

**LİKRALI HAVLU KUMAŞ TASARIMI VE UYGULAMA
ALANLARININ ARAŞTIRILMASI**

Sümeyye REÇEL ASLAN



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**LİKRALI HAVLU KUMAŞ TASARIMI VE UYGULAMA ALANLARININ
ARAŞTIRILMASI**

Sümeyye REÇEL ASLAN
0000-0002-8255-946X

Prof. Dr. Recep EREN
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Sümeyye REÇEL ASLAN tarafından hazırlanan “LİKRALI HAVLU KUMAŞ TASARIMI VE UYGULAMA ALANLARININ ARAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Recep EREN

- | | | |
|-----------------|---|------|
| Başkan : | Prof.Dr. Recep EREN
000-0001-9389-0281
Uludağ Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı | İmza |
| Üye : | Doç. Dr. Gülcan SÜLE
000-0002-6014-0625
Uludağ Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı | İmza |
| Üye : | Dr.Öğr.Üyesi Arzu YAVAŞCAOĞLU
0000-0003-0929-2831
Yalova Üniversitesi,
Yalova Meslek Yüksekokulu,
Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü | İmza |

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü
.././.....

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

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

beyan ederim.

03/01/2022

Sümeyye REÇEL ASLAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

LİKRALI HAVLU KUMAŞ TASARIMI VE UYGULAMA ALANLARININ ARAŞTIRILMASI

Sümeyye REÇEL ASLAN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Recep EREN

Bu yüksek lisans tez çalışmasında ev tekstilinde önemli bir kullanım alanına sahip havlu kumaşların atkı ve/veya zemin çözgüde likralı iplikler kullanılarak üretimi, üretilen havlu kumaşların kullanıma yönelik özellikleri ve mevcut kullanım alanı haricinde kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla havlu kumaş üretiminde kullanılan Ne 16/1 ve Ne 20/2 pamuk iplikleri 70 denye likra ipliği ile bükülerek likralı iplikler üretilmiş ve bu likralı ipliklerden Ne 16/1 pamuk içeren atkı ipliği olarak, Ne 20/2 pamuk içeren çözgü ipliği olarak kullanılarak havlu kumaş numuneleri üretilmiştir. Likrasız olanlarla da karşılaştırmak için likrasız ipliklerle, atkıdan likralı ipliklerle, çözgüden likralı ipliklerle ve hem atkıdan hem de çözgüden likralı ipliklerle 4 farklı grupta havlu kumaşlar 4 farklı atkı sıklığı ve 4 farklı hav uzunluğunda üretilmiştir. Tüm gruplarda toplam 64 adet olarak üretilen havlu kumaş numuneleri kopma mukavemeti, anlık uzama, boyutsal çekme, su emme ve su buharlaşma hızı, ısı direnç ve su buharı geçirgenliği testlerine tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek likralı havlu kumaşların özellikleri ile tasarımlarına yönelik teknik veriler tartışılmış ve mevcut kullanım alanına alternatif kullanım alanları üzerine yorumlar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dokuma kumaş, havlu kumaş, likralı havlu, su emme, elastik havlu

2022, x + 94 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DESIGN OF STRECH TERRY FABRICS AND SEARCHING APPLICATION AREAS FOR THEM

Sümeyye REÇEL ASLAN

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Textile Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Recep EREN

In this Msc thesis, production of terry fabrics, which have a large usage area in home textiles, with lycra containing ground warp and/or weft yarns, properties regarding their use and possible alternative application areas are investigated. For this aim, firstly Ne 16/1 and Ne 20/2 cotton yarns were twisted together with 70 denier lycra yarn and elastic lycra containing cotton yarns were produced and then terry fabric samples were woven using these elastic yarns. Terry fabric samples for experimental purpose were produced with 4 different weft densities, 4 different pile lengths with non-lycra yarns, with lycra yarns in weft, with lycra yarn in ground warp and with lycra yarn in both ground warp and weft yarns. A total of 64 different terry fabric samples produced were subjected to tests of breaking strength and breaking elongation, instant elongation, contractions, water absorption and evaporation speed, thermal resistance and water vapor transmission. Test results were evaluated and terry fabric properties and technical data related to terry fabric design were discussed and alternative application areas for terry fabrics were commented on.

Key words: Woven fabric, terry fabric, water absorption, elastic terry fabric, terry contraction

2022, x + 94 pages.

TEŐEKKÖR

Öncelikle yüksek lisans eğitimim ve tezimin hazırlık süreci boyunca her türlü konuda engin tecrübelerinden yararlanmamı sağlayıp yol gösteren, danışman hocam Sayın Prof.Dr.Recep EREN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın önemli bir bölümünü oluşturan fiziksel testlerin hazırlığında ve uygulanmasında yardımlarından dolayı Sayın Yüksek Tekstil Mühendisi Mehmet TİRİTOĞLU'na ve laboratuvar ekipmanlarının kullanımına olanak sağlayan Bursa Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'ne ve idari personeline teşekkür ederim.

Çalışmalarımın temelini oluşturan iplik temini ve havlu kumaş numunelerinin üretimi aşamasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Bursalı Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.' e teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans eğitimim ve tezimin hazırlık süreci boyunca maddi, manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim canım aileme ve sevgili eşim Gökay ASLAN'a sevgi ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sümeyye REÇEL ASLAN

3/01/2022

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Havlu Dokuma Teknolojisi ve Son Teknolojik Durum.....	3
2.2. Havlu Kumaşlarda Kullanılan Lif Cinsleri, İplik Yapıları ve Kumaş Konstrüksiyonları.....	16
2.3. Havlu Kumaşlardan İstenilen Özellikler.....	21
2.4. Havlu Kumaşlarla İlgili Bilimsel Literatür Değerlendirmesi.....	23
2.5. Elastik Dokuma Kumaşlar İle İlgili Genel Bir Değerlendirme.....	32
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	37
3.1. Materyal.....	37
3.2.1. Fiziksel Kumaş Analizi.....	40
3.2.2. Kopma Mukavemeti Testi.....	41
3.2.3. Su Emme Özelliği Tayini ve Su Buharlaşma Hızı.....	41
3.2.4. Hava Geçirgenliği Testi.....	42
3.2.5. Anlık Uzama (Frayma Ekstensometre) Testi.....	42
3.2.6. Eğilme Dayanımı Tayini.....	42
3.2.7. Isıl İletkenlik ve Isıl Direnç Ölçümleri.....	43
3.2.8. Bağlı Su Buharı Geçirgenliği.....	43
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	45
4.1. Fiziksel Kumaş Analizi Sonuçları.....	45
4.2. Kopma Mukavemeti Testi.....	53
4.3. Su Emme ve Su Buharlaşma Hızı Özelliği Tayini.....	56
4.4. Hava Geçirgenliği Testi.....	64
4.5. Anlık Uzama (Frayma) Testi.....	69
4.6. Eğilme Dayanımı Tayini.....	71
4.7. Isıl İletkenlik ve Isıl Direnç Ölçümleri.....	75
4.8. Bağlı Su Buharı Geçirgenliği.....	79
5. SONUÇ.....	86
KAYNAKLAR.....	90
ÖZ GEÇMİŞ.....	94

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
L	Uzunluk
R	Ribs örgüsü
mm	Milimetre
tex	Uluslararası ağırlık sistemi
dtex	Decitex numaralandırma sistemi
cm ²	Santimetrekare
m ²	Metrekare
g	Gram
g/m ²	1 m ² 'deki gram olarak ağırlığın değeri
°C	Derece santigrat
N	Newton
WER (%)	Yüzde olarak havlu tarafından emilen suyun buharlaşma hızı
Wf	Islatılmamış haldeki havlu kumaş numunesi ağırlığı (g)
w0	Ağırlığının %30 u kadar su emdirilmiş havlu kumaş ağırlığı (g)
wi	Her 10 dakikada bir ölçülen numune kumaş ağırlığı (g)
Pa	Pascal
Xort	Sarkma Uzunluğu (cm)
W	Kumaş gramajı (g/cm ²)
C	Eğilme uzunluğu (cm)
G	Eğilme dayanımı (mgcm)
GO	Kumaşın genel eğilme dayanımı
% WVP	Su buharı geçirgenliği ve
Ret	Su buharı direnci (m ² .Pa/W)
λ	Isıl iletkenlik (W/mK)
r	Isıl direnç (m ² .K/W)
h	Kalınlık (mm)
αe	İngiliz sisteminde büküm katsayısı

Kısaltmalar Açıklama

TETSİAD	Türkiye Ev Tekstili Sanayicileri ve İşadamları Derneği
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
Ne	İngiliz iplik numarası
Nm	Metrik iplik numarası
ISO	International Organization for Standardization
ASTM	American Society for Testing and Material
AATC	American Association Textile Chemists and Colorists
DIN	German Institute for Standardization
BS	British Standards
TS	Türk Standartları
PES	Poliester
PVA	Polivinilalkol
PBT	Polibütilen teraftelat

S Atkı sıklığı
HB Hav ilmeği uzunluğu

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1. 3 atkılı gruplu hav oluşumuna ait havlu kumaş kesit görünüşü.....	5
Şekil 2. 3-atkılı havlu oluşturmada havların yüzey değiştirme yöntemi	6
Şekil 3. 3-atkılı havlu oluşturmada bezayağı örgü yapısıyla havların yüzey değiştirm yöntemi.....	6
Şekil 4. 3-atkılı havlu dokumada havların ilave bir atkılı bağlantısı ile yüzey değiştirme yöntemi.....	7
Şekil 5. 4-atkılı gruplu havlu kumaş oluşumu kesit görünüşü.....	8
Şekil 6. 4-atkılı gruplu havlu kumaş oluşumunda havların yüzey değişimi.	8
Şekil 7. Mekanik hav oluşturma mekanizması	11
Şekil 8. Servo motor tahrikli hav oluşturma mekanizmalı havlu dokuma makinesi görünümü	13
Şekil 9. 5-atkılı gruplu havlu kumaş oluşumu kesit görünüşü.....	14
Şekil 10. 7-atkılı gruplu hav oluşumu kesit görünüşü	16

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1.	1. grup havlu kumaşlarda kullanılan iplik bilgileri.....37
Çizelge 3.2.	2. grup havlu kumaşlarda kullanılan iplik bilgileri.....37
Çizelge 3.3.	3. grup havlu kumaşlarda kullanılan iplik bilgileri.....38
Çizelge 3.4.	4. grup havlu kumaşlarda kullanılan iplik bilgileri.....38
Çizelge 3.5.	Üretilen havlu kumaş numunelerinin tanımlamaları ve teknik parametreleri39
Çizelge 3.5.	Üretilen havlu kumaş numunelerinin tanımlamaları ve teknik parametreleri (devam).....40
Çizelge 4.1.1.	Hav ipliği Ne 6/1 olan likra içermeyen numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri.....45
Çizelge 4.1.2.	Hav ipliği Ne 12/1 olan likra içermeyen numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri.....46
Çizelge 4.1.3.	Hav ipliği Ne 16/1 olan likra içermeyen numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri.....47
Çizelge 4.1.4.	Hav ipliği Ne 6/1 olan ve atkı ipliğinde likra bulunan numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri48
Çizelge 4.1.5.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve atkı ipliğinde likra bulunan numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri49
Çizelge 4.1.6.	Hav ipliği Ne 16/1 olan ve atkı ipliğinde likra bulunan numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri50
Çizelge 4.1.7.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve zemin ipliğinde likra bulunan numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri51
Çizelge 4.1.8.	Hav ipliği Ne 12/1 olan, zemin ve atkı ipliğinde likra bulunan numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri52
Çizelge 4.2.1.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve likra içermeyen 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin kopma mukavemet ve yüzde uzama değerleri53
Çizelge 4.2.2.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve atkı ipliği likra içeren 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin kopma mukavemet ve yüzde uzama değerleri54
Çizelge 4.2.3.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve zemin ipliği likra içeren 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin kopma mukavemet ve yüzde uzama değerleri54
Çizelge 4.2.4.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve zemin ile atkı ipliği likra içeren 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin kopma mukavemet ve yüzde uzama değerleri55
Çizelge 4.3.1.	Hav ipliği Ne 6/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin su emme süreleri56
Çizelge 4.3.2.	Hav ipliği Ne 6/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin su buharlaşma hızları57
Çizelge 4.3.3.	Hav ipliği Ne 16/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin su emme süreleri58
Çizelge 4.3.4.	Hav ipliği Ne 16/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin su buharlaşma hızları58

