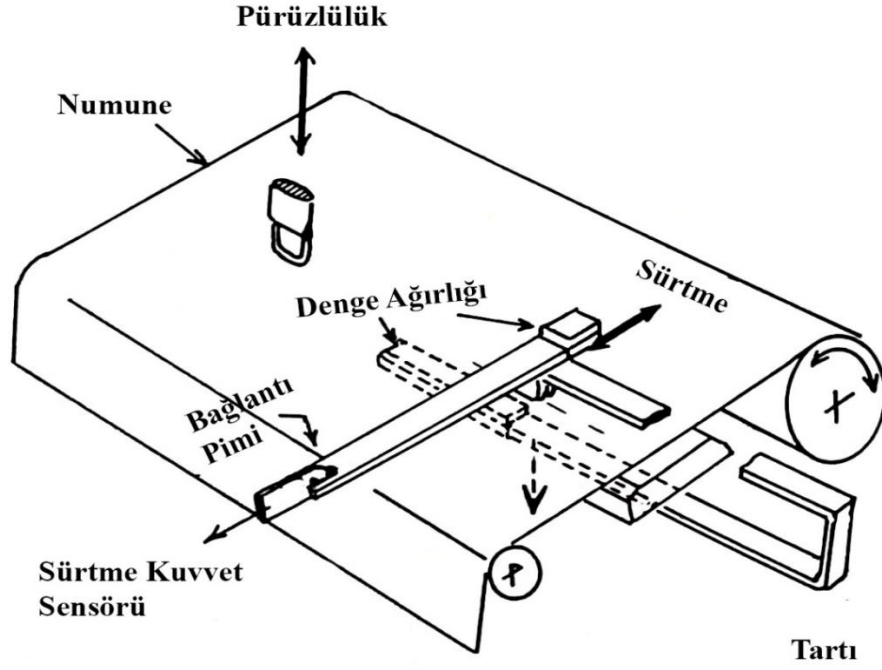


Şekil 2.6: KES-SE Surface Tester (Yüzey Test) cihazı



Şekil 2.7: KES-SE-STP Surface Tester (Yüzey Testi)

Cihazın çalışma prensibi Şekil 2.8’de verilmiştir.



Şekil 2.8: Yüzey sürtünme ve pürüzlülük çalışma prensibi

KES-SE ve KES-SE-STP yüzey test parametreleri Tablo 2.4’te verilmiştir.

Tablo 2.4: Yüzey test parametreleri

| | |
|---|---------------|
| MIU (Ortalama sürtünme katsayısı) | - |
| MMD (Sürtünme katsayısının standart sapması) | - |
| SMD (Geometrik pürüzlülük) | μm |

İki yüzey test cihazının da vermiş olduğu parametreler aynı olmakla beraber KES-SE cihazı genellikle dokusuz yüzey kumaşlara uyumlu olduğu için havlu kumaşlarda parametrelerden MIU ve MMD parametreleri tutarsızlık gösterirken, SMD değerlerini sorunsuz bir şekilde vermektedir. KES-SE-STP yüzey test cihazından ise yüzey test parametrelerinden olan ve diğer makinadan elde edilemeyen MIU ve MMD değerleri elde edilmiştir.

2.4 KES-F8-AP1 Hava Geçirgenliği Testi

KES-F8 Şekil 2.9' da görülen cihaz hava direncinin ölçülmesine izin vermektedir. Yaygın olarak kullanılan ölçüm yöntemleriyle karşılaştırıldığında, KES-F8 son derece hassas ölçümler yapabilmektedir. Bu hassas ölçümler giysiler giyildiğinde havalandırma koşullarının benzemesi sebebiyle vücud a sarılan kumaşlar (havlu, peştamal ve bornoz gibi) için de önemli bir özelliktir.



Şekil 2.9: KES-F8-AP1 Air Permeability Tester (Hava geçirgenliği test cihazı)

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tekstil ve konfeksiyon sektörünün gerek teknolojik gerekse ekonomik açıdan geçirdiği evreler ve sektörel gelişimler yıllardır araştırmacılar tarafından araştırılmakta ve bilimsel çalışmalar eşliğinde bizlere sunulmaktadır. Tekstilin bir kolu olan ve ev tekstili sektöründe önemli yere sahip olan havlu ve havlu kumaşların gündelik hayatta kullanımının artmasıyla beraber araştırmacılar bu alanda da araştırmalar yapmaya yönelmişlerdir. Bu artan araştırma havlu üretimini, üretim makinalarına olan ilgiyi ve çalışmaları yakın geçmişte arttırmıştır.

3.1 Havlu ve Peştamal ile İlgili Çalışmalar

Murphy ve Macormac (1958) çalışmalarında, gramajları 275 ile 420 gr (9.7 ile 14.8 onz) arasında değişen on bir adet boyanmamış pamuklu havlu numunelerini kullanmışlardır. Her numune, ev tipi bir çamaşır makinesinde 100 tekrarlı yıkamaya kadar yıkanmıştır. Çalışma sonucunda yıkanmamış numunelerin maksimum emilim oranına ve en düşük absorpsiyon değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca her iki değer de numunelere uygulanan yaklaşık 10 tekrarlı yıkama işlemi sonucunda belirgin bir şekilde arttığı; ondan sonra yıkamalarda artış oranının azaldığı görülmüştür. Absorpsiyon, kumaş ağırlığı ile ilişkili olmasına rağmen maksimum emilim oranı böyle bir korelasyon göstermemiştir.

Erdoğan (1996) çalışmasında, Denizli ilinin Buldan ilçesindeki dokumacılığın (havlu, peştamal, çarşaf, masa örtüleri gibi dokumalar) geçmişini ve bugününü araştırmış ve bununla birlikte dokuma proseslerini açıklamaya çalışmıştır. Ayrıca çalışmasında, kumaşların fiziksel parametrelerinden olan en-boy, çözgü sıklığı, atkı sıklığı, gramaj, kalınlık, kopma ve yırtılma mukavemetlerini incelemiştir.

Funder ve diğ. (1997), çalışmalarında havluların kullanım ve bakım özellikleriyle ilgili test ve analiz metotları ile elde edilen sonuçları etkileyen parametreleri incelemiş ve bu parametrelerin birbiri ile ilişkili olduğunu saptamışlardır. Araştırmada söz konusu parametrelerden biri aşınma miktarı ve diğeri

boyutsal değişimdir. Araştırmada kullanılan havlu yapıları incelenmiş ve yapılan testlerde;

- Dokunmuş olan havlularda örme havluya göre daha çok sürtünme kayıpları meydana geldiği.
- Sıklık, iplik inceliği ve hav yüksekliğinin artmasıyla aşınma kayıplarının çoğaldığı belirlenmiştir.

Zervent (2002) alışmasında, havlu üretiminin yoğun olduğu illerden 42 tane havlu temin etmiş ve bu havluların performans özelliklerini belirleyici testler uygulamıştır. alışmasında uyguladığı testlerle yıkama sonrası boyutsal değişim, haslık değişimleri, su emicilik, yumuşak tutum, hav yüksekliği ve gramaj değişimleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymayı amaçlamıştır. Çalışmanın sonucunda, hav yüksekliğinde meydana gelen artışların yumuşaklığı azaltırken, hidrofiliteyi arttırdığını tespit etmiştir. Yumuşatıcı türünün kumaş hidrofilitesi üzerinde etkili olduğunu gözlemlemiştir. Ayrıca yıkama işlemleri sonrası sonuçlarla boyutsal değişimin, yıkamadan sonraki gramaj ile ters orantılı iken hav yüksekliği ile doğru orantılı olduğu saptanmıştır.

Koç ve Zervent (2006) alışmalarında, havluların performansını araştırmayı amaçlamışlardır. Bunun için, havlunun performansı ile hav yüksekliği, hava yoğunluğu, yumuşatıcı tipi ve boyama işlemleri gibi seçilen karakteristik özellikler arasındaki ilişkiyi elde etmişlerdir. Bu amaçla, seçilen havlu örnekleri, yıkandıktan sonra hidrofil, yumuşaklık ve boyutsal değişim derecesinin belirlenmesi için test edilmiş ve daha sonra elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir. Araştırmalarının ilk bölümünde, hav yüksekliğinin ve hava yoğunluğunun havluların eğilme direnci veya yumuşaklığı üzerindeki etkilerini analiz etmişlerdir.

Zervent ve Koç (2006) alışmalarında, havlu performans özelliklerinden olan hidrofil ve boyutsal varyasyon özellikleri ile hav yüksekliği, hava yoğunluğu, yumuşatıcı tipi vb. gibi seçilen fiziksel ve üretim parametreleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu amaçla, seçilen havlu numunelerinin yıkanmasından sonra hidrofilite dereceleri ve boyutsal varyasyonlar ilgili standartlara göre test edilmiş ve elde edilen sonuçları analizler etmişlerdir. Araştırmalarının ikinci bölümünde,

kumaşlarda yıkama işlemlerinin hidrofilité dereceleri ve boyutsal değişimleri üzerindeki etkilerini analiz etmişlerdir.

Tunç (2010) çalışmasında, havlu kumaşların üretim aşamalarını ve havlu kumaşın bornoza dönüşümünde geçen konfeksiyon sürecini incelemiştir. Ayrıca çalışmasında havlu kumaşların üretim teknolojisi, dokuma ve terbiye gibi üretim proseslerini genel açıdan incelerken konfeksiyon süreçlerini de detaylı incelemiştir.

Ala ve İkiz (2016) çalışmalarında, havluların yapısal özelliklerinin ve ev tipi yıkama işlemlerinin havlu ürün kalitesine olan etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışma için 3 farklı atkı sıklığında ve 9 farklı kumaş yapısında havluyu incelemiştir. Havluların sübjektif ve objektif değerlendirilmesinin yapıldığı bu çalışma için 5, 10, 20 ve 40 defa olmak üzere ev tipi yıkama işlemi uygulamışlardır. Yapılan çalışma sonucunda istatistiksel veriler incelendiğinde kumaş yapısal özelliklerinin ve yıkama tekrar sayılarının kullanıcıların seçimlerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Kandzhikova ve Germanova-Krasteva (2016) çalışmalarında, uzmanlar arasında yapılan bir ankete dayanarak, kalınlık, hacim, pürüzsüzlük, sertlik, genişletilebilirlik ve elastikiyet gibi kriterlerin havlu kumaşlarının tutumu üzerindeki etkisini değerlendirmiş ve sıralamıştır. Değerlendirmede yer alan faktörlerin ağırlık katsayısını belirlemek için bir metodoloji geliştirilmiştir. İncelenen faktörler ile Kawabata ölçeğinde değerlendirilen tutum arasında bağlantı sağlayan bir ilişki belirlenmiştir. Birim alan başına farklı kütle, yapısal özellikler ve son işlemlerle havlu kumaşının manuel olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Sıralama ve sayısal bir puan atayarak (0'dan 5'e kadar) olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır. Değerlendiricilerin görüşü, yöntemden bağımsız olarak örneklerin sıralaması aynı olduğu için tutarlılığı kanıtlamıştır. Elde edilen sonuçlar, havlu kumaş tutumunun karmaşık bir değerlendirmesini oluşturmak için daha fazla araştırmada kullanılmalıdır.

Sabır ve Zervent (2017) çalışmalarında, havlu üretimi için doğal bir lif olan ısırgan lifini kullanmış ve seçilen performans özellikleri incelenmiştir. Çalışmada altı farklı havlu örneği üretilmiş ve havluların zemin çözgü iplikleri pamuk olarak tercih edilmiştir. Atkı ipliği olarak üç farklı hammadde yapılmış iplik ve hav çözgü ipliği olarak iki farklı hammadde yapılmış iplikler seçilmiştir. Atkı yönünde ısırgan lifi

(%70 pamuk/%30 ısırgan otu) içeren iplik kullanılmıştır. Çalışmada ev tipi yıkamadan önce ve sonra; su emiciliği, yumuşaklık, kuruma hızı ve iki bakteri için antibakteriyel aktivite gibi performans parametreleri incelenmiştir. Sonuç olarak, ısırgan lifinin havlu üretiminde alternatif bir lif olarak kullanılıp tercih edilebileceği gözlemlenmiştir.

Begiç ve Öz (2019), çalışmalarında Anadolu'da köklü geçmişin getirdiği geleneksel ve kültürel değerlerin bölgede yaşatılmaya çalışıldığı dokumaları araştırmışlardır. Kullanım şekline ve yerine göre keşan, peştamal veya dolaylık olarak isimlendirilen dokuma kumaşlar yöresel kadın kıyafetlerinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu çalışmada geleneksel giyim öğelerinden olan yöresel keşan dokumasının tercih sebepleri, üretiminde kullanılan malzemeler, kullanım alanları ve çeşitleri incelenmiş ve bu dokuma türünün küresel ve ülke odaklı moda sektöründe yer alması, kullanılabilir ve sürdürülebilir olması amacıyla tasarımlar yapılmıştır.

Abdel Daim ve Hassan (2020) çalışmalarında, pamuklu havlu kumaşlarının konfor özelliklerini etkileyen temel faktörlerden olan iplik yapısı değişkenlerinin etkilerini incelemiştir. Çalışmanın sonuçlarına dayanarak, üreticilerin optimum iplik parametrelerini kullanarak istenen kalitede havlu kumaşı oluşturmasına yardımcı olabileceğini düşünmüşlerdir. Çalışmada iplik sayısı ve büküm miktarı arttığında hava geçirgenliği dışındaki tüm konfor özelliklerinin ortalama değerlerinin azaldığını göstermiştir. İplik parametreleri (pamuk malzemeleri, iplik sayısı ve büküm miktarı) arasındaki etkileşimin etkilerinin çoğunun havlu konforunun tüm özellikleri için önemli olmadığı gözlemlenmiştir. Hava geçirgenliği ile diğer havlu konfor özelliklerinin her biri arasında negatif ve son derece anlamlı bir korelasyon katsayısı bulunmaktadır. Öte yandan, daha ağır ve daha kalın havlunun su emme ve su buharı geçirgenliği için daha fazla kabiliyete sahip olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, su emme ve su buharı geçirgenliği arasında pozitif ve son derece anlamlı bir ilişki vardır. Sonuçlar, iplik tüylülüğü ile hava geçirgenliği dışındaki tüm havlu konfor özellikleri arasında olumlu ve son derece önemli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Aksine, neps sayısı, ince ve kalın yerler ve bir taraftan % CV (değişim katsayısı) düzgünlüğü ile diğer taraftan hava geçirgenliği hariç tüm havlu konfor özellikleri arasında olumsuz ve son derece önemli ilişkiler elde edilmiştir. İpliğin uzamasının ve mukavemetinin

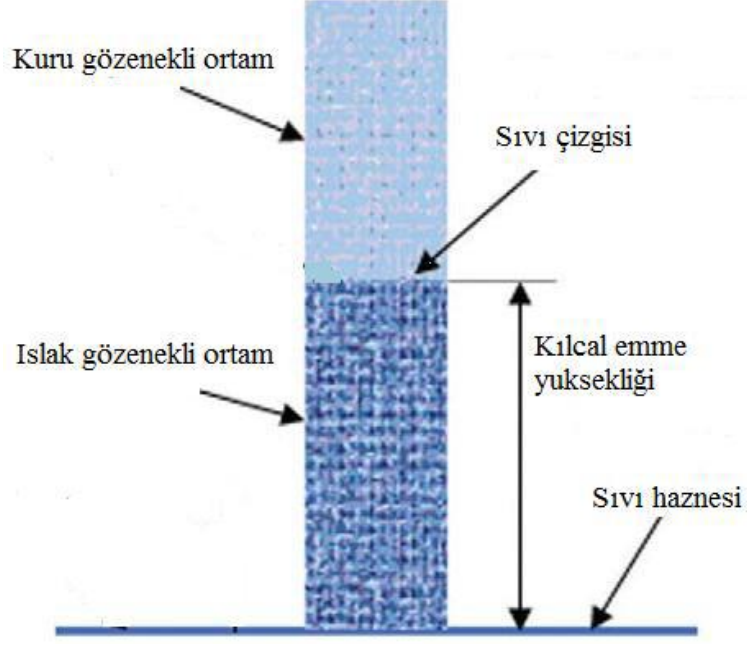
havlu konfor özellikleri üzerinde zayıf ve önemsiz bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.

3.2 Sıvı Emme, Sıvı Transferi ve Mukavemet ile İlgili Çalışmalar

Alpay ve Anış (1989), çalışmalarında havlu kumaşlarda bulunması gereken ve su emilimini sağlayan nem çekmeye etki eden yapısal özellikleri incelemiş ve optimum özelliklerde bilgisayar modeli bir havlu kumaş geliştirmiştir. Yapılan çalışmada elde edilen analizlerde; hav yüksekliği, atkı sıklığı, iplik kat sayısı, iplik bükümü, iplik numarası ve iplik üretim yöntemlerinin su emicilik özelliği üzerindeki etkileri açıklanmıştır.

Bozgeyik (1991), çalışmasında havlu kumaşlarda istenilen kalite parametreleri arasında yer alan boyutsal değişim ve hidrofiliteyi etkileyen faktörleri araştırmıştır. Çalışmada tüketici açısından önem arz eden bu unsurların havlu kumaş üzerinde bir araya gelmesini üretimde kullanılan ipliklerin parametreleri (hammaddesi, numarası, büküm miktarı), dokuma işlem parametreleri (uygulanan gerilim, hav sıklığı, zemin hav oranı) gibi özelliklerine ve en fazla da son proseslerin yer aldığı terbiye işlemlerine bağlanmıştır. Yapılan testler ve deneyler sonucunda; hidrofilitenin iplik numarası ve gramaja bağlı olmadığı ancak sıklık ve zemin-hav oranına bağlı olduğu görülmüştür.

Zhuang ve diğ. (2002) çalışmalarında, dikey olarak yerleştirilen kumaş şeridi tarafından sıvının kumaşın su emme özelliği ile kılcal olarak sıvı emilimi başladığında, sıvının kumaşı oluşturan iplikler arasında ve ipliklerin içerisinde yer alan gözenekler boyunca hareket etmektedir. Kılcal emilim süresinin dolması ile iplikler arasındaki boşluklar sıvı transferi, yer çekimi ve kapiler kuvvetler arasındaki denge sebebiyle yavaşlayarak durma eğilimindedir. Şekil 3.1' de ise kılcal emme yüksekliği şematik olarak verilmiştir. Sıvı transferi kuvvetler dengeye ulaşana kadar oluşan yüksek kapiler basınç yüzünden iplik iç gözeneklerinde sıvı hareket etmeye devam etmektedir. Bu sebeple dikey kılcal emme sırasında iplik içi ve iplikler arası gözeneklerinin içerisinde yükselen sıvı doymuş bir kılcal emme bölgesi oluşturmakta ve doymamış bölgede de yalnızca iplik içi gözenekler sıvı ile dolmaktadır.



Şekil 3.1: Dikey kılcal emme yüksekliğinin şematik gösterimi (Masoodi ve Pillai 2010)

Frontczak-Wasiak ve Snycerski (2004) çalışmalarında, klasik üç atkılı sistemde üretilen on farklı havlu kumaşın, iplik özellikleri, hav boyu, dokuma kumaşın yapısı ile su emiciliği özelliğini etkileyen parametreleri araştırmışlardır. Üretilen kumaşların lif özellikleri, iplik bükümü, atkı sıklığı, çözümlü sıklığı ve hav boyu dikkat edilen parametreler olmuştur. Üretilen havluların yıkama öncesi ve sonrası su emiciliği, sürtme haslığı ve tuşesi test edilmiştir. Yıkama işleminden sonra su emiciliğin %10 oranında arttığı ve hav boyu arttıkça yumuşak bir tutum elde edildiği tespit edilmiştir.

Karahan ve Eren (2006) çalışmalarında, havlu kumaşların istenen özellikleri arasında yer alan su emme özelliklerini havluyu oluşturan; çözümlü yoğunluğu, atkı yoğunluğu, hav uzunluğu ve bunları üretmek için kullanılan ipliklerin cinslerine göre analiz etmişlerdir. Yapılan çalışmada havlu kumaş üretiminde kullanılan iplik cinsinin, statik su emme özellikleri üzerinde en önemli etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada iki katlı ring ipliğinden üretilen havlular, iki katlı open-end iplikten üretilen ve tek katlı ring iplikten üretilene göre daha yüksek bir su emme değeri göstermiştir. Çalışma sonucunda havluyu oluşturan çözümlü yoğunluğunun, atkı yoğunluğunun ve havlu kumaşların hav uzunluklarının aynı zamanda su emme özellikleri üzerinde az miktarda etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca havluyu

oluşturan atkı ve / veya çözgü yoğunluğundaki bir artışın, su emme yüzdesini düşürdüğü ve hav uzunluğu içindeki bir artışın ise bu yüzdeyi arttırdığı gözlemlenmiştir.

Özdil ve Özçelik (2006) çalışmalarında, %100 pamuk ve %50-50 pamuk-PES karışımı kullanılarak dokunmuş bezayağı, dimi, saten ve rips örgü yapılarına sahip kumaşlar kullanmışlardır. Çalışmada, dört farklı ölçüm metoduyla kumaşların yırtılma mukavemetleri değerlendirilmiştir. Çalışmada tercih edilen kumaşın cinsine, materyaline ve ölçüm metotlarına göre ortaya çıkan veriler karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda pamuk-PES karışımı olan numunelerin yırtılma mukavemet test değerlerinin pamuktan yapılmış numunelerden daha yüksek değerler verdiğini gözlemlemişlerdir.

Karahan (2007) çalışmasında, havlu kumaş için sıvı transfer yöntemlerinden biri olan dikey kılcal emme özelliklerini elektronik bir denge yöntemi kullanarak incelenmiştir. Çalışmasında 216 farklı yapıya sahip havlu kumaş numunesi incelemiştir. Çalışmasında iplik tipine bağlı olarak, ilk 10 sn boyunca yaklaşık olarak %26 – 40 suyun emildiği, 30 saniye ve sonrasında emilim hızının yavaşlayarak devam ettiği tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, havlular arasında emilim oran ve hızlarında oluşan en büyük farkın iplik cinsinden olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca çalışmada incelenen çözgü, atkı sıklıkları ve iplik cinsi arasında su emme oranındaki farklılıklar açısından anlamlı bir sonuç bulunamamıştır.

Turan ve Okur (2008) çalışmalarında, kumaşın hava geçirgenliğine etki eden parametreleri ilgili kaynaklar ışığında inceleyerek; kumaşlarda hava geçirgenliği özelliğine başlangıçta kumaşın yapısal parametreleri dahil çevresel faktörlerin etkili olduğunu gözlemlemişlerdir.

Öner (2008) çalışmasında, havlu dokuma kumaşların konfor özellikleri üzerine bir araştırma yapmıştır. Çalışmada kullanmış olduğu havlu kumaşlarda; hav yüksekliğinin, hav örgü yapısının, polipropilen lifinin kullanımının ve terbiye işlemlerinin konfor özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma süresince elde edilen su emicilik hızı değerlerine bakıldığında; genel olarak hav yüksekliğindeki artış gerek çözgü gerekse atkı yönünde su emicilik hızında artışa neden olduğu gözlemlenmiştir. Polipropilen lifinin su emicilik hızı ve sıvı transfer özelliğinin iyi

olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda polipropilen liflerinin sıvıyı içlerine çekmeyerek kaygan yapısı sayesinde sıvıyı diğer katmana hızlı bir şekilde ilettiği gözlemlenmiştir. Ayrıca terbiye işleminin pamuk liflerine uygulanmadan önce pamuk liflerinin su emicilik hızının oldukça düşük olduğu gözlemlenirken, terbiye işlemi uygulandıktan sonra yağ, vaks ve pamuk lifleri içerisinde yer alan yabancı maddelerden uzaklaştırılmış ve bu sayede pamuk liflerinin su emicilik hızının arttığı gözlemlenmiştir.

Lv (2013) çalışmasında, insanların kullandıkları havluların kolay sertleşme, lif kaybı ve zayıf emilim de dahil olmak üzere bazı havlu özelliklerinden memnun olmadıklarını gözlemlemiştir. Bu sorunu çözmek için de çalışmasında, sertlik, sürtünme özellikleri, emme ve lif kaybı oranını test etmek için farklı havlu kumaşlar üzerine testler uygulamıştır. Çalışmanın sonucunda temas konforunun bambu lifinden üretilen havluda pamuklu havludan daha iyi olduğunu bulmuştur. Ayrıca hav döngüsünün artmasının havluların performansının konfor özellikleri üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu görülmüştür.

Uyanık ve diğ. (2013) çalışmalarında, farklı büküm tiplerine sahip, %100 pamuk hav çözgü ipliklerinden buklet tipi hav içeren havlu dokuma kumaşlar üretilmiş ve hav ipliği büküm tiplerinin, havlunun su emicilik, yumuşaklık ve mukavemet gibi özellikleri üzerinde etkileri incelenmiş ve aralarındaki bağlantı tespit edilmek istenmiştir. Çalışma sonucunda, zero twist (bukletsiz) hav ipliğinin havluda hidrofilitiyi kısmen, yumuşaklığı ise önemli ölçüde artırdığını, çözgü kopma mukavemetini ise azalttığı ortaya çıkmıştır.

Keskin ve diğ. (2014) çalışmalarında, beş farklı %100 pamuklu kumaş (peştamal ve havlu dokuma) test etmişlerdir. Çalışmada kullanılan numunelerin emicilik özelliklerini damlacık testi, batma süresi testi ve esneklik yüksekliği testlerine göre incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda peştamal örnekleri, düz ve dimi örgülerden daha iyi emicilik sonuçları verirken, damlacık testi, batma süresi testi ve esneklik yüksekliği testlerine göre havlu numunelerine göre daha düşük ancak yakın sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Peştamalların emicilik özellikleri, havlu kumaşlarla benzer sonuçlar göstermiştir. Ayrıca emiciliği havluya yakın ancak gramajı havludan hafif olan peştamalların, günlük yaşamda yüksek emiciliği ve kilo

tasarrufu amacıyla seyahatlerinde yaygın olarak kullanılabilir olduğunu tavsiye etmişlerdir.

Atasağun (2015) çalışmasında, üç farklı hammadde, örgü tipi ve atkı sıklığına sahip olan gömleklik ve iç giyim kumaşları ve kumaş kombinasyonlarından oluşan giysi çiftlerinin ısı ve sıvı emilim ve transfer özelliklerine etkisinin ortaya konulması için; önce tek katlı kumaşlarda, sonrasında da seçilmiş iç giyim ve gömleklik kumaşlarda ve giysi çiftlerinde ısı ve sıvı emilimlerine ilişkin testler yaparak elde edilen sonuçları istatistiksel açıdan değerlendirmiştir. Çalışmanın sonucunda ısı ve su buharı transfer özellikleri üzerinde giysi katmanları arasındaki hava tabakası kalınlığının/boyutlarının giysi kumaşının örgü tipi ve sıklığından daha büyük bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir.

Kakde ve diğ. (2017) çalışmalarında, havlu kumaş üretiminde çeşitli kumaş örgülerinin su emicilik özelliklerine etkisi üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada drop (damla) test metodu seçilmiştir. İplik cinsinin su emiciliği etkilemede önemli bir faktör olduğu saptanmıştır. Çalışmada, su emicilik yüzdesinin açık uçlu iplik içeren havlu kumaş için en düşük, iki katlı ring iplik içeren havlu kumaş için en yüksek değerlere sahip olduğu gözlenmiştir. Dokunan havlu kumaşlarının çözgü sıklığı, atkı sıklığı ve hav yüksekliğinin artmasının su emiciliğinin yükselmesinde önemli parametreler olduğu belirtilmiştir. Yıkama, boyama ve yumuşatma gibi bitim işlemlerinin de su emiciliğini etkilediği belirtilmiştir.

Cruz ve diğ. (2017) çalışmalarında, %100 pamuk liflerinden oluşan havlu kumaşlarının nem emme özelliklerini etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Bu araştırma çalışmasında incelenen farklı nem emme özellikleri su emme, emilim süresi, emilim oranı (statik emilim), dinamik ve dikey emiciliktir. Araştırma sonucunda; havlu kumaşlarının nem emme davranışının kumaş ağırlığına, kalınlığına ve hav ipliğinin bükümüne bağlı olduğunu göstermişlerdir.

Latif ve diğ. (2017) çalışmalarında, %100 pamuk ve 50:50 pamuk ve rejenere liflerinin (tencel, modal, bambu, viskon) karışımlarıyla elde edilen dokuma kumaşları incelemiştir. Rejenere liflerin pamuk ile karışımlarını gelecekte %100 pamuklu kumaşların artan nüfus nedeniyle giyim talebini karşılayamayacaklarını düşündükleri için tercih etmişlerdir. Çalışmadaki kumaşlar için %100 pamuktan Ne

30/1 ve tencel, modal, bambu ve viskon lif ile pamuk karışımlarından (50:50) beş iplik üretilmiştir. Kumaş numuneleri çözgü ve atkı yönlerinde çekme ve yırtılma mukavemetleri ve konfor özellikleri olan hava geçirgenliği, nem yönetimi ve termal direnç testleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda pamuk-tencel karışımından oluşan kumaşların mükemmel çekme ve yırtılma mukavemetinin yanı sıra konfor özelliklerinden olan hava geçirgenliği, nem yönetimi ve termal direnç özelliklerinin olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışmada pamuğun rejenere liflerle yapabileceği en uygun karışımın tencel olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle, daha rahat kumaşlara sahip olmak ve daha iyi nem yönetimi ve nefes alabilen kumaşlar için, %100 pamuktan yapılmış kumaşlar pamuk-tencel karışımları ile değiştirilebilir.

Yıldırım ve diğ. (2018) çalışmalarında, 300 - 900 gr/m² aralığındaki çözgü örne havlular üzerine çalışmalar yapmıştır. Yapılan çalışmada, yüksek gramajlı havluların daha fazla su emdiği gözlemlenirken kuruma ve yıkama işlemleri için çok fazla zaman gerektirdiği saptanmıştır. Düşük gramajlı ve çözgü örne havlularda kuruma ve yıkama işlemleri için yüksek gramajlı havlulara göre daha az zaman harcandığı saptanmıştır. Tüm gramajlı havluların karşılaştırılması sonucunda; poliester, pamuk ve pamuk-poliester karışımlarından oluşturulmuş havlular tercih edilmiştir. Sonuç olarak; tek tarafı kadife ve diğer yüzeyi bukleli havlu dışında tüm havlular iyi su emicilik özelliği göstermiştir. Çalışmada kullanılan bütün havlularda kullanılan iplik karışımları içerisinde poliester iplik içerenlerin mükemmelden iyiye doğru bir kuruma özelliği sergilediği görülmüştür.

Abd El Hady (2018) çalışmasında, örme havlu kumaşların kullanılabilirliğini araştırmayı amaçlamıştır. Çalışmasında 18 adet örme havlu kumaşın hav ipliği malzemesinin, hav yüksekliğinin, kumaş yapısının, kumaş gramajının ve kalınlığının havlu performans özellikleri üzerindeki etkileri test edilmiş ve raporlanmıştır. Çalışmanın sonucunda hava geçirgenlik değerleri incelendiğinde düşük hav yapısının daha iyi hava geçirgenliği değerlerine sahip olduğunu tespit etmiştir.

Cengiz ve diğ. (2019) çalışmalarında, koaservasyon metodu ile üretilen ve n-oktadekan içeren, jelatin/arap zamkı/nano çinko oksit ve kitosan/arap zamkı/nano çinko oksit duvarlı mikrokapsülleri emdirme metodu ile pamuklu kumaşlara emdirmişler ve emdirdikleri mikrokapsüllerin aplikasyon işlemi sonrası kumaşlarda hava geçirgenliği, sıvı transfer ve emicilik özelliklerinde ne gibi değişimlere neden

olduğunu araştırmışlardır. Sonuçta, mikrokapsül aplikasyonu sonrası kumaşlarda yanma eğilimleri, hava geçirgenliği, su emicilik ve sıvı transfer özellikleri azalmış ve kumaşlar gram-pozitif bakterilere karşı antibakteriyel etki kazanmıştır. Bununla beraber çalışma da kumaşların su emicilik ve transfer özelliklerinin binder, yumuşatıcı ve kapsül duvar polimer yapıları ile de ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Krishna kumar ve Gokarneshan (2019) çalışmasında, geçmiş yıllarda yapılan araştırma çalışmalarına dayanarak havlularının işlevsel yönlerini gözden geçirmişlerdir. Farklı havlu kumaşlar için yıkamanın etkileri incelenmiştir. Havlular farklı yıkama döngülerine tabi tutulmuş ve her yıkamadan sonra, su emme oranı, emilen toplam su miktarı, yüzey ve sıkıştırma özellikleri sırasıyla gravimetrik emicilik test sistemi, görüntü analiz yöntemleri ve KES-FB 3 sistemi ile değerlendirilmiştir. Su emilimini iyileştirmek için temel faktörlerle birlikte farklı teoriler ve su emme mekanizmaları gözden geçirilmiştir. Hem dinamik hem de statik su emiciliği, ilk zaman gecikmesi ile birlikte, havlu kumaşlarının su emiciliği performansının eşit derecede önemli özellikleri olarak kabul edilir. Havlu kumaşların bazı yapısal özelliklerinin absorpsiyon oranı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Çil (2020) çalışmasında, kumaşın konfor seviyesini belirleyen en temel faktörlerden biri olan nem yönetimi üzerine çalışmıştır. Çalışmada kumaşlarda nem iletimi ölçümü üzerine farklı teknikler geliştirmeyi amaçlamıştır. Bu ölçüm tekniklerinden biri olan sayısal görüntü analiz yöntemi bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Bu yöntem ile kumaşların nem iletim özelliklerinin hızlı, ekonomik ve nispeten diğer yöntemlere göre kolay elde edilmesini amaçlamıştır. Elde edilen sonuçlar üzerinde korelasyon analizi yapmış ve her örgü yapısı için sıvı yayılma süresi, alanı ve hız değerlerinin arasında yüksek ilişki olduğu tespit edilmiştir.