Çizelge 4.3.5.	Hav ipliği Ne 6/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip atkı ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su emme süreleri	59
Çizelge 4.3.6.	Hav ipliği Ne 6/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip atkı ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharlaşma hızları	59
Çizelge 4.3.7.	Hav ipliği Ne 16/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip atkı ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su emme süreleri	60
Çizelge 4.3.8.	Hav ipliği Ne 16/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip atkı ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharlaşma hızları	60
Çizelge 4.3.9.	Hav ipliği Ne 12/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip zemin ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su emme süreleri	61
Çizelge 4.3.10.	Hav ipliği Ne 12/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip zemin ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharlaşma hızları	62
Çizelge 4.3.11.	Hav ipliği Ne 12/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip zemin ve atkı ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su emme süreleri	63
Çizelge 4.3.12.	Hav ipliği Ne 12/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip zemin ve atkı ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharlaşma hızları	63
Çizelge 4.4.1.	Hav ipliği Ne 6/1 olan ve likra içermeyen ham ve işlem görmüş numunelerin hava geçirgenliği değerleri	64
Çizelge 4.4.2.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve likra içermeyen ham ve işlem görmüş numunelerin hava geçirgenliği değerleri	65
Çizelge 4.4.3.	Hav ipliği Ne 16/1 olan ve likra içermeyen ham ve işlem görmüş numunelerin hava geçirgenliği değerleri	66
Çizelge 4.4.4.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve atkı ipliği likra içeren ham ve işlem görmüş numunelerin hava geçirgenliği değerleri	67
Çizelge 4.4.5.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve zemin ipliği likra içeren ham ve işlem görmüş numunelerin hava geçirgenliği değerleri	68
Çizelge 4.4.6.	Hav ipliği Ne 12/1 olan, zemin ve atkı ipliği likra içeren ham ve işlem görmüş numunelerin hava geçirgenliği değerleri	69
Çizelge 4.5.1.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve likra içermeyen 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin atkı ve çözgü yönünde anlık uzama yüzde değerleri	70
Çizelge 4.5.2.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve atkı ipliği likra içeren 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin atkı ve çözgü yönünde anlık uzama yüzde değerleri	70
Çizelge 4.5.3.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve zemin ipliği likra içeren 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin atkı ve çözgü yönünde anlık uzama yüzde değerleri	70
Çizelge 4.5.4.	Hav ipliği Ne 12/1 olan, zemin ve atkı ipliği likra içeren 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin atkı ve çözgü yönünde anlık uzama yüzde değerleri	70
Çizelge 4.6.1.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve likra içermeyen numunelerin eğilme dayanımı değerleri	72
Çizelge 4.6.2.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve atkı ipliği likra içeren numunelerin eğilme dayanımı değerleri	72
Çizelge 4.6.3.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve zemin ipliği likra içeren numunelerin eğilme dayanımı değerleri	73

Çizelge 4.6.4.	Hav ipliği Ne 12/1 olan, atkı ve zemin ipliği likra içeren numunelerin eğilme dayanımı değerleri	73
Çizelge 4.7.1.	Hav ipliği Ne 6/1 olan ve likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri	75
Çizelge 4.7.2.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri	76
Çizelge 4.7.3.	Hav ipliği Ne 16/1 olan ve likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri	76
Çizelge 4.7.4.	Hav ipliği Ne 6/1 olan ve atkı ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri	77
Çizelge 4.7.5.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve atkı ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri	77
Çizelge 4.7.6.	Hav ipliği Ne 16/1 olan ve atkı ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri	78
Çizelge 4.7.7.	Hav ipliği Ne 12 /1 olan ve zemin ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri	78
Çizelge 4.7.8.	Hav ipliği Ne 12/1 olan, zemin ve atkı ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri	79
Çizelge 4.8.1.	Hav ipliği Ne 6/1 olan ve likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri	80
Çizelge 4.8.2.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri	80
Çizelge 4.8.3.	Hav ipliği Ne 16/1 olan ve likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri	81
Çizelge 4.8.4.	Hav ipliği Ne 6/1 olan ve atkı ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri	82
Çizelge 4.8.5.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve atkı ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri	82
Çizelge 4.8.6.	Hav ipliği Ne 16/1 olan ve atkı ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri	83
Çizelge 4.8.7.	Hav ipliği Ne 12/1 olan ve zemin ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri	84
Çizelge 4.8.8.	Hav ipliği Ne 12/1 olan, zemin ve atkı ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri	84

1. GİRİŞ

Havlü dokumacılığının geçmişı çok eski yıllara dayanmamakla birlikte, Manchester Tekstil Enstitüsünün yapmış olduğu araştırmaya göre havlü dokumacılığının coğrafi bölge olarak özellikle Türkiye’de, özellikle Bursa sınırları içerisinde gelişim gösterdiğinden bahsedilmiştir. Tarihte ilk defa Türkiye’de havlü dokuma üretimiyle birlikte yabancı kaynaklara “Terry” ya da “Turkish Towels” olarak geçmiştir. İlk olarak yanlış dokumadan meydana geldiği düşünölen havlü yapısı, yapılan araştırmalar sonucunda 18. yüzyılda Bursa kadifelerinde havlü dokumacılığının kullanıldığını göstermektedir. Üretimi Bursa’da başlayan havlüların 1848 yılında Topkapı ziyareti sonucu “Henry Christie” tarafından İngiltere’ye götüröldüğü bilinmektedir. Sonrasında ise “Samuel Hold”, 1850 yılında dokuma makinasında hav oluşumunu sağlayan mekanizmanın patentini alarak tek yüzlü havlü dokuma üretilmesini mekanik olarak sağlamıştır. Alınan patent daha sonra “Christie ve oğulları” üzerine aktarılmıştır (Şirin 2013).

Mekanik dokuma makineleri ile dokunan ilk havlü 1852 yılında Fairfieldwerken tarafından üretilmiştir (Şirin 2013). Dokuma makinelerinin havlü üretimi için revize edilmesiyle havlü üretim hızı artmış ve dünya çapında tekstil sektöründe önemli bir noktaya gelmiştir.

Türkiye’de tekstil sanayisi ele alındığında havlü dokumacılığı sektör içerisinde önemli bir alana ev sahipliğı yapmaktadır. Kendine özel dokuma tekniğı ile üretilen Türk havlüları dünyaca tanınmış ve Türkiye’nin tekstil ürünleri ihracatında büyük bir paya sahip olmuştur. Özellikle Bursa ili ile ün kazanan havlülar daha sonraları Uşak ve Denizli illerinde de önem kazanmıştır (Yakartepe 1995).

Havlü kumaşları da içerisinde alan ev tekstili üretimi iç ve dış ticaret alanları kapsamında Türkiye’de de son yıllarda artış göstermiştir. Tüm tekstil ihracatının yanında ev tekstili bu payın %10 ‘unu oluşturmaktadır. Ev tekstili ürünleri içerisinde havlü ve havlü kumaşların kullanımı Türkiye’de ilk sıralardadır (Zervent Ünal 2007).

Havlü yapılar genellikle el, yüz, banyo, bornozluk ve plaj havlüsu olarak kullanılmak üzere dokunan kumaşlardır. Havlü yapıların kalitesini belirleyen ve havlü yapılardan

beklenen en önemli özellik iyi bir su emiciliğine sahip olmasıdır. Bunun yanı sıra yumuşak tuşeye sahip olması, yüksek yaş mukavemeti ve yüksek renk haslığı göstermesi havlu yapılardan beklenen önemli özellikler arasındadır. Havlunun kalitesine doğrudan etki eden asıl parametreler, havlu üretiminde kullanılan iplik türü ve yapılarıdır (Şirin 2013). Ağırlıklı olarak değişik numara ve özelliklerde pamuk ipliği kullanılmasına rağmen havlu kumaş üretiminde keten, bambu, lyocell, modal ve polyester esaslı mikro poliester ipliklerin kullanımı farklı beklentileri karşılamak adına yaygınlaşmaktadır.

Havlu kumaş üretimi üç farklı grup ipliğin belirli bir örgü raporuna uygun şekilde biraya getirilmesi ile elde edilmektedir. Belirli bir örgü yapısıyla bağlanan bu iplikler hav, zemin ve atkı ipliği olarak adlandırılmaktadır. Dokunan havlu yapılar genellikle bukles yapıda olup, istenildiği takdirde kadifeleme makinesinden geçirilerek desenli ve buklesi kesilmiş kadife yüzeyli olarak elde edilebilmektedir (Şirin 2013). Bu kadife oluşumu havlunun her iki yüzüne uygulanabildiği gibi tek yüzü uygulanarak, bir yüzü kadife diğeri bukles olacak şekilde de üretilebilmektedir.

Havlu kumaşlar 3, 4, 5 ve 7 atkıda bir hav olacak şekilde üretilebilmektedir. Kalite ve desenlendirme gerekçesiyle 4, 5 ve 7 atkı gruplu havlu üretim teknikleri kullanılmakla birlikte maliyet avantajından dolayı 3 atkıda bir hav oluşumu yöntemiyle havlu kumaş üretimi dünya da hâkim durumdadır.

Havlu ve bornoz ürünlerin de içinde yer aldığı ev tekstili grubunun 2015 yılı Türkiye Ev Tekstili Sanayicileri ve İş Adamaları Derneği (TETSİAD) verilerine göre ihracat rakamı 3,50 milyar USD'a yaklaşmıştır. Belirtilen rakam bu yıl için toplam tekstil ihracatının %40'ını oluşturmuştur. 577 milyon USD ile Almanya, 307 milyon USD ile Rusya ve 269 milyon USD ile ABD, TÜİK ve TETSİAD verilerine göre sırasıyla havlu ve bornoz ürünlerini en çok ihraç edildiği ülkeler olmuştur (Çetin 2017).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Havlu Dokuma Teknolojisi ve Son Teknolojik Durum

Havlı yapıda dokunan kumaş yapıları çoğunlukla iki çözü ve bir atkı ipliği sistemi kullanılarak üretilmektedir. Ev tekstili sektöründe oluşturulan bu yapılar kullanım amacı göz önüne alındığında önemli bir yere sahiptir. Havlu üretimini gerçekleştiren dokuma makineleri hav çözü salma sistemi ve hav oluşturma mekanizmaları ele alındığında diğer dokuma makinelerinden farklılık göstermektedir. Bu farklılıklardan dolayı havlu dokuma makineleri sadece havlu yapı dokuyabilecek şekilde tasarlanıp, üretilmektedir. Servo motorla tahrik edilen kumaş çekme, çözü besleme ve hav oluşturma mekanizmalarına sahip havlu dokuma makineleri ile üretilen havlu kumaşların desen, kalite ve üretim verimliliği önemli ölçüde arttırılmıştır (R. Eren ve ark. 1998).

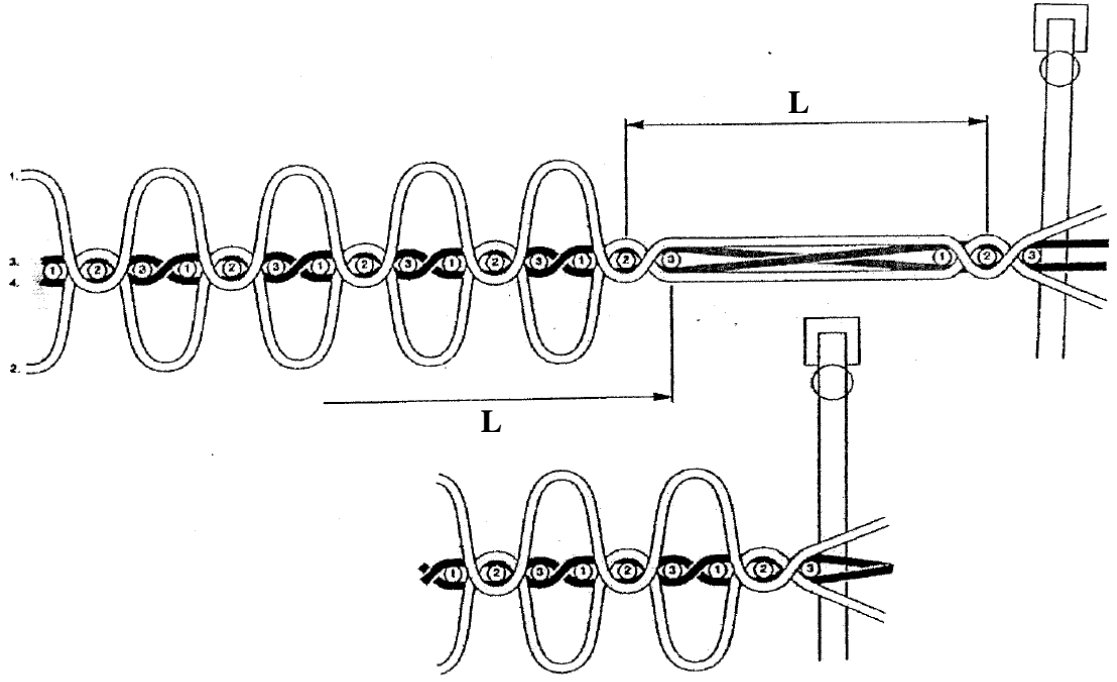
Üretimi yapılacak havlunun yapısına göre armürlü veya jakarlı dokuma makinesi kullanılır. Armürlü tezgahların maksimum 20 çerçeveye sahip olan pratik bir çalışma mekanizması vardır. Genellikle düz ve basit bordürlü havlu kumaşların dokunması için kullanılırlar. Her bir çözü ipliğine farklı hareket verilebilen jakarlı dokuma makinelerinde daha karışık ve detaylı desenler dokunmaktadır (Şirin 2013).

Zemin ve hav çözüsüyle birlikte 3. iplik olan atkı ipliğiyle bağlantı kurulan dokuma kumaş yapılarına havlu kumaşlar denir. Hav yapısı kumaşın her iki tarafında olabileceği gibi tek yüzeyinde ya da istenilen desen şeklinde oluşturulabilmektedir. Yapı oluşturulurken hav boyları değiştirilebilmekte ve istenildiği takdirde kesilerek kadife yapı üretilabilmektedir (Jönsson 2011).

Havlu kumaşlar giriş kısmında da bahsedildiği gibi çoğunlukla 3 atkıda 1 hav oluşturulacak şekilde dokunmaktadır. Aşağıda 3 atkı gruplu hav oluşturma teknolojisi ve bu teknoloji kullanılarak dokunan havlularda ki yüzey değişimine ait örgü yapıları açıklanmaktadır.

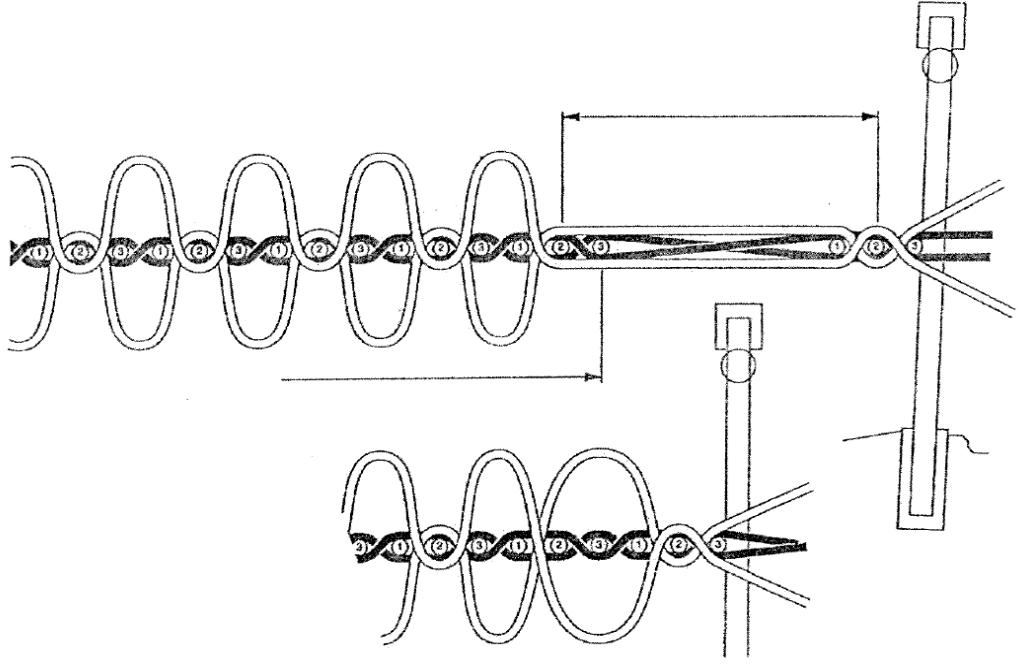
Şekil 1 de görüldüğü gibi en son hav oluşumundan sonra ki 3 atkının tefelenmesi esasında hav oluşumunun temelini açıklamaktadır. Şekilde “L” ile gösterilen mesafe yaklaşık olarak hav yüksekliğinin iki katı olup, tarağın veya kumaş çizgisinin değişken hareketi

ile belirlenmektedir. En son hav oluşumundan sonra atılan 1. atkı kumaş çizgisine “L” mesafede tefe vurulmaktadır (kumaş çizgisinden “L” mesafe öteye getirilmektedir). İkinci atkı atıldıktan sonra da atkıya aynı mesafeye kadar tefe vurulmaktadır. Ancak 3. atkının atılmasından sonra tam tefeleme gerçekleştirilerek, kumaş çizgisine “L” mesafe öteden itibaren 3 atkı tarağın hareketi ile birlikte kumaş çizgisine kadar getirilmektedir. Bu esnada 3 atkı gerginliği daha yüksek olan zemin çözümleri arasından kayarken düşük gerginlikte ki hav çözümleri atkılar arasından kaymaksızın onlarla birlikte hareket eder. Sonuç olarak “L” mesafesi boyunca kaymadan atkılarla birlikte hareket eden hav çözümü iplikleri yaklaşık “L/2” oranında bukle şeklinde hav oluşturmaktadır. En boyunca konumlanan tüm hav iplikleri aynı hareketi yaptığından, havlar kumaşın üst ve alt yüzeylerinde “L/2” yüksekliğinde oluşturulmaktadır. Bu durum Şekil 2.1’deki alt çizimde görülmektedir. Örgü yapısına baktığımız zaman koyu renk ile gösterilen zemin çözümü iplikleri iki dolu bir boş ribs örgü hareketi yaparken, kumaşın üst yüzeyinde hav oluşturacak hav çözümleri iki dolu bir boş, kumaşın alt yüzeyinde hav oluşturacak hav çözümleri ise 2 boş bir dolu örgü hareketi yapmaktadır. Zemin ve hav çözümleri aynı örgü hareketlerini yapmakla birlikte aralarında bir devirlik veya bir atkılık zaman gecikmesi olmaktadır. Bu durum hav çözümlerinin 3 atkı tarafından sıkıca tutunmasını sağlarken, zemin çözümler arasında kaymayı da kolaylaştırmaktadır. Hav oluşturma mekanizmasında gerçekleştirilen tarak veya kumaş çizgisi değişken hareketi ile L mesafesinin (yani “L” uzunluğu) değiştirilmesi mümkün olmakta, bu şekilde farklı hav yüksekliklerinde havlu kumaşların dokunması mümkün olmaktadır.

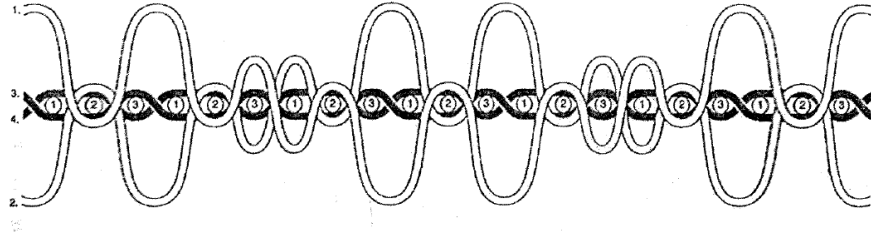


Şekil 1. 3 atkı gruplu hav oluşumuna ait havlu kumaş kesit görünüşü (R. Eren ve ark. 1998).

Özellikle jakarlı havlu dokuma makinelerinde havların yüzey değiştirmesi ile desenlendirme yapılmaktadır. Bu durumda havların yüzey değiştirme noktalarında hav sağlamlığının ve yüksekliğinin diğer kısımlarla aynı kalmasını sağlamak gerekir. Şekil 2' de 3 atkı gruplu hav oluşumunda havların yüzey değiştirmesi görülmektedir. Hav oluşumu 3 atkıda 1 gerçekleştiği için üst yüzeyden alt yüzeye ve alt yüzeyden üst yüzeye geçiş yapan hav iplikleri atkı ipliği ile bağlantı oluşturmamaktadır. Bu durumda hav yüksekliği üretim aşamasında diğer kısımlarla eşit seviyede gerçekleştiğinden hav sağlamlığı elde edilememektedir. Kullanım esnasında vücutla temas halinde olan bu hav iplikleri sürtünme kuvveti etkisiyle atkılar arasından rahatlıkla kaymakta ve bir yüzeyde hav daha yüksek seviyeye çıkarken diğer yüzeyde çukur oluşmaktadır. Çok sayıda yüzey değiştiren havın olduğu havlu kumaş yapılarında bu durum kullanım esnasında ciddi bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Hav sağlamlığını gerçekleştirmek için hav ipliğinin atkılar etrafından dolanıp bağlantı yapması durumunda kısa havlar oluşup, kalite sorunu ortaya çıkmaktadır (R. Eren ve ark. 1998).



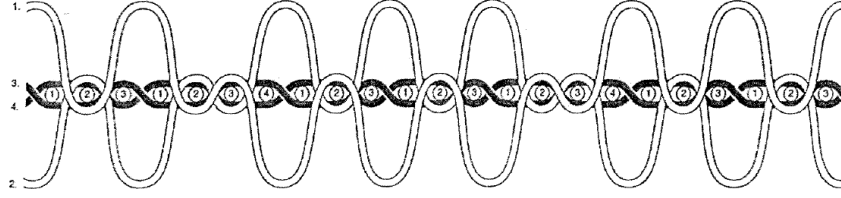
Şekil 2. 3-atkılı havlu oluşturmada havların yüzey değiştirme yöntemi (R. Eren ve ark 1998).



Şekil 3. 3-atkılı havlu oluşturmada bezayağı örgü yapısıyla havların yüzey değiştirme yöntemi (R. Eren ve ark. 1998).

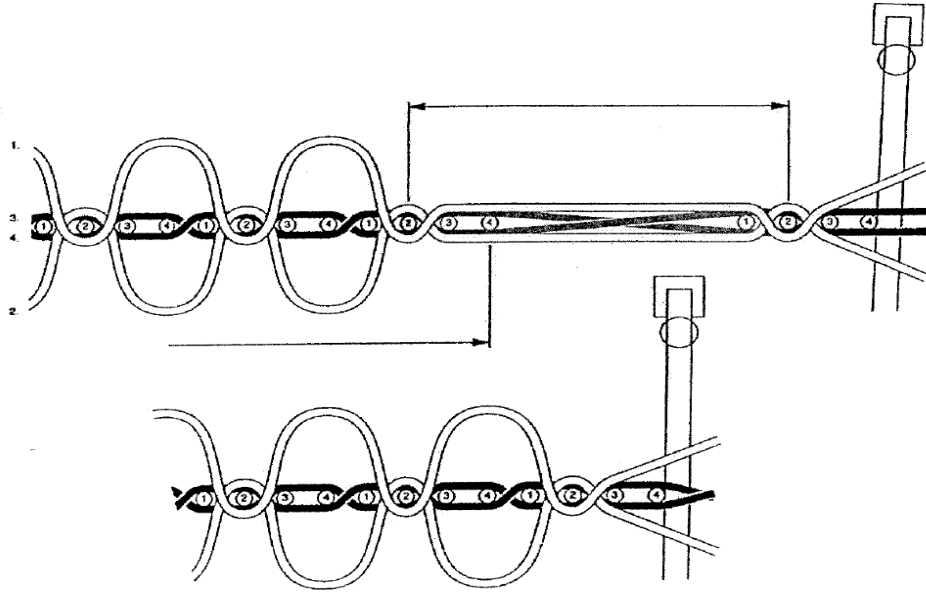
Bu soruna çözüm olarak havların yüzey değiştirme noktalarında 4 atkıda 1 hav oluşumu sağlayan yaklaşım kullanılmakta ve bu durum hem hav sağlamlığı hem de hav yüksekliğinin sürekliliği koşullarını sağlamaktadır. Şekil 4 te görüldüğü gibi normalde 3 atkıda 1 hav oluşurken havların yüzey değişme noktalarında 4 atkıda 1 hav oluşturulmakta, hav ipliği ilave atkı ipliği etrafından dolanarak sağlam bağlantı oluşturulmaktadır. Diğer yandan havlu kumaş üretiminde desen gereği çok sayıda havların yüzey değiştirme noktası mevcut ise bu durum havlu kumaş üretim miktarını

olumsuz yönde etkilemekle birlikte maliyeti arttıracaktır. Bu durum kalite karşılığı bir bedel olarak kabul edilebilir.

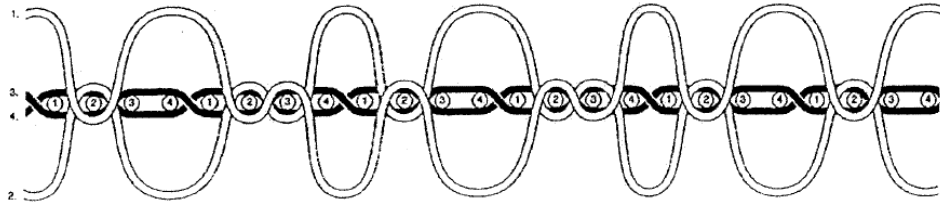


Şekil 4. 3-atkılı havlu dokumada havların ilave bir atkı bağlantısı ile yüzey değiştirme yöntemi (R. Eren ve ark. 1998).

Daha kaliteli havlu kumaşların üretimi 4 atkıda bir hav oluşumu (4 atkı gruplu) ile gerçekleştirilmektedir. İstenen bir gramaj birim alanda belirli sayıda hav sayısı gerektirdiğinden 4 atkıda bir hav oluşumu havlu kumaş üretimini azaltmakta ve maliyeti arttırmaktadır. Şekil 5 4 atkıda bir hav oluşumuna ait kesit görünüşü göstermektedir. Şekilde de görüldüğü gibi 4 atkıda bir hav oluşum sisteminde tarak ilk 3 atkının atılması esnasında kısa tefeleme yaparak, dördüncüde tam tefeleme hareketiyle havlu dokunması sağlamaktadır. Zemin örgü olarak R3/1 (ribs 3 dolu 1 boş), R2/2 (ribs 2 dolu 2 boş) örgüleri kullanılabilir. Hav örgüsü olarak kumaşın yüzeyinde hav yapacak çözgü iplikleri 3 dolu 1 boş örgü hareketi ve alt yüzeyde hav oluşturacak çözgü iplikleri 3 boş 1 dolu örgü hareketi yapmaktadır. Zemin ve hav çözgülerinin atkı iplikleri ile bağlantı yapmaları aynı fazda olmayıp faz farkı ile gerçekleşmektedir. Bunun sonucu olarak hav iplikleri atkılar ile sıkı bir şekilde tutulacak şekilde tutularak bağlantı yaparken tefeleme esnasında zemin çözgüler etrafında kolaylıkla kayabilmektedir. Şekil 6 4 atkılı hav oluşumunda sorunsuz bir şekilde havluların yüzey değiştirmesine ait kesit görünüşü görülmektedir.



Şekil 5. 4-atkı gruplu havlu kumaş oluşumu kesit görünüşü (R. Eren ve ark. 1998).