3.3 KES-F ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Sukigara (2002) çalışmasında, KES-SE yüzey test cihazı ile kumaş ve suni deri arasındaki sürtünme katsayısını ölçerek nemin neden olduğu kumaş yüzeyindeki değişiklikleri araştırmıştır. Kumaşın dinamik yüzey ıslaklığı, kobaltöz klorür kullanıldığında kumaşın renginde değişikliklere sebep olduğu tespit edilmiştir.

Nemin kumaşın ön ve arka tarafına etkisi sürtünme katsayısı değerlerine yansıdığı deneyler sonucunda saptanmıştır.

Yip ve Ng (2008) yılında yapmış oldukları çalışmada, spacer adı verilen iki dış tekstil oluşan üç boyutlu bir örme kumaş yapısı oluşturmuşlardır. Bu kumaş ara ipliklerle birleştirilir ve ayrı tutulur. Kullanım alanları otomobil tekstilleri (araba koltuğu), endüstriyel tekstiller (kompozitler), tıbbi tekstiller (anti-dekübit battaniyeler), spor tekstilleri ve temel giysiler (sütyen içleri, mayo pedleri)dir. Bu çalışmada, düşük gerilimli mekanik destek dahil olmak üzere farklı ara kumaşların özelliklerini, hava geçirgenliğini ve ısı iletkenliklerini KES-F cihazları ile incelemişlerdir.

Tanaka ve Sukigara (2008) çalışmalarında, insan dokunsal hissini Japonca kelime olan “Shittori'nin” karşılığının pürüzsüzlük ile aynı anlamda olup olmadığını araştırmışlardır. Kumaşlar için “shittori” hissini açıklamak için Kendall'ın rank yöntemi, Scheffe'nin eşleştirilmiş karşılaştırma yöntemi (Nakaya'nın modifiye ettiği) gibi duyuşal değerlendirme ile değerlendirmiş ve sonuçlar arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. KES sistemi ile ölçülen kumaşların mekanik, yüzey ve termal özellikleri ölçmüşlerdir. Kumaşların "shittori" hissini anlamak için etkili karakteristik değerler q_{max} , MIU, WC ve kalınlık ölçülmüştür. Bu parametreler, öznel bir testle elde edilen sıcaklık ve yumuşaklık hissi ile ilişkiliydi. Denekler, bu çalışmada daha düşük iplik numarası ve daha fazla iplik yoğunluğuna sahip olan kumaşların daha güçlü “shittori” hissini hissettiklerini ve kumaş yüzeyini kaplayan ince liflerin kumaşların “shittori” hissini yoğunluğunu etkilediğini söylemişlerdir.

Tanaka ve diğ. (2010) çalışmalarında, parmakların yapay kürkler üzerinde hareket ettiği zaman hav direncinin dokunsal rahatlık için önemli olduğunu düşünmüşlerdir. Havların direncini değerlendirmek için, yapay kürklerin yatay kuvvetini (F_H) ölçmek için basit bir cihaz geliştirmişlerdir ve bir KES-SE yüzey test cihazına bağlanmıştır. Bir çubuk yüzeyde hareket ettiğinde oluşan F_H , farklı hav uzunluklarına sahip numuneler için tabandan farklı dikey yer değiştirmelerde ölçülmüştür. F_H ile öznel parametreler olan pürüzsüzlük, rahatlık ve ‘shittori’ arasındaki ilişkiyi bulmak için bir el değerlendirme testi yapmışlardır. Subjektif el değerlendirmeleri, kürk hareketliliğinin doğrudan pürüzsüzlük ve rahatlık hissi ile

ilişkili olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak optimum yatay kuvvetin yapay kürkler için en yüksek konfor hissini verdiği bulunmuştur.

Ancutiene ve diğ. (2010) çalışmalarında, KES-F (Kawabata Evaluation System for Fabrics) ve FAST (Fabric Assurance by Simple Testing) test cihazları ile düşük gerilimli yüklerde tanımlanan B_{KESF} ve B_{FAST} tekstil malzemelerinin bükülme sertliği parametrelerini sırasıyla araştırmış ve bu iki bükülme sertliği parametresi arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamıştır. 211 g/m^2 - 398 g/m^2 aralığında değişen nispeten yüksek alan yoğunluğuna sahip kalın ve ağır dokuma dış kumaşlar (kalınlık $1.01 \text{ mm} - 2.28 \text{ mm}$ aralığında değişmiştir) ile testler yapılmıştır. Literatür referanslarında yer alan B_{KESF} ve B_{FAST} bükülme rijitliği parametrelerinin paralel olarak karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. 80 farklı kumaşın verileri analiz edilmiştir. Çalışmada, B_{FAST} bükülme sertliği değerlerinin B_{KESF} değerlerine dönüştürülmesine izin veren bağımlılıkları gösterilmiştir. Hafif ve ağır kumaşlar arasındaki farklar KES-F ve FAST test sonuçları açısından analiz edilmiştir. B_{KESF} ve B_{FAST} değerleri incelendiğinde, hafif kumaşlar için tanımlanan bükülme sertliği (B) parametreleri arasındaki bağımlılıkların ağır kumaşlar için uygulanamayacağı belirtilmiştir.

Tokmak ve diğ. (2010) çalışmalarında, dokuma kumaşların mekanik ve performans analizlerini, objektif değerlendirme teknikleri kullanılarak yapmışlardır. Kumaşların mekanik özelliklerini değerlendirmek için KES-FB sistemi, FAST sistemi ve Cusick'in Drape Meter sistemi kullanılmıştır. Kesme, eğilme, uzama ve sıkıştırma parametreleri KES-FB ve FAST ile ölçülmüş ve örtme katsayısı Cusick'in Drape Meter kullanılarak ölçülmüştür. KES-F ve FAST sistemlerinin farklı ölçüm prensipleri kullanmalarına rağmen her bir parametre arasında iyi bir korelasyona sahip olduğu saptanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bir başka sonuç, eğilme ve kesme parametrelerinin kumaş örtü özelliğine bağlı iken kumaş örtü özelliğinin öncelikle kumaşın bükülme ve kesme özelliklerine bağlı olduğu bulunmuştur.

Zhaoqun ve diğ. (2011) çalışmalarında, karmaşık bir ölçüm prensibi yerine tek test ile çoklu özellikler (MPST) sunmak için, CHES-F ve iki tanınmış uluslararası sistem olan kumaşlar için Kawabata değerlendirme sistemleri (KES-F) ve basit test ile kumaş güvence sistemi (FAST) arasında karşılaştırmalar yapmışlardır. Kumaşların doğru bir şekilde değerlendirilmesi için yün dokumalar üzerinde ağırlık, bükülme, sürtünme ve gerilme davranışı gibi temel özelliklerine göre 19 test

yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, mevcut yöntem olan CHES-F sisteminin MPST prensibine göre kumaşların ağırlık, bükülme, sürtünme ve çekme özelliklerini ölçmede ve karakterize etmede etkili olduğu ve doğru sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

Sukigara ve diğ. (2013) çalışmalarında, kadın elbiseleri ve yazlık ceketler için geleneksel Japon pamuklu krep kumaşlarının tutum tasarımı için bir temel oluşturmayı amaçlamışlardır. Farklı krep yapılarına sahip 17 pamuklu kumaş üzerinde çalışılmıştır. Kumaşların mekanik ve yüzey özellikleri KES-FB sistemi kullanılarak ölçülmüştür. Krep kumaşların birincil el değerleri Kawabata tarafından geliştirilen objektif bir değerlendirme yöntemi ile elde edilmiştir. Krep kumaşların dokusal hissi 39 üniversite öğrencisi tarafından değerlendirilmiştir. Kadın elbise kumaşları ile karşılaştırıldığında, pamuklu krep kumaşlar, kumaşların atkı yönünde maksimum yükte yüzey özellikleri ve çekme gerilmesi için büyük değerler göstermiştir. Birincil el değerleri açısından, sıcak nemli yaz koşullarına uygun pamuklu krep kumaşların ayırt edici özellikleri olarak düşük Shinayakasa ile yüksek Hari tanımlanmıştır. Krep kumaşları için subjektif tutum yumuşaklığı, pürüzsüzlük ve tercih değerleri, bükülme sertliği B ve kumaş kalınlığı T_0 parametreleri ile yakından ilişkili bulunmuştur. T_0 ve B için küçük değerler, bu subjektif tutum değerleri için yüksek puanlarla ilişkilendirilmiştir. Sonuç olarak, T_0 ve B'nin, pamuklu krep kumaşların tasarımı için anahtar parametreler olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Sakamoto ve diğ. (2014) çalışmalarında, KES-F sistemi kullanılarak farklı dikiş yoğunluğuna sahip örme kumaşlar için “shittori (yumuşaklık)” hissini değerlendirmişlerdir. Japonya'da, denekler bu çalışmada daha fazla dikiş yoğunluğuna sahip olan örme kumaşlarda daha güçlü “shittori” hissini hissetmişlerdir. Kumaşların daha güçlü “shittori” hissini MIU (sürtünme katsayısı), B (bükülme sertliği), G (kesme sertliği), $2hg$ (0.5° kesme açısında kesme kuvvetinin histerezi) ve hava direnci gibi değerlerin büyük olduğu kumaş özelliklerinden türetilmiştir. Hong Kong'da, denekler daha az dikiş yoğunluğuna sahip kumaş için daha güçlü “shittori” hissi hissettiler. Ayrıca Hong Kong'daki öğrencilerin daha güçlü “shittori” hissi, kumaşların G, $2HG$, B ve $2HB$ gibi değerlerin küçük olduğu kumaşlar ile ilişkilendirilmiştir.

Singh ve diğ. (2014) yapmış oldukları çalışmada, havlu kumaş için objektif bir el değerlendirme sistemini geliştirmişlerdir. Sürtünme özelliklerini ölçmek için kullanılan KES-FB4 cihazın sensörünü değiştirmişlerdir ve sonuçlar yeni el denklemlerinin geliştirilmesinde kullanılmıştır. Geliştirmiş oldukları bu denklem ile kumaş ağırlığının ve kalınlığının, basınç ve yüzey özelliklerinin havlu kumaşın el davranışını çok iyi tahmin edebildiği görülmüştür. Yeni geliştirilen el denklemleriyle hesaplanan objektif el değerlerinin, öznel el değerleriyle çok iyi korelasyon sonuçları verdiği belirlenmiştir.

Kan ve diğ. (2016) yapmış oldukları çalışmada, yerel pazarda yaygın olarak bulunan 12 kağıt havlu seçmişlerdir. Kağıt havluların sıkıştırma özellikleri, KES-F ile incelenmiştir. Üç sıkıştırma özelliği olan sıkıştırma doğrusallığı (LC), sıkıştırma enerjisi (WC) ve sıkıştırma direnci (RC) incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda sıkıştırma özelliklerinin kağıt havlular için farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Kağıt havluların sıkıştırma özelliklerini tartışmak için önemli özellik olan RC değeri kullanılmıştır. RC ile ağırlık ve kalınlık arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı saptanmıştır.

Kibayashi ve diğ. (2020) çalışmalarında, farklı yıkama işlemlerinin uygulandığı 16 havlu numunesi için dokunma hissi üzerine çalışma yapılmış ve yapılan çalışmaya 20-24 yaşları arasında yirmi yedisi kız ve yirmi dördü erkek elli bir üniversite öğrencisi katılmıştır. Yapılan çalışmanın kumaş yüzey özelliklerinin ve sıkıştırma özelliklerinin testleri KES-F sisteminde ölçülmüştür. Çalışma sonucunda yıkanmış kumaşların hav ilmek geometrisinde değişikliğe sebep olarak keçeleşmeye sebebiyet verdiği görülmüştür.

Kibayashi ve diğ. (2020) çalışmalarında, KES-F sisteminde %0'dan %500'e kadar su emdirilen havluların sıkıştırma özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada, sıkıştırma enerjisi ve su emmede kumaşlardaki hav oranının ve atkı sıklığının etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda düşük hav oranına sahip kumaşlarda sıkıştırma enerjisinin yüksek hav oranına sahip kumaşlara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Subjektif değerlendirmede ise yumuşak havluların su emme değerinin kısa hav bulunan havlulara göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4. MATERYAL VE METOT

Yapmış olduğumuz çalışmanın amacı; ülkemizde ve dünyada önemli bir pazar payı olan, Denizli ilinde üretilen ve ev tekstili ürünleri içerisinde önemli bir paya sahip havluların ve peştamalların performans özelliklerinin yıkama işlemlerinden nasıl etkilendiği konusuna katkı sağlamaktır. Çalışmada tamamı Denizli’de üretilmiş ve satışa hazır durumdaki %100 pamuklu havlulardan ve %100 pamuklu peştamallardan oluşan toplam dört farklı ürün seçilmiştir. Havlu olarak iki farklı gramajda otel havlusunu, peştamal olarak biri bir yüzü havlı ve diğeri düz dokuma peştamal olmak üzere iki farklı peştamal seçilmiştir (Tablo 4.1).

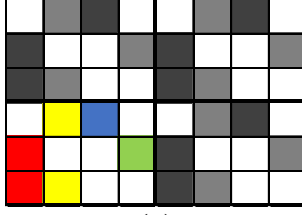
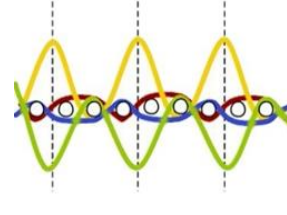
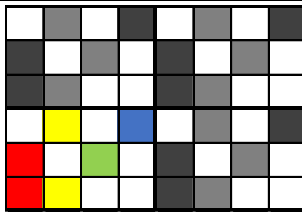
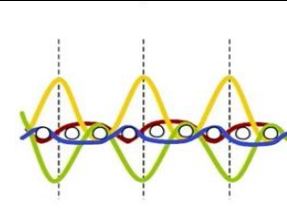
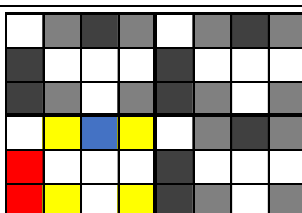
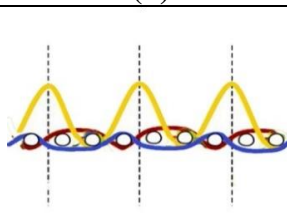
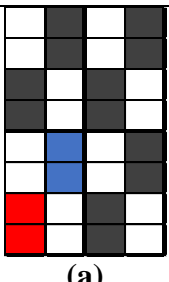
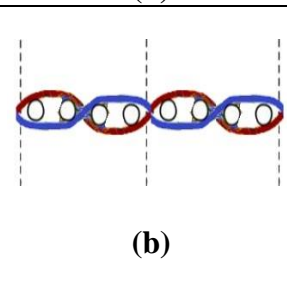
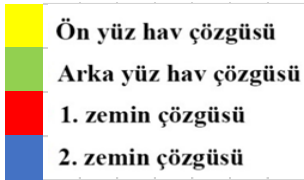
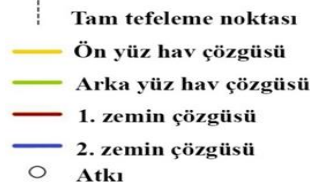
Tablo 4.1: Numune kodu, kumaş çeşidi ve yıkama işlemleri

| Kumaş Çeşidi | Kumaş Özelliği | | Numune Kodu | Yıkama | Deterjanlı | Yumuşatıcı |
|------------------------------|----------------|---|-------------|-----------|------------|------------|
| Havlu (iki yüzü de havlı) | Kumaş gramajı | Ağır (501,6 g/m ²) | HA | Yıkamasız | - | - |
| | | | HA10 | 10 Yıkama | + | - |
| | | | HA10Y | 10 Yıkama | + | + |
| | | | HA20 | 20 Yıkama | + | - |
| | | | HA20Y | 20 Yıkama | + | + |
| | | Hafif (378,6 g/m ²) | HH | Yıkamasız | - | - |
| | | | HH10 | 10 Yıkama | + | - |
| | | | HH10Y | 10 Yıkama | + | + |
| | | | HH20 | 20 Yıkama | + | - |
| | | | HH20Y | 20 Yıkama | + | + |
| Peştamal | Kumaş yapısı | Havlı (Tek yüz) (240,4 g/m ²) | PH | Yıkamasız | - | - |
| | | | PH10 | 10 Yıkama | + | - |
| | | | PH10Y | 10 Yıkama | + | + |
| | | | PH20 | 20 Yıkama | + | - |
| | | | PH20Y | 20 Yıkama | + | + |
| | | Havsız (190 g/m ²) | P | Yıkamasız | - | - |
| | | | P10 | 10 Yıkama | + | - |
| | | | P10Y | 10 Yıkama | + | + |
| | | | P20 | 20 Yıkama | + | - |
| | | | P20Y | 20 Yıkama | + | + |

Belirlenen ürünler ev tipi tekrarlı yıkama sonrasında performans özellikleri açısından karşılaştırılmıştır. Yıkama işlemlerinde ticari deterjan (Boraks (%30), bitkisel sabun (%5-15), soda (5-15), oksijen bazlı ağartıcı (%5-15), diğeri (%5)) ve ticari yumuşatıcı (Katyonik aktif madde (%5-15), diğeri) kullanılmıştır. Yıkama işlemlerinde 10 yıkama ve 20 yıkama olmak üzere iki ayrı kademede numune hazırlanmıştır. Ayrıca yıkama işlemlerinde deterjanlı ve yumuşatıcı ilaveli olmak

üzere iki farklı kombinasyon yapılmıştır. Böylece her bir ürün çeşidi için yıkamasız, 10 yıkamalı (sadece deterjanlı ve deterjan ve yumuşatıcı ilaveli) ve 20 yıkamalı (sadece deterjanlı ve deterjan ve yumuşatıcı ilaveli) olmak üzere toplam beş farklı karakterde numune elde edilmiştir. Ürün çeşitleri ve yıkamalar sonrası elde edilen toplam 20 numune kodlanarak Tablo 4.2' de verilmiştir.

Tablo 4.2: Numune örgü planları ve görünüşleri

| Numune Grubu | | Örgü Planı | Örgü Adı | Örgü Kesit Görünümü |
|--------------|----|--|-------------------|---|
| Havlu | HA |  (a) | 3 Atkılı |  (b) |
| | HH |  (a) | 3 Atkılı |  (b) |
| Peştamal | PH |  (a) | 3 Atkılı |  (b) |
| | P |  (a) | 2/2 Çözümlü ribsi |  (b) |
| | | (a) | | (b) |
| | |  <ul style="list-style-type: none"> ■ Ön yüz hav çözgüsü ■ Arka yüz hav çözgüsü ■ 1. zemin çözgüsü ■ 2. zemin çözgüsü | |  <ul style="list-style-type: none"> ⋮ Tam tefeleme noktası — Ön yüz hav çözgüsü — Arka yüz hav çözgüsü — 1. zemin çözgüsü — 2. zemin çözgüsü ○ Atkı |

Çalışmada kullanılan numunelerin örgü adı, örgü raporları ve örgü kesit yapıları da Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Çalışmada seçilmiş olan her bir numune için uygulanan testler Tablo 4.3’te gösterilmiştir.

Tablo 4.3: Numunelere uygulanan testler

| Numune Kodu | Türkiye (Pamukkale Üniversitesi) | | | | | | Japonya (Kyoto Institute of Technology) | | | | |
|-------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------|---------------------|-------------|------------------|---|-------------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| | Yıkama ve Kurutma | Tek Dil Yırılma (Pantolon Yırılma) | Dikey Emicilik | Hidrofilite (Batma) | Kuruma Hızı | Beyazlık İndeksi | KES-F2 S Eğilme | KES-G5 Sıkıştırma | KES-SE Yüzey | KES-F8 AP1 Hava Geçirgenlik | Optik Mikroskop Yüzey Görüntüleme |
| HA | * | * | * | * | * | * | - | * | * | * | * |
| HA10 | * | * | * | * | * | * | - | * | * | * | * |
| HA10Y | * | * | * | * | * | * | - | * | * | * | * |
| HA20 | * | * | * | * | * | * | - | * | * | * | * |
| HA20Y | * | * | * | * | * | * | - | * | * | * | * |
| HH | * | * | * | * | * | * | - | * | * | * | * |
| HH10 | * | * | * | * | * | * | - | * | * | * | * |
| HH10Y | * | * | * | * | * | * | - | * | * | * | * |
| HH20 | * | * | * | * | * | * | - | * | * | * | * |
| HH20Y | * | * | * | * | * | * | - | * | * | * | * |
| PH | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| PH10 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| PH10Y | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| PH20 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| PH20Y | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| P | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| P10 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| P10Y | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| P20 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| P20Y | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

*: Uygulanan işlem, -: Uygulanamayan işlem (havlu grubu numunelerin kalınlıklarının fazla olması nedeniyle)

Yapılan yıkama ve kurutma işlemleri sonrası Tablo 4.3'te yer alan testler için numuneler Tablo 4.4'te gösterilen ölçülerde kesilmiş, atkı ve çözgü yönleri belirlenmiştir.

Tablo 4.4: Testler için gerekli olan numune ölçüleri

| Uygulanan Testler | Standart İsmi ve Numarası | Numune ölçüleri | |
|---------------------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|
| | | Atkı yönünde (mm) | Çözgü yönünde (mm) |
| Yıkama İşlemi | ISO 6330 – 5A | * | |
| Kondisyonlu Ortam | ASTM D1776 | * | |
| Yırtılma Mukavemet Testi | TS EN ISO 13937-2 | 200±1 / 50±1 | 200±1 / 50±1 |
| Dikey Emicilik Testi | DIN 53924 | 200±1 / 25±1 | 200±1 / 25±1 |
| Batma Testi | TS 866 | 75±1 / 75±1 | |
| Kuruma Hızı Testi | - | 50±1 / 50±1 | |
| Beyazlık İndeksi | - | 500±1 / 500±1 | |
| KES-FB2 Eğilme | - | 250±1 / 250±1 | |
| KES-G5 Sıkıştırma | - | 250±1 / 250±1 | |
| KES-SE Yüzey (Sürtünme ve Pürüzlülük) | - | 250±1 / 250±1 | |
| KES-F8 Hava Geçirgenliği | - | 250±1 / 250±1 | |

*: Tüm kumaş numuneleri için uygulanmıştır, -: Standartı olmayan testler

4.1 Yapılan İşlemler

4.1.1 Yıkama ve Kurutma İşlemleri

Yıkama işlemleri Şekil 4.1’de görünen Wascator - FOM71 CLS model laboratuvar tipi yıkama makinasında ISO 6330 5A 2000 (yıkama sıcaklığı: 40 ± 2 °C, yıkama süresi: 45-50 dk.) standardında gerçekleştirilmiştir. Numunelere uygulanan yıkama işlemlerinde bor ve oksijen bazlı ağartıcı içeren ticari deterjan ve hassas ciltler için üretilmiş ticari yumuşatıcı tercih edilmiştir.

Yıkama işlemlerinde 2 kg kumaş için 30 gr deterjan ve 20 gr yumuşatıcı kullanılmıştır. Tekrarlı yıkamalarda her yıkama sonrasında numuneler kurutma makinasında kurutulmuştur.



Şekil 4.1: Wascator yıkama makinası

Kurutma işlemlerini ise Şekil 4.2’de gösterilen James H. Heal marka Accudary² model kurutma makinasında 60 °C sıcaklıkta 40 dk. olacak şekilde yapılmıştır.



Şekil 4.2: James H. Heal kurutma makinası

4.2 Yapılan Test ve Ölçümler

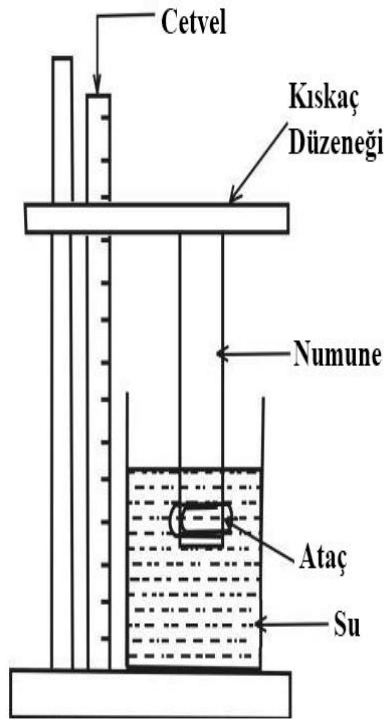
4.2.1 Sıvı Emme ve Sıvı Transfer Testleri

Havlu kumaşlarda en çok istenen özelliklerden biri olan su emme özelliğinin incelendiği testlerdir. Bu testler aşağıdaki gibidir;

- Dikey kılcal emicilik testi
- Batma testi
- Kuruma hızı testi

4.2.1.1 Dikey Kılcal Emicilik Testi

Tekstil materyalinin hazırlanan bir düzenek yardımıyla (Şekil 4.3a) dikey olarak konumlandırılıp bir kap içinde bulunan suya daldırılması sonucu kapilarite yardımıyla suyun kumaşı oluşturan iplik yüzeyinde ve içinde yükselerek emicilik özelliğinin ölçüldüğü bir testtir. DIN 53924 (Tekstil kumaşlarının su ile ıslanma hız testi) standartlarına göre atkı ve çözgü yönlerinde 200 mm x 25 mm olacak şekilde kesilmiş ve numuneler alttan 10 mm olacak şekilde işaretlenerek hazırlanmış olduğumuz (Şekil 4.3b) potasyumbikromat ile renklendirilmiş su çözeltisine daldırılmıştır. Kumaşlar üzerinde sıvının yükselmesi 2 dk süresince her 15 sn'de ölçülerek test gerçekleştirilmiştir. Testin öncesinde ve sonrasında gramajlar alınarak ne kadar su emdikleri de hesaplanmıştır.



(a)



(b)

Şekil 4.3: Dikey kılcal emicilik test yöntemi ((a) (Fanfueiro ve diğ. 2010), (b) Araştırmamızda kullanılan düzenek)

4.2.1.2 Batma Testi (Hidrofilite)

Kumaşlardan TS 866 standardına göre 75 mm x75 mm ölçülerinde deneyde kullanılacak numuneler bir şablon yardımıyla hazırlanmıştır. Batma testi numunelerin içine rahatlıkla girebileceği şekilde 2000 ml'lik beher kabın içerisinde 1000 ml yumuşak su içerisine 10 ± 2 mm yükseklikten bırakılmasıyla yapılmaktadır. Test kumaş su yüzeyine temas ettiği anda kronometrenin başlatılmasıyla başlar ve kumaş beher yüzeyine temas ettiği anda kronometredeki değerin kaydedilmesiyle biter. Bu test sonucu için kumaşın farklı yerlerinden alınmış 3 numune için tekrarlanmış ve elde edilen değerlerin ortalaması alınarak hesaplama yapılmıştır.

Standartta belirtildiği üzere batma süresinin, pamuklu kumaşlar için 10sn' den az, havlu kumaşlar için 50sn'den az olması gerekmektedir. (Özgürel 2008) Tablo 4.5'te görüldüğü şekilde kumaşların hidrofilite dereceleri çok iyi, orta ve çok kötü olmak üzere değerlendirilmektedir.

Tablo 4.5: Hidrofilite kalite tablosu (TS 866)

| Süre (sn) | Hidrofilite Derecesi |
|-----------|----------------------|
| <50sn | Çok İyi |
| 51-99sn | Orta |
| 100sn < | Çok Kötü |

4.2.1.3 Kuruma Hızı Testi

Havlu, bornoz ve peştamal gibi kumaşlar başta olmak üzere birçok kumaşta istenen özellik olan hızlı kuruma özelliğinin test edilmesi için geliştirilmiş testtir.

Kuruma hızı testi için 24 saat süreyle kondisyonlanmış 50 mm x 50 mm ebatlarında kesilmiş kumaş numuneleri kullanılmaktadır (Şekil 4.4). Numunelerin ilk ağırlıkları hassas terazi yardımıyla ölçülmüş ve kuru gramaj ağırlıklarının %50 si kadar su emdirilmiştir. Emdirme işlemi sonrasında ölçümler süresince ıslak numuneler yatay olarak kondisyonlu ortamda ızgara üzerinde bekletilerek her beş dk.' da bir olacak şekilde bir saat boyunca tartım yapılmıştır.



Şekil 4.4: Kuruma hızı test numuneleri

4.2.2 Yırtılma Mukavemeti Testi

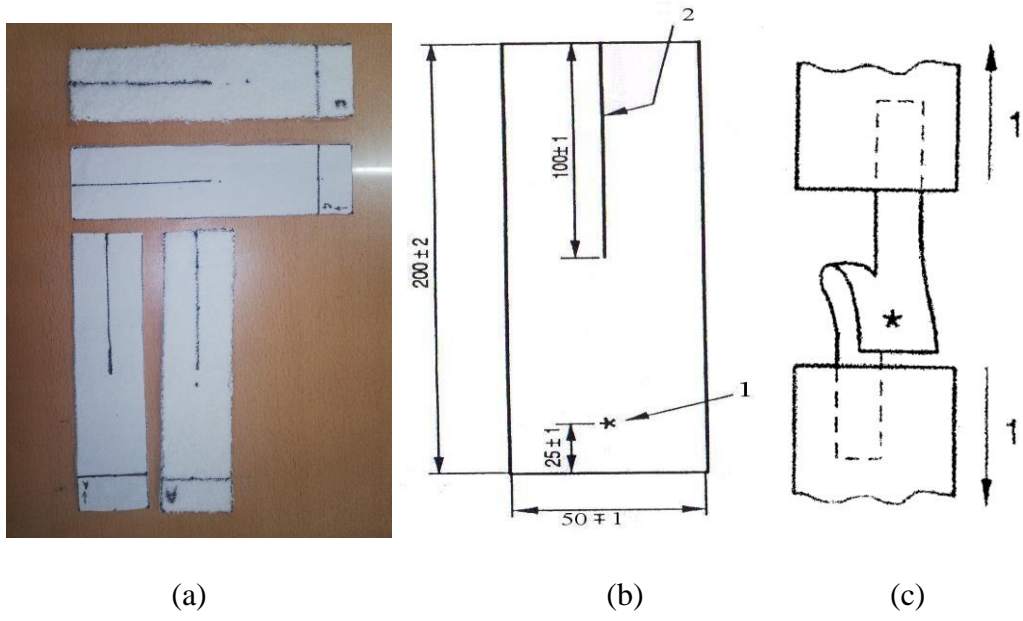
Numunelerin yırtılma dayanımı testleri TS EN ISO 13937-2 (Tekstil-Kumaşların yırtılma özellikleri- Bölüm 2: Pantolon biçimindeki deney numunelerinin yırtılma kuvvetinin tayini (tek yırtma metodu)) standardına göre yapılmıştır. Dokuma işlemi sonrası kumaşta bir araya gelen iplikler üzerlerine düşen gerilimi bölüşürler ve daha yüksek bir dayanım kuvveti gösterirler. Kumaş içinde iplikler gevşek duruyor kolayca yer değiştiriyorsa, yırtılma kuvveti birbiri ardı gelen iplikleri koparmaz, bunun yerine yer değiştirerek gruplaşmış elyaf demetlerini koparır. Kumaşlara uygulanan ve ipliklerin demetler halinde gruplaşmasını engel olmak amacıyla yapılan terbiye işlemleri, yırtılma mukavemetini düşürmektedir.

Tek yırtılma metodu:

Bu yırtılma testi için kumaşın hem atkı hem de çözgü yönünde Şekil 4.5a'da gösterildiği gibi 200 mm x 50 mm boyutlarında şablon yardımıyla kesilerek hazırlanmış numuneler, çekme cihazının (Şekil 4.6) iki çenesi arasına yerleştirilen numunenin bir yırtık oluşturabilmesi için çekilmesiyle (Şekil 4.5b) ve yırtığı ilerletmek için gerekli olan kuvvetin belirlenmesi esasına dayanır. Test için cihaza girilen değerler Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6: Mukavemet cihazı yırtılma test ayarları

| Makineye girilen değerler | |
|---------------------------|-----------|
| Yük Aralığı | 0-10000 N |
| Bitiş Noktası | 200 mm |
| Test Hızı | 100 mm/dk |
| Başlangıç Yüğü | 0 N |
| Otomatik Geri Dönüş | Açık |
| Çeneler Arası Mesafe | 100 mm |



Şekil 4.5: Tek yırtılma metodu (a), (b) numune şablon, (c) mukavemet cihazına yerleştirilmesi (Özdil ve Özçelik 2006)

Şablon hazırlanırken 200 x 50 mm ebatlarında kesilmiştir. Kesilen kumaşlar kumaşın üst kısmında 25 mm altta işaretlenir ve kumaş alttan kumaş eninin tam ortasından 100 mm uzunluğunda işaretlenir ve kesilir.



Şekil 4.6: Instron mukavemet test cihazı

4.2.3 Beyazlık İndeksi Testi

Tekstil ürünlerinin beyazlığı, kalite bakımından; beyazlatmayı ve görünür beyazlığı kontrol etmek için önemli bir unsurdur.

Renk, gözlemcinin gözlem koşullara bağlı olarak farklılık gösterebilir. Bu koşullar;

- ❖ Işığın kaynağı,
- ❖ Işığın yönü,
- ❖ Işığın büyüklüğü,
- ❖ Gözlemin yapıldığı geri plan,
- ❖ Gözlemci,

gibi unsurlar görsel değerlendirmeyi etkilenebilir.

Beyazlık indeks testi için Datacolor 600 Color ® Spektrofotometre (Şekil 4.7) ile ölçümler yapılmıştır. Numunelerin 5 farklı noktasında yapılan ölçümlerde her

ölçüm için 90° döndürülerek Stensby beyazlık değerleri okunmuştur. Her bir numunenin beyazlık değeri toplam 20 ölçümün ortalaması alınarak belirlenmiştir.

Tek yüzü havlı olan peştamal numuneleri için hem havlı yüzey hem de havsız yüzeyde ayrı ayrı ölçüm yapılmış; diğer numunelerde ise sadece tek yüzde ölçüm yapılmıştır.



Şekil 4.7: Datacolor 600 Color ® Spektrofotometre

4.2.4 Kawabata Kumaş Değerlendirme Sistemi (KES-F) Testleri

KES-F sisteminde yer alan ve çalışmada uygulanan testler aşağıda verilmiştir.

- Eğilme (Bending)
- Sıkıştırma (Compression)
- Yüzey sürtünmesi (Surface Friction)
- Yüzey pürüzlülüğü (Surface Roughness)
- Hava geçirgenliği (Air Permeability)

Tüm testler bütün numunelere uygulanmıştır. Ancak eğilme testinde çeneler arası mesafenin yetersiz olması nedeniyle bu test havlu grubu numunelere uygulanamamıştır.

4.2.4.1 KES-FB2 S Eğilme Testi

Test cihazı ile numunelerimizin eğilme – bükülme testleri yapılmaktadır. Testler sırasında numuneler cihaz çeneleri yardımı ile sağ ve sol olmak üzere iki farklı yöne bükülmekte ve bu iki farklı yönün parametre değerlerinin ortalaması alınarak hesaplanmaktadır.

Eğilme test cihazı ile hesaplanan parametreler Tablo 4.7’deki gibidir;

Tablo 4.7: Eğilme testi parametreleri

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| B (Eğilme rijitliği) | $\frac{gf * cm^2}{cm}$ |
| 2HB (eğilme histerizisi) | $\frac{gf * cm}{cm}$ |

4.2.4.2 KES-G5 Sıkıştırma Testi

Bu cihaz yardımı ile numune kumaşlara sıkıştırma testi uygulanır. Uygulanan teste hareketli çene kumaşı artan kuvvetle sıkıştırmaya başlar ve test sonucunda dört farklı parametre ölçülür.

Sıkıştırma testi test parametreleri Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8: Sıkıştırma test parametreleri

| | |
|--|------------------------|
| WC (Sıkıştırma enerjisi) | $\frac{gf * cm}{cm^2}$ |
| RC (Sıkıştırma rezilyansı) | % |
| LC (Sıkıştırma-Kalınlık eğrisinin doğrusallığı) | - |
| T (Kumaş kalınlığı) | mm |

Sıkıştırma test parametrelerinin hesaplama formülleri;

$$LC = WC / WOC \quad (4.1)$$

$$WC = \int_{T_m}^{T_0} P dT \quad (4.2)$$

$$RC = WC' / WC \quad (4.3)$$

T ; Numunenin kalınlığı

T_0 ; Numunenin 0.5 gf/cm² basınç altındaki kalınlık

T_m ; Numunenin P_m basınç altındaki kalınlığı ($P_m = 50$ gf/cm²)

$$WOC = P_m (T_0 - T_m) / 2 \quad (4.4)$$

WC' ; Geri kazanım işleminde basıncın (P') geri kazanım enerjisi

$$WC' = \int_{T_m}^{T_0} P' dT \quad (4.5)$$

4.2.4.3 KES-SE ve KES-SE-STP Yüzey Testi

Bu testte kumaşların yüzey pürüzlülük ve yüzey sürtünme özellikleri objektif olarak ölçülmektedir. KES-SE ve KES-SE-STP olarak isimlendirilen yüzey test parametreleri Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9: Yüzey test parametreleri

| | |
|---|----|
| MIU (Ortalama sürtünme katsayısı) | - |
| MMD (Sürtünme katsayısının standart sapması) | - |
| SMD (Geometrik pürüzlülük) | µm |

KES-SE ve KES-SE-STP yüzey test parametrelerinin hesaplanma yöntemleri;

$$MIU = \frac{1}{X} \int_0^X \mu dx \quad (4.6)$$

$$MMD = \frac{1}{X} \int_0^X |\mu - \bar{\mu}| dx \quad (4.7)$$

$$SMD = \frac{1}{X} \int_0^X |T - \bar{T}| dx \quad (4.8)$$

μ ; Sürtünme kuvveti/sıkıştırma kuvveti

$\bar{\mu}$; Ortalama sürtünme kuvveti

X ; 2 cm

x ; Yüklenicinin numune üzerindeki yer değişimi

T ; Yüklenicinin ölçüm esnasındaki kumaş kalınlığı

\bar{T} ; T değerinin ortalaması

4.2.4.4 KES-F8-AP1 Hava Geçirgenliği Testi

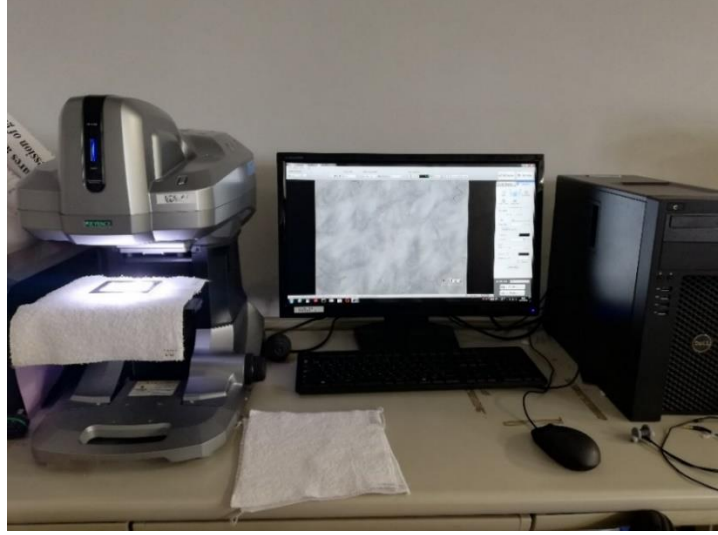
KES-F8 cihazı kumaşlarda hava geçirgenliği değerini ölçmek için kullanılmaktadır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: KES-F8 AP1 Hava geçirgenliği ölçüm ünitesi

4.2.5 Optik Mikroskop

Numunelerin yüzey görüntülerindeki değişimi gözlemlemek için optik mikroskop (Şekil 4.9) altında (40x) inceleme yapılmıştır.



Şekil 4.9: Keyence VR 3100 optik mikroskop

5. BULGULAR

5.1 Kumaş Konstrüksiyon Değişimleri

Kumaşlara uygulanan ev tipi tekrarlı yıkama ve kurutma işlemleri sonrası her bir numune için gramaj ve atkı - çözgü yönlerindeki sıklık değişimleri Tablo 5.1'de gösterilmiştir.

Tablo 5.1: Numunelerin gramaj ve sıklıkları

| Yıkama Adeti ve İşlemi | Numune Kodu | Gramaj (g/m ²) | Gramaj değişim (%) | Sıklık | | | Toplam Sıklık değişim (%) |
|------------------------|-------------|----------------------------|--------------------|---------------|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| | | | | Atkı (tel/cm) | Çözgü (tel/cm) | Toplam (tel/cm ²) | |
| 0 | HA | 501,6 | - | 18 | 28 | 46 | - |
| 10 D | HA10 | 533,2 | 6 | 20 | 29 | 49 | 7 |
| 10 D+Y | HA10Y | 543,6 | 8 | 19 | 28 | 47 | 2 |
| 20 D | HA20 | 558 | 11 | 20 | 29 | 49 | 7 |
| 20 D+Y | HA20Y | 552,4 | 10 | 19 | 28 | 47 | 2 |
| 0 | HH | 387,6 | - | 16 | 28 | 44 | - |
| 10 D | HH10 | 451,2 | 16 | 19 | 29 | 48 | 9 |
| 10 D+Y | HH10Y | 437,2 | 13 | 17 | 29 | 46 | 5 |
| 20 D | HH20 | 488,4 | 26 | 19 | 29 | 48 | 9 |
| 20 D+Y | HH20Y | 511,6 | 32 | 17 | 29 | 46 | 5 |
| 0 | PH | 240,4 | - | 18 | 22 | 40 | - |
| 10 D | PH10 | 270 | 12 | 20 | 24 | 44 | 10 |
| 10 D+Y | PH10Y | 264,4 | 10 | 19 | 23 | 42 | 5 |
| 20 D | PH20 | 272 | 13 | 20 | 24 | 44 | 10 |
| 20 D+Y | PH20Y | 278,8 | 16 | 19 | 23 | 42 | 5 |
| 0 | P | 190 | - | 30 | 34 | 64 | - |
| 10 D | P10 | 228,4 | 20 | 36 | 40 | 76 | 19 |
| 10 D+Y | P10Y | 241,6 | 27 | 34 | 38 | 72 | 13 |
| 20 D | P20 | 243,2 | 28 | 36 | 40 | 76 | 19 |
| 20 D+Y | P20Y | 239,2 | 26 | 34 | 38 | 72 | 13 |

Kumaş gramaj değişimlerinin hesaplanmasında aşağıda yer alan yüzde hesaplama formülü kullanılmıştır.

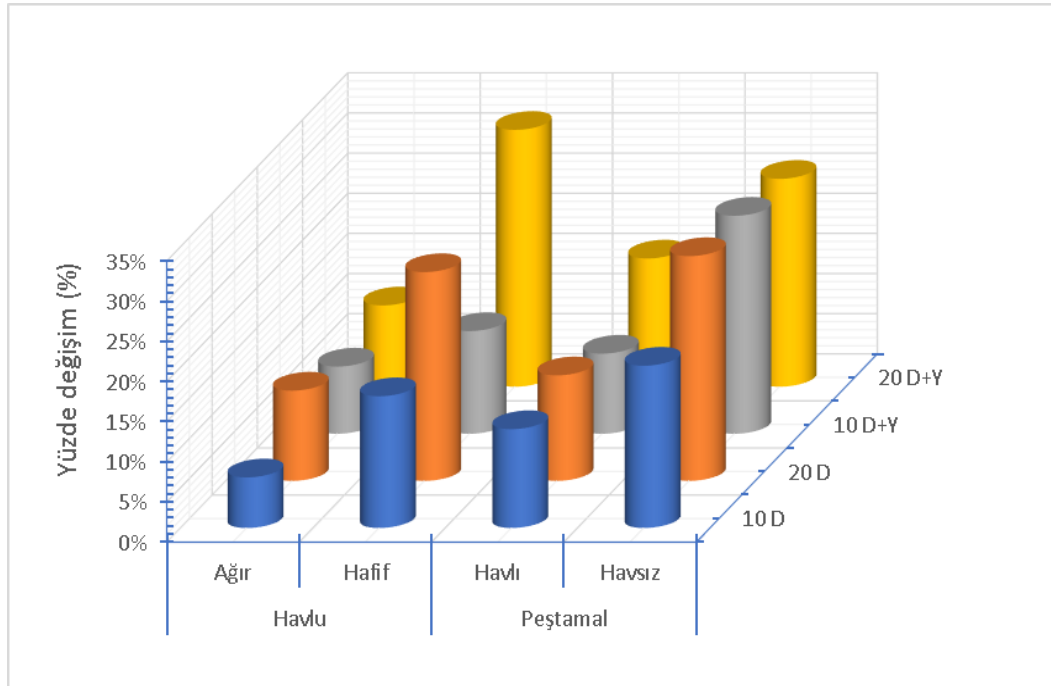
$$K_g = \frac{m_1 - m_y}{m_y} \times 100 \quad (5.1)$$

K_g : Yüzde değişim,

m_1 : Yıkama sonrası gramaj,

m_y : Yıkamasız gramaj

Yapılan tekrarlı yıkama ve kurutma işlemleri sonrası numune gruplarının gramaj değişim yüzdeleri Tablo 5.1’de verilmiş ve değişim grafiksel olarak Şekil 5.1’de gösterilmiştir. Yapılan testler sonucundan numunelerin gramajların tekrarlı yıkamalar kendi aralarında ve kendi numune gruplarında incelendiği zaman yıkama sayısının 0-10-20 olarak artması gramaj artışına sebep olmuştur.



Şekil 5.1: Yıkama işlemlerinin numune gramaj değerleri üzerindeki etkisi

Yapılan tekrarlı yıkama ve kurutma işlemleri sonrası havlu grubu numune sıklık değişim yüzdeleri Tablo 5.2’de, peştamal grubu numune sıklık değişim yüzdeleri Tablo 5.3’te verilmiştir. Yapılan çalışmada havlı veya havsız kumaşların

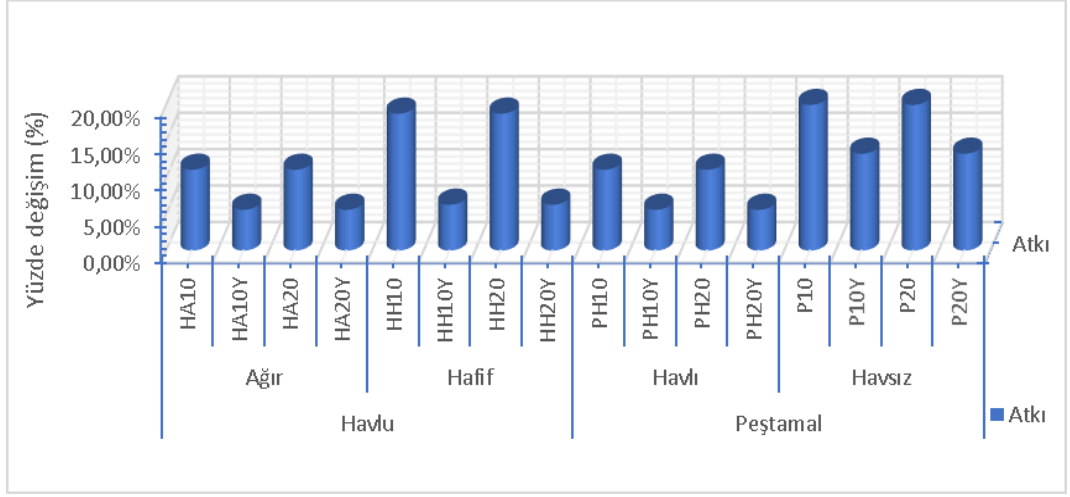
tamamında atkı sıklıklarındaki değişimlerin çözgü sıklıklarına göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.2). Yıkama işlemleri sonrası sıklıklar kontrol edildiğinde yıkamanın sıklık artışına neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.3). Yıkama sayısının (10-20 tekrarlı yıkama) sıklıklar üzerinde aynı seviyede etkili olduğu görülmüştür. Yıkama işleminde deterjanlı yıkamalarda (%7, %9, %10, %19), yumuşatıcı ilaveli yıkamalara (%2, %5, %5, %13) göre daha yüksek sıklık artışı görülmüştür.

Tablo 5.2: Yıkama işlemlerinin havlu grubu kumaş sıklığı üzerine etkisi

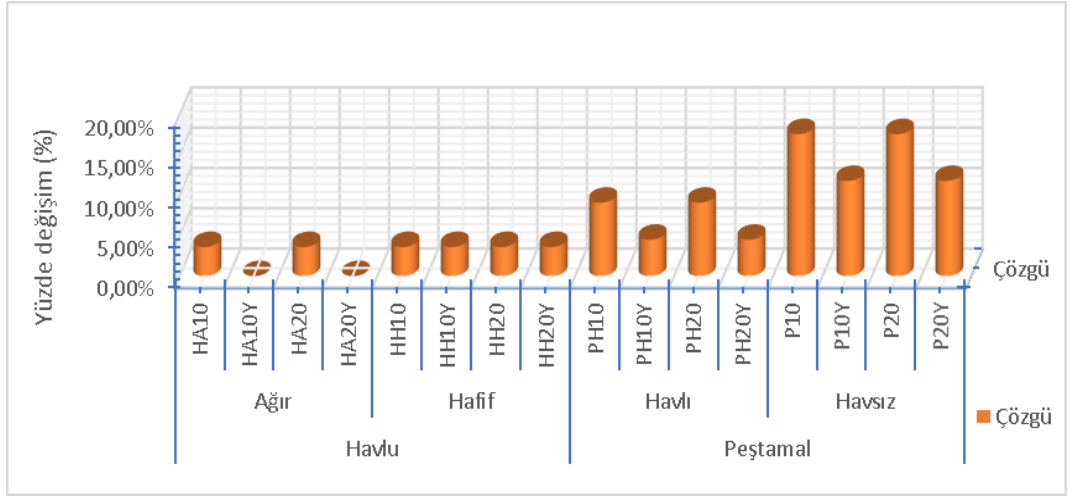
| | Sıklık Değişimi (%) | |
|-----------------|---------------------|------------|
| | Atkı yönü | Çözgü yönü |
| HA-HA10 | 11,1 | 3,6 |
| HA-HA10Y | 5,6 | 0 |
| HA-HA20 | 11,1 | 3,6 |
| HA-HA20Y | 5,6 | 0 |
| HH-HH10 | 18,8 | 3,6 |
| HH-HH10Y | 6,3 | 3,6 |
| HH-HH20 | 18,8 | 3,6 |
| HH-HH20Y | 6,3 | 3,6 |

Tablo 5.3: Yıkama işlemlerinin peştamal grubu kumaş sıklığı üzerine yüzde etkisi

| | Sıklık Değişimi (%) | |
|-----------------|---------------------|------------|
| | Atkı yönü | Çözgü yönü |
| PH-PH10 | 11,1 | 9,1 |
| PH-PH10Y | 5,6 | 4,5 |
| PH-PH20 | 11,1 | 9,1 |
| PH-PH20Y | 5,6 | 4,5 |
| P-P10 | 20 | 17,6 |
| P-P10Y | 13,3 | 11,8 |
| P-P20 | 20 | 17,6 |
| P-P20Y | 13,3 | 11,8 |

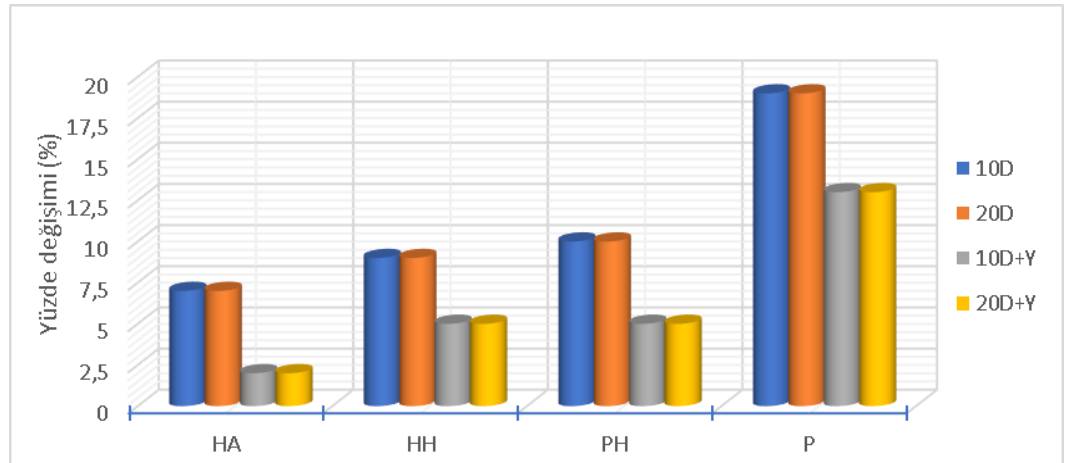


(a)



(b)

Şekil 5.2: Yıkama işlemlerinin havlu ve peştamal gruplarının sıklıkları üzerine yüzde etkisi (a)Atkı, (b)Çözü



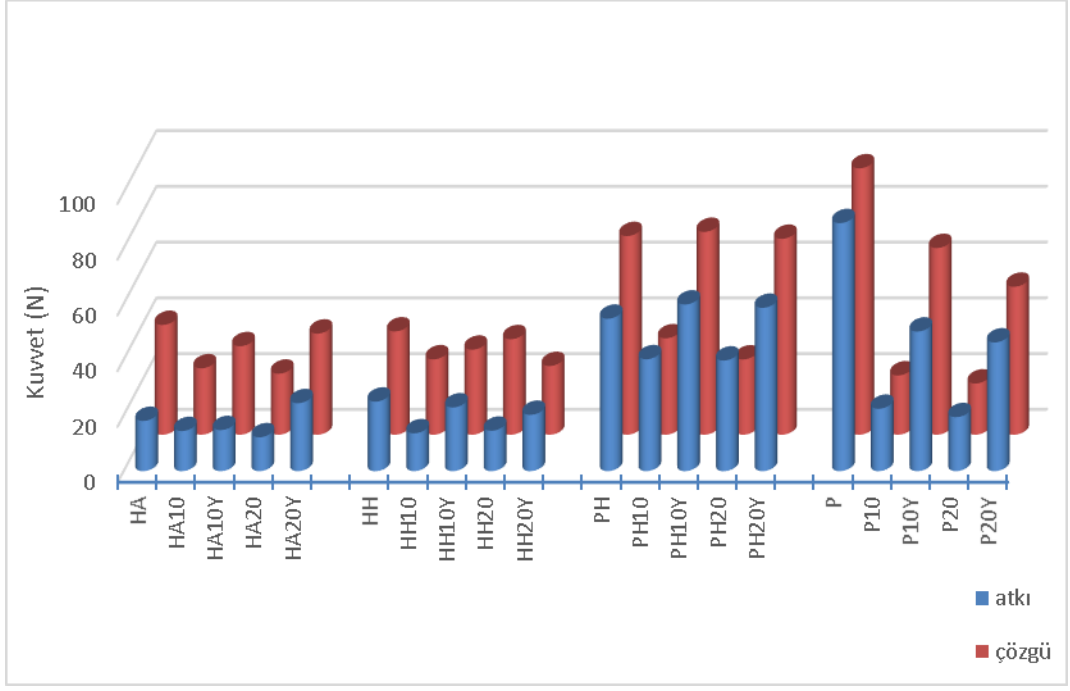
Şekil 5.3: Yıkama işlemlerinin havlu ve peştamal grupları toplam sıklıklar üzerine yüzde etkisi

5.2 Yırılma Testi

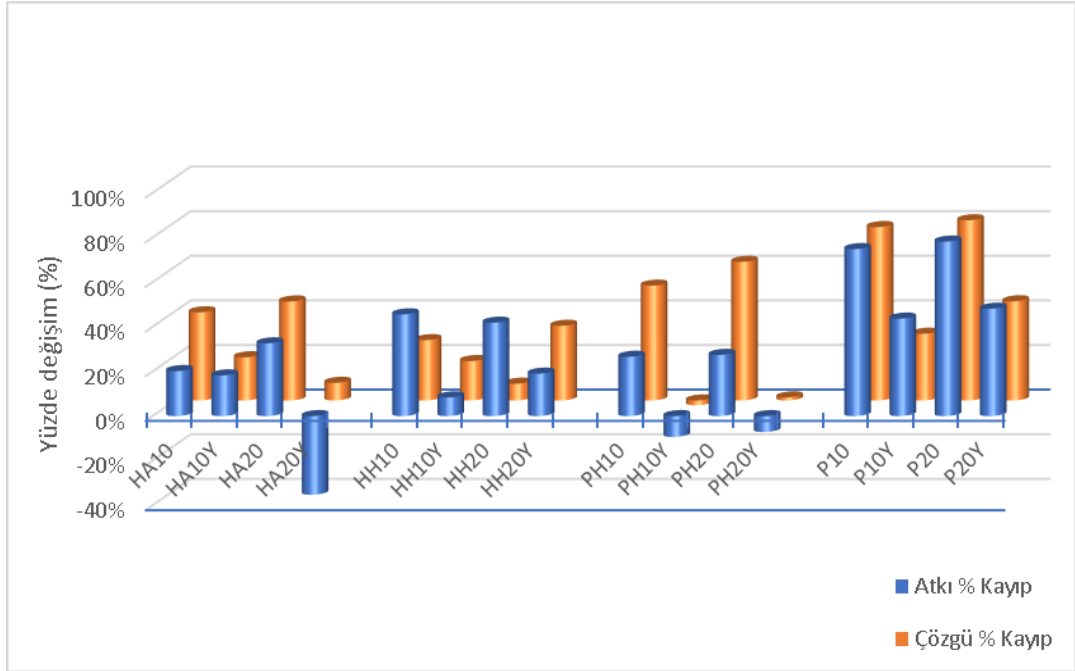
Tek yırılma metoduna göre yapılan testin sonucunda elde edilen değerler Tablo 5.4'te verilmektedir. Tabloda % kayıp olarak gösterilen sütunlardaki veriler yırılma mukavemetindeki değerlerin yıkamasız numunelere göre azalmalarını ifade etmektedir. % kayıp değerlerindeki negatif veriler yırılma mukavemetindeki artışı göstermektedir.

Tablo 5.4: Yıkama işlemlerinin tek yırılma metodu sonuç tablosu

| Numune Kodu | Yırılma Mukavemeti | | | |
|-------------|--------------------|---------|------------|---------|
| | Çözü | | Atkı | |
| | Kuvvet (N) | % Kayıp | Kuvvet (N) | % Kayıp |
| HA | 18,03 | - | 39,41 | - |
| HA10 | 14,39 | 20 | 23,84 | 40 |
| HA10Y | 14,74 | 18 | 31,78 | 19 |
| HA20 | 12,15 | 33 | 21,92 | 44 |
| HA20Y | 24,39 | -35 | 36,29 | 8 |
| HH | 24,96 | - | 37,08 | - |
| HH10 | 13,58 | 46 | 27,06 | 27 |
| HH10Y | 22,87 | 8 | 30,53 | 18 |
| HH20 | 14,51 | 42 | 34,29 | 8 |
| HH20Y | 20,21 | 19 | 24,67 | 33 |
| PH | 54,7 | - | 71,3 | - |
| PH10 | 40,15 | 27 | 34,6 | 51 |
| PH10Y | 59,8 | -9 | 72,8 | -2 |
| PH20 | 39,7 | 27 | 27,01 | 62 |
| PH20Y | 58,6 | -7 | 70,3 | 1 |
| P | 89 | - | 95,6 | - |
| P10 | 22,38 | 75 | 21,29 | 78 |
| P10Y | 50,1 | 44 | 67 | 30 |
| P20 | 19,38 | 78 | 18,38 | 81 |
| P20Y | 46,19 | 48 | 53,1 | 44 |



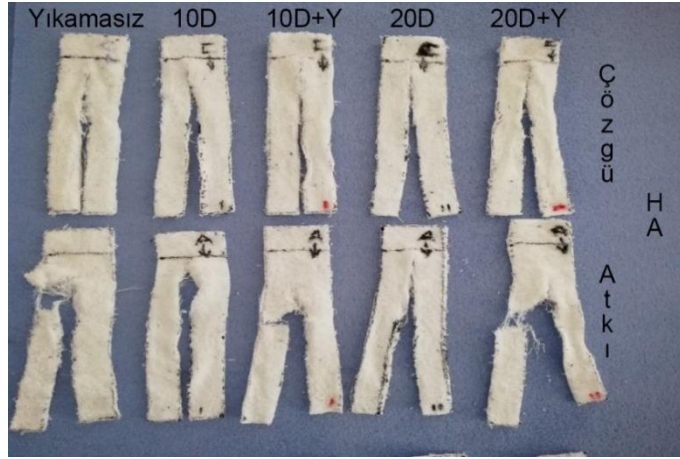
(a)



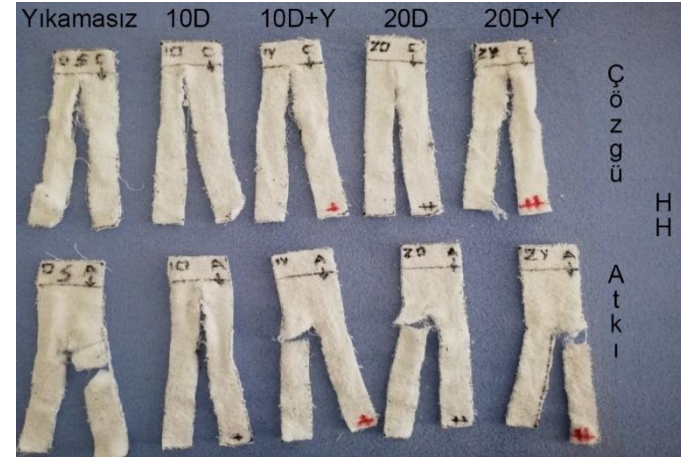
(b)

Şekil 5.4: Yırtılma mukavemet verileri ((a)- atkı ve çözgü ölçüm değerleri, (b)- mukavemet kayıpları

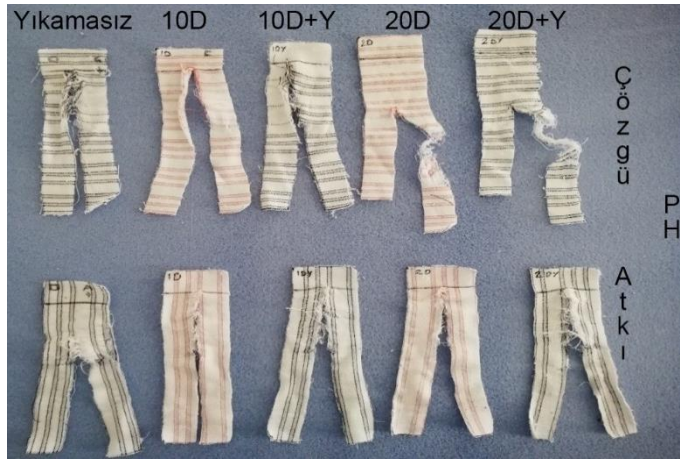
Yırtılma mukavemeti değerlerinin havlı ve havsız kumaşların tamamında atkı yönünde (çözgü iplikleri), çözgü yönüne (atkı iplikleri) göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.4). Havlu numunelerinin yırtılma mukavemeti değerlerinin, peştamal numunelerine göre daha düşük olduğu görülmüştür. Yıkama işlemleri sonrası yırtılma mukavemet değerlerinde farklılıklar oluştuğu görülmüştür. Yumuşatıcı ilaveli yıkamaların deterjanlı yıkamalara göre numunelerde yırtılma mukavemetini arttırdığı görülmüştür. Bu artışın nedeni yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda kumaş üzerindeki sıklık değişiminin deterjanlı yıkamalara göre daha az olması ve bu sebep ile ipliklerin kumaş içerisinde deterjanlı yıkamalara göre daha fazla kayarak grup oluşturmalarıdır. Bu oluşan gruplar kuvvete karşı olan direnci arttırdığı için yırtılma mukavemeti değerlerini arttırmıştır.



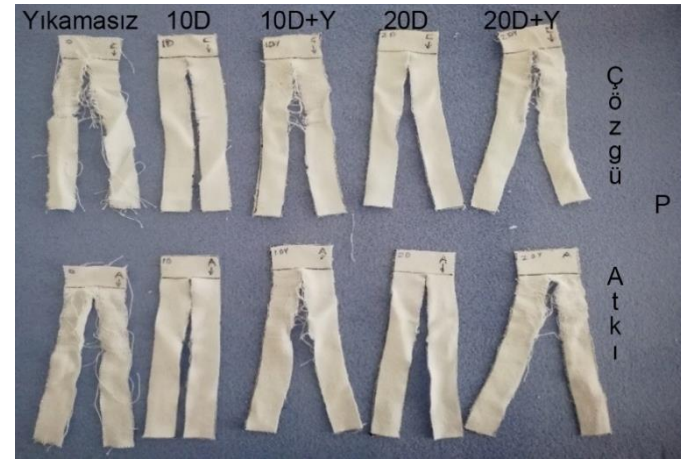
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 5.5: Yırtılma mukavemeti numuneleri ((a)- ağır havlu, (b)- hafif havlu, (c)- havlı peştamal, (d)- havsız peştamal)

Şekil 5.5'teki yırtılma mukavemeti numune resimleri incelendiğinde sadece deterjan kullanılarak yıkanmış numunelerin nerdeyse tamamında yırtılma işlemi beklendiği şekilde gerçekleşmiş, tüm ipliklerde kopma görülmüş bu sebeple kumaşta iplik yığılması ve yırtılmama gibi bir durumla karşılaşılmamıştır. Yumuşatıcı ilaveli yıkanmış numunelerde ise yırtılma testi uygulanırken atkı yönünde yapılan yıkamasız ve yumuşatıcı ilaveli yırtılmalarda kumaş tam yırtılmayıp ipliklerin yığılma yaptığı ve yırtılma işleminin gerçekleşmediği görülmüştür.

Ağır gramajlı havlularda başlangıç yırtılma mukavemet değeri atkı yönünde 39,41 N, çözgü yönünde 18,03 N olarak belirlenmiştir. Deterjanlı yıkamalarda yıkama sayısı arttığında yırtılma mukavemet değerinin atkı yönünde 23,84 N'dan 21,92 N'a düştüğü; çözgü yönünde 14,39 N'dan 12,15 N'a düştüğü belirlenmiştir. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda ise yıkama sayısı arttığında yırtılma mukavemet değerinin atkı yönünde 10 yıkama için 31,78 N, 20 yıkama için 36,29 N olduğu belirlenmiş ve başlangıç değerine göre azaldığı görülmüştür. Atkı yönünde kayıp değer 10 yumuşatıcı ilaveli yıkama için %19, 20 yumuşatıcı ilaveli yıkama için %8 olarak hesaplanmıştır. Çözgü yönünde 10 yıkama için 14,74 N, 20 yıkama için 24,39 N olduğu belirlenmiş ve başlangıç değeri olan 18,03 N'a göre farklılaşmıştır. Yumuşatıcı ilaveli 10 yıkama sonrasında beklendiği gibi mukavemet değerinde azalma gerçekleşmiş ancak 20 yıkama sonrasında aşırı bir yükselme görülmüştür. (Şekil 5.5 (a)) Bu artışın nedeni konusunda belirsizlik olduğu, yapılan tekrarlı ölçümlerde aynı verinin elde edildiği görülmüştür. Bu verinin mevcut hali ile tez metninde açıklanamayan bir durum olarak kalmasına karar verilmiştir. (Tablo 5.4).

Hafif gramajlı havlularda başlangıç yırtılma mukavemet değeri atkı yönünde 37,08 N, çözgü yönünde 24,96 N olarak belirlenmiştir. Deterjanlı yıkamalarda yıkama sayısı arttığında yırtılma mukavemet değerinin atkı yönünde önce başlangıç değeri olan 37,08 N'dan 27,06 N'a düştüğü, sonra 34,29 N'a arttığı; çözgü yönünde önce başlangıç değeri olan 24,96 N'dan 13,58 N'a düştüğü, sonra 14,51 N'a arttığı belirlenmiştir. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda ise yıkama sayısı arttığında yırtılma mukavemet değerinin atkı yönünde 30,53 N'dan 24,67 N'a düştüğü; çözgü yönünde 22,87 N'dan 20,21 N'a düştüğü belirlenmiştir (Tablo 5.4) (Şekil 5.5 (b)).