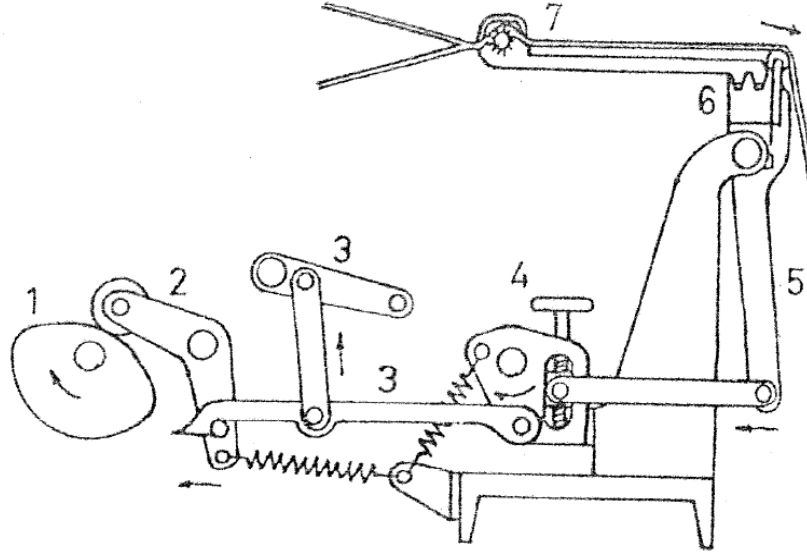
Şekil 6. 4-atkı gruplu havlu kumaş oluşumunda havların yüzey değişimi (R. Eren ve ark. 1998).

Havlu dokuma makineleri diğer makinelerden farklı olarak hav çözgü levendinin düşük gerginlikte beslenmesini ilave bir çözgü salma mekanizmasıyla hav oluşturma mekanizması bulunmaktadır. Hav çözgü salma mekanizması, gerginliğin yük hücresi veya yer değiştirme sensörüyle ölçülüp, uygun düşük gerilimde çözgünün beslenmesi esasına dayanmaktadır. Hav çözgü salma mekanizmasında ayrıca hav oluşumu esnasında gerginlik artışını sınırlayacak bir arka köprü mekanizması bulunmaktadır. Bunun yanında Dornier firması havlu dokuma makinalarında istenen hav yüksekliğini sağlayacak uzunlukta havın pozitif olarak beslenmesini sağlayan bir çözgü salma mekanizması kullanmaktadır. Bu durumda çözgü besleme hızı sürekli olarak ölçülmekte ve levent çapında ki azalmaya bağlı olarak ortaya çıkan hız düşümleri, leventin açılma hızı artırılarak telafi edilmekte ve hav yüksekliğinin sürekli olarak aynı kalması sağlanmaktadır.

Hav oluşturma mekanizmalarında ise iki temel yaklaşım kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi tarağın değişken hareketi ile tahriki diğerisi ise kumaş çizgisinin değişken hareket ile tahrikidir. Günümüzde dokuma makineleri incelendiğinde çoğunlukla kumaş çizgisinin değişken hareketi yaklaşımının kullanıldığı ancak Smith gibi firmalar tarafından tarağın değişken hareketinin kullanıldığı görülmektedir. Aşağıda incelenen hav oluşturma mekanizmalarında kumaş çizgisinin değişken hareketi yaklaşımı esas alınmaktadır. Ancak tarağın değişken hareketini esas alan hav oluşturma mekanizmaları açıklanmaktadır (R. Eren ve ark. 1998).

Şekil 7 kumaş çizgisinin değişken hareketini esas alan mekanik bir hav oluşturma mekanizmasını göstermektedir. Mekanizma 3 atkı gruplu hav oluşturacak şekilde bir kam ile tahrik edilmektedir. Ancak mekanizmadaki kam, 4 atkı gruplu hav oluşturacak şekilde imal edilmiş kam ile değiştirilebilmekte ve bu durumda 4 atkı gruplu havlu oluşumu sağlanmaktadır. şekilde kamın (1) dönüşüyle 2 no' lu sarkaç kola kam profiline uygun olarak bekleme hareketleri de dahil salınım hareketi yaptırılmaktadır. Sarkaç kolun salınım hareketi kola alt tarafından kancalı ucu ile bağlanmış 3 no' lu yatay kol ile 4 no' lu kola veya uzva yine salınım hareketi olarak iletilmektedir. 4 no' lu kolun salınım hareketi benzer şekilde yatay bağlantı kolu ile 5 no' lu kola salınım hareketi olarak iletilmektedir. 5 no' lu kolun salınım hareketi de 7 no' lu uzva yatay hareket olarak iletilmektedir. şekilde görüldüğü gibi izleyici kamın minimum yarıçapına temas ederken 2 no' lu sarkaç kol saat ibreleri yönünde hareket edip en geri konumuna ulaşarak, 4 ve 5 no' lu kollar da saat ibresinin tersi yönünde hareket ederek en geri konumlarına ulaşmıştır. 5 no' lu kolun hareketine bağlı olarak 7 no' lu parça yatay hareket yaparak en geri konumuna ulaşmaktadır. Bu konum havlu oluşumunda tam tefelemeye karşı gelerek havın oluştuğu anı temsil etmektedir. Hav oluştuktan sonra kamın artan yarıçaplı kısmına temas eden izleyici sarkaç kolu saat ibreleri yönünde döndürür. İzleyici maksimum kam yarıçapına ulaştığında sarkaç kolun saat ibreleri yönündeki hareketi ile 7 no' lu parça sağa doğru hareket edip en ileri konumuna ulaşmaktadır. İzleyici maksimum kam yarıçapına temas ettiği sürece kumaş çizgisi ileri konumunda beklemekte ve bu durumda atılan atkılar kısa tefeleme ile kumaş çizgisine yakınlaştırılmaktadır (L mesafesi kadar yakına). Bu mekanizmada hav oluşumuna yönelik 2 farklı ayar yapılabilir. 3 no' lu yatay bağlantı kolunun kancalı ucu bir seçme mekanizması ile yukarı kaldırılıp 2 no' lu sarkaç

koldan ayrılırsa sarkaç kolun salınım hareketi 7 no' lu parçaya dolayısıyla kumaşa hareket olarak iletilmez. Bu durumda dokuma esnasında kumaş çizgisi hep aynı konumda (geri konumunda) kalacağından hav oluşumu gerçekleşmez ve havlunun bordür kısmı dokunmuş olur. 3 no' lu kolun 2 no' lu sarkaç kol ile bağlantısı sağlanınca tekrar havlu kumaş üretimine geçilir. Bu ayar seçeneğine göre hav ve bordür kısımlarından oluşan bir havlu kumaşın dokunması sağlanır. Diğer ayar durumu hav yüksekliği ile ilgili olup 4 no' lu kol üzerindeki ayar vidası ile sağlanmaktadır. 5 no' lu kola hareket ileten yatay kolun 4 no' lu kola bağlantı noktası vida-somun mekanizması ile yukarı-aşağı hareket ettirilebilmektedir. Yukarı doğru hareket ettirildiğinde 4 no' lu kolun dönme merkezine olan mesafe azalacağından 5 ve dolayısıyla 7 no' lu kollara iletilen hareket azalır ve daha kısa hav oluşumu sağlanmış olur. Benzer şekilde bağlantı noktası aşağı hareket ettirildiğinde 7 no' lu iletilen yatay hareket artacağından daha yüksek hav oluşu ile havlu kumaş üretimi gerçekleşir (R. Eren ve ark. 1998). Mekanik hav oluşturma mekanizmalarında ulaşılan en son teknolojik seviye makine çalışırken çözümlü yönünde istenilen uzunluklarda yüksek ve düşük havlardan oluşan bölgelerin dokunabilmesidir. Bu özellik şeklindeki yatay kolun 7 no' lu sarkaç kola sabit bir şekilde değil de iki farklı kanca ile bağlanması sayesinde olur. Bu durumda kancaların biri diğerinden farklı mesafelerde bağlantı gerçekleştirerek iletilen hareket miktarını etkiler ve programlandığı şekilde kanca seçimi yapılarak uzun ve kısa havlardan oluşan kısımlar havlu kumaşın bir parçası olarak üretilmiş olur.

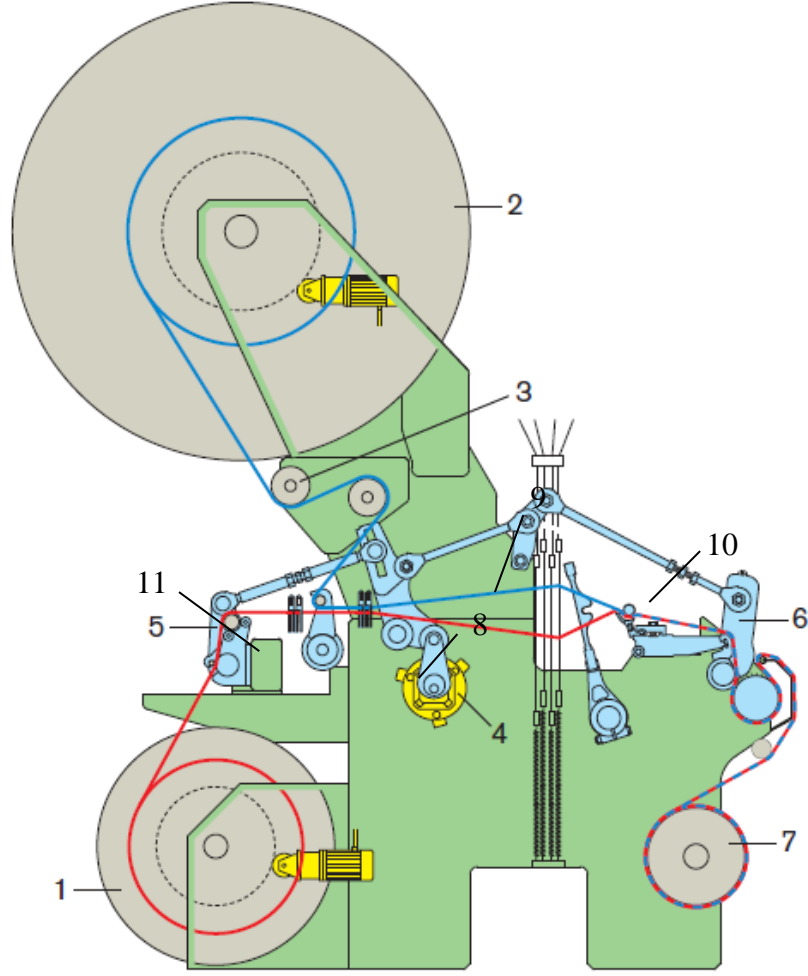


Şekil 7. Mekanik hav oluşturma mekanizması (R. Eren ve ark. 1998).

Numune çalışmalarında kumaş yapısı tasarlanıp dokuması gerçekleştirileceği esnada ilk seferde istenilen gramajın elde edilmesi zordur. Bu yüzden dokunan ilk parçadan ölçüm alınarak gramaj ayarlaması için mevcut ayarlar üzerinden revize yapılmaktadır. Gramaj ayarlaması genel olarak hav boyları değiştirilerek gerçekleştirilmektedir. Hav uzunluğunun kam tahrikli hav oluşturma mekanizmasına sahip makinelerde ayarlanması hareketin iletiildiği sistemin kol uzunlukları üzerinde ayarlamalarla sağlandığı için hav boylarının ayarlanması hassas bir şekilde gerçekleşmemektedir. Bu sebeple hem telef havlu oluşumu hem de zaman kaybına sebep olmaktadır. Bu olumsuz durumlar göz önünde bulundurulduğunda, servo motor tahriki ile hav oluşturma mekanizmasına sahip makinelerin bilgisayar sisteminde analitik olarak istenen gramaja göre hav boyunun hesaplanmasıyla birlikte hassas bir çalışma gerçekleştirilmektedir. Böylelikle yeni kalite numunelerinin dokunması için zaman ve telef kaybı meydana gelmemektedir (R. Eren ve ark. 1998).