Havlı peştamallarda başlangıç yırtılma mukavemet değeri atkı yönünde 71,3 N, çözgü yönünde 54,7 N olarak belirlenmiştir. Deterjanlı yıkamalarda yıkama sayısı

arttığında yırtılma mukavemet değerinin atkı yönünde 34,6 N'dan 27,01 N'a düştüğü; çözgü yönünde 40,15 N'dan 39,7 N'a düştüğü belirlenmiştir. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda ise yıkama sayısı arttığında yırtılma mukavemet değerinin atkı yönünde önce başlangıç değeri olan 71,3 N'dan 72,8 N'a arttığı, sonra 70,3 N'a düştüğü; çözgü yönünde önce başlangıç değeri olan 54,7 N'dan 59,8 N'a arttığı, sonra 58,6 N'a düştüğü belirlenmiştir (Şekil 5.5 (c)). Yumuşatıcı ilaveli yıkamaların havlı peştamalarda yırtılma mukavemet değerini başlangıç değerine göre arttırdığı Tablo 5.4'da görülen kayıp değerlerinin negatif olduğu yani mukavemet artışı görüldüğü belirlenmiştir. Bu artışın nedeni kumaşlardaki yırtılma teorisi ile açıklanabilmektedir.

Havsız peştamalarda başlangıç yırtılma mukavemet değeri atkı yönünde 95,6 N, çözgü yönünde 89 N olarak belirlenmiştir. Deterjanlı yıkamalarda yıkama sayısı arttığında yırtılma mukavemet değerinin atkı yönünde 21,29 N'dan 18,38 N'a düştüğü; çözgü yönünde 22,38 N'dan 19,38 N'a düştüğü belirlenmiştir. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda ise yıkama sayısı arttığında yırtılma mukavemet değerinin atkı yönünde 67 N'dan 53,1 N'a düştüğü; çözgü yönünde 50,1 N'dan 46,19 N'a düştüğü belirlenmiştir (Tablo 5.4). Bu düşüşün nedeni kumaşlardaki yırtılma teorisi ile açıklanabilmektedir.

5.3 Su Emicilik ve Sıvı Transfer Testleri

5.3.1 Dikey Kılcal Emicilik Testi

Dikey kılcal emicilik test yöntemine göre yapılan testin sonucunda elde edilen değerler Tablo 5.5'te verilmektedir. Ölçümlerde sıvının 15'er saniyelik aralarla numune boyunca yükselmesi cm olarak 2 dakika boyunca ölçülmüştür. Ölçüm verileri her bir numune için atkı ve çözgü yönlerinde ayrı ayrı verilmiştir.

Tablo 5.5: Dikey kılcal emicilik test sonuçları tablosu

| Numune Kodu | Numune Yönü | Suyun yükselme miktarı (cm) | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 |
| HA | Çözgü | 1,00 | 4,08 | 4,88 | 5,45 | 5,75 | 6,10 | 6,38 | 6,73 | 6,93 |
| | Atkı | 1,00 | 4,05 | 4,50 | 5,00 | 5,55 | 5,65 | 5,68 | 5,80 | 6,25 |
| HA10 | Çözgü | 1,00 | 4,33 | 5,05 | 5,55 | 5,95 | 6,45 | 6,68 | 6,95 | 7,15 |
| | Atkı | 1,00 | 4,20 | 4,45 | 4,85 | 5,43 | 5,80 | 5,93 | 6,18 | 6,53 |
| HA10Y | Çözgü | 1,00 | 4,28 | 4,85 | 5,35 | 5,55 | 5,95 | 6,10 | 6,45 | 6,60 |
| | Atkı | 1,00 | 4,00 | 4,58 | 4,78 | 5,03 | 5,35 | 5,55 | 5,65 | 5,78 |
| HA20 | Çözgü | 1,00 | 4,78 | 5,33 | 5,95 | 6,38 | 6,85 | 7,10 | 7,38 | 7,65 |
| | Atkı | 1,00 | 4,20 | 4,85 | 5,15 | 5,55 | 5,90 | 6,08 | 6,40 | 6,75 |
| HA20Y | Çözgü | 1,00 | 4,53 | 5,03 | 5,25 | 5,75 | 6,00 | 6,3 | 6,5 | 6,65 |
| | Atkı | 1,00 | 4,00 | 4,55 | 4,85 | 5,03 | 5,20 | 5,35 | 5,43 | 5,63 |
| HH | Çözgü | 1,00 | 2,55 | 3,45 | 4,25 | 4,65 | 5,13 | 5,45 | 5,68 | 6,00 |
| | Atkı | 1,00 | 2,10 | 3,00 | 3,65 | 4,00 | 4,35 | 4,78 | 5,10 | 5,28 |
| HH10 | Çözgü | 1,00 | 4,30 | 4,95 | 5,35 | 5,85 | 6,05 | 6,33 | 6,60 | 6,80 |
| | Atkı | 1,00 | 3,95 | 4,45 | 4,80 | 5,05 | 5,45 | 5,65 | 5,90 | 6,00 |
| HH10Y | Çözgü | 1,00 | 3,95 | 4,95 | 5,30 | 5,65 | 5,83 | 6,00 | 6,25 | 6,55 |
| | Atkı | 1,00 | 3,95 | 4,65 | 5,05 | 5,30 | 5,43 | 5,70 | 5,95 | 6,05 |
| HH20 | Çözgü | 1,00 | 4,88 | 5,50 | 6,00 | 6,45 | 6,85 | 7,15 | 7,50 | 7,80 |
| | Atkı | 1,00 | 4,48 | 5,00 | 5,45 | 5,75 | 6,03 | 6,35 | 6,58 | 6,85 |
| HH20Y | Çözgü | 1,00 | 4,40 | 5,10 | 5,45 | 5,88 | 6,15 | 6,30 | 6,48 | 6,63 |
| | Atkı | 1,00 | 3,70 | 4,40 | 4,65 | 4,85 | 5,10 | 5,35 | 5,50 | 5,55 |
| PH | Çözgü | 1,00 | 2,58 | 3,50 | 4,18 | 4,68 | 5,18 | 5,55 | 5,85 | 6,10 |
| | Atkı | 1,00 | 2,75 | 3,55 | 4,13 | 4,60 | 4,85 | 5,15 | 5,40 | 5,68 |
| PH10 | Çözgü | 1,00 | 4,45 | 5,30 | 5,93 | 6,45 | 6,88 | 7,33 | 7,65 | 7,75 |
| | Atkı | 1,00 | 4,10 | 4,83 | 5,33 | 5,73 | 6,05 | 6,35 | 6,63 | 6,85 |
| PH10Y | Çözgü | 1,00 | 3,30 | 4,00 | 4,48 | 5,05 | 5,38 | 5,60 | 5,95 | 6,25 |
| | Atkı | 1,00 | 3,43 | 4,00 | 4,58 | 4,90 | 5,10 | 5,38 | 5,60 | 5,80 |
| PH20 | Çözgü | 1,00 | 4,80 | 5,65 | 6,38 | 6,73 | 7,35 | 7,75 | 8,08 | 8,33 |
| | Atkı | 1,00 | 4,25 | 4,98 | 5,63 | 6,00 | 6,40 | 6,73 | 7,03 | 7,30 |
| PH20Y | Çözgü | 1,00 | 3,40 | 4,00 | 4,55 | 4,85 | 5,25 | 5,45 | 5,70 | 5,78 |
| | Atkı | 1,00 | 3,18 | 3,83 | 4,13 | 4,45 | 4,70 | 4,95 | 5,13 | 5,28 |
| P | Çözgü | 1,00 | 1,05 | 1,15 | 1,33 | 1,43 | 1,52 | 1,60 | 1,73 | 1,78 |
| | Atkı | 1,00 | 2,15 | 2,60 | 3,05 | 3,23 | 3,40 | 3,60 | 3,73 | 3,88 |

Tablo 5.5 (devam)

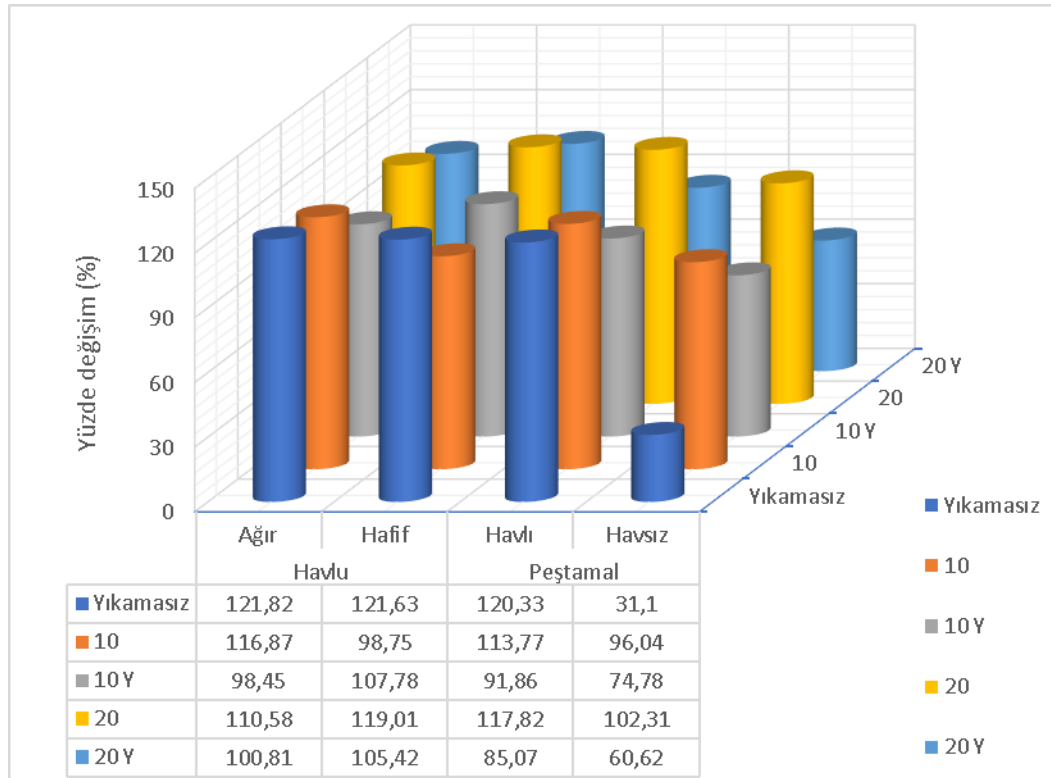
| | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| P10 | Çözü | 1,00 | 4,45 | 5,30 | 5,95 | 6,50 | 6,90 | 7,30 | 7,63 | 7,98 |
| | Atkı | 1,00 | 4,60 | 5,43 | 6,00 | 6,50 | 7,00 | 7,45 | 7,83 | 8,03 |
| P10Y | Çözü | 1,00 | 3,78 | 4,33 | 4,88 | 5,25 | 5,48 | 5,75 | 6,00 | 6,23 |
| | Atkı | 1,00 | 3,83 | 4,40 | 4,90 | 5,28 | 5,50 | 5,70 | 5,95 | 6,18 |
| P20 | Çözü | 1,00 | 4,78 | 5,65 | 6,38 | 6,90 | 7,48 | 7,83 | 8,20 | 8,55 |
| | Atkı | 1,00 | 4,60 | 5,78 | 6,43 | 6,95 | 7,48 | 7,95 | 8,35 | 8,78 |
| P20Y | Çözü | 1,00 | 3,23 | 3,90 | 4,35 | 4,68 | 4,95 | 5,10 | 5,30 | 5,43 |
| | Atkı | 1,00 | 3,38 | 3,98 | 4,30 | 4,58 | 4,88 | 4,98 | 5,15 | 5,25 |

Tablo 5.5 incelendiğinde 2 dakikalık işlem sonunda maksimum sıvı yüksekliğinin ağır havlu için atkı yönünde 6,75 cm, çözü yönünde 7,65 cm; hafif havlu için atkı yönünde 6,85 cm, çözü yönünde 7,80 cm; Havlı peştamal için atkı yönünde 7,30 cm, çözü yönünde 8,33 cm; havsız peştamal için atkı yönünde 8,78 cm, çözü yönünde 8,55 cm olduğu belirlenmiştir. Deterjanlı yıkamalarda ki sıvı yükselmeleri yumuşatıcı ilaveli yıkama numunelerindeki maksimum sıvı yüksekliklerine göre daha fazladır. Bu durum yumuşatıcı ilaveli yıkamaların numunelerde su emicilik özelliğini olumsuz etkilediğini göstermektedir.

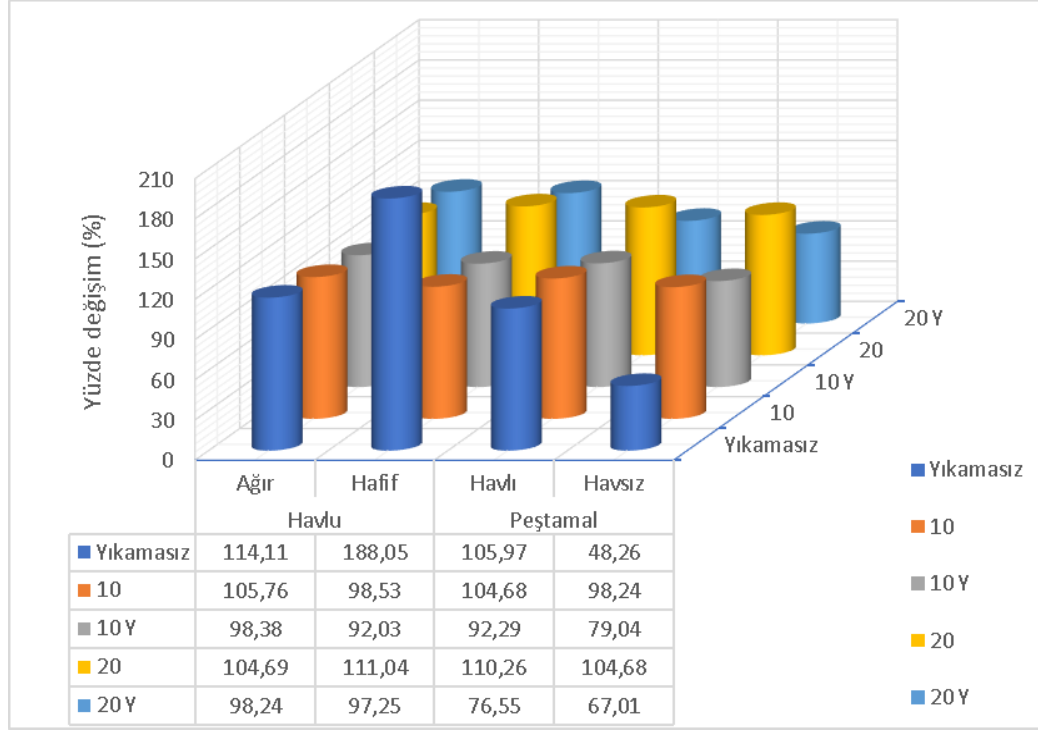
Tablo 5.6'da dikey kılcal emicilik testlerinin 2 dakikalık süresi sonrasında ıslanarak ağırlıkları artmış olan numuneler başlangıç kuru ağırlıklarıyla karşılaştırılmış ve hesaplanan % su emilim değerleri gösterilmiştir. Bu ağırlık değişimleri her bir numune için çözü yönünde (Şekil 5.6) ve atkı yönünde (Şekil 5.7) ayrı ayrı grafiksel biçimde gösterilmiştir.

Tablo 5.6: Su emilim yüzde değişim değerleri

| Numune Kodu | Su Emilim (%) | | Numune Kodu | Su Emilim (%) | |
|-------------|---------------|--------|-------------|---------------|--------|
| | Çözgü | Atkı | | Çözgü | Atkı |
| HA | 121,82 | 114,11 | PH | 120,33 | 105,97 |
| HA10 | 116,87 | 105,76 | PH10 | 113,77 | 104,68 |
| HA10Y | 98,45 | 98,38 | PH10Y | 91,86 | 92,29 |
| HA20 | 110,58 | 104,69 | PH20 | 117,82 | 110,26 |
| HA20Y | 100,81 | 98,24 | PH20Y | 85,07 | 76,55 |
| HH | 121,63 | 188,05 | P | 31,10 | 48,26 |
| HH10 | 98,75 | 98,53 | P10 | 96,04 | 98,24 |
| HH10Y | 107,78 | 92,03 | P10Y | 74,78 | 79,04 |
| HH20 | 119,01 | 111,04 | P20 | 102,31 | 104,68 |
| HH20Y | 105,42 | 97,25 | P20Y | 60,62 | 67,01 |



Şekil 5.6: Su emilim miktarının değişimi (çözgü)



Şekil 5.7: Su emilim miktarının değişimi (atkı)

Yıkama sayısının artması sadece deterjan ile yıkanmış numunelerin su emilim miktarında artmaya, yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda ise azalmaya neden olmaktadır. Bu durum yumuşatıcı kullanımının kumaşlarda su emilim özelliğini azalttığı bilgisini doğrulamaktadır.

Tüm numunelerde su yükselme hızının ilk 15 saniyede oransal olarak en yüksek seviyede olduğu sonraki 15 saniyelik dilimlerde ise su yükselme hızının oransal olarak yavaşladığı belirlenmiştir. 75 saniyelik üçüncü ölçüm diliminden sonra su yükselme hızının minimum seviyeye geldiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar çözümlü yönü için (EK A.1) ve atkı yönü için (EK A.2) verilmiştir.

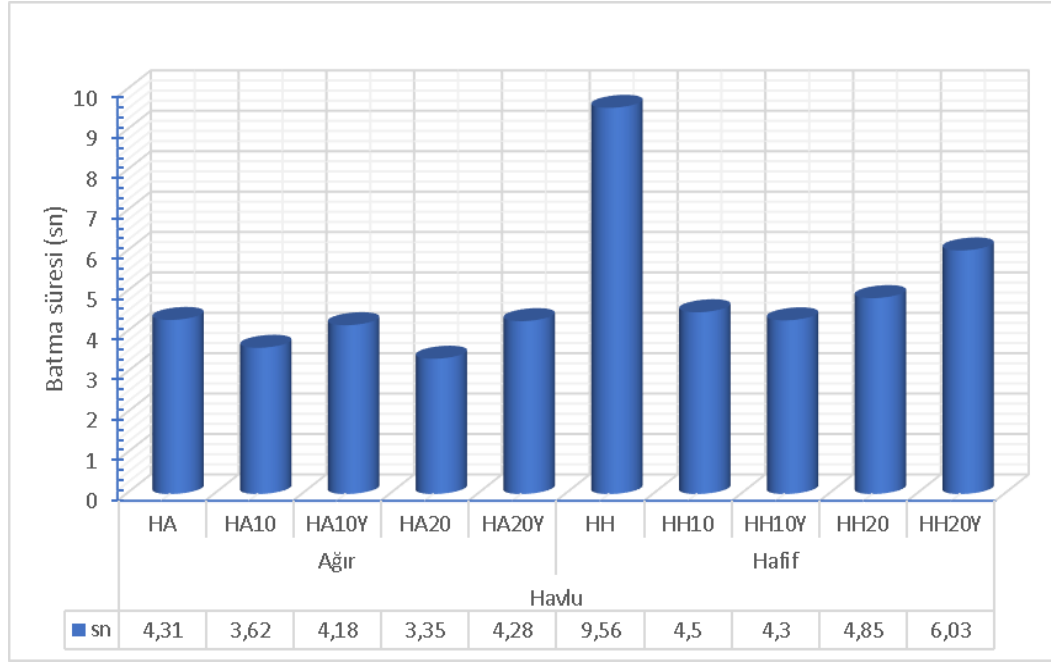
5.3.2 Batma Testi

Batma testi sonuçları Tablo 5.7’de saniye olarak, yıkanmamış numuneler ile yıkanmış numunelerin batma sürelerinde değişim % olarak ve hidrofilité derecesi olarak verilmiştir.

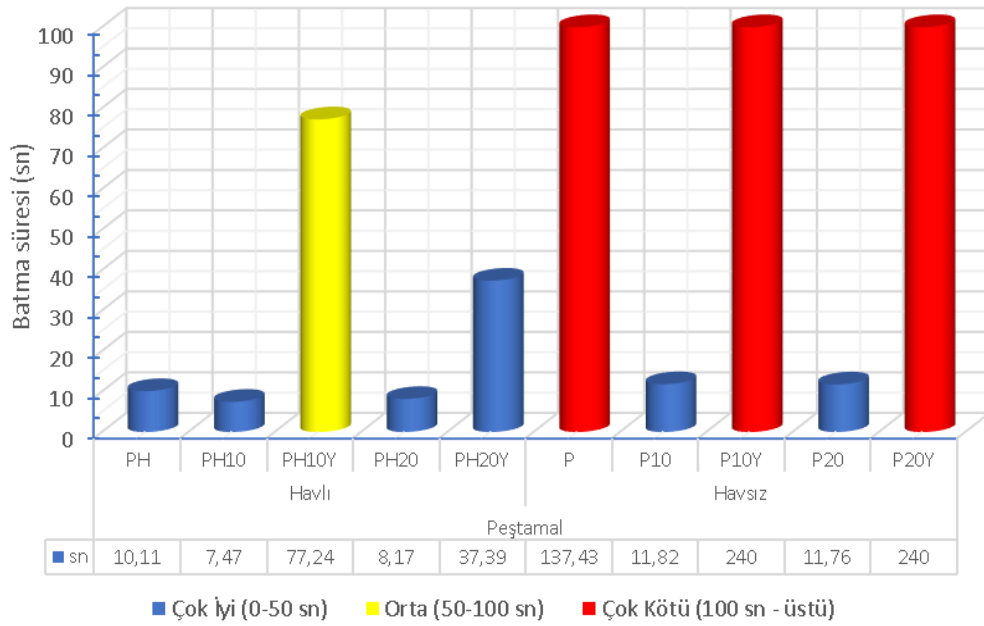
Tablo 5.7: Batma testi test sonuçları

| Numune Kodu | Süre (sn) | Yüzde değişim, % (yıkamasız hallerine göre) | Hidrofilite Derecesi |
|--------------------|------------------|--|-----------------------------|
| HA | 4,31 | - | Çok İyi |
| HA10 | 3,62 | 16 | Çok İyi |
| HA10Y | 4,18 | 3 | Çok İyi |
| HA20 | 3,35 | 22 | Çok İyi |
| HA20Y | 4,28 | 1 | Çok İyi |
| HH | 9,56 | - | Çok İyi |
| HH10 | 4,50 | 53 | Çok İyi |
| HH10Y | 4,30 | 55 | Çok İyi |
| HH20 | 4,85 | 49 | Çok İyi |
| HH20Y | 6,03 | 37 | Çok İyi |
| PH | 10,11 | - | Çok İyi |
| PH10 | 7,47 | 26 | Çok İyi |
| PH10Y | 77,24 | -664 | Orta |
| PH20 | 8,17 | 19 | Çok İyi |
| PH20Y | 37,39 | -270 | Çok İyi |
| P | 137,43 | - | Çok Kötü |
| P10 | 11,82 | 91 | Çok İyi |
| P10Y | 240,00 | -75 | Çok Kötü |
| P20 | 11,76 | 91 | Çok İyi |
| P20Y | 240,00 | -75 | Çok Kötü |

Batma testi sonucu havlu grubu numuneler en uzun süre 9.56 saniye olarak belirlenmiş; peştamal grubu numuneler için ise bu değer 240 saniyeye kadar çıktığı görülmüştür. Batma sürelerindeki bu farklılıktan dolayı havlulara ait batma süreleri Şekil 5.8 ve peştamal grubu numunelere ait batma süreleri ise Şekil 5.9’da grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.8: Havlu grubu kumaşlar için batma testi grafiği



Şekil 5.9: Peştamal grubu kumaşlar için batma testi grafiği

Testler sonucunda uygulanan çoklu yıkamaların ve kullanılan deterjan ve yumuşatıcıların havlu numuneler için aranan 100 sn'nin altında batma şartını sağladığı görülmüştür. Yapılan testler sonucu havlı yüzeye sahip kumaşların batma sürelerinin havsız yüzeye göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada kullanılan numuneler kendi gruplarında değerlendirildiğinde havlu grubunda ağır gramajlı numunelerin hafif gramajlıya göre daha hızlı battığı gözlemlenmiş, ağır

havluların daha hızlı su emdikleri belirlenmiştir. Peştamal grubunda havlı yüzeye sahip olan numunelerin havsız numunelere göre daha hızlı battığı, daha hızlı su emdiği belirlenmiştir. Ayrıca deterjan yıkamalı numunelerin yumuşatıcı ilaveli yıkama numunelerine göre daha hidrofil özellikte oldukları ve daha hızlı battıkları görülmüştür.

5.3.3 Kuruma Hızı Testi

Kumaşlar kuruma özelliklerinin incelendiği kuruma hızı testi öncesi ASTM D-1776 standardına göre kondisyonlu (65 ± 2 ° nem ve 21 ± 1 °C) ortamda en az 24 saat bekletilmiş ve aynı ortamda test edilmiştir.

Teste kullanılan tüm kumaşlara ağırlığının %50 si kadar su emdirilmiştir. Test sonucu elde edilen kumaş kuruma hızı sonuçları gramaj olarak Tablo 5.8’de ve ayrıntılı olarak EK B’de gösterilmiştir.

Tablo 5.8: Kuruma hızı testi gramaj değişimleri

| Süre (dk) | Kuruma Hızı (gr) | | | | | | | Süre (dk) | Kuruma Hızı (gr) | | | | | | |
|--------------|------------------|-------|------|------|------|------|------|--------------|------------------|-------|------|------|------|------|------|
| | Kuru | 0 | 5 | 15 | 30 | 45 | 60 | | Kuru | 0 | 5 | 15 | 30 | 45 | 60 |
| HA | 1,254 | 1,881 | 1,86 | 1,80 | 1,74 | 1,67 | 1,60 | PH | 0,601 | 0,902 | 0,87 | 0,83 | 0,75 | 0,69 | 0,64 |
| HA10 | 1,333 | 2,000 | 1,98 | 1,93 | 1,84 | 1,77 | 1,69 | PH10 | 0,675 | 1,013 | 0,98 | 0,93 | 0,86 | 0,79 | 0,73 |
| HA10Y | 1,395 | 2,093 | 2,03 | 1,98 | 1,89 | 1,81 | 1,73 | PH10Y | 0,68 | 1,020 | 0,97 | 0,93 | 0,85 | 0,78 | 0,72 |
| HA20 | 1,359 | 2,039 | 1,96 | 1,92 | 1,84 | 1,76 | 1,68 | PH20 | 0,661 | 0,992 | 0,99 | 0,95 | 0,87 | 0,80 | 0,73 |
| HA20Y | 1,381 | 2,072 | 2,03 | 1,98 | 1,90 | 1,82 | 1,73 | PH20Y | 0,697 | 1,046 | 1,02 | 0,99 | 0,92 | 0,85 | 0,79 |
| HH | 0,969 | 1,337 | 1,30 | 1,26 | 1,21 | 1,15 | 1,10 | P | 0,475 | 0,713 | 0,67 | 0,63 | 0,57 | 0,51 | 0,49 |
| HH10 | 1,128 | 1,692 | 1,65 | 1,62 | 1,56 | 1,49 | 1,42 | P10 | 0,571 | 0,857 | 0,84 | 0,80 | 0,74 | 0,67 | 0,62 |
| HH10Y | 1,221 | 1,832 | 1,60 | 1,54 | 1,47 | 1,37 | 1,31 | P10Y | 0,608 | 0,912 | 0,88 | 0,84 | 0,79 | 0,72 | 0,67 |
| HH20 | 1,093 | 1,640 | 1,78 | 1,74 | 1,69 | 1,63 | 1,55 | P20 | 0,604 | 0,906 | 0,89 | 0,85 | 0,80 | 0,72 | 0,67 |
| HH20Y | 1,279 | 1,919 | 1,87 | 1,82 | 1,75 | 1,66 | 1,60 | P20Y | 0,598 | 0,897 | 0,87 | 0,83 | 0,78 | 0,72 | 0,66 |

Kumaş kuruma hızı yüzdesi ve kumaştaki kalan su miktarı aşağıda yer alan formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$K_h = \frac{m_0 - m_s}{m_0 - m_k} \times 100 \quad (5.2)$$

$$K_s = \frac{m_s - m_k}{m_0 - m_k} \quad (5.3)$$

K_h : Kuruma hızı yüzdesi,

K_s : Kuruma sonrası kumaştaki su miktarı,

m_0 : İlk ıslak ağırlık,

m_s : Her 5 dk daki kumaş ağırlığı,

m_k : Kuru kumaş ağırlığı

Yapılan hesaplamalar sonrası kumaşın kuruma hızı yüzdeleri Tablo 5.9'da gösterilmiştir.

Tablo 5.9: Kuruma hızı testi sonuçları

| Süre (dk) | K _h (%) | | | | | Süre (dk) | K _h (%) | | | | |
|--------------|--------------------|----|----|----|----|--------------|--------------------|----|----|----|----|
| | 5 | 15 | 30 | 45 | 60 | | 5 | 15 | 30 | 45 | 60 |
| HA | 4 | 13 | 23 | 34 | 45 | PH | 12 | 23 | 51 | 70 | 86 |
| HA10 | 3 | 11 | 23 | 34 | 46 | PH10 | 11 | 24 | 46 | 65 | 83 |
| HA10Y | 12 | 18 | 30 | 41 | 53 | PH10Y | 6 | 20 | 42 | 65 | 82 |
| HA20 | 9 | 16 | 29 | 41 | 52 | PH20 | 9 | 22 | 45 | 66 | 84 |
| HA20Y | 6 | 13 | 25 | 36 | 50 | PH20Y | 7 | 17 | 36 | 56 | 72 |
| HH | 11 | 21 | 35 | 50 | 64 | P | 17 | 34 | 60 | 84 | 95 |
| HH10 | 7 | 13 | 23 | 36 | 48 | P10 | 6 | 21 | 41 | 66 | 85 |
| HH10Y | 8 | 19 | 32 | 49 | 60 | P10Y | 10 | 23 | 39 | 60 | 79 |
| HH20 | 8 | 14 | 23 | 34 | 46 | P20 | 7 | 20 | 37 | 62 | 79 |
| HH20Y | 8 | 15 | 26 | 40 | 50 | P20Y | 8 | 22 | 40 | 60 | 79 |

Tablo 5.8'deki veriler doğrultusunda Formül 5.2 kullanılarak yüzde hesaplamaları yapılmış ve kuruma hız yüzde değişimleri Tablo 5.9'da gösterilmiştir.

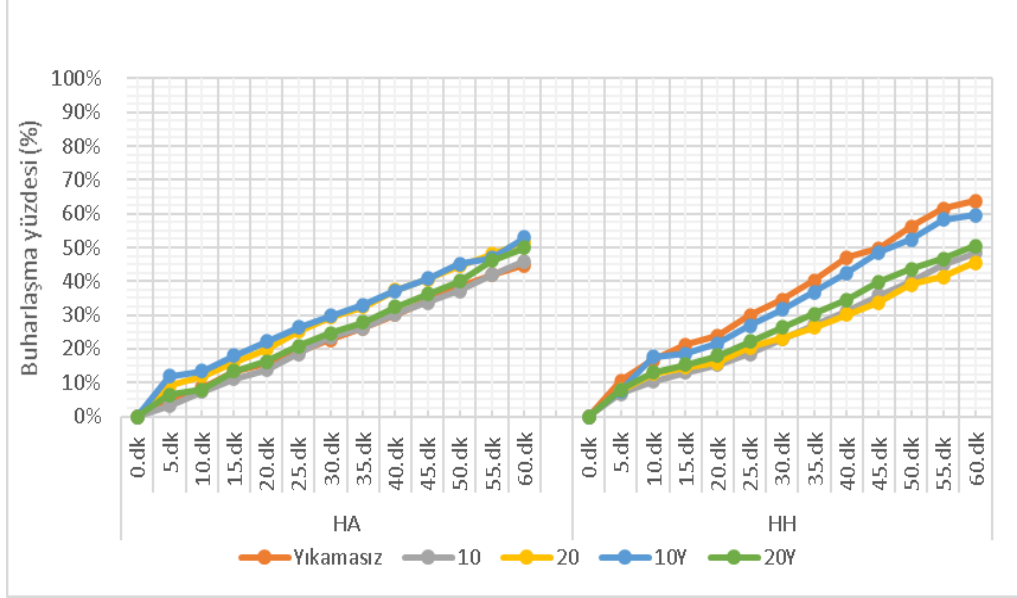
Formül 5.3'e göre yapılan hesaplamalar sonrası kumaş üzerinde bulunan su miktarları Tablo 5.10'da gösterilmiştir.

Tablo 5.10: Kumaş üzerinde kalan su miktarı

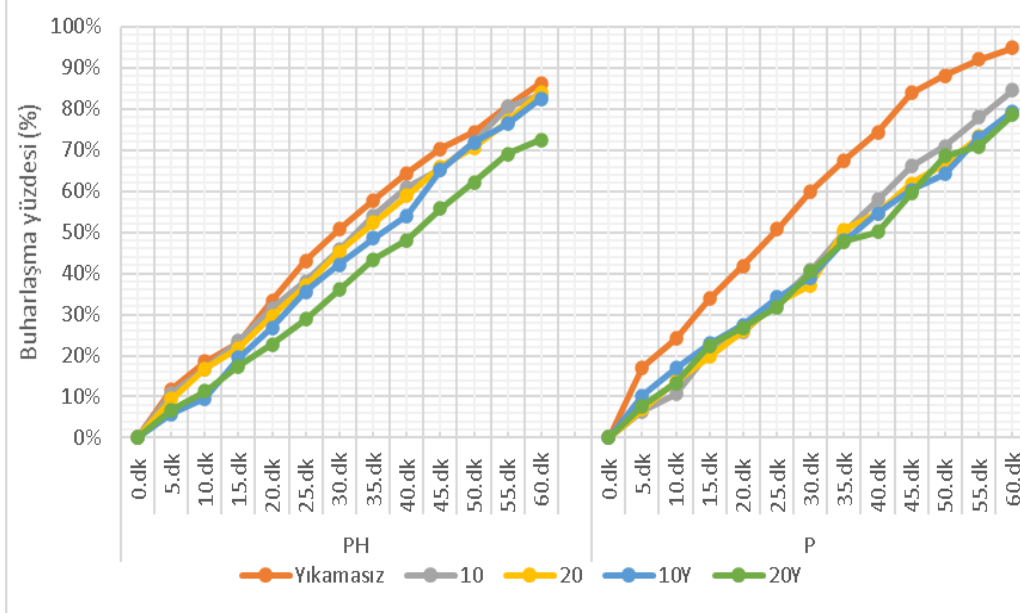
| Süre dk | K _s (gr) | | | | | |
|--------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 5 | 15 | 30 | 45 | 60 |
| HA | 0,627 | 0,601 | 0,544 | 0,485 | 0,412 | 0,346 |
| HA10 | 0,667 | 0,645 | 0,592 | 0,510 | 0,441 | 0,360 |
| HA10Y | 0,698 | 0,634 | 0,585 | 0,493 | 0,415 | 0,337 |
| HA20 | 0,680 | 0,599 | 0,557 | 0,477 | 0,403 | 0,320 |
| HA20Y | 0,691 | 0,646 | 0,598 | 0,520 | 0,440 | 0,346 |
| HH | 0,368 | 0,329 | 0,290 | 0,241 | 0,185 | 0,133 |
| HH10 | 0,564 | 0,526 | 0,490 | 0,435 | 0,362 | 0,291 |
| HH10Y | 0,611 | 0,563 | 0,522 | 0,469 | 0,404 | 0,332 |
| HH20 | 0,547 | 0,505 | 0,445 | 0,373 | 0,281 | 0,221 |
| HH20Y | 0,640 | 0,589 | 0,541 | 0,471 | 0,385 | 0,317 |
| PH | 0,301 | 0,265 | 0,231 | 0,148 | 0,089 | 0,041 |
| PH10 | 0,338 | 0,301 | 0,258 | 0,183 | 0,117 | 0,056 |
| PH10Y | 0,340 | 0,308 | 0,266 | 0,186 | 0,116 | 0,054 |
| PH20 | 0,331 | 0,311 | 0,266 | 0,191 | 0,115 | 0,058 |
| PH20Y | 0,349 | 0,325 | 0,288 | 0,223 | 0,154 | 0,096 |
| P | 0,238 | 0,197 | 0,157 | 0,095 | 0,038 | 0,012 |
| P10 | 0,286 | 0,267 | 0,226 | 0,169 | 0,097 | 0,044 |
| P10Y | 0,304 | 0,283 | 0,244 | 0,191 | 0,116 | 0,064 |
| P20 | 0,302 | 0,271 | 0,233 | 0,184 | 0,120 | 0,062 |
| P20Y | 0,299 | 0,276 | 0,232 | 0,178 | 0,121 | 0,064 |

Kuruma hızı testi sonucu havlu grubu numuneler bir saat sonunda en fazla %64 olarak belirlenmiş; peştamal grubu numuneler için ise bu değer %95'e kadar

çıkıldığı görülmüştür. Kuruma hızlarındaki bu farklılıktan dolayı havlulara ait kuruma hızları Şekil 5.10'da ve peştamal grubu numunelere ait kuruma hızları ise Şekil 5.11'de yüzde değişimler ayrı ayrı grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.10: Yıkama işlemlerinin havlu grubu kumaşlar üzerinde buharlaşma yüzde grafiği



Şekil 5.11: Yıkama işlemlerinin peştamal grubu kumaşlar üzerinde buharlaşma yüzde grafiği

Kuruma hızı testi sonucundan tüm numunelerde kuruma havlı yapıya sahip olan numunelerde havsız yapıya sahip numunelere göre daha düşük olduğu

görülmüştür (Tablo 5.9). Bunun sebebinin ise havlı yüzeylerin zemin ile hav arasında suyu hapsetmesi olduğu düşünülmektedir.

Tekrarlı yıkama işlemlerinde deterjanlı yıkamaların yumuşatıcı ilaveli yıkamalara göre daha yavaş kurduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi ise yumuşatıcı kullanımının kumaşları oluşturan iplikleri hidrofob yapmasıdır (Tablo 5.9).

Ağır gramajlı havlu grubunda yıkamasız numunenin bir saat sonunda ki kuruma hızı %45 olarak tespit edilmiştir. Tekrarlı yıkamalar sonucunda deterjanlı yıkama işleminde; bu değer önce %45'den %46'a, sonra ise %52'ye arttığı, yumuşatıcı ilaveli yıkama işleminde; bu değer önce %45'den %53'e arttığı, sonra ise %50'ye düştüğü görülmüştür. Bu değişimin sebebinin hav yapısındaki düzensizlikten kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hafif gramajlı havlu grubunda yıkamasız numunenin bir saat sonundaki kuruma hızı %64 olarak tespit edilmiştir. Tekrarlı yıkamalar sonucunda deterjanlı yıkama işleminde; bu değer önce %64'den %48'e, sonra ise %48'den %46'ya düştüğü, yumuşatıcı ilaveli yıkama işleminde; bu değer önce %64'den %60'a, sonra ise %50'ye düştüğü görülmüştür.

Havlı peştamal grubunda yıkamasız numunenin bir saat sonundaki kuruma hızı %86 olarak tespit edilmiştir. Tekrarlı yıkamalar sonucunda deterjanlı yıkama işleminde; bu değer önce %86'dan %83'e düştüğü, sonra ise %84'e arttığı, yumuşatıcı ilaveli yıkama işleminde; bu değer önce %86'den %82'a, sonra ise %72'ye düştüğü görülmüştür.

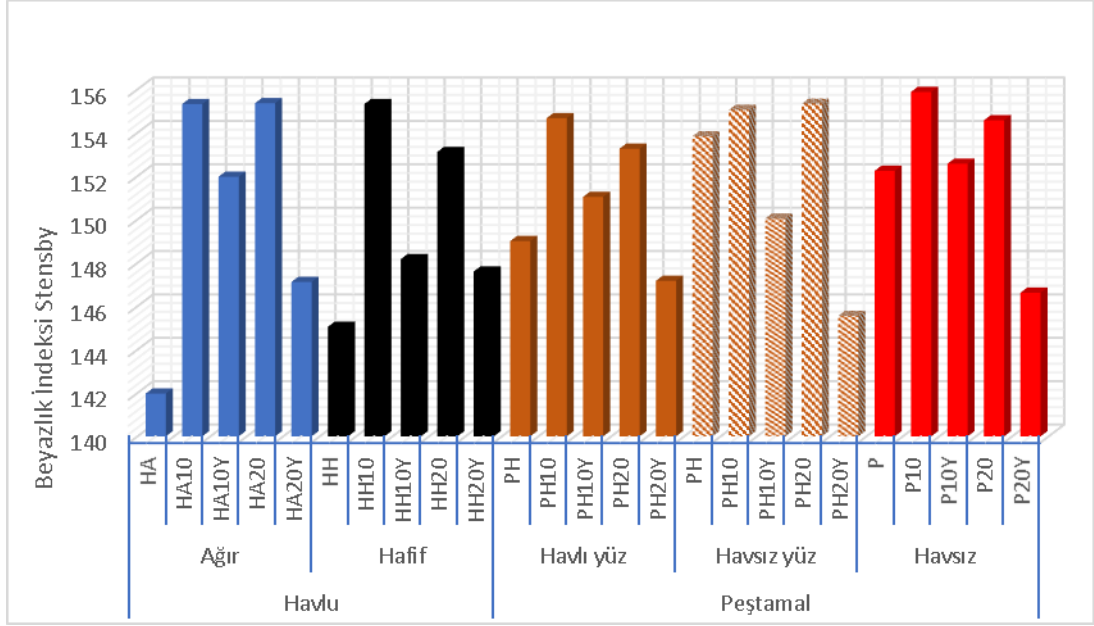
Peştamal grubunda yıkamasız numunenin bir saat sonundaki kuruma hızı %95 olarak tespit edilmiştir. Tekrarlı yıkamalar sonucunda deterjanlı yıkama işleminde; bu değer önce %95'den %85'e, sonra ise %79'a düştüğü, yumuşatıcı ilaveli yıkama işleminde; bu değer önce %95'den %79'a düştüğü, sonra ise %79'da kaldığı görülmüştür.

5.4 Beyazlık İndeksi

Beyazlık indeksi ölçümü için DataColor 600® spektrofotometre kullanılarak uygulanan test için D65 10Deg ışık kaynağı seçilmiştir. Testte kullanılan numuneler ve Stensby beyazlık indeks değerleri Tablo 5.11’de verilmiştir. Havlı peştamal için iki yüzde ölçüm yapılmıştır.

Tablo 5.11: Stensby Beyazlık İndeks tablosu

| Numune Kodu | | Stensby | |
|-------------|---------|---------|--------|
| HA | | 141,97 | |
| HA10 | | 155,32 | |
| HA10Y | | 151,97 | |
| HA20 | | 155,36 | |
| HA20Y | | 147,12 | |
| HH | | 145,05 | |
| HH10 | | 155,32 | |
| HH10Y | | 148,17 | |
| HH20 | | 153,11 | |
| HH20Y | | 147,60 | |
| PH-Ö | PH-A | 149 | 153,83 |
| PH10-Ö | PH10-A | 154,67 | 155,05 |
| PH10Y-Ö | PH10Y-A | 151,04 | 150,04 |
| PH20-Ö | PH20-A | 153,26 | 155,33 |
| PH20Y-Ö | PH20Y-A | 147,17 | 145,55 |
| P | | 152,24 | |
| P10 | | 155,88 | |
| P10Y | | 152,57 | |
| P20 | | 154,57 | |
| P20Y | | 146,62 | |



Şekil 5.12: Yıkama işlemlerinin Stensby Beyazlık İndeksi üzerine etkisi

Beyazlık testi sonucunda tüm numunelerin deterjanlı yıkamalarda Stensby değeri yıkamasız hallerinden yüksek çıkmış ve daha beyaz olduğu görülmüştür. Bunun sebebi ise yıkama işleminde kullanılan deterjanın oksijen bazlı ağartıcı özelliğinin olmasıdır.

Yumuşatıcı ilaveli yıkamalar tüm numune gruplarında yıkama sayısının 10'dan 20'ye artışı Stensby değerinde düşüşe sebep olmuş ve bu düşüş te numunenin daha az beyaz görünmesine sebep olmuştur.

Ağır gramajlı havlu grubunda başlangıç Stensby beyazlık değeri 141,97 olarak tespit edilmiştir. Tekrarlı yıkamalarda deterjanlı yıkamalarda bu değer yıkama sayısının artması ile; 155,3'den, 155,36'ya çıkmasıyla daha beyaz bir görünüm sağlamıştır. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda bu değer yıkama sayısının artması ile edilmesi ile bu değer; 151,97'ye artmıştır bu yüzden daha beyaz görülmüştür, sonrasında ise 151,97'den 147,12'ye düşmesiyle daha az beyaz bir görünüm kazanmıştır.

Hafif gramajlı havlu grubunda başlangıç Stensby beyazlık değeri 145,05 olarak tespit edilmiştir. Tekrarlı yıkamalarda deterjan yıkamalarda bu değer yıkama sayısının artması ile; 155,32'ye artarak daha beyaz görünmesini sağlamıştır, sonra 155,32'den, 153,11'e düşmesiyle daha az beyaz bir görünüm kazanmıştır.

Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda bu değer yıkama sayısının artması ile; önce 148,17'ye artması ile daha beyaz, sonrasında ise 148,17'den 147,60'a düşmesiyle daha az beyaz bir görünüm kazanmıştır.

Havlı peştamal grubunda havlı yüzey için Stensby başlangıç beyazlık değeri 149 olarak tespit edilmiştir. Tekrarlı yıkamalarda deterjan yıkamalarda bu değer yıkama sayısının artması ile; 154,67'ye artarak daha beyaz görünmesini sağlamış, sonra 154,67'den, 153,26'ya düşmesiyle daha az beyaz bir görünüm kazanmıştır. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda bu değer yıkama sayısının artması ile; önce 151,04'e artmasıyla daha beyaz, sonrasında ise 151,04'den 147,17'ye düşmesiyle yıkamasız halinden daha az beyaz bir görünüm kazanmıştır.

Havlı peştamal grubunda havsız yüzey için Stensby başlangıç beyazlık değeri 153,83 olarak tespit edilmiştir. Tekrarlı yıkamalarda deterjanlı yıkamalarda bu değer yıkama sayısındaki artış ile; 155,05'den, 155,33'e artarak daha beyaz görünmesini sağlamıştır. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda bu değer yıkama sayısındaki artış ile; önce 150,04'e artmasıyla daha beyaz, sonrasında ise 150,04'den 145,55'e düşmesiyle yıkamasız halinden de daha az beyaz bir görünüm kazanmıştır.

Havsız peştamal grubunda başlangıç Stensby beyazlık değeri 152,24 olarak tespit edilmiştir. Tekrarlı yıkamalarda deterjanlı yıkamalarda bu değer yıkama sayısının artması ile; 155,88'e artarak daha beyaz görünmesini sağlamış, sonra 155,88'den, 154,57'ye düşmesiyle daha az beyaz bir görünüm sağlamıştır. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda bu değer yıkama sayısının artması ile; önce 152,57'ye artmasıyla daha beyaz, sonrasında ise 152,52'den 146,62'ye düşmesiyle yıkamasız halinden daha az beyaz bir görünüm kazanmıştır.

5.5 KES-F Testleri

Kawabata kumaş değerlendirme sistemi testlerinin sonuçlarını yorumlama da Kawabata ve diğ. (2002) çalışmalarında, önermiş olduğu Tablo 5.12 dikkate alınmıştır.

Tablo 5.12: KES-F parametreleri ve kumaş ilişkisi (Kawabata ve diğ. 2002)

| Makine İsmi | Yapılan Test | Parametre | Kumaş Parametre İlişkisi |
|-------------|-------------------|-----------|--|
| KES-FB2-S | Eğilme | B | Eğilme sertliği. Değerler yükseldikçe kumaşın sertleştiğini gösterir. |
| | | 2HB | Eğilme histerisi. Değerler yükseldikçe kumaş bükülmede esnek olmayan davranışa sebep olur. |
| KES-G5 | Sıkıştırma | LC | Sıkıştırma doğrusallığı. Değerler yükseldikçe kumaşta sert tutuma sebep olur. |
| | | WC | Sıkıştırma enerjisi. Değerler azaldıkça kumaşta sert bir tutuma sebep olur |
| | | RC | Direnç. Değerler azaldıkça kumaşta esnek olmayan sıkıştırma özelliğine neden olur. |
| KES-SE | Yüzey | MIU | Sürtünme katsayısı. Çok yüksek ve çok düşük değerler olağandışı sonuçlar verir. |
| | | MMD | Yüzey sürtünme pürüzlülüğü. Değerler yükseldikçe kumaş yüzeyin pürüzlülüğünün arttığını gösterir. |
| | | SMD | Yüzey geometrik pürüzlülüğü. Çok yüksek ve çok düşük değerler olağandışı yüzey hissine sebep olur. |
| KES-F8 | Hava Geçirgenliği | R | Havalandırma direnci. Değerler azaldıkça kumaşta hava geçirgenliğinin ve nefes alabilirliğinin artmasına sebep olur. |
| | | T | Kumaş kalınlığı. |
| | | W | Birim alandaki kumaş ağırlığı |

5.5.1 KES-F2 Eğilme Testi (Bending Tester)

Kawabata testleri içinde kumaş eğilme özelliğinin ölçüldüğü bu testte numune kumaş makine çeneleri arasına yerleştirilir, numune sağ (+) ve sol (-) yöne eğilerek ölçüm tamamlanır. Ölçüm sırasında elde edilen değerler Tablo 5.13'te, ayrıntılı değer tablosu ise Ek C'de verilmiştir. (Bu test yönteminde çenelerde yer alan

kısaçaların aralıkları havlu kumaşlar için yeterli olmadığından sadece peştamal grubunda ölçüm yapılmıştır.)

Elde edilen parametreler;

- B: Eğilme rijitliği $\frac{gf * cm^2}{cm}$
- 2HB: Eğilme histerizisi $\frac{gf * cm}{cm}$

Tablo 5.13: Eğilme testi sonuçları

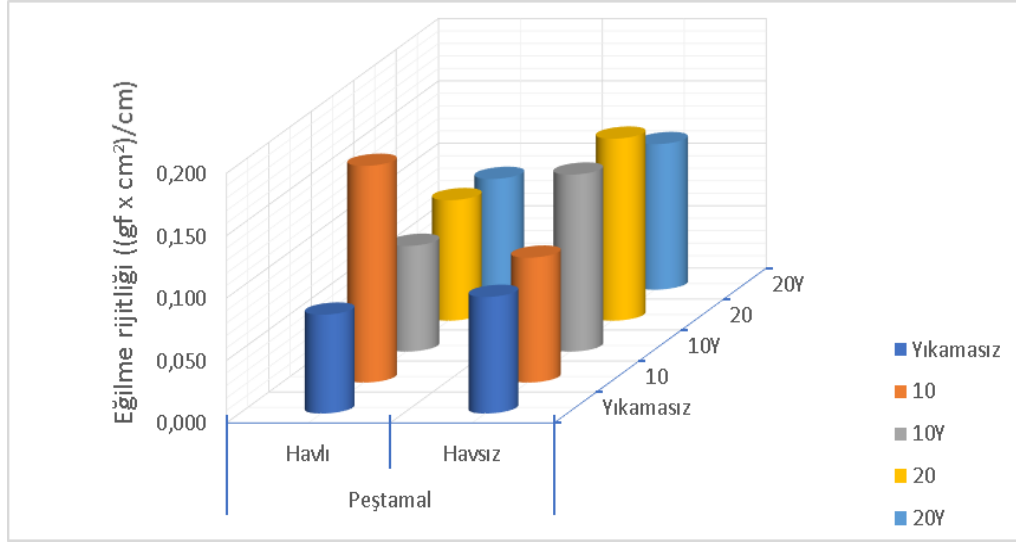
| | | + (sağa eğilme) | | | | - (sola eğilme) | | | | Ortalama | |
|-------|------|-----------------|-------|-------|-------|-----------------|--------|-------|--------|----------|-------|
| | | B | 2HB | *B | *2HB | B' | 2HB' | *B' | *2HB' | *B | *2HB |
| PH | Çözü | 0,079 | 0,102 | 0,109 | 0,128 | 0,040 | -0,051 | 0,082 | -0,084 | 0,096 | 0,106 |
| | Atkı | 0,140 | 0,155 | | | 0,124 | -0,116 | | | | |
| PH10 | Çözü | 0,174 | 0,191 | 0,166 | 0,192 | 0,168 | -0,226 | 0,144 | -0,213 | 0,155 | 0,203 |
| | Atkı | 0,158 | 0,192 | | | 0,120 | -0,200 | | | | |
| PH10Y | Çözü | 0,085 | 0,125 | 0,124 | 0,150 | 0,064 | -0,073 | 0,095 | -0,106 | 0,110 | 0,128 |
| | Atkı | 0,164 | 0,176 | | | 0,127 | -0,140 | | | | |
| PH20 | Çözü | 0,097 | 0,150 | 0,140 | 0,177 | 0,096 | -0,104 | 0,120 | -0,127 | 0,130 | 0,152 |
| | Atkı | 0,184 | 0,204 | | | 0,145 | -0,151 | | | | |
| PH20Y | Çözü | 0,089 | 0,123 | 0,121 | 0,150 | 0,067 | -0,081 | 0,095 | -0,104 | 0,108 | 0,127 |
| | Atkı | 0,153 | 0,178 | | | 0,123 | -0,127 | | | | |
| P | Çözü | 0,093 | 0,150 | 0,095 | 0,157 | 0,081 | -0,162 | 0,087 | -0,168 | 0,091 | 0,163 |
| | Atkı | 0,097 | 0,164 | | | 0,093 | -0,174 | | | | |
| P10 | Çözü | 0,100 | 0,149 | 0,139 | 0,193 | 0,067 | -0,085 | 0,106 | -0,128 | 0,122 | 0,161 |
| | Atkı | 0,178 | 0,237 | | | 0,144 | -0,172 | | | | |
| P10Y | Çözü | 0,142 | 0,157 | 0,126 | 0,144 | 0,130 | -0,169 | 0,118 | -0,155 | 0,122 | 0,128 |
| | Atkı | 0,110 | 0,130 | | | 0,105 | -0,141 | | | | |
| P20 | Çözü | 0,146 | 0,173 | 0,137 | 0,167 | 0,146 | -0,183 | 0,139 | -0,180 | 0,138 | 0,173 |
| | Atkı | 0,128 | 0,160 | | | 0,132 | -0,177 | | | | |

Tablo 5.13 (devam)

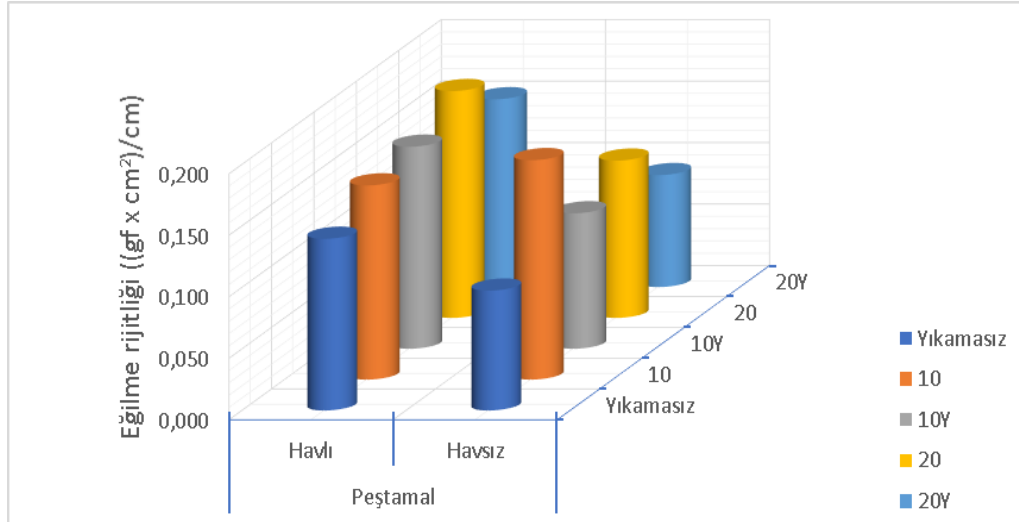
| | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|
| P20Y | Çözgü | 0,117 | 0,126 | 0,104 | 0,120 | 0,112 | -0,133 | 0,105 | -0,128 | 0,104 | 0,124 |
| | Atkı | 0,091 | 0,114 | | | 0,099 | -0,124 | | | | |

*: Çözgü ve atkı değer ortalamaları alınmış hali

Peştamallarda yapılan eğilme rijitliği ölçüm verileri atkı ve çözgü yönlerinde Şekil 5.13'te, ortalama eğilme rijitliği verileri Şekil 5.14'te verilmiştir.

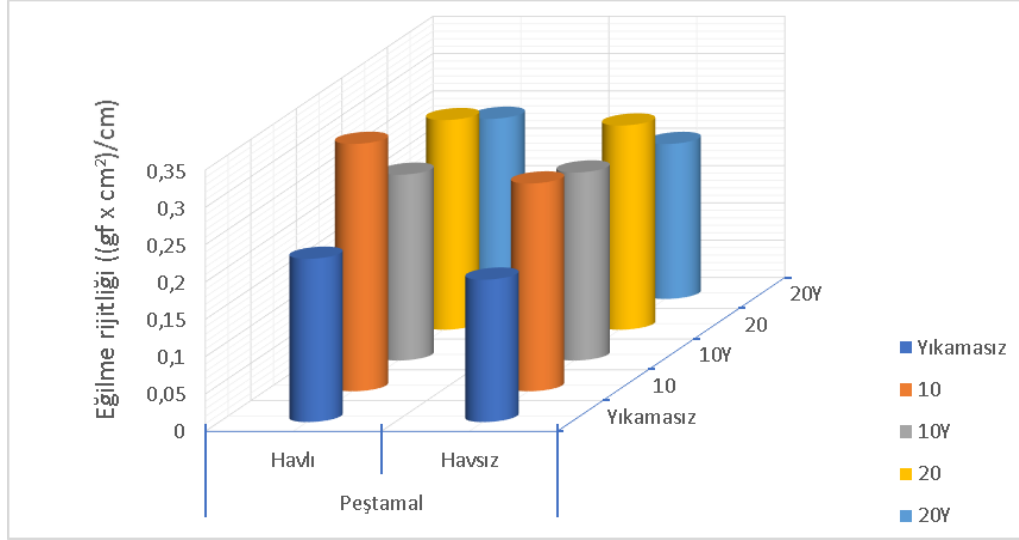


(a)



(b)

Şekil 5.13: Yıkama işlemlerinin eğilme rijitliğine etkisi ((a) çözgü yönü, (b) atkı yönü)



Şekil 5.14: Yıkama işlemlerinin eğilme rijitliği üzerinde etkisi (ataki ve çözgü ortalamaları)

Eğilme testi için eğilme rijitliği (B) parametresi incelendiğinde tüm numunelerde yıkama işlemi sonrasında B değerinin yükseldiği görülmüştür. Bu durum kumaşın sertleştiğini göstermektedir. Yıkama işlemlerinde deterjan kullanımı sonucu meydana gelen sertleşmenin yumuşatıcı ilaveli yıkamalara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5.13).

Havlı peştamal grubunda + ve – dönüş yönlerinde ki eğilme histerisi (2HB) parametrelerde meydana gelen farklılıklar kumaşın bir yüzünün havlı olmasından kaynaklıdır (Tablo 5.13).

Havlı peştamal grubunda eğilme rijitliği (B) başlangıç değeri 0,096 olarak tespit edilmiştir. Tekrarlı yıkama işleminde deterjanlı yıkamalarda bu değer yıkama sayısının artması ile; önce 0,155'e yükselmesi sonucunda kumaş sertleşmiş, sonra 0,155'den 0,130'a düşmesi sonucunda kumaş yumuşama göstermiştir. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda bu değer yıkama sayısının artması ile; önce 0,110'a yükselmesi sonucunda kumaş sertleşmiş, sonra 0,110'dan 0,108'e düşmesi sonucunda kumaş az da olsa yumuşama göstermiştir (Tablo 5.13) (Şekil 5.14).

Havsız peştamal grubunda eğilme rijitliği (B) başlangıç değeri 0,091 olarak tespit edilmiştir. Tekrarlı yıkama işleminde deterjanlı yıkamalarda bu değer yıkama sayısının artması ile; önce 0,123'e sonra 0,138'e yükselmesi sonucunda kumaş sert bir tutum göstermiştir. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda bu değer yıkama sayısının

artması ile; önce 0,122'ye yükselmesi sonucunda kumaş sertleşmiş, sonra 0,122'den 0,105'e düşmesi sonucunda kumaş yumuşak tutum göstermiştir (Tablo 5.13).

5.5.2 KES-G5 Compression Tester (Sıkıştırma Testi)

Bu test yöntemi kumaşın iki plaka arasında sıkıştırılması prensibine dayalı olarak çalışmaktadır. Ölçümler her bir numune için 5 farklı noktadan yapılmıştır. Test sonucu elde edilen parametreler;

- WC: Sıkıştırma enerjisi
- RC: Sıkıştırma rezilyansı
- LC: Sıkıştırma-Kalınlık eğrisinin doğrusallığı
- Th: Kalınlık

Uygulanan sıkıştırma testi sonucu elde edilen parametreler Tablo 5.14'te gösterilmiştir.

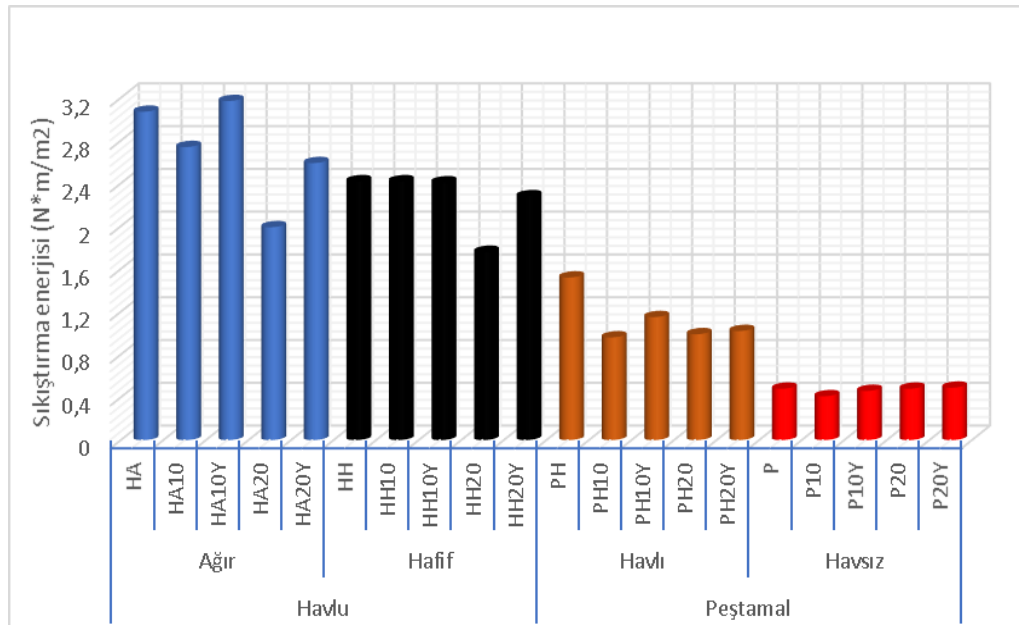
Tablo 5.14: Sıkıştırma test sonuçları

| Numune Kodu | WC (N*m/m ²) | RC (%) | LC | Th (m) |
|-------------|--------------------------|--------|------|----------|
| HA | 3,07 | 41,6 | 0,37 | 6,45E-03 |
| HA10 | 2,74 | 35,97 | 0,42 | 6,00E-03 |
| HA10Y | 3,17 | 36,59 | 0,41 | 6,38E-03 |
| HA20 | 1,99 | 38,08 | 0,43 | 5,08E-03 |
| HA20Y | 2,59 | 37,84 | 0,42 | 5,81E-03 |
| HH | 2,42 | 39,68 | 0,39 | 4,80E-03 |
| HH10 | 2,42 | 36,33 | 0,4 | 5,19E-03 |
| HH10Y | 2,41 | 37,07 | 0,45 | 4,86E-03 |
| HH20 | 1,76 | 39,44 | 0,4 | 4,49E-03 |
| HH20Y | 2,28 | 37,01 | 0,43 | 5,03E-03 |
| PH | 1,52 | 42,96 | 0,51 | 2,58E-03 |
| PH10 | 0,96 | 38,44 | 0,47 | 2,34E-03 |
| PH10Y | 1,15 | 41,23 | 0,46 | 2,57E-03 |
| PH20 | 0,99 | 39,97 | 0,38 | 2,71E-03 |
| PH20Y | 1,02 | 39,65 | 0,46 | 2,43E-03 |

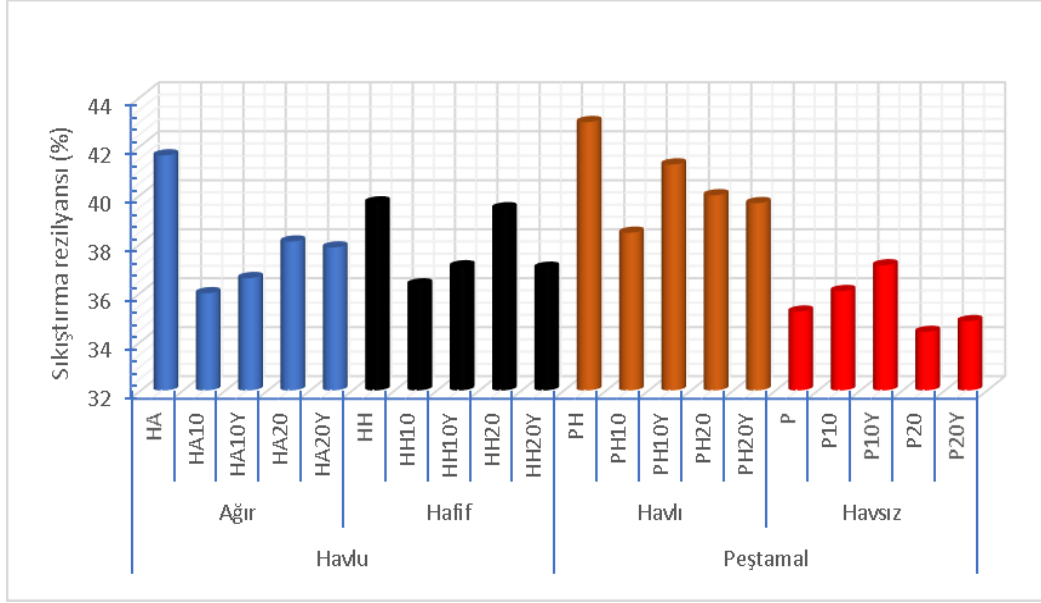
Tablo 5.14 (devam)

| | | | | |
|-------------|------|-------|------|----------|
| P | 0,48 | 35,22 | 0,2 | 1,86E-03 |
| P10 | 0,41 | 36,06 | 0,26 | 1,65E-03 |
| P10Y | 0,46 | 37,11 | 0,29 | 1,59E-03 |
| P20 | 0,48 | 34,39 | 0,22 | 2,00E-03 |
| P20Y | 0,49 | 34,83 | 0,26 | 1,73E-03 |

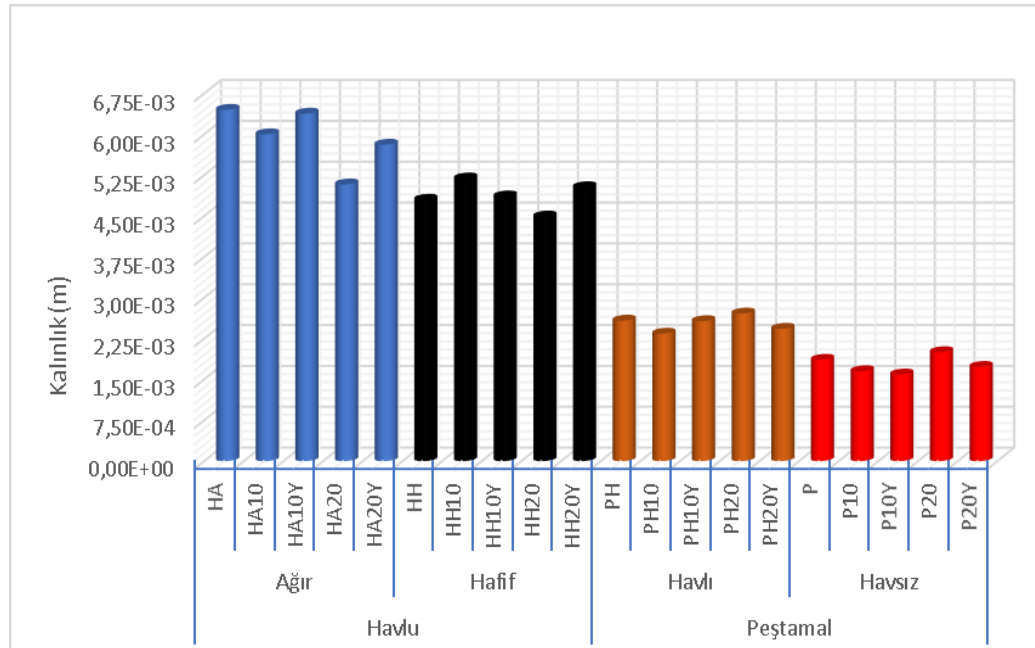
Sıkıştırma testi sonuçlarından sıkıştırma enerjisi (WC) ölçüm verileri Şekil 5.15'te, sıkıştırma rezilyansı (RC) ölçüm verileri Şekil 5.16'da ve kalınlık (Th) ölçüm verileri Şekil 5.17'de gösterilmiştir.