Servo motor kontrollü hav oluşturma mekanizmalarında servo motor ile tarağın değişken hareketi veya kumaş çizgisinin değişken hareketi sağlanmaktadır. Şekil 8 kumaş çizgisinin değişken hareketi ile havlu kumaş üreten Dornier firmasına ait servo motor tahrikli hav oluşturma mekanizmasını göstermektedir. Bu mekanizma da sisteme ait hareket iletim yapısı mekanik hav oluşturma mekanizması ile çok benzer olup mekanik

sistemde kullanılan kam yerine servo motor kullanılmaktadır. Şekilde 4 numara ile servo motor gösterilmekte olup, servo motorun dönme hareketi bir eksantrik mekanizması ile 8 no' lu kola salınım hareketi olarak iletilmektedir. 8 no' lu kolun salınım hareketi 9 ve 10 no' lu bağlantı kolları aracılığı ile 6 no' lu kola salınım hareketi olarak iletilmekte ve 6 no' lu kolda salınım hareketi ile kumaş çizgisini ileri geri hareket ettirmektedir. 6 no' lu kolun saat ibreleri yönünde ki ileri yönlü hareketi kumaş çizgisini ileri konuma hareket ettirmekte ve kısa tefelemeye sebep olmaktadır. Geri hareketi durumunda kumaş çizgisi geri konumda bulunmakta ve bu tam tefelemeye sebep olup hav oluşumunu sağlamaktadır. Hav oluşumu esnasında hav çözümlerinin ileri hareket etmesinden dolayı hav çözgü gerginliğinde oluşacak artış arka köprü salınım hareketi ile büyük ölçüde sınırlandırılmaktadır. Ayrıca kumaş çizgisinin ileri ve geri hareketleri ile eş zamanlı olarak 11 no' lu bağlantı kolu aracılığıyla 5 no' lu arka köprü koluna hareket iletilerek kumaş çizgisi hareketi ile zemin çözgününde ileri geri hareket ettirilmesiyle havlu kumaş dokunması esnasında zemin çözgü gerginlik değişimi sınırlandırılmaktadır. Bu makinada 2 no' lu hav çözgü levendinden gelen hav çözümleri 3 no' lu silindir ve bu silindirin miline bağlı enkoderi döndürerek beslenen hav çözgü uzunluğunun ölçülmesini sağlar. Buna göre bir geri besleme kontrol sistemi ile levent açışal hızı ayarlanarak dolu leventten boş levente kadar beslenen hav çözgü çizgisel hızının hep aynı kalması sağlanır. Bu sistemde hav çözgü gerginliği yerine hav çözgü hızı kontrol edilerek hav çözümlerinin beslenmesi söz konusudur (Pozitif besleme). Hav oluşturma mekanizmasında kam yerine servo motorun kullanılması havlu teknolojisi açısından birçok avantaj sağlamaktadır. Öncelikle yüksek hızda dahi havlu dokuma makinesi çalışırken makine hiç durdurulmadan 3, 4, 5, 7 atkı grupları ile karışık bir şekilde çalışmak mümkün olmaktadır. Üretilen her havın bir öncekinden farklı atkı grubu ile üretilmesi mümkündür ve çalışma esnasında değişik atkı grupları arasında desene göre geçişler yapıp farklı özelliklerde havlular üretilmektedir. Diğer yandan kumaş çizgisinin değişken hareket miktarını ayarlayarak makine çalışırken çözgü yönünde oluşturulan havları çok küçük yükseklik (değişimleriyle 0,1 mm seviyesinde) dokuyarak çözgü yönünde değişken hav yükseklikli havlu kumaşlar dokumak ve çok farklı yüzey yapıları elde etmek mümkün olmaktadır. Bu özellik servo motorun hareket kontrolü sayesinde gerçekleştirilmektedir. Hav oluşturma mekanizması ayrıca bazı havlu kumaş hatalarının önlenmesi ve kalitenin yükseltilmesi içinde olanaklar sunmaktadır.

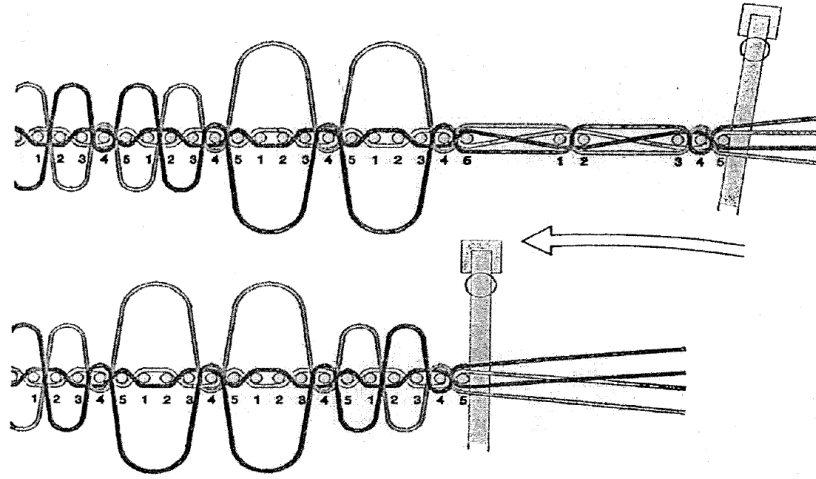


1. Zemin çözüğü
2. Hav çözüğü
3. Hav çözüğü uzunluğu ölçme sensörü
4. Hav Hareketi
5. Zemin çözüğü arka köprü
6. Kumaş çizgisi hareket kolu
7. Kumaş sarma silindiri
8. Eksantrik mekanizması sarkaç kol

Şekil 8. Servo motor tahrikli hav oluşturma mekanizmalı havlu dokuma makinesi görünümü (Yılmaz ve Powell 2005).

Servo motor kontrollü hav oluşturma mekanizmaları ile kolayca dokunabilen 5 ve 7 atkılı gruplu havlu kumaşlara ait kesit görüntüleri Şekil 9 ve 10'da verilmektedir. Şekil 9'da görüldüğü gibi havlar 5 atkılıda bir adet yüksek hav veya 2 adet kısa hav oluşturulabilmektedir. Örgü ile her hav ipliğinin en boyunca 5 atkılıda bir uzun hav veya kısa hav yapılmasıyla farklı yüzey yapılarına sahip desen oluşturulabilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi 2 adet oluşacak kısa havdan biri havlunun bir yüzeyinde oluşurken ikincisi

diğer yüzeyinde oluşmaktadır. Bu durumda iki yüzeyde ki kısa havların farklı renklerde dokunması mümkün olmamaktadır. Hav oluşumunda 1 ve 2 no' lu atkılar tarak tarafından uygun hareket kontrolü ile kumaş çizgisine bir hav uzunluğunun yarısı kadar yaklaştırılmaktadır. Daha sonra 3 ve 4 no' lu atkılar bir hav uzunluğu mesafesinde yaklaştırılacak şekilde tefeledenmektedir. Son olarak 5. atkıdan sonra tam tefeleme yapılarak üstte ve altta ikişer adet kısa hav oluşumu gerçekleştirilmektedir. Eğer havlar 1 ve 2 no' lu atkılar arasından geçerek yüzey değiştirmeyip, 4 no' lu atkının etrafından dolanarak bağlantı yaptıktan sonra 5. atkıda tam tefeleme yapılarak üretilirse 2 adet kısa hav yerine 1 adet yüksek hav oluşturulacaktır.

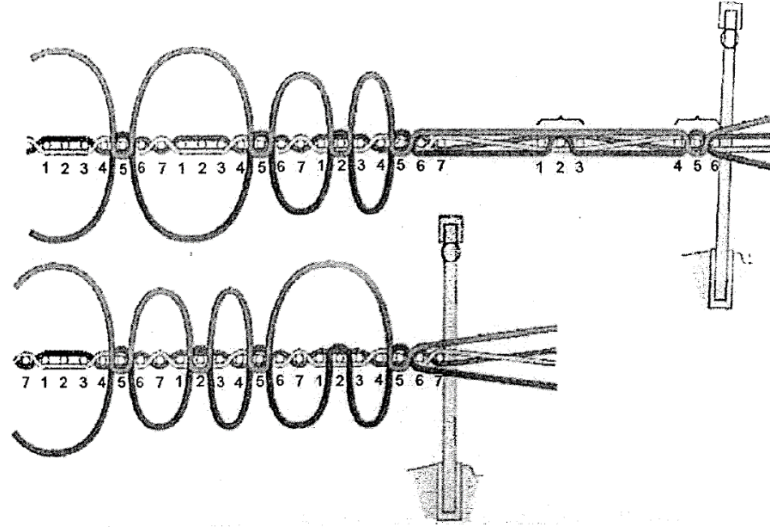


Şekil 9. 5-atkı gruplu havlu kumaş oluşumu kesit görünüşü (R. Eren ve ark. 1998)

Şekil 10'da 7 atkı gruplu havlu oluşumuna ait havlu kumaş kesiti verilmiştir. Bu kumaş yapısında 7 atkıda bir yüksek hav oluşumu sağlanırken kumaşın aynı yüzeyinde 2 adet kısa havda oluşturulabilmektedir. Bundan dolayı kumaşın bir yüzeyindeki kısa havlar diğer yüzeyinde ki kısa havlardan farklı renkte olabilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi hav iplikleri 6 ve 7 no' lu atkılarının üzerinden ve altından geçtikten sonra açık renkli hav ipliği 1, 2, 3 ve 4 no' lu atkılarında üzerinden geçtikten sonra 5 no' lu atkının altından dolanmakta ve 6 no' lu atkının üstüne çıkmaktadır. Koyu renk ile gösterilen hav çözgüsü ise 6, 7 ve 1 no' lu atkılarının altından geçtikten sonra 2 no' lu atkı etrafından dolanarak bağlantı yapmakta 3 ve 4 no' lu atkılarının altından geçtikten sonra 5 no' lu atkının üzerinden geçerek 6 no' lu atkının altında atkı iplik grubuyla bağlantı yapmaktadır. 1, 2 ve 3 no' lu atkılar atıldıktan sonra yarım tefeleme yapılarak atkılar bir hav uzunluğu mesafesinin ortasına kadar taşınmaktadır. Daha sonra 4, 5 ve 6 no' lu atkılar tam atkı

uzunluğu mesafesine getirilip 6 no' lu atkıdan sonra tam tefeleme yapılmakta ve takiben 7 no' lu atkı atılıp yine tam tefeleme yapılarak 6 adet atkının üzerinden yüzme yapan üst hav ipliği yüksek hav oluşturmakta, orta noktada bağlantı yapan alt hav ipliği 2 adet kısa hav oluşturmaktadır. Bu şekilde hav ipliklerini 6 adet atkının üzerinden yúzdürüp uzun hav oluştururken, orta noktada bağlantı yaparak kısa hav da elde etmek mümkün olmaktadır. Jakarlı bir havlu dokuma makinesinde atkı yönünde istenilen hav ipliklerinin kısa hav, istenenlerin ise uzun hav yapılmasıyla kumaş yüzeyinde istenilen yüzey yapısının oluşturulması mümkün olmaktadır.

Servo motor kontrollü hav oluşturma mekanizmalarının haricinde tezgah ana motorunun da değişken hız sağlayan hız kontrol ünitesine sahip olmasıyla havlu kumaş üretiminde bordür ve hav kısımları farklı hızlarda dokunabileceği gibi, bordür kısmı atılan atkı ipliği özellikleri ve kumaş konstrüksiyonlarına bağlı olarak farklı hızlarda dokunabilmektedir. Bu durum makinenin her iki kısmında da (bordür ve hav) en uygun hızlarda çalıştırılarak maksimum kalite ve üretimin elde edilmesi mümkün olmaktadır. Farklı hızda çalışması gereken kısımlarda hız değişimi 1 dev/dk içerisinde gerçekleşmektedir. Benzer şekilde havdan bordüre ve bordürden hav kısmına geçerken çözü gerginliğinin kısa bir zamanda düşürülmesi veya yükseltilmesini sağlayan gerginlik kontrol sistemleri geliştirilmiş ve endüstride kullanılmaktadır. Bu sayede bordür kısmına geçişte boncuklanma ve hav kısmına geçişte de kısa hav oluşumu çok büyük ölçüde engellenip havlu kumaş kalitesi arttırılmaktadır.



Şekil 10. 7-atkılı gruplu hav oluşumu kesit görünüşü (R. Eren ve ark. 1998).

2.2. Havlu Kumaşlarda Kullanılan Lif Cinsleri, İplik Yapıları ve Kumaş Konstrüksiyonları

Tekstil yapılarında kullanılan lifler doğal ve sentetik lifler olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Pamuk, keten, ipek ve yün liflerinin, giysi ve kumaş üretiminde geçmişten günümüze kullanımı mevcutken günümüzde insan yapısı liflerin tek başlarına veya doğal liflerle karışım olarak kullanımları önemli oranlarda artış göstermektedir. Artan talebi karşılamak adına insan yapısı liflerin üretimine yönelmeler artış göstermektedir. Pamuk, keten ve yün gibi doğal liflerin yanı sıra modal, tencel ve bambu gibi liflerin kullanımı gittikçe artmaktadır.

Kumaş üretiminde kullanılan lif yapılarının üretilen ürünün fiziksel özelliklerinin yanı sıra konfor özellikleri, performans özellikleri ve üretilen kumaşın maliyeti üzerinde önemli bir etkisi vardır. Bu sebepler göz önüne alındığında kumaştan beklenen özellikleri sağlaması için kullanılacak lif özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Lif seçimi yapılırken kullanım alanı göz önüne alınmalıdır. Havlu kumaş yapılarının kullanım alanları göz önüne alındığında yüksek hidrofilite (su emicilik) ile birlikte iyi derecede renk haslığına sahip ve yumuşak tutum gösteren liflerin kullanılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Günümüzde kullanım alanları ve beklenen performans özellikleri göz önüne alındığında havlu kumaş yapılarında kullanılmak üzere en çok tercih edilen doğal lif pamuk lifi olmaktadır. Havlu kumaş yapısında pamuk lifinin yanı sıra az oranda da olsa

keten, bambu, soya, lyocell, modal, mısır, kenevir, deniz yosunu ve mikro poliester lifleri kullanılmaya başlandığı görülmektedir (Özmen 2010).

Keten lifi pamuk lifine kıyasla tutum açısından daha serttir, fakat bazı durumlarda bu durum tercih edilebilir bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Keten lifinin üretim yönteminin pamuğa göre daha zor oluşu maliyetini arttırmaktadır. Havlu kumaş yapısında olan zemin ipliklerinde son yıllarda pamuk-poliester karışımı ipliklerin kullanımı da yaygınlaşmıştır. Bu karışım ipliğinin kullanıldığı havlu kumaşların mukavemet değerleri daha iyi olduğu için sık yıkamaya maruz kalan otel havlularında kullanımı tercih edilmektedir. Doğal liflerin yanı sıra sentetik ipliklerin üretim maliyetinin düşük, tedarik sürecinin kolay ve hızlı olması sektörde yaygın bir şekilde kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Öner 2008b).