Şekil 5.15: Yıkama işlemlerinin kumaş sıkıştırma enerjisi üzerinde etkileri



Şekil 5.16: Yıkama işlemlerinin kumaş sıkıştırma rezilyansı üzerinde etkileri



Şekil 5.17: Yıkama işlemlerinin kumaş kalınlığı üzerinde etkileri

Sıkıştırma testinde sıkıştırma enerjisini gösteren (WC) parametresinin deterjanlı yıkamalarda yumuşatıcı ilaveli yıkamalara göre düşük sonuç verdiği görülmüştür (Şekil 5.15).

Yıkama sayısının artması havlu grubu numunelerde kumaşın sert bir tutum göstermesine sebep olmuştur.

Havlı peştamal grubunda sıkıştırma enerjisi (WC) başlangıç değeri olan 1,52 J/m²'den yıkama sayısının artmasıyla deterjanlı yıkamalarda; önce 0,96 J/m², sonra 0,99 J/m² olarak ölçülmüştür. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda yıkama sayısının artması ile bu değer; önce 1,15 J/m², sonra 1,02 J/m² olarak ölçülmüştür. Yumuşatıcı ilaveli yıkamaların kumaş sertleşmesinde daha az etki gösterdiği belirlenmiştir. Deterjanlı yıkamada yıkama sayısının artması ile meydana gelen sıkıştırma enerjisi tutum değişimi çok düşük olduğu için tutum farklılığı göz ardı edilebilir.

Havsız peştamal grubunda sıkıştırma enerjisi (WC) başlangıç değeri olan 0,48 J/m²'den yıkama sayısının artmasıyla deterjanlı yıkamalarda; önce 0,41 J/m², sonra 0,48 J/m² olarak ölçülmüştür. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda yıkama sayısının artması ile bu değer; önce 0,46 J/m², sonra 0,49 J/m² olarak ölçülmüştür. Yıkama sayısı ve deterjan- yumuşatıcı kullanımının numunelerin yumuşaklığını etkilemediği belirlenmiştir. Yumuşatıcı ilaveli yıkamada 20 tekrarlı yıkama sayısına ulaşıldığında yumuşaklık değerinin başlangıç değerinden daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Ağır gramajlı havlu grubunda kalınlık (Th) başlangıç değeri 6,45 mm olarak belirlenmiştir. Yıkama sayısının artmasıyla kalınlık değeri deterjanlı yıkamalarda; 6mm'den 5,08 mm'ye düşmüştür. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda yıkama sayısının artması ile kalınlık değeri; 6,38 mm'den 5,81 mm'ye düşmüştür.

Hafif gramajlı havlu grubunda kalınlık (Th) başlangıç değeri 4,80 mm olarak belirlenmiştir. Yıkama sayısının artmasıyla deterjanlı yıkamalarda; 5,19 mm'ye yükselmiş, sonrasında ise 4,49 mm'ye düşmüştür. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda yıkama sayısının artmasıyla; 4,86 mm'den 5,03 mm'ye yükselmiştir.

Havlı peştamal grubunda kalınlık (Th) başlangıç değeri 2,58 mm olarak belirlenmiştir. Yıkama sayısının artmasıyla deterjanlı yıkamalarda; 2,37 mm'ye düşmüş, sonrasında ise 2,71 mm'ye yükselmiştir, yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda; 2,57 mm'den 2,43 mm'ye düşmüştür.

Havsız peştamal grubunda kalınlık (Th) başlangıç değeri 1,86 mm olarak belirlenmiştir. Yıkama sayısının artmasıyla deterjanlı yıkamalarda; 1,65 mm'ye düşmüş, sonrasında ise 2 mm'ye yükselmiştir. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda

yıkama sayısının artması ile bu değer; 1,59 mm'ye düşmüş, sonrasında ise 1,73 mm'ye yükselmiştir.

Yıkama işlemlerinde yumuşatıcı kullanmak kumaş kalınlığını düşük oranda etkilemiş, kumaş dolgunluğu yıkanmamış ürünlere yakın seviyede kalmıştır.

5.5.3 KES-SE Surface Tester (Yüzey Pürüzlülüğü Testi)

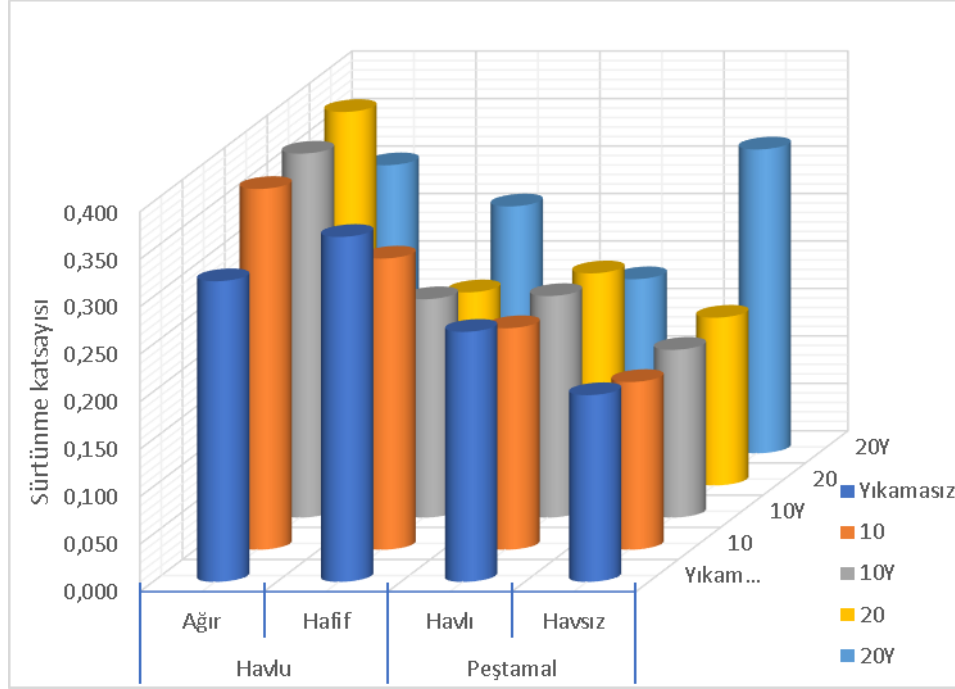
Kumaş yüzey pürüzlülüğü ölçümü için KES-SE ve KES-SE-STP model cihazlar kullanılmıştır. Numunelerin test değer sonuçları Tablo 5.15'te verilmiştir. Tabloda yer alan değerlerde meydana gelen artış pürüzlülüğü düşürmektedir.

Tablo 5.15: Yüzey test sonuçları

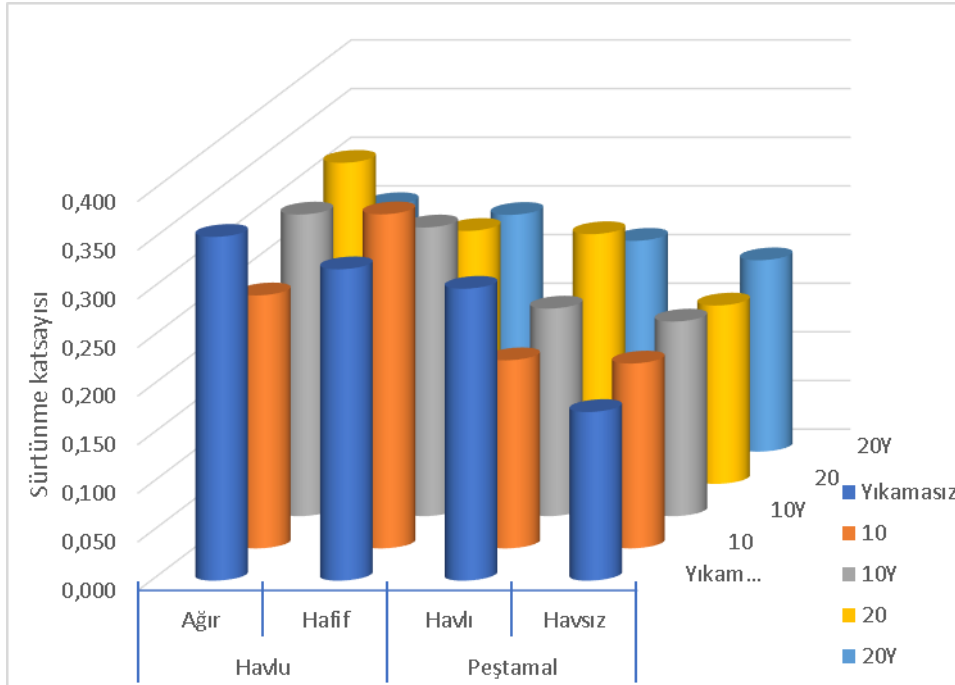
| | MIU (-) | | MIU Ort. | MMD (-) | | MMD Ort. | SMD (µm) | | SMD Ort. |
|--------------|---------|---------|-------------|---------|---------|-------------|----------|---------|-------------|
| | Atkı* | Çözüğü* | | Atkı* | Çözüğü* | | Atkı* | Çözüğü* | |
| HA | 0,317 | 0,353 | 0,342 | 0,009 | 0,009 | 0,011 | 5,675 | 5,264 | 7,327 |
| HA10 | 0,380 | 0,260 | 0,325 | 0,016 | 0,011 | 0,014 | 8,082 | 6,443 | 7,534 |
| HA10Y | 0,383 | 0,310 | 0,264 | 0,011 | 0,012 | 0,011 | 6,226 | 5,077 | 7,800 |
| HA20 | 0,393 | 0,330 | 0,232 | 0,015 | 0,017 | 0,016 | 6,221 | 4,218 | 9,283 |
| HA20Y | 0,303 | 0,253 | 0,252 | 0,013 | 0,009 | 0,014 | 5,231 | 5,560 | 6,863 |
| HH | 0,363 | 0,320 | 0,335 | 0,011 | 0,011 | 0,009 | 7,336 | 7,318 | 5,470 |
| HH10 | 0,307 | 0,343 | 0,320 | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 7,611 | 7,456 | 7,263 |
| HH10Y | 0,230 | 0,297 | 0,347 | 0,009 | 0,012 | 0,012 | 7,030 | 8,570 | 5,652 |
| HH20 | 0,203 | 0,260 | 0,362 | 0,013 | 0,018 | 0,016 | 9,395 | 9,170 | 5,220 |
| HH20Y | 0,260 | 0,243 | 0,278 | 0,017 | 0,010 | 0,011 | 6,762 | 6,965 | 5,396 |
| PH | 0,263 | 0,300 | 0,185 | 0,011 | 0,012 | 0,015 | 7,399 | 9,105 | 6,220 |
| PH10 | 0,233 | 0,193 | 0,184 | 0,018 | 0,011 | 0,014 | 11,734 | 7,767 | 5,694 |
| PH10Y | 0,233 | 0,213 | 0,189 | 0,011 | 0,012 | 0,014 | 10,876 | 8,314 | 5,670 |
| PH20 | 0,223 | 0,257 | 0,180 | 0,017 | 0,019 | 0,015 | 10,243 | 10,767 | 5,723 |
| PH20Y | 0,183 | 0,217 | 0,259 | 0,010 | 0,011 | 0,013 | 7,003 | 10,718 | 5,572 |
| P | 0,197 | 0,173 | 0,282 | 0,020 | 0,010 | 0,012 | 4,907 | 7,532 | 8,252 |
| P10 | 0,177 | 0,190 | 0,213 | 0,011 | 0,017 | 0,015 | 4,801 | 6,587 | 9,751 |
| P10Y | 0,177 | 0,200 | 0,223 | 0,010 | 0,018 | 0,012 | 4,733 | 6,607 | 9,595 |
| P20 | 0,177 | 0,183 | 0,240 | 0,012 | 0,017 | 0,018 | 5,333 | 6,113 | 10,505 |
| P20Y | 0,320 | 0,197 | 0,200 | 0,012 | 0,013 | 0,011 | 6,702 | 4,441 | 8,861 |

Atkı*: Atkı yönündeki sonuçların ortalaması, Çözüğü*: Çözüğü sonuçlarının ortalaması

Yüzey testi sonucunda elde edilen parametreler atkı ve çözgü yönlerinde; sürtünme katsayısı (MIU) Şekil 5.18’de, yüzey sürtünme pürüzlülüğü (MMD) Şekil 5.19’da ve yüzey geometrik pürüzlülüğü (SMD) ayrı ayrı gösterilmiştir.

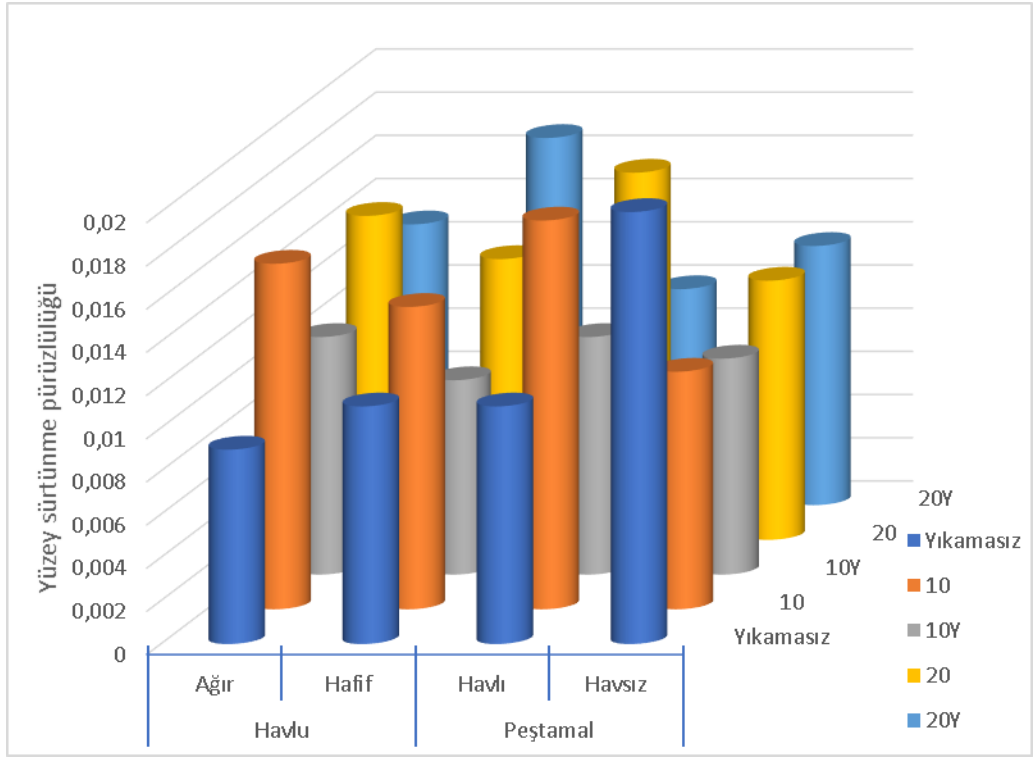


(a)

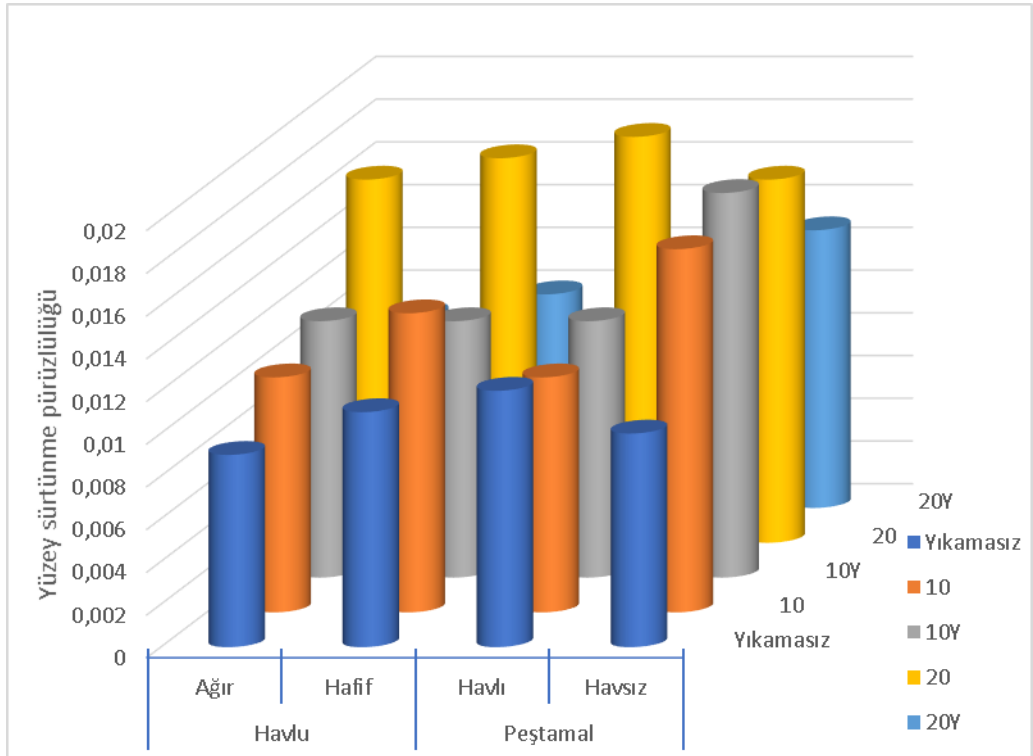


(b)

Şekil 5.18: Çoklu yıkamaların sürtünme katsayısına etkisi ((a) çözgü yönü, (b) atkı yönü)

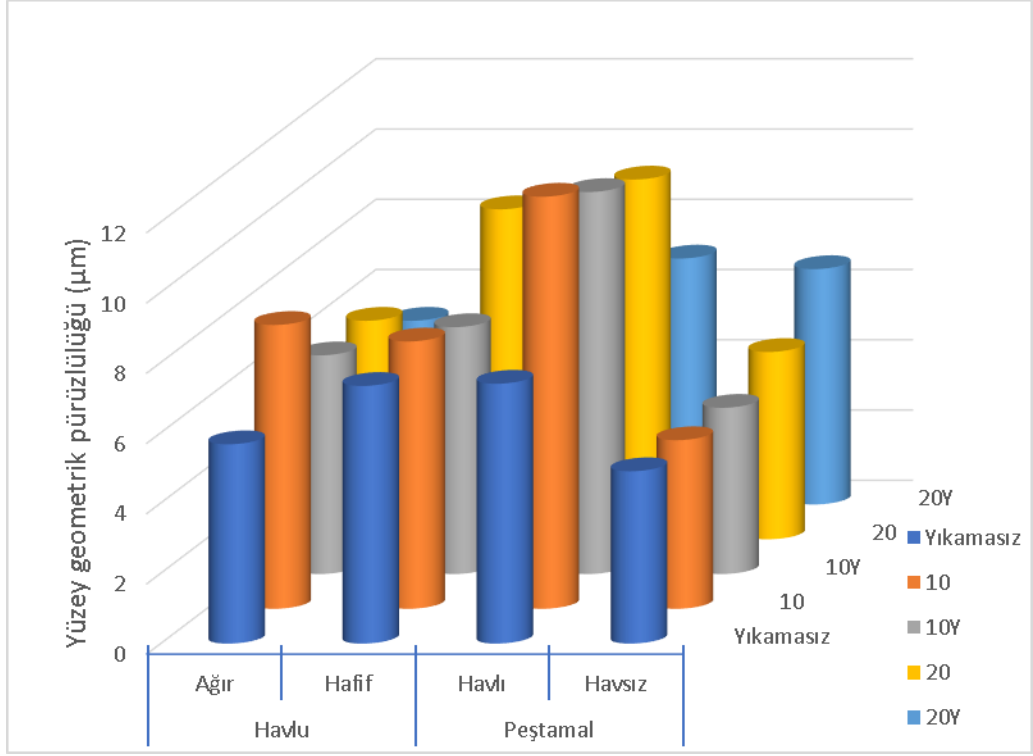


(a)

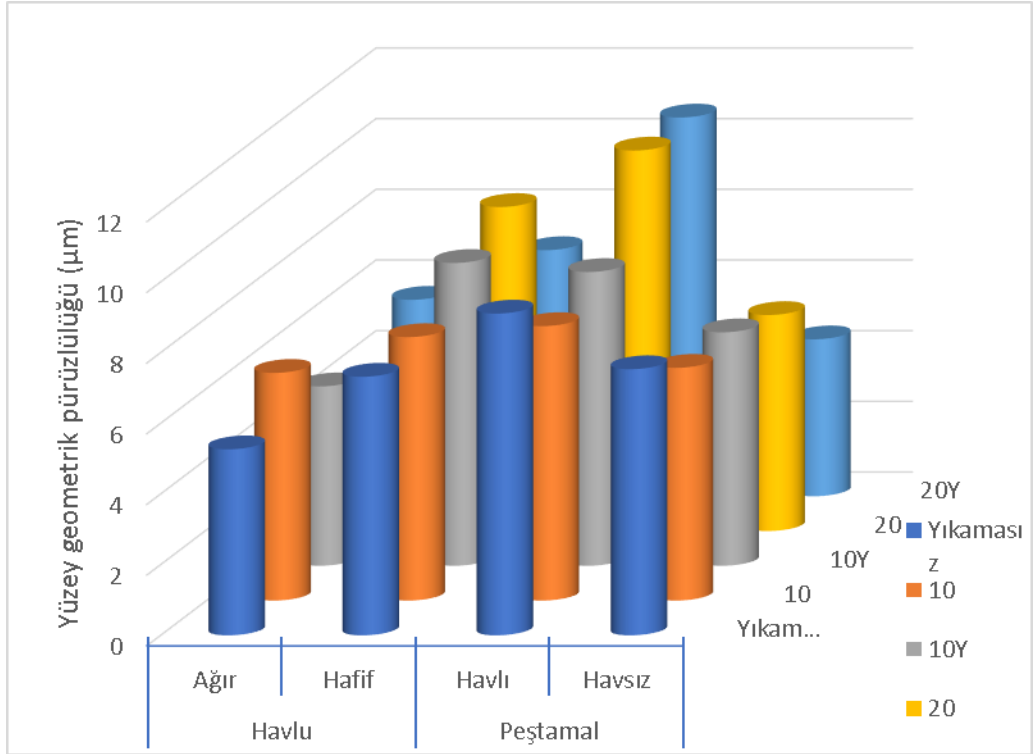


(b)

Şekil 5.19: Çoklu yıkamaların yüzey sürtünme pürüzlülüğüne etkisi ((a) çizgi yönü, (b) atkı yönü)



(a)



(b)

Şekil 5.20: Çoklu yıkamaların yüzey geometrik pürüzlülüğüne etkisi ((a) çözgü yönü, (b) atkı yönü)

Ağır gramajlı havlu grubunda s¼rt¼nme katsayısı (MIU) başlangıç değeri olan 0,335 olarak ¼lç¼lm¼ř, yıkama sayısının artmasıyla deterjanlı yıkamalarda; ¼nce 0,320, sonra 0,362 olarak ¼lç¼lm¼řt¼r. P¼r¼zl¼l¼k ¼nce azalmış ancak yıkama sayısının 20'ye ¼ıkmasıyla başlangıç değerinin de ¼zerine ¼ıkmıřtır. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda; ¼nce 0,347, sonra 0,278 olarak ¼lç¼lm¼řt¼r. P¼r¼zl¼l¼k ¼nce artmış, yıkama sayısının 20'ye ¼ıkmasıyla başlangıç değerinin ¼ok altına inmiştir.

Hafif gramajlı havlu grubunda s¼rt¼nme katsayısı (MIU) başlangıç değeri olan 0,342 olarak ¼lç¼lm¼ř, yıkama sayısının artmasıyla deterjanlı yıkamalarda; ¼nce 0,325, sonra 0,232 olarak ¼lç¼lm¼řt¼r. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda; ¼nce 0,264, sonra 0,252 olarak ¼lç¼lm¼řt¼r. P¼r¼zl¼l¼k yıkama sayısının artışıyla azalmıştır.

Havlı peştamal grubunda s¼rt¼nme katsayısı (MIU) başlangıç değeri olan 0,282 olarak ¼lç¼lm¼ř, yıkama sayısının artmasıyla deterjanlı yıkamalarda; ¼nce 0,213, sonra 0,240 olarak ¼lç¼lm¼řt¼r. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda; ¼nce 0,223, sonra 0,200 olarak ¼lç¼lm¼řt¼r. P¼r¼zl¼l¼k yıkama sayısının artışıyla azalmıştır.

Havsız peştamal grubunda s¼rt¼nme katsayısı (MIU) başlangıç değeri olan 0,185 olarak ¼lç¼lm¼ř, yıkama sayısının artmasıyla deterjanlı yıkamalarda; ¼nce 0,184, sonra 0,180 olarak ¼lç¼lm¼řt¼r. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda; ¼nce 0,189, sonra 0,259 olarak ¼lç¼lm¼řt¼r. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalara p¼r¼zl¼l¼k değerini arttırmıştır. Bunun sebebi yıkama sayısında meydana gelen artığın zamanla lif yapısını bozduğu ve bu sebeple p¼r¼zl¼l¼ę¼ d¼ř¼rd¼ę¼ d¼ř¼n¼lmektedir.

Havlı yapıya sahip numune gruplarında yumuşatıcı ilaveli yıkama sayısının artmasıyla y¼zey geometrik p¼r¼zl¼l¼ę¼ (SMD) değerleri ¼nce artarak p¼r¼zl¼l¼ę¼e sebep olmuş; sonra azalma g¼stermesi sonucu p¼r¼zl¼l¼k yıkamasız hallerinden daha az hale gelmiştir. Bunun sebebi yıkama sayısında meydana gelen artığın zamanla lif yapısını bozduğu ve bu sebeple p¼r¼zl¼l¼ę¼ d¼ř¼rd¼ę¼ d¼ř¼n¼lmektedir.

Ağır gramajlı havlu grubunda y¼zey geometrik p¼r¼zl¼l¼ę¼ (SMD) başlangıç değeri 5,470 μm olarak ¼lç¼lm¼ř, yıkama sayısının artmasıyla deterjanlı yıkamalarda; ¼nce 7,263 μm , sonra 5,220 μm olarak ¼lç¼lm¼řt¼r. Y¼zey geometrik p¼r¼zl¼l¼k değeri deterjanlı yıkamada ilk 10 yıkamada k¼t¼leřirken 20. yıkamada başlangıç değerinden daha d¼ř¼k seviyeye inmiştir.

Hafif gramajlı havlu grubunda yüzey geometrik pürüzlülüğü (SMD) başlangıç değeri 7,327 μm olarak ölçülmüş, yıkama sayısının artmasıyla deterjanlı yıkamalarda; önce 7,532 μm , sonra 9,283 μm olarak ölçülmüştür. Yüzey geometrik pürüzlülük değeri deterjanlı yıkama sayısındaki artış ile kötüleşmiştir.

Havlı peştamal grubunda yüzey geometrik pürüzlülüğü (SMD) başlangıç değeri 8,252 μm olarak ölçülmüş, yıkama sayısının artmasıyla deterjanlı yıkamalarda; önce 9,751 μm , sonra 10,505 μm olarak ölçülmüştür. Yüzey geometrik pürüzlülük değeri deterjanlı yıkama sayısındaki artış ile kötüleşmiştir.

Havsız peştamal grubunda yüzey geometrik pürüzlülüğü (SMD) başlangıç değeri 6,220 μm olarak ölçülmüş, yıkama sayısının artmasıyla deterjanlı yıkamalarda; önce 5,694 μm , sonra 5,723 μm olarak ölçülmüştür. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda yıkama sayısının artması ile; önce 5,670 μm , sonra 5,572 μm olarak ölçülmüştür. Yüzey geometrik pürüzlülük değeri deterjanlı yıkama sayısındaki artış ile iyileşmiştir.

Tüm numune gruplarında yüzey sürtünme pürüzlülüğü (MMD) değeri yıkama sayısına bakılmaksızın deterjanlı yıkamalarda yumuşatıcı ilaveli yıkamalara göre daha fazla görülmektedir. Bunun sebebi yumuşatıcı kullanımının iplik yapısını tüylendirmesi sonucu pürüzlülük hissini düşürmesi olduğu düşünülmektedir.

5.5.4 KES-F8 AP1 Air Permeability Tester (Hava Geçirgenlik Testi) ve Örtme Faktörünün Hesaplanması

Havalandırma direnci (R) ve örtme faktörü (K) değerleri Tablo 5.16’da verilmiştir. R değerinin düşük olması kumaşın hava geçirgenliğinin daha iyi olduğunu göstermektedir.

Örtme faktörü dokuma kumaşın örtmekte olduğu yüzeyi kapatma derecesini ifade eder. Örtme faktörü (K) hesaplama formülü aşağıda verilmiştir. (Örtme faktörü (K) parametre değerlerinde hav yapısı göz ardı edilerek hesaplama yapılmıştır.)

$$\begin{aligned}K_1 &= \frac{n_1}{\sqrt{Ne_1}} * 2,54 \\K_2 &= \frac{n_2}{\sqrt{Ne_2}} * 2,54 \\K &= (K_1 + K_2) - \left(\frac{K_1 * K_2}{28} \right)\end{aligned}\quad (5.4)$$

K, K₁, K₂: Örtme faktörü, Atkı örtme faktörü, Çözüğü örtme faktörü

n₁, n₂: Atkı sıklıkları, Çözüğü sıklıkları

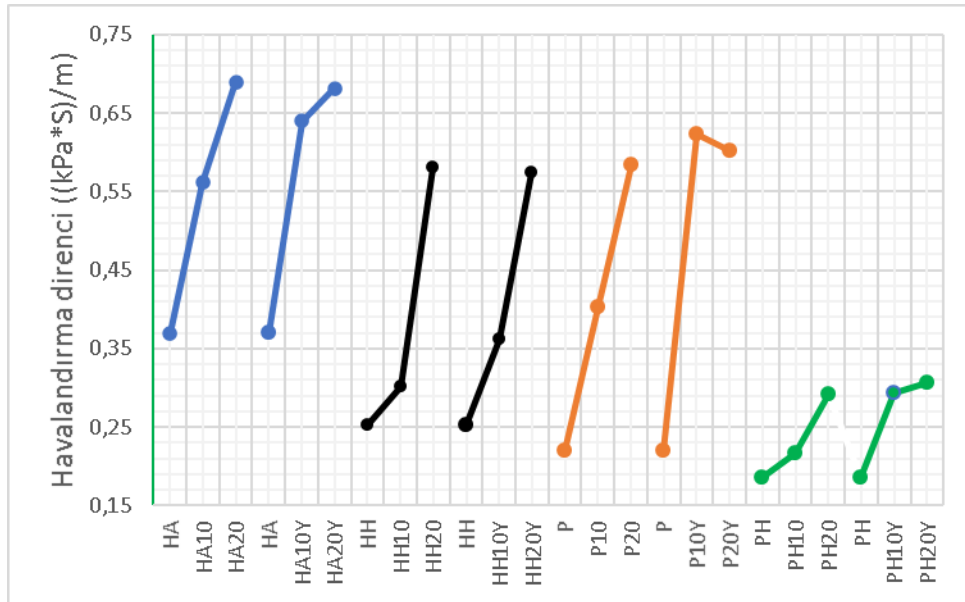
Ne₁, Ne₂: Atkı iplik numarası, Çözüğü iplik numarası

Tablo 5.16: Hava geçirgenlik ve örtme faktörü sonuçları

| Numune Kodu | R ((kPa*S)/m) | StDev | K _{Atkı} | K _{Çözüğü} | K _{Kumaş} |
|-------------|---------------|-----------|-------------------|---------------------|--------------------|
| HA | 0,370 | 0,0158114 | - | - | - |
| HA10 | 0,562 | 0,0248998 | - | - | - |
| HA10Y | 0,640 | 0,0291548 | - | - | - |
| HA20 | 0,690 | 0,0212132 | - | - | - |
| HA20Y | 0,682 | 0,0402492 | - | - | - |
| HH | 0,252 | 0,0148324 | - | - | - |
| HH10 | 0,302 | 0,0083666 | - | - | - |
| HH10Y | 0,362 | 0,0178885 | - | - | - |
| HH20 | 0,580 | 0,0254951 | - | - | - |
| HH20Y | 0,574 | 0,0304959 | - | - | - |

Tablo 5.16 (devam)

| | | | | | |
|--------------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| P | 0,220 | 0,0070711 | 19,05 | 21,59 | 25,95 |
| P10 | 0,402 | 0,0148324 | 22,86 | 25,40 | 27,52 |
| P10Y | 0,624 | 0,0364692 | 21,59 | 24,13 | 27,11 |
| P20 | 0,584 | 0,0250998 | 22,86 | 25,40 | 27,52 |
| P20Y | 0,602 | 0,0192354 | 21,59 | 24,13 | 27,11 |
| PH | 0,186 | 0,0207364 | 11,43 | 13,97 | 19,70 |
| PH10 | 0,216 | 0,0054772 | 12,70 | 15,24 | 21,03 |
| PH10Y | 0,294 | 0,0167332 | 12,07 | 14,61 | 20,38 |
| PH20 | 0,292 | 0,0130384 | 12,70 | 15,24 | 21,03 |
| PH20Y | 0,306 | 0,0270185 | 12,07 | 14,61 | 20,38 |



Şekil 5.21: Yıkama işlemlerinin hava geçirgenliği üzerindeki etkisi

Hava geçirgenliği testi sonucunda tüm numunelerde yıkama sayısının artmasıyla numunelerin hava geçirgenliğinin azaldığı görülmüştür (Şekil 5.21).

Kumaşlarda hava geçirgenliğini etkileyen faktörlerden olan kumaş sıklığı ve kumaş kalınlığını göz önünde bulundurularak hava geçirgenliği testinde kumaşları havlı ve havsız olarak iki ayrı grupta incelemek gerekmektedir.

Havlı kumaşlarda hav yapısının kumaş hacimliliğini arttırması hava geçirgenliğini azaltmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara paralel olarak literatürde (Abd El Hady 2018) de havların hava geçirgenliğini azalttığı belirtilmektedir.

Çalışmada kullanılan havsız peştamal kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin havlı peştamal ve havlu kumaşlar arasında yer aldığı görülmüştür. Literatürde (Turan ve Okur 2008) sıklık artışının madde geçişine karşı bariyer özelliğini arttırdığı belirtilmektedir. Sıklık hava geçirgenliğini etkileyen faktörlerden olduğu için havsız peştamal grubu kumaşların artan sıklığı (havlı peştamalda 40 tel/cm, havsız peştamal 64 tel/cm) hava geçirgenliğini literatüre paralel olarak havlı peştamal grubu kumaşlara göre daha fazla düşürmüştür.

Tablo 5.16'de gösterilen örtme faktörü ($K_{Kumaş}$) parametresi hava geçirgenliğini etkileyen parametreler içinde yer almaktadır. Örtme faktörü hesabı sıklık üzerinden yapılmakta ve dolayısıyla sıklıkta meydana gelen artış örtme faktörünü de arttırmaktadır. Havsız peştamal ve havlı peştamallar için hesaplanan örtme faktöründe görülen artış gözenekliliği (Tablo 5.17) düşürmektedir. Gözenekliliğin düşük olması kumaş içerisinden geçen hava miktarını ve dolayısıyla hava geçirgenliğini düşürecektir. Havsız peştamalda hav yapısı bulunmamasına rağmen sıklığın fazla olması örtme faktörünün yüksek olmasına sebep olmaktadır. Bu durumun hava geçirgenliğinin havlı peştamaldan düşük olmasına sebep olduğu belirlenmiştir.

Bütün numune gruplarında 10 tekrarlı yıkamalarda elde edilen hava geçirgenliği değeri sadece deterjan kullanımı durumunda yumuşatıcı ilaveli yıkamalara göre daha iyidir. 20 tekrarlı yıkamalarda ise yumuşatıcı ilavesinin fark yaratmadığı, her iki yıkama çeşidinde hava geçirgenliği değerinin kötüleştiği belirlenmiştir (Tablo 5.16) Bütün numunelerde kumaşlarda yıkama sayısının artması ile gramaj artmış (Tablo 5.1), hava geçirgenliği düşmüştür (Şekil 5.21).

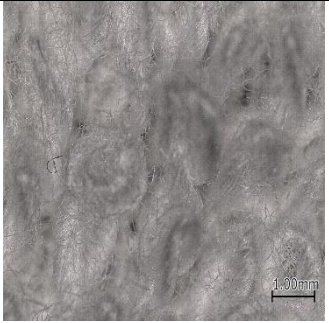
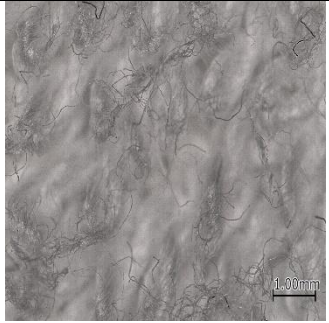
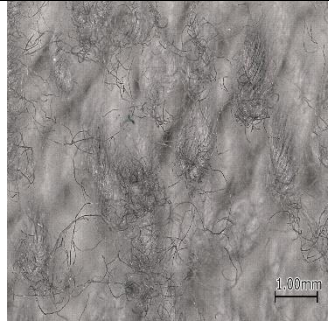
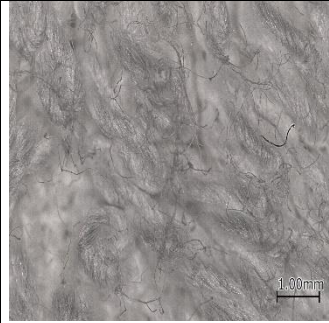
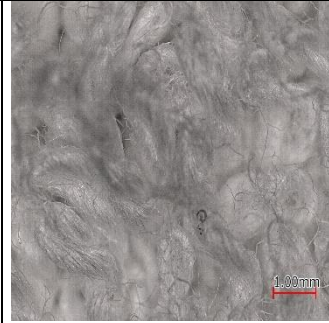
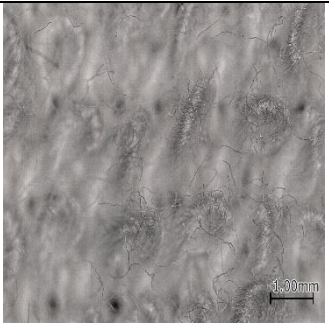
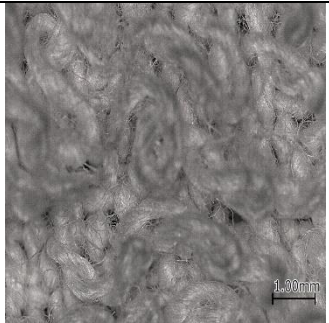
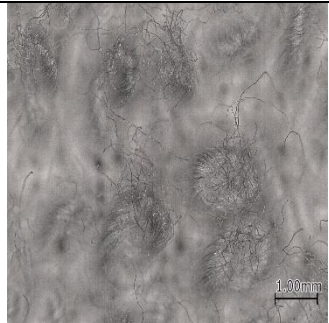
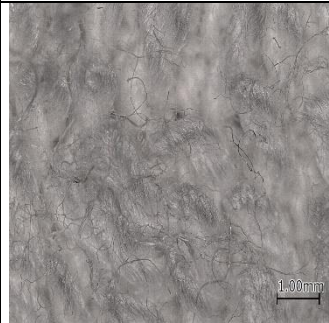
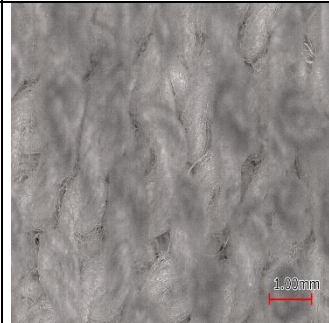
5.6 Optik Mikroskop İncelemesi

Çalışmada optik mikroskop altında 40x HDR (Yüksek dinamik aralık) özellik altında görüntü alınmıştır. Havlu grubuna ve peştamal grubuna ait görüntüler Tablo 5.17'de verilmiştir.

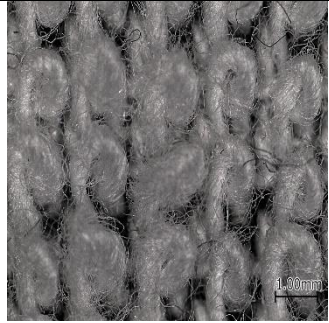
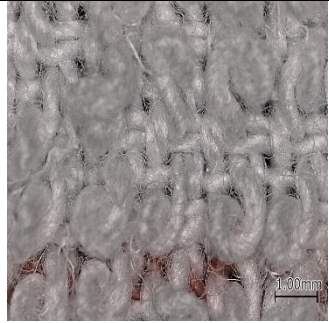
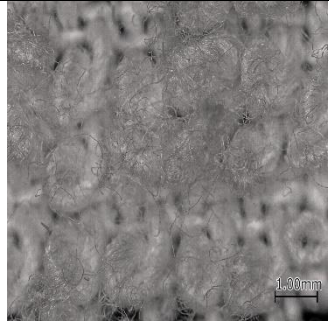
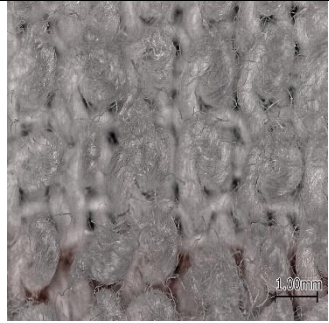
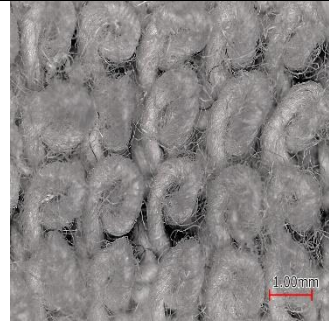
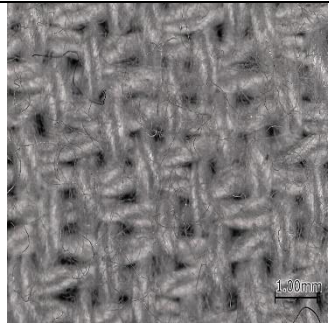
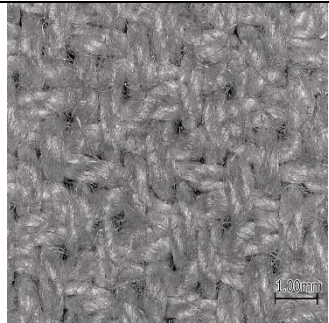
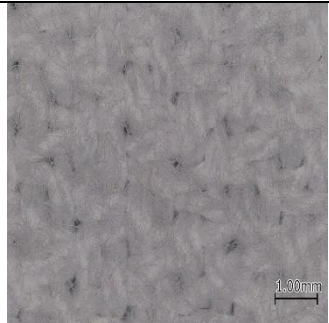
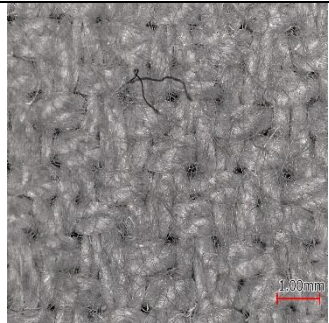
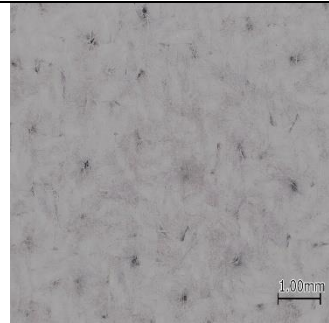
Tablo 5.17'de yer alan görsellerden havsız peştamal grubu incelendiğinde sıklığın arttığı net bir şekilde görülebilmektedir. Literatürde (Turan ve Okur 2008) sıklık artışının madde geçişine karşı kumaşın bariyer özelliğini arttırdığı belirtilmektedir. Sıklık hava geçirgenliğini etkileyen önemli faktörlerden olduğu için havsız peştamal kumaşların artan sıklıkla birlikte literatüre paralel olarak hava geçirgenliği düşmüştür.

Elde edilen yüzey görüntüleri yıkama sayısının etkisi açısından havlı kumaşlar için anlamlı bir farklılık göstermemektedir. Havsız peştamalda ise yıkama sayısının kumaş yapısındaki etkisi açıkça görülmektedir.

Tablo 5.17: Havlu ve peştamal görselleri

| | | Yıkamasız | 10 Tekrarlı | | 20 Tekrarlı | |
|-------|--------------|--|---|--|--|--|
| | | | Deterjanlı | Yumuşatıcı ilaveli | Deterjanlı | Yumuşatıcı ilaveli |
| Havlu | (HA) - Ağır |  |  |  |  |  |
| | (HH) - Hafif |  |  |  |  |  |

Tablo 5.17 (devam)

| | | Yıkamasız | 10 Tekrarlı | | 20 Tekrarlı | |
|----------|--------------|--|---|--|--|--|
| | | | Deterjanlı | Yumuşatıcı ilaveli | Deterjanlı | Yumuşatıcı ilaveli |
| Peştamal | (PH) - Havlı |  |  |  |  |  |
| | (P) - Havsız |  |  |  |  |  |

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, tekrarlı yıkamaların, deterjanlı ve yumuşatıcı ilaveli yıkamaların Türkiye'nin Denizli ilinde üretilen %100 pamuklu havlu ve peştamal kumaşlar üzerindeki etkilerini araştırmak üzere; Japonya Kyoto Institute of Technology ve Türkiye Pamukkale Üniversitesi olmak üzere iki farklı üniversitede incelemeler yapılmıştır. Çalışmada kullanılmak üzere satışa hazır halde yer alan ağır ve hafif olmak üzere iki havlu grubu, havlı ve havsız olmak üzere iki peştamal grubunda oluşan 4 grup numune seçilmiş ve seçilen numuneler üzerinde yıkamasız ve tekrarlı yıkama işlemleri için; 10 tekrarlı deterjanlı, 10 tekrarlı yumuşatıcı ilaveli, 20 tekrarlı deterjanlı ve 20 tekrarlı yumuşatıcı ilaveli olmak üzere toplamda 5 alt grupta işlemler uygulanmıştır.

Her numune için dikey kılcal emicilik, hidrofilite, kuruma hızı, yırtılma mukavemeti, beyazlık indeksi, KES-F2 eğilme, KES-G5 sıkıştırma, KES-SE yüzey, KES-F8 hava geçirgenliği testleri uygulanmış ve sonuçlar analiz edilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Gramaj

Yapılan tekrarlı yıkama işlemleri sonrası numune gruplarının gramajları tekrarlı yıkama sayısının artmasıyla birlikte artış göstermiştir. Yapılan gramaj tartımları sonrası havlu ve peştamal grubu kumaşlar için gramaj artışları yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda, deterjanlı yıkamalara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Gramaj ve yıkama tekrar sayısı arasındaki ilişkiye bakıldığında 10 ve 20 yıkama arasındaki artış miktarı havlu kumaşlarda daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sıklık

Yapılan tekrarlı yıkama işlemleri sonrası havlu ve peştamal numuneleri için sıklık değişimlerinin deterjanlı yıkamalarda, yumuşatıcı ilaveli yıkamalara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada kumaş türleri incelendiğinde ise yıkamalar sonrası havlu kumaşların sıklıklarının peştamal kumaşlara göre daha az

değiştii görülmüştür. Bunun sebebi ise peştamal kumaşlarda boşluklu yapının havlu kumaşlara göre daha fazla olmasıdır. Ayrıca yapılan incelemelerde 10 ve 20 tekrarlı yıkama işlemleri arasında sıklık değişimi görülmemiş ve bu da kumaşın stabil duruma geldiği ve aynı şartlar altında yıkandıkça kumaşta çekme olmayacağını göstermektedir.

Yırtılma Mukavemeti

Yırtılma mukavemeti testi sonuçlarına göre yıkama tekrar sayısının artması ile kumaşın mukavemetinin düştüğü görülmüştür. Ayrıca çalışma sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde sadece deterjanlı yıkama işlemi yapılmasını yırtılma mukavemetini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Tüm numune gruplarında sıklıklarda meydana gelen artış kumaşların yırtılma mukavemeti değerlerini düşürmüştür. Bu düşüşün sebebi yırtılma teorisi ile açıklanabilmektedir.

Dikey Kılcal Emicilik

Dikey kılcal emicilik testinde tüm numune gruplarında yıkama sayısının 10'dan 20'ye artması ile sıvı yükselmelerinde düşüş olduğu belirlenmiştir.

Tüm numunelerde su yükselme hızının ilk 15 saniyede oransal olarak en yüksek seviyede olduğu sonraki 15 saniyelik dilimlerde ise su yükselme hızının oransal olarak yavaşladığı belirlenmiştir. 75 saniyelik üçüncü ölçüm diliminden sonra su yükselme hızının minimum seviyeye geldiği belirlenmiştir. Ayrıca yıkama işlemlerinde sadece deterjan kullanımı, yumuşatıcı ilaveli yıkanmış kumaşlara göre daha yüksek su emiş hızına sahiptir. Bunun sebebi yumuşatıcı kullanımının kumaşı oluşturan iplikler üzerinde hidrofob bir etki yaratmasıdır.

Batma (Hidrofilite)

Yapılan testler sonucu havlı yüzeye sahip kumaşların batma sürelerinin havsız yüzeye göre daha düşük olduğunu gözlemlenmiştir. Çalışmada kullanılan numuneler kendi gruplarında değerlendirildiğinde havlu grubunda ağır gramajlı numunelerin hafif gramajlıya göre daha hızlı battığı gözlemlenmiş, ağır havluların daha hızlı su emdikleri belirlenmiştir. Peştamal grubunda havlı yüzeye sahip olan numunelerin havsız numunelere göre daha hızlı battığı, daha hızlı su emdiği

belirlenmiştir. Ayrıca deterjan yıkamalı numunelerin yumuşatıcı ilaveli yıkama numunelerine göre daha hidrofilyk özellikte oldukları ve daha hızlı battıkları görülmüştür.

Kuruma Hızı

Kuruma hızı testi sonucunda ilk on beş dakikalık kuruma performansına bakıldığında havlu grubu kumaşlar ortalama %15 civarında kuruma göstermekte, peştamal grubu kumaşlar ise ortalama %23 civarında kuruma göstermektedir. Bir saatin sonundaki kuruma hızlarına bakıldığında havlu grubu kumaşlar ortalama %51 olarak ölçülürken peştamal grubu kumaşlar ortalama %83 olarak ölçülmüştür. Böylelikle peştamalların havlulardan hızlı kuruma gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan çalışmada yıkama işleminde sadece deterjan kullanımı havlu grubunda kuruma hızına olumsuz etki göstermiştir. Yumuşatıcı kullanımının lifleri hidrofob yaptığı için suyun kumaşın yüzeyinde kalarak daha kolay buharlaşmasını sağladığı ve böylelikle kuruma hızına olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir.

Kuruma hızı kumaş gramajına bağılı olarak gramajın artması ile düşmüştür. Bunun sebebi kumaş gramajının artması ile emdirilen su miktarının artmasıdır.

Kuruma hızı sıklığın artması ile düşmüştür. Bunun sebebi sıklık artışı ile sıvıyı emen iplik sayısının artmış olmasıdır.

Beyazlık İndeksi

Yapılan beyazlık testi sonucunda tüm numunelerin deterjanlı yıkamalardaki Stensby değerleri yıkamasız hallerinden yüksek çıkmış ve daha beyaz oldukları görülmüştür. Bunun sebebi ise yıkama işleminde kullanılan deterjanın oksijen bazlı ağartıcı özelliğinin olmasıdır. Yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda ise tüm numune gruplarında yıkama sayısının 10'dan 20'ye artışı Stensby değerinde düşüşe sebep olmuş ve bu düşüş de numunenin soluk görünmesine sebep olmuştur.

Eğilme Testi

Yapılan eğilme testi sonucunda tüm numunelerde yıkama işlemi yapılması kumaşların sertleşmesine sebep olmuştur. Buna rağmen yıkama sayısının 10'dan

20'ye artması sonucunda kumaşlarda on yıkamalı hallerine göre yumuşama olduğu belirlenmiştir. Yıkama işlemlerinde deterjan kullanımı sonucu meydana gelen sertleşmenin yumuşatıcı ilaveli yıkamalara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi deterjanlı yıkamalarda meydana gelen sıklık artışının yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda görülen sıklık artışından fazla olmasıdır.

Sıkıştırma Testi

Sıkıştırma testinde sıkıştırma enerjisi (WC) parametresinin deterjanlı yıkamalarda yumuşatıcı ilaveli yıkamalara göre düşük sonuç vermiş olması kumaşların daha sert bir tutuma sahip olmasına sebep olmuştur. Yıkama sayısının artması havlu grubu numunelerde kumaşın sert bir tutum göstermesine sebep olmuştur.

Peştamal grubunda yıkama sayısının artması yumuşatıcı ilaveli yıkamalarda kumaş sertliğini daha az etkilemiştir. Havsız peştamalda yumuşatıcı kullanılarak 20 tekrarlı yıkamaya ulaşıldığında sıkıştırma enerjisi başlangıç değerinin de üstüne çıkmıştır. Bu durumda 20. yıkamada kumaşın yumuşaklığının başlangıç kumaşından daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Yıkama işlemlerinde yumuşatıcı kullanmak kumaş kalınlığını düşük oranda etkilemiş, kumaş dolgunluğu yıkanmamış ürünlere yakın seviyede kalmıştır.

Yüzey pürüzlülüğü testi

Havlı yapıya sahip numune gruplarında yumuşatıcı ilaveli yıkama sayısının artmasıyla yüzey geometrik pürüzlülüğü (SMD) değerleri önce artarak pürüzlülüğe sebep olmuş; sonra azalma göstermesi sonucu pürüzlülük yıkamasız hallerinden daha az hale gelmiştir. Bunun sebebi yıkama sayısında meydana gelen artışın zamanla lif yapısını bozması dolayısıyla pürüzlülüğü düşürmesi olarak düşünülmektedir.

Tüm numune gruplarında yüzey sürtünme pürüzlülüğü (MMD) değeri yıkama sayısına bakılmaksızın deterjanlı yıkamalarda yumuşatıcı ilaveli yıkamalara göre daha fazla görülmektedir. Bunun sebebinin yumuşatıcı kullanımının iplik yapısını tüylendirmesi sonucu pürüzlülük hissini düşürmesi olduğu düşünülmektedir.

Hava Geçirgenliği Testi

Hava geçirgenliği testi sonucunda tüm numunelerde yıkama sayısının artmasıyla numunelerin hava geçirgenliğinin azaldığı görülmüştür. Hava geçirgenliği testinde kumaşları havlı ve havsız olarak iki ayrı grupta incelemek gerekmektedir. Bunun sebebi hav yapısının kumaş hacimliliğini arttırması ve dolayısı ile kumaş içerisinde hareket eden havanın kat edeceği daha fazla mesafeye yol açması hava geçirgenliğini azaltmıştır. Çalışmada tercih edilmiş havsız peştamal kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin havlı peştamal ve havlu kumaşlar arasında yer aldığı görülmüştür. Bunun sebebi ise hava geçirgenliği etkileyen diğer faktör olan kumaş konstrüksiyonu ve kumaş sıklığının etkisidir. Havsız peştamalda hav yapısı olmamasına rağmen sıklığın fazla olması (Tablo 5.17) hava geçirgenliğini düşürmüştür.

Bu tez çalışmasında elde edilen veriler doğrultusunda kullanıcılar için su emilimini düşürmesine rağmen dayanımı çok fazla düşürmemesi ve yumuşak tutum kazandırmasından dolayı havlu ve peştamalların yıkamalarında yumuşatıcı kullanılması önerilmektedir.

Çarşaf, havlu, bornoz gibi tekstil ürünlerini kapsayan ev tekstili üretimi içinde özellikle havlu üretim ve ihracat kapasitesi ile Denizli sadece Türkiye'nin değil, dünyanın önemli havlu üretim merkezleri arasında yer almaktadır. 2019 verilerine göre ülkemiz toplam ev ihracatının %37 kadarı ve toplam havlu ihracatının %70 kadarı Denizli tekstil sektörü tarafından gerçekleştirilmiştir.

Ülkemiz ve Denizli için önemli bir ürün grubu üzerine yapılan bu tez çalışmasının havlu, peştamal gibi tekstil ürünleri ile ilgili yapılacak sonraki çalışmalara ve araştırmalara ışık tutabileceği ve hem işletmelere hem de akademik çalışmalara kaynak oluşturabileceği düşünülmektedir. Çalışma; havlu ve peştamal üreticisi firmalar için sıklık ve yıkama işlemlerinin farklı etkileri hakkında bilimsel bir analiz yapılması konusunda önemli bir kaynak çalışma olarak değerlendirilebilir. Havlu ve peştamal ürünlerinin çoklu yıkamalar sonrası performanslarının değerlendirilmesinde KES-F testlerinin kullanılması literatüre önemli bir katkı sağlayacaktır.

7. KAYNAKLAR

Abd El-Hady, R. A. M. “Factors influencing the performance characteristics of terry warp-knitted towels”. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 7(2), 67-72, (2018).

Abdel Daim, H., and Hassan, A. A.,”Effect of yarn structure variables on comfort properties for cotton towels”. *International Design Journal*, 10(2), 279-288, (2020).

Acar, D. N.,”Havlu ve Bornož Konfeksiyon Süreci Üzerine Bir Araştırma.”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2004).

Ala, D. M., and, İkiz, Y.,” Subjective and objective evaluations of terry fabrics: Effects of structural parameters and repeated laundering.” *Tekstil ve Konfeksiyon*, 27(4), 361-365, (2017).

Alpay, H.R. ve Anış, P., “Havlu Kumaşlarda Nem Çekmeye Etki Eden Strüktür Özelliklerinin Bilgisayarda Modellenmesi”, *Tekstil ve Teknik Dergisi*, 4, 60-66, (1989).

Ancutiene, K., Strazdiene, E. and, Nesterova, A., “The relationship between fabrics bending rigidity parameters defined by KES-F and FAST equipment.”, *Mater. Sci*, 16, 346-352, (2010).

Aşkın, S., “Pamuklu Havlu Kumaşlarda Performans Özelliklerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak, (2015).

Atasağun H. G., “Kumaşların ıslanma ve nem/sıvı emme davranışları ve giyim konforu”, Doktora Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, (2015).

Begiç, H.N. ve Öz, C.,” Trabzon ve Çevresinde Kullanılan Peştamal Dokumaları ve Günümüz Tasarımlarında Uygulanması.” *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(21), 475-492, (2019).

Bozgeyik, K., “Havlularla ilgili kalitatif bir araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir,1-48, (1991).

Cengiz, Ö. F., Erkale, İ., Özkayalar, S., Aksoy, S. A., Boyacı, B. ve, Kaplan, S. “Mikrokapsül Uygulanmış Kumaşların Transfer ve Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi.” *Tekstil ve Mühendis*, 26(115), 243-251, (2019).

Cillov, H., Denizli El Dokumacılığı Sanayii, İstanbul: İsmail Akgün Matbaası, (1949).

Cruz J., Leitão A., Silveira D., Pichandi S., Pinto M. and, Fangueiro R., “Study of moisture absorption characteristics of cotton terry towel fabrics,” *Procedia Engineering*, 200, 389-398, ISSN 1877-7058, (2017).

Çil, N.,” *Kumaşlarda nem yönetimi ölçümü üzerine yeni bir metod geliştirilmesi*” Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2020).

Denizli İhracatçılar Birliği, “2019 yılı faaliyet raporları [online]”, (15 Ağustos 2020), http://www.denib.gov.tr/files/downloads/aylik_rapor/aralik2019.pdf, (2020).

Erdoğan, Z.” Buldan dokumacılığı ve ilçede üretilen düz dokumaların bazı özellikleri üzerinde bir araştırma” Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ev Ekonomisi Anabilim Dalı, Ankara, (1996).

Funder, A., Hoppe, K. and, Heim, H.,”Havluların Kullanım ve Temizleme Tutumu”, *Tekstil Maraton Dergisi*, 1, 72-28, (1997).

Hooper, L., “Hand-Loom weaving” Sir Isaac Pitman and Sons Ltd. London, (1949).

Izabela, Frontczak, I.,-Wasiak and, Snyckerski M., “Use Properties of Terry Woven Fabrics”, *FIBRES & TEXTILES* in Eastern Europe January / March, 12, 1 (45), (2004).

İmre, M., “Türk havlusunun Avrupa yolculuğu”, *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 27-28, 3-13, (2012).

Joanne Yip and , Sun-Pui Ng, “Study of three-dimensional spacer fabrics:: Physical and mechanical properties”, *Journal of Materials Processing Technology*, 206, 1–3, 359-364, (2008).

Kakde, V., More, H., Magarwadia, B. and, Kejkar, V., “Effect of Pile Density on Physical Properties of Terry Towel Fabric”, *International Journal on Textile Engineering and Processes* 3, 1, January, (2017).

Kan, C. W., Leung, M. H. M. and, Mongkhorrattanasit, R. “A Study of Compression Properties of Paper Towels with KES-F System”. *Applied Mechanics and Materials*, 848, 207–210, (2016).

Kandzhikova, G. D. and, Germanova-Krasteva, D. S.,”Subjective evaluation of terry fabrics handle.” *The Journal of The Textile Institute*, 107(3), 355-363, (2016).

Karahan, M. and Eren, R., “Experimental Investigation of the Effect of Fabric Parameters on Static Water Absorption in Terry Fabrics” *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 14, 2 (56), (2006).

Karahan, M., “Experimental Investigation of the Effect of Fabric Construction on Dynamic Water Absorption in Terry Fabrics”, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 15, 3 (62), 74-80, (2007).

Kawabata S., “The KES-F System and Its Applications.”, *Sen’i Gakkaishi*, 47, 11, 624-628, (1991).

Kawabata, S., Niwa, M. and, Yamashita, Y., “Recent developments in the evaluation technology of fiber and textiles: Toward the engineered design of

textile performance.”, *Journal of Applied Polymer Science*, 83(3), 687-702, (2002).

Keskin, R., Palamutçu, S. and, Kara, S., “Absorbency Characteristics of Peshtamals: Traditional Turkish Woven Clothes.”, *Annals of the University of Oradea Fascicle of Textiles, Leatherwork, Romania*, (2014).

Kibayashi, Y., Yokura, H. and, Sukigara, S., “Compression properties of pile fabrics in the presence of water”. *Textile Research Journal*, 90(15–16), 1704–1712, (2020).

Kibayashi, Y., Yokura, H. and, Sukigara, S., “Tactile Feel of Washed Towels and Their Compression and Surface Properties”, *Journal of Textile Engineering*, 65, 6, 97-103, (2020).

Koç, E. and, Zervent, B., “An experimental approach on the performance of towels-Part I. Bending resistance or softness analysis.”, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 14(1), 39, (2006).

Krishna kumar V. and, Gokarneshan, N., “Functional Properties of Terry Towels.” *Current Trends in Fashion Technology & Textile Engineering*, 5(1), 1-4, (2019).

Latif, W., Basit, A., Ali, Z. and, Baig, S. A.”The mechanical and comfort properties of cotton and regenerated fibers blended woven fabrics”. *International Journal of Clothing Science and Technology*, (2018).

Lv, Y. C. “Gray Synthetic Evaluation on Comfort of Towel Fabrics.”, *In Advanced Materials Research* , 821, 228-232, Trans Tech Publications Ltd., (2013).

Masoodi, R. and, Pillai, K., “Darcy's law-based model for wicking in paper-like swelling porous media”. *AICHE Journal*, 56 (9), 2257-2267, (2010).

MottoPestemal, “History of Peshtemal [online]”, (15 Ağustos 2020), <https://mottopestemal.com/history-of-peshtemal>, (2020).

Murphy, B. G. and, Macormac, A. R., “The absorbency of terry towels: Part I: Effect of home laundering.” *Textile Research Journal*, 28(4), 337-342, (1958).

Öner, E., ‘Dokuma Kumaşların Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma’ Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2008).

Özdil, N., ve Özçelik Kayseri, G., “Kumaşlarda yırtılma mukavemeti test yöntemlerinin karşılaştırılması üzerine bir çalışma”. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 16(3), 174-179, (2006).

Patil, T., “Terry Towels – Classification, Designing & Manufacturing Technology”, *International Journal on Textile Engineering and Processes*, ISSN: 23953578, 1, 1, Jan (2015).

Sabir, E. C. and, ZERVENT ÜNALZervent Ünal, B., “The using of nettle fiber in towel production and investigation of the performance properties.” *Journal of Natural Fibers*, 14(6), 781-787, (2017).

Sheng, L., “WTO Reports World Textile and Apparel Trade in 2017 [online]”, (15 Kasım 2020), <https://shenglufashion.com/2018/08/16/wto-reports-world-textile-and-apparel-trade-in-2017/>, (2018).

Sheng, L., “WTO Reports World Textile and Apparel Trade in 2018 [online]”, (15 Kasım 2020), <https://shenglufashion.com/2019/08/16/wto-reports-world-textile-and-apparel-trade-in-2018/>, (2019).

Sheng, L., “WTO Reports World Textile and Apparel Trade in 2019 [online]”, (15 Kasım 2020), <https://shenglufashion.com/2020/08/03/wto-reports-world-textiles-and-apparel-trade-in-2019/>, (2020).

Singh, J. P., Behera, B. K. and, Matsudaira, M., “Objective evaluation of terry fabric hand.” *The Journal of the Textile Institute*, 105(5), 467-476, (2014).