Havlu kumaşların kullanım alanı düşünüldüğünde gerekli ihtiyaçları en iyi şekilde karşılayan pamuk iplikleri yaygın olarak tercih edilmektedir. Yapısına yüksek oranda nem alma kabiliyetiyle birlikte hızlı kuruma gerçekleştirmesi tercih edilmesinde ki en önemli sebepler arasındadır. Ayrıca pamuk ipliğinin yaş mukavemeti, kuru mukavemetinden daha yüksek olduğundan bu durum, kullanım açısından tercih edilebilirliğini arttırmaktadır. Pamuk ipliğinin yanı sıra keten lifinin sahip olduğu özelliklerden dolayı havlu kumaş yapısında kullanımı idealdir. Kenevir ipliğinin sert tutumu havların birbirine karşı sürtünme dayanımının dirençli olmasına olanak sağlamaktadır. Ketene benzer bu özellikleri ile kenevir lifinden üretilen ipliklerin havlu kumaş üretiminde kullanılması ipliğin pazarda mevcudiyetine bağlı olarak artış gösterebilir.

Selülozik esaslı lif türünden olan Tencel, göstermiş olduğu yüksek renk haslığı, parlak görünüm, nemi iyi derecede transfer edebilme özelliğiyle beraber yüksek yaş dayanımına sahip olması havlu kumaş yapılarında kullanılması için yeterli özelliklerdir. Maliyet açısından olumsuz yönü olmasına rağmen havlu kumaşa kattığı özelliklerden dolayı tercih edilebilir.

Bambu lifi, yetişmiş bambu ağacının liflerinden mekanik ve kimyasal bir dizi işlemle geçirilerek elde edilir. Rejenere selülozik lif ailesindedir. Lifi yapısından dolayı doğal

antibakteriyellik özelliği taşır. Yüksek su emiciliğinin yanı sıra ipek yumuşaklığında bir tutuma sahiptir. Yumuşaklığını uzun ve tekrarlı yıkamalar sonucunda dahi kaybetmeyen, kullanım ömrü uzun olan bir liftir. Maliyet dezavantajına rağmen havlu kumaş yapısına katacağı bu özelliklerden dolayı tercih edilebilmektedir.

Bir diğer selülozik esaslı lif olan modal, yaş çekim yöntemiyle kayın ağacından elde edilen odun hamurundan üretilmektedir. Lifi kendiliğinden mevcut olan beyazlığı sebebiyle ağartma veya mercerizasyon işlemine ihtiyaç duyulmamaktadır. Selülozik lif esaslı olduğu için terbiye adımlarında pamuk lifi gibi davranır. Modal lifinin yumuşak tuşeye sahip oluşu havlu kumaşların tercih edilebilirliğini arttırmaktadır.

Çevre kirliliği, karbon ayak izi gibi kavramların tekstil sektöründe günden güne önem kazanmasıyla birlikte üretim prosesleri üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Pamuk lifi özelinde organik üretim kavramı son yıllarda giderek artış göstermiştir. Tarlada doğal bir şekilde yetiştirilen pamuğun herhangi bir kimyasal madde ile işlem görmeden organik olarak toplanması, sonrasında organik üretim prosesleri ile organik havlu üretimi gerçekleştirilmektedir (Şirin 2013).

Havlu kumaş yapılarında kumaş oluşumunu sağlayan hav çözgüsü, zemin çözgüsü ve atkı olmak üzere üç iplik sistemi mevcuttur. Bu ipliklerin performans özellikleri birbirlerinden farklılık göstermektedir.

Dokuma esnasında diğer ipliklere oranla daha fazla gerileme maruz kalan zemin çözgü ipliklerinin mukavemet ve elastikiyet değerleri iyi olmalıdır. Zemin çözgü iplikleri, dokumanın temelini oluşturduğu gibi direk olarak havlu yapının kalitesini de etkilemektedir. Genel olarak zemin ipliğinde çift katlı ve yüksek bükümlü iplikler tercih edilmektedir. Fakat iplik haşılama prosesindeki gelişmelerle birlikte iyi haşıl görmüş tek katlı ipliklerinde zemin ipliği olarak kullanıldığı görülmektedir (Zervent Ünal 2007, Öner 2008).

Genellikle zemin çözgü ipliklerinde karde ring ipliğinin kullanıldığı bilinmekle beraber üretim maliyetini düşürmek adına open-end iplikler de tercih edilmektedir. Zemin çözgü

ipliğinde çoğunlukla 580-760 T/m büküm aralığında Ne 12/1, Ne 20/1, Ne 20/2, Ne 30/2 karde pamuk iplikleri kullanılmaktadır (Acar 2004, Zervent Ünal 2007).

Havlu kumaşlardan beklenen fiziksel özellikleri doğrudan havlu yüzeyinde oluşturarak en direk etki sağlayan hav çözgü iplikleridir. Yüksek su emicilik ve yumuşak tuşe her havludan beklenen standart özelliklerdir. Hav çözgü ipliği seçiminde bu özelliklerin oluşumu dikkate alındığında 32 mm üzerinde olan uzun lif ve az büküme sahip ipliklerin kullanımı yaygındır. Genellikle Ne 20/2, Ne 24/2, Ne 18/2 numaralı iplikler havlu kumaş üretiminde hav çözgüsü olarak kullanılmaktadır. Çift katlı hav çözgü ipliklerinin yanı sıra tek katlı iplikler de kullanılmaktadır. Tek katlı ipliklerin hav çözgüsünde kullanıldığı havlu kumaşlarda spiral bir hav yapısı ile nihai ürün oluşmaktadır. Genel olarak tek katlı hav çözgü ipliklerinde karde ring Ne 16/1, Ne 20/1, Ne 20/2 Ne 30/2 pamuk iplikleri ve maliyetin göz önüne alındığı bazı durumlarda aynı numaralarda olan open-end iplikler kullanılmaktadır. Çift katlı ipliklerin kullanıldığı havlu kumaşlarda ise yapısından dolayı daha dik oluşuma sahip hav yapılarının mevcut olmasıyla birlikte yumuşak tutumu sağlamak adına 300 T/m üzerinde büküm tercih edilmemektedir. Belirli bir mukavemet için tur sayısı yeterli çift katlı ipliklerin üretimde kullanılabilmesi için haşıl prosesine çoğu zaman ihtiyaç duyulmamaktadır. Üretim hızının doğrusal bir şekilde artmasına olanak sağladığı için tercih edilebilirliğini arttırmaktadır. Fakat büküm sayısı az olan iplikler ile dokuma esnasında çok fazla sorunla karşılaşmaktadır ve bu durum dokuma randımanının azalmasına sebep olmaktadır (Acar 2004, Zervent Ünal 2007).

Hav çözgü ipliklerinin havlu kumaş yapısındaki etkisi göz önüne alındığında hav çözgüsü olarak tercih edilecek ipliğe farklı büküm yöntemleri de uygulanabilmektedir. Bu tip iplikler Low twist, Zero twist olarak bilinmekte ve sadece uzun pamuk lifleri kullanılarak üretilmektedir (Uyanik et al. 2013). Zero twist iplikler öncelikle ring iplikçiliği ile üretilen iplik üzerine ters yönde PVA (polivinilalkol) monofilamentinin sarılmasıyla elde edilir. Dokuma işleminden sonra terbiye adımlarında PVA'nın havlu yüzeyinden uzaklaştırılmasıyla birlikte çok az büküme sahip ipliklerin oluşturduğu bir yapı elde edilmiş olur. Low twist iplikler zero twist ipliklere göre daha bükümlü iplikler olup, üretim yöntemi olarak zero twiste benzemekle beraber ana ipliğin üzerine Ne 80 ve Ne 90 numaraya sahip ipliklerin ters yönde ana ipliğe sarılmasıyla oluşmaktadır. Havlu kumaş yapısında kullanılan bu iplikler su emicilik, yumuşak tuşe ve hızlı kuruma gibi

performans özelliklerini destekliyor olsa da, ipliğin açık yapısı liflerin kolaylıkla birbirinden ayrılması tüylenmeye sebep olmaktadır. Bu durum mevcut yapının mukavemetinde kayıplar meydana getireceği gibi uzun kullanım ömrü olmayacaktır (Uyanık ve ark. 2013).

Bir diğer iplik grubu olan atkı ipliği havlunun performans özellikleri dışında havlu üretiminde ki randıman ve maliyet göz önüne alınarak seçilir. Atkı ipliklerinin maruz kaldığı tek bir gerilim olduğu için çok fazla bükümlü olmasına ihtiyaç duyulmaz. Genellikle 240-255 T/m büküme sahip ve Ne 20/1, Ne 16/1 ve Ne 12/1 numaralarda pamuk iplikleri tercih edilmektedir. Havlu kumaş yapısı içerisinde istenilen gramaja göre 15-24 iplik/cm atkı sıklığında üretim gerçekleştirilmektedir. Dokuma üretim randımanı göz önüne alındığında maliyeti düşük tutmak adına çok düşük kalitede atkı iplikleri tercih edilmemelidir. Düşük kaliteli iplik kullanımı sonucu yaşanan her durumda havlu üretiminde oluşacak hatalar göz önüne alınmalıdır. Özellikle yüksek hızda ve geniş ender çalışan dokuma tezgâhlarında düşük mukavemetli atkı ipliğinin kullanılması iyi sonuç vermeyeceği gibi sık sık cımbaz patlama diye tabir edilen dokuma esnasında kumaşın cımbaz altına gelen kısımlarının yırtılması sorununun yaşanması kaçınılmazdır. Havlu kumaşlarda atkı ipliğinin yapıya katılmasıyla birlikte bordür oluşturulmaktadır. Bu bordürün oluşturulmasında farklı numaralarda farklı iplik tipleri (rayon, viskon, poliester, şönil, merserize, poliester vb.) kullanılmaktadır. Genellikle bordür oluşturmak için tercih edilen 450 denye PES ve floş atkıları için 300 denye PES filament iplikleri kullanılmaktadır. Kumaşta atkı sıklıkları ise 16-18 tel/cm olarak değişmektedir (Zervent Ünal 2007, Öner 2008, Çetin 2017, Dornier 2017, Adanur 2020).

Havlu kumaşlar kullanım yerine bağlı olarak değişik özelliklerde üretilirler. Üretilen havlu kumaşların teknik parametreleri aşağıdaki gibi aralıklarda verilebilir.

Gramaj: 300-1200 g/m²

Atkı sıklığı: 12-24 atkı/cm

Zemin çözgü sıklığı: 9-12.5 tel/cm

Hav çözgü sıklığı: 9-12.5 tel/cm

Bununla birlikte, havlu kumaş sektöründe yaygın olarak 380-650 (g/m²) gramaj aralığında çalışıldığı görülmektedir. Ancak özel durumlarda ve kullanılan iplik numarasına bağlı olarak yukarıda belirtilen gramaj aralığında üretim yapılabilmektedir. Havlu kumaş sektöründe, yukarıda belirtilen gramaj, sıklık ve iplik numarası değerleri değiştirilerek çok farklı yapılarda ve konstrüksiyonlarda havlu kumaşlar üretilmektedirler (R. Eren ve ark. 1998).

2.3. Havlu Kumaşlardan İstenilen Özellikler

Bir havlu kumaştan aşağıdaki özelliklere sahip olması istenilir.

- Yüksek oranda su emicilik,
- Yüksek yaş mukavemet,
- İyi boya alabilme ve yüksek renk haslık değeri,
- Yıkanabilirlik ve kolay temizleme,
- Yumuşak tutum,
- Estetik görünüm (Demiral 2008).

Tüm tekstil mamullerinde olduğu gibi havlu kumaşların da yumuşaklık, hidrofilité, su emicilik, atkı ve çözü kopma mukavemetleri, deniz suyuna, tere, yıkamaya ve sürtünmeye karşı yüksek renk haslıkları gibi kullanım yerlerine göre bazı performans özelliklerine sahip olmaları gerekmektedir. Ayrıca üretilen havluların insan sağlığına zararlı olmaması, özellikle tene temas söz konusu olduğundan oldukça önemlidir (Zervent Ünal 2007).

Kurulama amaçlı olarak kullanılan havlu kumaşlara son yıllarda giyim eşyalarından çarşafa kadar pek çok alanda rastlanmaya başlanmıştır. Özellikle havlu kumaşlar kullanım amacı açısından yumuşak bir tutuma sahip olmalıdır. Yumuşak tutum pek çok ürünün pazar gücünü olumlu yönde etkileyen ve satışında belirleyici rol oynayan bir parametredir. Kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşan bu ürünler doğrudan cilde temas ettiği için yumuşaklık derecesinin yüksek olması ve yüksek emicilik göstermesi gerekmektedir. Bu nedenle havludan istenen performans özelliklerinin göz önünde bulundurularak üretimi gerçekleştirilecek mamulün sıklık, gramaj, hav yüksekliği, iplik numaraları gibi fiziksel özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir (Zervent Ünal 2007, Özmen 2010).

Havlu kumaşlarda önemli olan bir diğer özellik ise haslık kavramıdır. Boyama sonrası boyarmaddenin kumaş üzerinde renk, deniz suyu ve klorlu su, sürtünme, terleme ve güneş ışığı gibi etkenlere karşı gösterdiği direnç olarak ifade edebiliriz. Mamul kumaşta lif olmayan madde miktarı da önemlidir. Bu ifade pamuk üzerinde bulunan yağ, mum, vaks vb. boya sonrası da yumuşatıcı ve kimyasal kalıntılarıdır. Bu oranın %2,5 olması gerekmektedir.