Suehiro Y., Sakamoto Y. and, Sukigara S., “Comparison of “Shittori” Characteristic between Japanese and Chinese for Interlock Knitted Fabric of

Ultra-Fine Fibers with Different Stitch Density”. *Journal of Textile Engineering*, 60(2), 35-40, (2014).

Sukigara S., “Fabric Frictional Properties at Various Moisture Regain”, *Sen'i Gakkaishi*, 58, 4, 149-151, (2002).

Tanaka, Y. and, Sukigara, S., “Evaluation of “shittori” characteristic for fabrics”. *Journal of Textile Engineering*, 54(3), 75-81, (2008).

Tokmak, O., Berkalp, O.B. and , Geršak, J., “Investigation of the Mechanics and Performance of Woven Fabrics Using Objective Evaluation Techniques. Part I: The Relationship Between FAST, KES-F and Cusick's Drape-Meter Parameters.” *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, (2010).

Tunç, M., “Havlu ve Bornož Üretim Sürecinin İncelenmesi.”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, (2010).

Turan, R. B., ve Okur A. “Kumaşlarda Hava Geçirgenliği.”, *Tekstil ve Mühendis* 15, 72, (2008).

Türk standartları, TS 629, “Havlular ve Havlu Kumaşlar.”, TSE, Ankara, 15, (2007).

Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, “Havlı kumaşlar (tüylendirilmiş kumaşlar gibi), ilmekli kumaşlar (örgü (triko) veya tığ işi (kroşe) olanlar) İllere Göre Dağılım Haritası [online]”, (15 Ağustos), http://sanayi.tobb.org.tr/iller_sektor_dagilimi_ayrinti_harita3.php?kod=13911 1, (2020).

Uyanık, S., Ünal, B. Z. ve, Çelik, N. “Farklı Büküm Tiplerine Sahip Hav İpliklerinin Havlu Performans Özelliklerine Etkisi”. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(1), 101-110, (2013).

Yıldırım, F. F., Gelgeç, E., Deniz, A. C., Çörekçioğlu, M. and, Palamutçu, S. “The Comparison Of Quick Drying Characteristics Of Light-Weight Warp

Knitted Towels”. *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 2(26), 45-54, (2018).

Yılmaz, B., “Türk Hamam Kültüründe Peştamalin Yeri ve Teknik Özelliklerinin Günümüz Şartlarına Uyarlanması” *Akdeniz Sanat*, 6 (12), (2013).

Yokura, H., Minamikawa, Y., Takahashi, S. and, Sukigara, S., “Mechanical properties and handle of cotton crepe fabrics”. *Journal of Textile Engineering*, 59(4), 59-64, (2013).

Zervent, B. ve, Koç, E., “An experimental approach on the performance of towels-Part II. Degree of hydrophility and dimensional variation.”, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 14(2), 64, (2006).

Zervent, B., “Havlu üretimi ve ürün kalitesine etki eden parametrelerin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, (2002).

Zervent, Ünal, B., “Dokunmuş Havlu Kumaşların Üretim Parametreleri ve Performans Özelliklerinin Optimizasyonu”. Doktora Tezi. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, (2007).

Zhaoqun, D., GANG, Z., HUA, S., XUCHUN, Z., TIANXIAN, Z. and, Weidong, Y.. “Comparison of properties characterization between CHES-F, KES-F and FAST”. *DE REDACfIE*, 122, (2011).

Zhuang, Q., Harlock, S. and, Brook, D., “Longitudinal wicking of weft knitted fabrics: Part II: Wicking mechanism of knitted fabrics used in undergarments for outdoor activities”. *The Journal of The Textile Institute*, 93 (1), 97-107, (2002).

EKLER

8. EKLER

EK A.1 Dikey Kılcal Emicilik Çözgü Yönünde Su Yükselme Hızı Tablosu

| | | | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | |
|-----------------|---------------|--------------|-------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|--------------|
| Havlu | Ağır | HA | %308% | 20% | 12% | 6% | 6% | 5% | 5% | 3% | Çözgü |
| | | HA10 | %333% | 17% | 10% | 7% | 8% | 4% | 4% | 3% | |
| | | HA10Y | %328% | 13% | 10% | 4% | 7% | 3% | 6% | 2% | |
| | | HA20 | %378% | 12% | 12% | 7% | 7% | 4% | 4% | 4% | |
| | | HA20Y | %353% | 11% | 4% | 10% | 4% | 5% | 3% | 2% | |
| | Hafif | HH | %155% | 35% | 23% | 9% | 10% | 6% | 4% | 6% | |
| | | HH10 | %330% | 15% | 8% | 9% | 3% | 5% | 4% | 3% | |
| | | HH10Y | %295% | 25% | 7% | 7% | 3% | 3% | 4% | 5% | |
| | | HH20 | %388% | 13% | 9% | 8% | 6% | 4% | 5% | 4% | |
| | | HH20Y | %340% | 16% | 7% | 8% | 5% | 2% | 3% | 2% | |
| Peştamal | Havlu | PH | %158% | 36% | 19% | 12% | 11% | 7% | 5% | 4% | |
| | | PH10 | %345% | 19% | 12% | 9% | 7% | 7% | 4% | 1% | |
| | | PH10Y | %230% | 21% | 12% | 13% | 7% | 4% | 6% | 5% | |
| | | PH20 | %380% | 18% | 13% | 5% | 9% | 5% | 4% | 3% | |
| | | PH20Y | %240% | 18% | 14% | 7% | 8% | 4% | 5% | 1% | |
| | Havsız | P | 5% | 10% | 16% | 8% | 6% | 5% | 8% | 3% | |
| | | P10 | 345% | 19% | 12% | 9% | 6% | 6% | 5% | 5% | |
| | | P10Y | 278% | 15% | 13% | 8% | 4% | 5% | 4% | 4% | |
| | | P20 | 378% | 18% | 13% | 8% | 8% | 5% | 5% | 4% | |
| | | P20Y | 223% | 21% | 12% | 8% | 6% | 3% | 4% | 2% | |

EK A.2 Dikey Kılcal Emicilik Atkı Yönünde Su Yükselme Hızı Tablosu

| | | | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | | |
|-----------------|---------------|--------------|------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-------------|--|
| Havlu | Ağır | HA | 305% | 11% | 11% | 11% | 2% | 1% | 2% | 8% | Atkı | |
| | | HA10 | 320% | 6% | 9% | 12% | 7% | 2% | 4% | 6% | | |
| | | HA10Y | 300% | 15% | 4% | 5% | 6% | 4% | 2% | 2% | | |
| | | HA20 | 320% | 15% | 6% | 8% | 6% | 3% | 5% | 5% | | |
| | | HA20Y | 300% | 14% | 7% | 4% | 3% | 3% | 1% | 4% | | |
| | Hafif | HH | 110% | 43% | 22% | 10% | 9% | 10% | 7% | 4% | | |
| | | HH10 | 295% | 13% | 8% | 5% | 8% | 4% | 4% | 2% | | |
| | | HH10Y | 295% | 18% | 9% | 5% | 2% | 5% | 4% | 2% | | |
| | | HH20 | 348% | 12% | 9% | 6% | 5% | 5% | 4% | 4% | | |
| | | HH20Y | 270% | 19% | 6% | 4% | 5% | 5% | 3% | 1% | | |
| Peştamal | Havlu | PH | 175% | 29% | 16% | 11% | 5% | 6% | 5% | 5% | | |
| | | PH10 | 310% | 18% | 10% | 8% | 6% | 5% | 4% | 3% | | |
| | | PH10Y | 243% | 17% | 15% | 7% | 4% | 5% | 4% | 4% | | |
| | | PH20 | 325% | 17% | 13% | 7% | 7% | 5% | 4% | 4% | | |
| | | PH20Y | 218% | 20% | 8% | 8% | 6% | 5% | 4% | 3% | | |
| | Havsız | P | 115% | 21% | 17% | 6% | 5% | 6% | 4% | 4% | | |
| | | P10 | 360% | 18% | 10% | 8% | 8% | 6% | 5% | 3% | | |
| | | P10Y | 283% | 15% | 11% | 8% | 4% | 4% | 4% | 4% | | |
| | | P20 | 360% | 26% | 11% | 8% | 8% | 6% | 5% | 5% | | |
| | | P20Y | 238% | 18% | 8% | 7% | 7% | 2% | 3% | 2% | | |

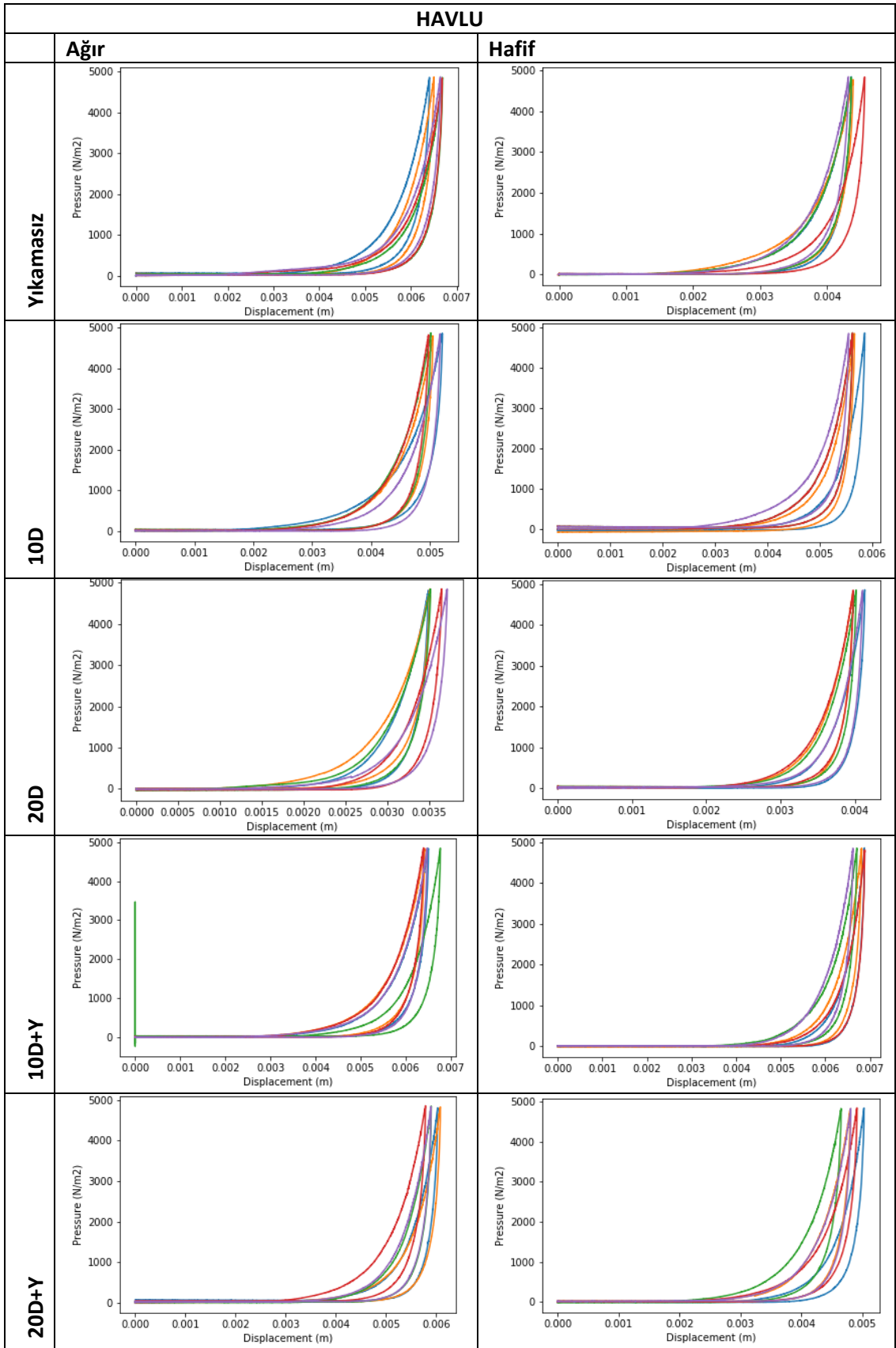
EK B Kuruma Hızı

| | | 0.dk | 5.dk | 10.dk | 15.dk | 20.dk | 25.dk | 30.dk | 35.dk | 40.dk | 45.dk | 50.dk | 55.dk | 60.dk |
|-----------|------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| HA | Yıkamasız | 1,881 | 1,855 | 1,828 | 1,798 | 1,784 | 1,761 | 1,739 | 1,717 | 1,692 | 1,666 | 1,641 | 1,618 | 1,600 |
| | 10 | 2,000 | 1,978 | 1,951 | 1,925 | 1,907 | 1,876 | 1,843 | 1,825 | 1,797 | 1,774 | 1,752 | 1,720 | 1,693 |
| | 20 | 2,093 | 2,029 | 2,010 | 1,980 | 1,954 | 1,917 | 1,888 | 1,867 | 1,832 | 1,810 | 1,782 | 1,758 | 1,732 |
| | 10Y | 2,039 | 1,958 | 1,947 | 1,916 | 1,888 | 1,860 | 1,836 | 1,814 | 1,786 | 1,762 | 1,732 | 1,720 | 1,679 |
| | 20Y | 2,072 | 2,027 | 2,017 | 1,979 | 1,959 | 1,927 | 1,901 | 1,879 | 1,848 | 1,821 | 1,795 | 1,753 | 1,727 |
| HH | Yıkamasız | 1,337 | 1,298 | 1,276 | 1,259 | 1,249 | 1,227 | 1,210 | 1,189 | 1,164 | 1,154 | 1,130 | 1,111 | 1,102 |
| | 10 | 1,692 | 1,654 | 1,633 | 1,618 | 1,606 | 1,587 | 1,563 | 1,539 | 1,517 | 1,490 | 1,466 | 1,438 | 1,419 |
| | 20 | 1,832 | 1,784 | 1,754 | 1,743 | 1,734 | 1,707 | 1,690 | 1,671 | 1,648 | 1,625 | 1,593 | 1,579 | 1,553 |
| | 10Y | 1,640 | 1,598 | 1,543 | 1,538 | 1,521 | 1,492 | 1,466 | 1,438 | 1,407 | 1,374 | 1,353 | 1,321 | 1,314 |
| | 20Y | 1,919 | 1,868 | 1,835 | 1,820 | 1,804 | 1,777 | 1,750 | 1,725 | 1,698 | 1,664 | 1,640 | 1,620 | 1,596 |
| PH | Yıkamasız | 0,902 | 0,866 | 0,846 | 0,832 | 0,801 | 0,772 | 0,749 | 0,728 | 0,708 | 0,690 | 0,678 | 0,659 | 0,642 |
| | 10 | 1,013 | 0,976 | 0,956 | 0,933 | 0,906 | 0,884 | 0,858 | 0,830 | 0,807 | 0,792 | 0,770 | 0,741 | 0,731 |
| | 20 | 1,020 | 0,988 | 0,963 | 0,946 | 0,919 | 0,894 | 0,866 | 0,842 | 0,820 | 0,796 | 0,780 | 0,758 | 0,734 |
| | 10Y | 0,992 | 0,972 | 0,960 | 0,927 | 0,903 | 0,874 | 0,852 | 0,831 | 0,813 | 0,776 | 0,754 | 0,739 | 0,719 |
| | 20Y | 1,046 | 1,022 | 1,006 | 0,985 | 0,966 | 0,945 | 0,920 | 0,894 | 0,878 | 0,851 | 0,829 | 0,805 | 0,793 |
| P | Yıkamasız | 0,713 | 0,672 | 0,655 | 0,632 | 0,613 | 0,592 | 0,570 | 0,552 | 0,536 | 0,513 | 0,503 | 0,494 | 0,487 |
| | 10 | 0,857 | 0,838 | 0,826 | 0,797 | 0,783 | 0,762 | 0,740 | 0,714 | 0,691 | 0,668 | 0,654 | 0,634 | 0,615 |
| | 20 | 0,912 | 0,891 | 0,870 | 0,852 | 0,833 | 0,812 | 0,799 | 0,758 | 0,746 | 0,724 | 0,709 | 0,689 | 0,672 |
| | 10Y | 0,906 | 0,875 | 0,855 | 0,837 | 0,823 | 0,803 | 0,788 | 0,761 | 0,741 | 0,724 | 0,712 | 0,685 | 0,666 |
| | 20Y | 0,897 | 0,874 | 0,857 | 0,830 | 0,817 | 0,802 | 0,776 | 0,754 | 0,747 | 0,719 | 0,692 | 0,685 | 0,662 |

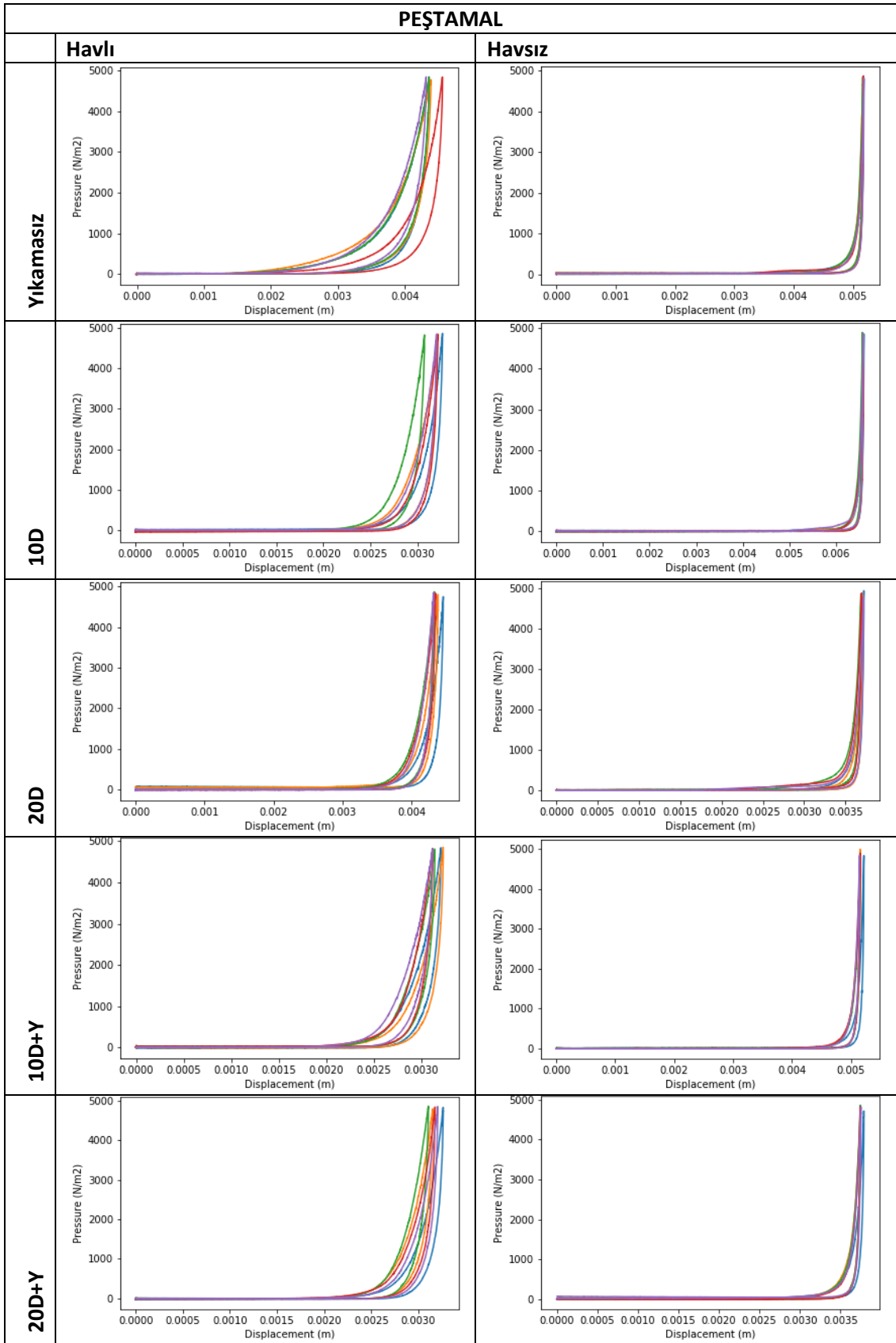
EK C Eğilme Testi

| | | + | | - | | | | + | | - | |
|-------|-------|--------|--------|--------|---------|------|-------|--------|--------|--------|---------|
| | | B | 2HB | B' | 2HB' | | | B | 2HB | B' | 2HB' |
| PH | Çözgü | 0,0782 | 0,1016 | 0,0397 | -0,0512 | P | Çözgü | 0,0984 | 0,1653 | 0,0845 | -0,1778 |
| | | 0,0825 | 0,1108 | 0,0396 | -0,0541 | | | 0,0984 | 0,1498 | 0,0778 | -0,1654 |
| | | 0,0770 | 0,0932 | 0,0404 | -0,0482 | | | 0,0835 | 0,1358 | 0,0794 | -0,1440 |
| | Atkı | 0,1274 | 0,1461 | 0,1200 | -0,1111 | | Atkı | 0,0989 | 0,1656 | 0,0986 | -0,1784 |
| | | 0,1429 | 0,1694 | 0,1185 | -0,1192 | | | 0,1044 | 0,1671 | 0,0927 | -0,1841 |
| | | 0,1483 | 0,1483 | 0,1325 | -0,1183 | | | 0,0890 | 0,1602 | 0,0865 | -0,1594 |
| PH10 | Çözgü | 0,1621 | 0,1833 | 0,1739 | -0,2285 | P10 | Çözgü | 0,1010 | 0,1451 | 0,0724 | -0,0845 |
| | | 0,1890 | 0,2102 | 0,1691 | -0,2216 | | | 0,1101 | 0,1613 | 0,0650 | -0,0790 |
| | | 0,1697 | 0,1803 | 0,1602 | -0,2281 | | | 0,0891 | 0,1406 | 0,0626 | -0,0928 |
| | Atkı | 0,1975 | 0,2137 | 0,1169 | -0,1958 | | Atkı | 0,1716 | 0,2443 | 0,1508 | -0,1797 |
| | | 0,1448 | 0,1809 | 0,1238 | -0,1994 | | | 0,1995 | 0,2736 | 0,1368 | -0,1705 |
| | | 0,1313 | 0,1826 | 0,1198 | -0,2057 | | | 0,1641 | 0,1917 | 0,1459 | -0,1644 |
| PH10Y | Çözgü | 0,0802 | 0,1140 | 0,0701 | -0,0721 | P10Y | Çözgü | 0,1340 | 0,1622 | 0,1315 | -0,1740 |
| | | 0,1084 | 0,1475 | 0,0622 | -0,0769 | | | 0,1524 | 0,1710 | 0,1263 | -0,1717 |
| | | 0,0655 | 0,1127 | 0,0593 | -0,0698 | | | 0,1390 | 0,1390 | 0,1330 | -0,1611 |
| | Atkı | 0,1786 | 0,1839 | 0,1382 | -0,1463 | | Atkı | 0,1254 | 0,1348 | 0,1099 | -0,1418 |
| | | 0,1409 | 0,1954 | 0,1219 | -0,1441 | | | 0,1047 | 0,1221 | 0,1068 | -0,1391 |
| | | 0,1733 | 0,1480 | 0,1211 | -0,1293 | | | 0,1003 | 0,1334 | 0,0995 | -0,1410 |
| PH20 | Çözgü | 0,1159 | 0,1561 | 0,0787 | -0,0994 | P20 | Çözgü | 0,1429 | 0,1686 | 0,1654 | -0,1896 |
| | | 0,1100 | 0,1428 | 0,0846 | -0,0957 | | | 0,1431 | 0,1789 | 0,1396 | -0,1861 |
| | | 0,0636 | 0,1524 | 0,1249 | -0,1161 | | | 0,1513 | 0,1717 | 0,1334 | -0,1719 |
| | Atkı | 0,1653 | 0,1868 | 0,1419 | -0,1500 | | Atkı | 0,1236 | 0,1417 | 0,1351 | -0,1617 |
| | | 0,2148 | 0,2204 | 0,1555 | -0,1520 | | | 0,1318 | 0,1498 | 0,1420 | -0,1725 |
| | | 0,1731 | 0,2053 | 0,1371 | -0,1506 | | | 0,1282 | 0,1898 | 0,1203 | -0,1956 |
| PH20Y | Çözgü | 0,0845 | 0,1294 | 0,0825 | -0,0725 | P20Y | Çözgü | 0,1228 | 0,1330 | 0,1164 | -0,1415 |
| | | 0,0803 | 0,1356 | 0,0667 | -0,0821 | | | 0,1218 | 0,1331 | 0,1122 | -0,1372 |
| | | 0,1014 | 0,1026 | 0,0509 | -0,0893 | | | 0,1054 | 0,1117 | 0,1066 | -0,1210 |
| | Atkı | 0,1520 | 0,1661 | 0,1164 | -0,1260 | | Atkı | 0,0869 | 0,1159 | 0,1012 | -0,1286 |
| | | 0,1716 | 0,1989 | 0,1300 | -0,1237 | | | 0,1016 | 0,1144 | 0,0977 | -0,1204 |
| | | 0,1344 | 0,1685 | 0,1239 | -0,1327 | | | 0,0846 | 0,1102 | 0,0967 | -0,1222 |

EK D.1 Sıkıştırma Testi (Havlu)



EK D.2 Sıkıştırma Testi (Peştamal)



EK E Japonya'da Yapılan Testlerin Sonuçları

| Yıkama Adeti ve İşlemi | Numune Kodu | Gramaj (g/m ²) | KES-F8 | KES-SE | | | KES-G5 | | | | KES-F2 | |
|------------------------|--------------|----------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| | | | R (k.Pa.s/m) | *SMD (μ) | *MMD | *MIU | WC (J/m ²) | LC | RC (%) | Th (mm) | *B | *2HB |
| 0 | HA | 501,6 | 0,37 | 5,470 | 0,009 | 0,335 | 3,07 | 0,37 | 41,6 | 6,45 | - | - |
| 10 D | HA10 | 533,2 | 0,562 | 7,263 | 0,014 | 0,320 | 2,74 | 0,42 | 35,97 | 6 | - | - |
| 10 D+Y | HA10Y | 543,6 | 0,64 | 5,652 | 0,012 | 0,347 | 3,17 | 0,41 | 36,59 | 6,38 | - | - |
| 20 D | HA20 | 558 | 0,69 | 5,220 | 0,016 | 0,362 | 1,99 | 0,43 | 38,08 | 5,08 | - | - |
| 20 D+Y | HA20Y | 552,4 | 0,682 | 5,396 | 0,011 | 0,278 | 2,59 | 0,42 | 37,84 | 5,81 | - | - |
| 0 | HH | 387,6 | 0,252 | 7,327 | 0,011 | 0,342 | 2,42 | 0,39 | 39,68 | 4,8 | - | - |
| 10 D | HH10 | 451,2 | 0,302 | 7,534 | 0,014 | 0,325 | 2,42 | 0,4 | 36,33 | 5,19 | - | - |
| 10 D+Y | HH10Y | 437,2 | 0,362 | 7,800 | 0,011 | 0,264 | 2,41 | 0,45 | 37,07 | 4,86 | - | - |
| 20 D | HH20 | 488,4 | 0,58 | 9,283 | 0,016 | 0,232 | 1,76 | 0,4 | 39,44 | 4,49 | - | - |
| 20 D+Y | HH20Y | 511,6 | 0,574 | 6,863 | 0,014 | 0,252 | 2,28 | 0,43 | 37,01 | 5,03 | - | - |
| 0 | PH | 240,4 | 0,186 | 8,252 | 0,012 | 0,282 | 1,52 | 0,51 | 42,96 | 2,58 | 0,096 | 0,077 |
| 10 D | PH10 | 270 | 0,216 | 9,751 | 0,015 | 0,213 | 0,96 | 0,47 | 38,44 | 2,34 | 0,155 | 0,135 |
| 10 D+Y | PH10Y | 264,4 | 0,294 | 9,595 | 0,012 | 0,223 | 1,15 | 0,46 | 41,23 | 2,57 | 0,110 | 0,209 |
| 20 D | PH20 | 272 | 0,292 | 10,505 | 0,018 | 0,240 | 0,99 | 0,38 | 39,97 | 2,71 | 0,130 | 0,196 |
| 20 D+Y | PH20Y | 278,8 | 0,306 | 8,861 | 0,011 | 0,200 | 1,02 | 0,46 | 39,65 | 2,43 | 0,108 | 0,099 |
| 0 | P | 190 | 0,22 | 6,220 | 0,015 | 0,185 | 0,48 | 0,2 | 35,22 | 1,86 | 0,091 | 0,158 |
| 10 D | P10 | 228,4 | 0,402 | 5,694 | 0,014 | 0,184 | 0,41 | 0,26 | 36,06 | 1,65 | 0,123 | 0,127 |
| 10 D+Y | P10Y | 241,6 | 0,624 | 5,670 | 0,014 | 0,189 | 0,46 | 0,29 | 37,11 | 1,59 | 0,122 | 0,178 |
| 20 D | P20 | 243,2 | 0,584 | 5,723 | 0,015 | 0,180 | 0,48 | 0,22 | 34,39 | 2 | 0,138 | 0,102 |
| 20 D+Y | P20Y | 239,2 | 0,602 | 5,572 | 0,013 | 0,259 | 0,49 | 0,26 | 34,83 | 1,73 | 0,105 | 0,153 |

*: Atkı ve çözgü yönü değerlerinin ortalamaları alınmıştır.

-: Test uygulanmadığı için değer yoktur.

EK F Türkiye’de Yapılan Testlerin Sonuçları

| Yıkama Adeti ve İşlemi | Numune Kodu | Gramaj (g/m ²) | Sıklık (tel/cm) | | Kuvvet (N) | | Kuruma Hızı (%) | *Su Emilimi (%) | Hidrofilite (sn) | Stensby | |
|------------------------|--------------|----------------------------|-----------------|-----------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------|---------------|
| | | | Atkı | Çözgü | Atkı yönü | Çözgü yönü | | | | Havlı Yüz | Havsız Yüz |
| 0 | HA | 501,6 | 18 | 28 | 18,03 | 39,41 | 45% | 117,97 | 4,31 | 141,97 | - |
| 10 D | HA10 | 533,2 | 20 | 29 | 14,39 | 23,84 | 46% | 111,32 | 3,62 | 155,32 | - |
| 10 D+Y | HA10Y | 543,6 | 19 | 28 | 14,74 | 31,78 | 53% | 98,42 | 4,18 | 151,97 | - |
| 20 D | HA20 | 558 | 20 | 29 | 12,15 | 21,92 | 52% | 107,64 | 3,35 | 155,36 | - |
| 20 D+Y | HA20Y | 552,4 | 19 | 28 | 24,39 | 36,29 | 50% | 99,53 | 4,28 | 147,12 | - |
| 0 | HH | 387,6 | 16 | 28 | 24,96 | 37,08 | 64% | 154,84 | 9,56 | 145,05 | - |
| 10 D | HH10 | 451,2 | 19 | 29 | 13,58 | 27,06 | 48% | 98,64 | 4,5 | 155,32 | - |
| 10 D+Y | HH10Y | 437,2 | 17 | 29 | 22,87 | 30,53 | 60% | 99,91 | 4,3 | 148,17 | - |
| 20 D | HH20 | 488,4 | 19 | 29 | 14,51 | 34,29 | 46% | 115,03 | 4,85 | 153,11 | - |
| 20 D+Y | HH20Y | 511,6 | 17 | 29 | 20,21 | 24,67 | 50% | 101,34 | 6,03 | 147,6 | - |
| 0 | PH | 240,4 | 18 | 22 | 54,7 | 71,3 | 86% | 113,15 | 10,11 | 149 | 153,83 |
| 10 D | PH10 | 270 | 20 | 24 | 40,15 | 34,6 | 83% | 109,23 | 7,47 | 154,67 | 155,05 |
| 10 D+Y | PH10Y | 264,4 | 19 | 23 | 59,8 | 72,8 | 82% | 92,08 | 77,24 | 151,04 | 150,04 |
| 20 D | PH20 | 272 | 20 | 24 | 39,7 | 27,01 | 84% | 114,04 | 8,17 | 153,26 | 155,33 |
| 20 D+Y | PH20Y | 278,8 | 19 | 23 | 58,6 | 70,3 | 72% | 80,81 | 37,39 | 147,17 | 145,55 |
| 0 | P | 190 | 30 | 34 | 89 | 95,6 | 95% | 39,68 | 137,43 | - | 152,24 |
| 10 D | P10 | 228,4 | 36 | 40 | 22,38 | 21,29 | 85% | 97,14 | 11,82 | - | 155,88 |
| 10 D+Y | P10Y | 241,6 | 34 | 38 | 50,1 | 67 | 79% | 76,91 | 240 | - | 152,57 |
| 20 D | P20 | 243,2 | 36 | 40 | 19,38 | 18,38 | 79% | 103,50 | 11,76 | - | 154,57 |
| 20 D+Y | P20Y | 239,2 | 34 | 38 | 46,19 | 53,1 | 79% | 63,82 | 240 | - | 146,62 |

*: Atkı ve çözgü yönü değerlerinin ortalamaları alınmıştır.

-: Test uygulanmadığı için değer yoktur.

9. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Alperen Ahmet CENGİZ

Doğum Yeri ve Tarihi : Denizli - 25.02.1988

Ön Lisans Üniversite : Süleyman Demirel Üniversitesi (Isparta)

Lisans Üniversite : Bursa Uludağ Üniversitesi (Bursa)

Y. Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi (Denizli)

Y. L. Üniversite (Araştırma) : Kyoto Institute of Technology (Kyoto)

Elektronik posta : alperen.cengiz@gmail.com

İletişim Adresi : Gerzele Mah. Geriz Cad. Binyıl Konutları C-
Blok D:3 Merkezefendi / DENİZLİ

Konferans listesi :

- Alperen Ahmet Cengiz, Prof. Dr. Sema Palamutçu, “Türkiye’de Üretilen Pamuklu Havlu ve Pamuklu Peştamallara Uygulanan Çoklu Yıkama İşlemlerinin Ürünler Üzerindeki Etkisi” II. Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi (International Congress of Academic Research), 2020 (Bolu).