Havlu kumaşlara uygulanan yaş işlemlerden sonra, kumaştaki boyut değişimi çekme veya esneme önemli bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu boyut değişimi hem atkı hem çözgü yönünde olabilmektedir. Kumaşın atkı ve çözgü ipliklerinin birbirleriyle ilişkili konumundan ve liflerin sulu ortama girmesi sonucu amorf bölgelerinde su moleküllerini absorbe etmesi ile iplikler birbirine daha çok yaklaşmaktadır. Bu durum kumaşın atkı ve çözgü yönünde çekmesine sebep olmaktadır. Kullanım yeri nedeniyle hijyenik olması için sık sık yıkanan havlu kumaşlarda yıkama sonrası boyut değişimi önemli parametredir. Havlu kumaşlarda kabul edilebilir değer atkı yönünde %2, çözgü yönünde %4 civarındadır.

Havlu ipliklerle yüzey alanını arttırarak ve zemin çözgülerinde daha düşük bükümlü pamuk iplikleri kullanarak bir havluda yüksek emicilik elde edilebilir (Yılmaz ve Powell 2005).

Hav iplikleri kumaşı daha kalın hale getirir ve kumaşa yüksek seviyede ısı yalıtımı sağlar. Ayrıca havlularda kullanılan pamuk lifleri doğal olarak kıvrılır ve hacimlidir. Bu, havayı kumaş yapısı içinde tutmaya yarar. Lifler arasında ve içlerinde bulunan hava ısı yalıtımı sağlar. Bu kıvrımlar ve sivriltilmiş elyaf uçları aynı zamanda kumaşı ciltten uzak tutar, hapsedilen hava miktarına ve ısı yalıtımına katkıda bulunur. Nakamura ve Morooka tarafından gerçekleştirilen bir deneyin sonuçlarına göre, havlu kumaşların kuru ısı kaybının piyasadaki yaygın pamuklu kumaşlara göre daha düşük olduğu görülmüştür. Ancak kuru ısı kaybının kalınlık ve görünen yoğunluktan beklenenden daha yüksek olduğu bulunmuştur (Yılmaz ve Powell 2005).

2.4. Havlu Kumaşlarla İlgili Bilimsel Literatür Değerlendirmesi

Sekerden 2012 yılında yaptığı çalışmasında bambu/ pamuklu ve pamuklu havluların su emiciliği (hidrofilite), tutum ve aşınma direnci gibi fiziksel performans özelliklerini incelemiştir. Hav ipliğinin ve hav yüksekliğinin kumaşların fiziksel ve mekanik özelliklerine etkilerini varyans analizi kullanarak karşılaştırmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda bambu karışımı havlu kumaşların tutumunun pamuklu havluya göre daha yumuşak olduğunu, aşındırma testi sonucunda ise 10.000 devirden sonra bambu/pamuk karışımı havlunun kütle kaybının daha çok olduğunu gözlemlemiştir. Buna göre bambu ipliğinin pamuk ipliğine göre daha az bükümlü oluşu aşınma direnci testinde kütle kaybının pamuklu havluya göre daha fazla çıkmasına sebep olabileceği görülmüştür. Yapılan su emiciliği(hidrofilite) testinde ise bambu içerikli havlu parçalarının pamuklu havluya göre daha hızlı battığı görülmüştür. Çalışmalar sonucuna bakılacak olursa hav ipliği tipi ve hav boyunun aşınma direnci ve su emiciliği üzerine önemli etkisinin olduğu görülmüştür (Sekerden 2012).

Kumar ve arkadaşları (2009) yaptıkları çalışmada pamuklu havlu kumaşlarda farklı hav boyu ve hav sıklığında üretilen havlu kumaşların su emicilik ve yüzey özelliklerinin kullanım performansına etkisi incelenmiştir. Ayrıca Kumar yaptığı çalışmada farklı yapılarda üretilmiş pamuklu havlu kumaşların ve yıkama işleminin su emiciliği, yüzey ve sıkışma özelliklerine etkisini araştırmıştır. Hav sıklığının ve hav boyunun havlu kumaşlarının kullanım performansına etkisi üzerine çalışmalarını yürütmüştür. Bu çalışmada değişik konstrüksiyonlarda havlu kumaşlar üretilmiş ve yıkama işleminin havlunun su emicilik, yüzey ve sıkışma karakteristiklerine etkisi araştırılmıştır. Benzer iplik ve kumaş parametrelerine sahip havlu kumaşlar endüstriyel normlarda yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Bunun sebebi en uygun hav uzunluğu ve hav sıklığını belirlemek için havlunun su emicilik, yüzey ve sıkışma karakteristiklerine etki etmeyecek maksimum yıkama sayısını belirlemektir. Havlu kumaşların dayanıklılığına katkı sağlamak için değişik hav uzunluğu ve hav sıklık değerleri bu kritik faktörlerin optimizasyonu için araştırılmıştır. Bu araştırmanın havlu kumaşların dayanıklılığına kesinlikle katkı sağlayacağı değerlendirilmekte ve hav uzunluğu ve hav sıklığı değerleriyle birlikte yıkama öncesi ve yıkama sonrası su emicilik, yüzey ve sıkışma

karakteristikleri hakkında bilgi sağlayarak yüksek kaliteli havlu kumaşların geliştirilmesine olanak sağladığı düşünülmektedir (Kumar ve Gokarneshan 2019).

Sekerden'in yaptığı çalışmada bükümlü ve bükümsüz pamuk hav iplikleri ile farklı atkı sıklıkları, farklı atkı iplikleri ve farklı hav yükseklikleriyle üretilen havlu yapılarının su emme kapasitesi, su emme süresi ve eğilme rijitliği karşılaştırılmıştır. Test sonuçları istatistiksel analizler kullanılarak değerlendirilmiştir. Bükümlü ve bükümsüz hav ipliklerinin hav yüksekliğinin, atkı sıklığının ve atkı iplik numarasının su emme kapasitesi, su emme süresi ve kumaşların eğilme rijitliğine etkisi varyans analizi (ANOVA) kullanılarak incelenmiştir. Sonuçlar bükümsüz hav ipliği ile üretilen havlu kumaşların bükümlü hav ipliği ile üretilen lere göre daha büyük su emme kapasitesi, daha uzun su emme süresi ve daha düşük eğilme rijitliğine sahip olduğunu göstermiştir (Sekerden 2015).

Varghese ve arkadaşları (2015) yaptıkları çalışmada elastik yapılı kumaşların esneme özellikleri ve basınç konforu üzerindeki etkisini analiz etmişlerdir. Çözücü pamuk ve atkısında farklı kalınlıklardaki elastan özlü pamuk ipliği ile farklı numaralarda çözücü ipek ipliği olan ve tekrar atkısında farklı kalınlıkta elastan özlü pamuk ipliği kullanılarak üretilen 12 çeşit kumaş üzerinde testlerini yapmışlardır. Üretilen kumaşlar incelendiğinde çözücü ve atkı da kullanılan ince iplik numaralarının, atkısı daha kalın iplikten dokunmuş kumaşlara göre daha esnek oluşuyla birlikte geri toplanma (eski haline gelme) özelliğinin daha iyi olduğundan bahsedilmiştir. Bunun nedeninin, atkı ipliğindeki daha ince liflerin iplik paketlemesini arttırarak lifler arası sürtünmeyi arttırıp liflerin kaymasını sınırlandırdığı için ipliğin kolayca kendini toparlamasıyla açıklanmıştır. Yapılan çalışma, üst giyim ürünlerinde likralı ipliklerin kullanılmasıyla birlikte konfor ve tutum özellikleri iyileştirilmiş kumaşların üretilmesinde üreticilere yol gösterici olmaktadır (Varghese ve Thilagavathi 2015).

El-Ghezal ve arkadaşları (2009) farklı oranda elastan özlü pamuk ipliklerinin atkı ipliği olarak kullanımı ve üretilen kumaşlara farklı bitim işlemi uygulanmasıyla oluşan yapının elastikiyet ve dinamometrik özellikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucu bitim işlemlerinde uygulanan yüksek ısıların mekanik bozulmaya sebep olup atkı yönündeki kumaş direncini azalttığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca elastan

oranının fazla olduğu numunelerde atkı yönünde kopma uzamasının azaldığı sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak dokuma kumaşların mekaniksel özelliklerinin geliştirilmesi için farklı oranlarda elastan ipliklerinin kullanılması önerilmiştir (El-Ghezal ve ark. 2009).

Yıldırım ve arkadaşları (2018) yaptıkları çalışmada yüksek su emme kabiliyeti ile hızlı kuruma davranışı gösteren havlu kumaşların geliştirilmesi amaçlamıştır. Bu kapsamda, çözümlü örme makinalarında hafif ve orta ağırlıkta %100 Pamuk ve %100 PES ile farklı PES/Pamuk karışımli ipliklerden üretilen havlu yapıların su emme ve hızlı kuruma özelliklerini inceleyip, birbirleri ile karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda % 100 PES çözümlü örme ile üretilen havlu numunelerinin diğer numunelere kıyasla su emme kabiliyetinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bu havluların kolay yıkanıp, hızlı kurumaları diğer havlu numunelerine kıyasla kullanılacak su ve enerji tüketimini de azalttığından söz edilmiştir (Yıldırım ve ark. 2018).

Uyanık (2018) araştırma makalesinde havlı örme kumaşların su emme özelliklerini nem ölçümü test metoduyla ölçüp, sonuçları incelemiştir. Yapılan çalışmada 12 adet örme havlu kumaş üzerinde çalışılmıştır. Bu örme havlu kumaşların üretiminde hav ipliği olarak Ne 30 ve Ne 24 iplik numaralarında %100 pamuk-karde, zemin ipliği olarak 70 denye ve 90 denye numaralarında %100 poliester filament iplik kullanılmıştır. Hav boyları ise 2,2 mm, 2,5 mm ve 2,8 mm olarak platin yüksekliğiyle ayarlanmıştır. Kumaşlar, örme işlemi tamamlandıktan sonra aynı terbiye ve bitim işlemlerinden geçirilmiştir. Elde edilen havlı örme kumaşların su absorblama kapasitesi SDL Atlas Nem Yönetimi Test Cihazında AATCC 195 standardına göre yapılmıştır. Çalışmada, daha yüksek havlı örme kumaşlar, daha düşük havlı örme kumaşlara kıyasla daha iyi su emme oranı göstermiştir. Ayrıca hav ipliği Ne 24 olan kumaşlar, hav ipliği Ne30 olan kumaşlara göre daha düşük su emicilik özelliği göstermiştir. Sonuç olarak düşük platin yüksekliği, ince zemin ve hav ipliğine sahip kumaşların nem yönetim performansının daha yüksek olduğu gösterilmiştir (S.Uyanık 2018).

Kakde ve arkadaşları (2017) yaptıkları çalışmada havlu kumaşlardaki hav yoğunluğunun havlu yapısı ve kullanım özellikleri üzerindeki etkisini incelenmiştir. Yapılan çalışmada farklı atkı ve çözgü sıklıkları, farklı hav yükseklikleri ve farklı hav ipliği tipi kullanılmıştır. Elde edilen numunelerin su emicilikleri test edildiğinde atkı ve

çözgü sıklıklarıyla birlikte özellikle yüksek hav boyuna sahip numunelerin su emiciliklerinin daha iyi olduğu gözlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda havlu yapıların hav yüksekliğinin su emme özellikleri üzerinde en önemli etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Kakde ve ark. 2017).

Behera ve arkadaşları (2014) yaptıkları çalışmada havlu yapıların yüksek su emicilik davranışını geliştirmek için üretim adımında uygun hammaddeler kullanarak ve kumaş yapısal parametrelerini değiştirerek elde edilen sonuçları değerlendirmiştir. Bu kapsamda farklı pamuk ipliği kalitelerinde bambu lifi ve PVA' nın da harmanında karıştırıldığı çeşitli bükümlerde hav iplikleriyle birlikte, farklı hav yükseklikleri ve farklı sıklıklarda 20 adet havlu kumaş numunesi üretilmiştir. Daha sonra çalışmadaki amaca yönelik havluların istenen emicilik özelliklerini elde etmek için optimum yapı parametrelerini belirlemek ve çeşitli faktörlerin nasıl etkilediğini görmek için 3 faktörlü ve 3 seviyeli bir Box-Behnken istatistiksel tasarımı kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda hav sıklığı, hav ipliği bükümü ve hav uzunluğunun su emme oranı için en önemli değişkenler olduğu gösterilmiştir (Behera ve Singh 2014).

Öner ve arkadaşları (2017) dokuma havlu üretimi yaparken, dokuma işlemindeki hareketleri hesaba katarak, havlu ilmeği oluşumunu simüle etmek için bir yöntem önermektedirler. Bu kapsamda üç farklı hav çözgüsü, üç farklı atkı sıklığı ve üç farklı hav sıklığına sahip 27 tip sistematik olarak üretilen havlu dokuma kumaşların, hav oluşumu öncesi ve sonrası yapısal özellikleri analiz edilmiştir. Genelde havlu dokuma kumaşın imalat hesaplamalarının genel olarak sektörde tecrübeye dayanarak yapıldığı ve bu durumda çok fazla üretim, zaman ve iş gücü israfının meydana geldiği bilinmektedir. Bu simülasyon yöntemi ile dokuma sonrası istenilen hav formu analiz edilerek bilgisayarda planlanabilmekte ve havlu dokuma imalat hesaplamaları üretim öncesi tahmin edilebilmektedir (Oner ve ark. 2017).

Eren ve arkadaşları (2020) yaptıkları çalışmada lif tipi ve lif karışım oranlarının havlu dokuma kumaşların su emicilik eğilimine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla %100 Pamuk, %70 Pamuk - %30 Bambu ve %100 Mikro Pamuk liflerinden zemin çözgü ve atkı ipliği olarak değişik havlu kumaşlar üretilmiş ve hava geçirgenliği, su damlama testi ve dinamik su emiciliği testini de içeren konfor özelliklerini belirleyici testler ve

değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda karışım lifler ile üretilen havlu kumaşlar diğerlerine göre farklı su emicilik ve hava geçirgenliği sonuçları göstermiştir. Dinamik su emicilik testinde pamuk-bambu karışımı kumaşlar diğerlerine nazaran daha yüksek su emme davranışı gösterirken, daldırma testinde %100 Pamuk ve onu takiben mikro pamuk numuneleri daha kısa daldırma zamanları gerçekleştirmiştir. Su damla testinde ise %100 Pamuk numuneleri en uzun su emme süresine sahip olurken düşük gramajlı pamuk-bambu karışımı numuneler en kısa su emme zamanını sağlamıştır (H. A. Eren ve ark. 2020).

Frontczak-Wasiak ve arkadaşları (2004) bu çalışmada havlu dokuma kumaşların kullanıma yönelik özelliklerini araştırmışlardır. Bu kapsamda kullanım açısından önemli olan iki havlu kumaş özelliğine (su emicilik yeteneği ve tutum) hammadde, havlu kumaş yapısı ve bitim işlemlerinin nasıl etki ettiği araştırılmıştır. Araştırmada 3 atkılı havlu kumaş yapıları üretilip kullanılmıştır. Yapılan testler ve analiz sonuçlarına dayanarak istenen su emicilik ve tutum özelliklerine sahip bir havlu kumaşın tasarımında yol gösterici çıkarımların elde edildiği belirtilmiştir (Frontczak-Wasiak ve Snycerski 2004).

Bir başka çalışmada Kandzhikova ve arkadaşları (2016) uzmanlarla yapılan görüşmelere dayanarak kalınlık, hacim, yüzey düzgünlüğü, rijitlik, uzayabilirlik ve elastikiyetin tutum üzerine etkisi değerlendirilmiş ve sınıflandırılmıştır. Tutum üzerine etki eden bu parametrelerin değerlendirmesine yönelik katsayılarını belirlemek için bir yöntem geliştirilmiştir. İncelenen faktörler ve Kawabata skalasındaki tutum değeri arasındaki bağlantıyı sağlayan bir ilişki belirlenmiştir. Farklı gramaj, yapısal parametreler ve bitim işlemlerine sahip havlu kumaşlar manuel olarak değerlendirmeye tabii tutulmuştur. Değerlendirmede sıralama ve sayısal bir puan (0-5) atama olmak üzere iki yöntem kullanılmıştır. Değerlendiricilerin fikirleri tutarlılık göstermiş olup, kullanılan yöntemden bağımsız olarak havlu kumaşların değerlendirmedeki sıralaması aynı kalmıştır. Çalışmada ayrıca elde edilen sonuçların havlu kumaşların tutumu için kapsamlı bir değerlendirme oluşturmak için kullanacağı belirtilmiştir (Kandzhikova ve Germanova-Krasteva 2016).

Stoyanova Germanova ve diğerleri (2013) yaptıkları bu çalışmada havlu kumaşların bazı yapısal parametrelerin havlu kumaşlarda su emme hızına etkisini araştırmışlardır. Bu

amaçla atkı sıklığı ve hav yüksekliğini değiştirerek havlu kumaşlar üretmişlerdir. Dinamik su emme için bir deneysel düzenek oluşturulmuştur. Bu düzenek ile zamana bağlı olarak kumaş tarafından emilen su miktarı belirlenmiştir. Bu şekilde su emme hızı hesaplanmış ve tartışılmıştır. Dinamik su emme işlemi grafik ile sunulan su emme eğrileri ile değerlendirilmiştir. Atkı ve çözgü yönünde ortalama su emme değerlerinin yanında ana su emme aşamalarına ait su emme hızları hesaplanmıştır. Sonuçlar ANOVA yazılımı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve araştırılan havlu parametrelerinin su emme işlemine etkisi ile ilgili sonuçlar çıkarılmıştır (Stoyanova Germanova-Krasteva ve ark. 2013).

Karahan (2007) yaptığı bu çalışmada, havlu kumaş konstrüksiyonunun dinamik su emme üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada farklı parametreler ile üretilmiş 216 adet havlu kumaş numunesi deneylere tabii tutulmuştur. Çalışma sonuçları incelendiğinde ilk 10 saniyede havlu numunelerin %26-40 arası oranda su emme gerçekleştirdiği gösterilmiştir. Kumaş konstrüksiyonuna bağlı olarak su emme oranı 50. saniye sonunda %50'yi aşmış ve 100. saniyede %75 oranına ulaşmıştır. İplik tipinin dinamik su emme üzerine en büyük etkiye sahip olduğu gösterilmiştir. Hav oluşumunda kullanılan 29,5 tex ring karde ipliği 29,5x2 tex ring karde ipliği ve 29,5x2 tex open end ipliğe göre daha hızlı su emme davranışı göstermiştir. 29,5x2 tex open end hav ipliği ile üretilen havlular en düşük su emme hızı göstermiştir. Hav yüksekliği ile atkı ve çözgü sıklıklarının dinamik su emme davranışı üzerine etkisi iplik tipi ile karşılaştırıldığında sınırlı kalmıştır. Son 100 saniyede bu parametrelerin dinamik su emme davranışı üzerinde etkisi görülmemiştir (Karahan 2007).

Karahan ve arkadaşları (2006) yaptıkları bir diğer çalışmada havlu kumaş parametrelerinin statik su emme davranışı üzerinde ki etkilerini deneysel olarak incelemeyi amaçlamışlardır. Test numunesi olarak 6 farklı çözgü sıklığı, 4 farklı atkı sıklığı, 3 farklı hav boyu ve 3 farklı hav ipliği tipi kullanılarak 216 adet havlu kumaş incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda iki katlı ring ipliğin, iki katlı open end ipliğe ve tek katlı ring ipliğe göre daha yüksek bir su emme değeri gösterdiği görülmüştür. Ayrıca çözgü ve atkı sıklığında ki artışın, havlu kumaşların su emme yüzdesini azalttığı, hav uzunluğundaki artışın ise bunu arttırdığı gözlenmiştir (Karahan ve Eren 2006).

Ünal ve arkadaşları (2010) yaptıkları çalışmada seçilen havlu kumaş performans özellikleri ve/veya üretim maliyeti optimizasyonu üzerine araştırma gerçekleştirmişlerdir. Bu amaçla havlu kumaşların fiziksel ve performans özelliklerine dayanan matematiksel denklemler geliştirilmiş ve bu denklemler tasarlanan modellerde amaç fonksiyonu ve kısıtlar olarak kullanılmıştır. Tasarlanan bu modeller ile gerçek üretim şartlarında hav yüksekliği, çözgü ve atkı sıklıkları gibi parametrelerin havlu kumaşların performans özellikleri verilen kısıtlar altında tahmin edilmeye çalışılmıştır (Ünal ve Koç 2010).

Singh ve arkadaşları 2015 yılında kaynak araştırmasına dayalı olarak yaptıkları çalışmada, geliştirilen teoriler ve su emme mekanizmasını açıklamışlardır. Teoriye dayalı su emme özelliklerini iyileştirecek ana faktörleri değerlendirmişlerdir. Havlu kumaşların su emme performansının değerlendirilmesinde statik ve dinamik su emme özellikleri kadar başlangıç dalma zaman gecikmesinin de eşit önemde olduğunu değerlendirmişlerdir. Hav yüksekliğinin havlu kumaşlar da su emme davranışını iyileştirmek için ana faktör olduğu değerlendirilmiştir. Farklı kumaşlar için kesit görüntülerinin incelenmesi, su emme teorileri mekanizmasını ve sonuçlarını destekleyen yazarlara ait orijinal bir çalışma olduğu belirtilmiştir (Singh ve Behera 2015).

Yılmaz ve arkadaşları (2005) havlu kumaş üretim teknolojisi ile ilgili hammaddeden son kullanıma kadar ki aşamaları içeren bir değerlendirmeyi son teknolojik gelişmeler ışığında gerçekleştirmişlerdir. Eskiden beri kullanıla gelen pamuk ipliğine ilave olarak havlu sektöründe kullanımı yaygınlaşan rejenere selüloz lif tipleri ile mikro polyester ipliklerin kullanımı değerlendirilmiştir. Havlu kumaş üretim teknolojisi olarak servo motor kontrollü hav oluşturma mekanizmaları, ana motor hız kontrol sistemleri ve gerginlik kontrol sistemlerindeki teknolojik gelişmelerin havlu kumaş üretimine gerek kalite gerekse farklı havlu yapılarının üretimi konusunda ki yansımaları tartışılmıştır. Çalışmada ayrıca dokuma işleminden sonraki terbiye ve konfeksiyon teknolojilerindeki gelişmeler değerlendirilmiştir (Yılmaz ve Powell 2005).

Petrulyte ve arkadaşları (2008) yaptıkları bu çalışmada farklı hav yüksekliklerinde dokunan keten/pamuk karışımı havlu kumaşlarda hav yüksekliğinin ve terbiye işlemlerinin su emme (ıslanma) davranışına etkisini açıklamışlardır. Havlu kumaş

numuneleri ağartılmamış keten hav çözümleri ve zeminde atkı ve çözgü olarak pamuk ipliği kullanılarak üretilmiştir. 24 farklı keten/pamuk havlu konstrüksiyonu değişik kriterlere göre değerlendirmeye tabii tutulmuştur. Keten hav çözgüsüne sahip havlu kumaşlar yüksek su emme özelliği ile ön plana çıkmıştır. Bunun yanında bir su damlası kumaş üzerine bırakıldığında ilk andan su damlası kumaş tarafından tamamen emilinceye kadar ilginç su emme davranışı sergilemiştir. Su damlası ile temas ettiği zaman kumaşın davranışı havlu kumaşın yapısal parametrelerine bağlı olmaktadır. Hav yüksekliği su emme de önemli bir parametre olarak ortaya çıkmaktadır. Önerilen metot kullanıldığında kumaşın su emmesine ait dinamik davranışı zamana bağlı değerlendirmek ve yorumlamak mümkün olmaktadır (Petrulyte ve Ph 2008).

Süle (2015) yaptığı çalışmada, jakarlı dokuma kumaşların eğilme rijitliği ile atkı sıklığı, dokuma ve likra katkısının kumaşın eğilme rijitliği üzerindeki etkilerini incelemiştir. İncelemesi yapılan kumaşlar üretilirken, çözgü ipliği ve çözgü sıklığı sabit tutulmuş, jakar deseninde atkı ipliği sayısı, atkı sıklığı ve zemin örgü değiştirilmiştir. Sonuç olarak atkı sıklığı arttıkça ve iplik kalınlığı arttıkça kumaşta çözgü ve atkı yönündeki eğilme rijitliğinin arttığı görülmüştür. Çözgü ve atkı yönünde 4/1 saten dokunan numunelerin 7/1 saten dokunan numunelere göre bükülme rijitliğinin arttığı gözlenmiştir. Dokuma kumaş numunesinin atkı ipliği likra içerdiğinde ise kumaşın atkı yönündeki rijitliği azalmıştır. Sonuç olarak, 4/1 ve 7/1 saten örgülerle dokunan kumaşlar için toplam kumaş bükülme rijitliği arasındaki farkın, daha ince atkı iplikleriyle dokunan kumaşlarda atkı sıklığı arttıkça azaldığını görülmektedir. Ancak daha kalın atkı iplikleriyle dokunan kumaşlarda atkı sıklığı arttıkça bu farkın arttığı görülmüştür (Süle 2015).

Cruz ve arkadaşları (2017) gerçekleştirdikleri çalışmada %100 pamuklu havlu kumaşların nem alma davranışına etki eden parametreleri incelemişlerdir. Farklı nem alma özellikleri olarak su emme süresi, su emme hızı, dinamik su emme ve dikey ıslanma özellikleri çalışılmıştır. Sonuçlar havlu kumaşların nem emme davranışının kumaş ağırlığı, kalınlığı ve hav iplik bükümüne bağlı olduğunu değerlendirmişlerdir (Cruz ve ark. 2017).

Durur ve Öner yaptıkları çalışmada havlu dokuma kumaşların konfor özelliklerini araştırmıştır. Bu amaçla zemin çözgüsü Ne 24/2, atkısı Ne 16/1 ve hav çözgüsü Ne 20/2 pamuk ve polipropilen iplikler kullanılarak havlu kumaşlar üretilmiştir. Kumaşlara hava

geçirgenlik testi ve su buharı geçirgenliği testi uygulanmıştır. Hava geçirgenlik testi TEXTTEST Fx 3300 hava geçirgenlik test cihazı ile ISO 9237 test standartlarına ve su buharı geçirgenliği testi M261 Shirley test cihazı ile ISO 15496 test standardına göre yapılmıştır. Islatma hızı ve sıvı transfer hızı ölçümü DIN53924 standartlarına uygun olarak laboratuvar şartlarında (20 ± 2 0C ve %65) uygulanmıştır. Bu çalışma sonucunda polipropilen liflerinin emici iç yüzeyi sayesinde cilt ile temasında kuruluk hissi verdiği tespit edilmiş ve havlu kumaşlarda kullanım konforunun artması amacıyla polipropilen lif katkısının göz önünde bulundurulması tavsiye edilmiştir (Durur ve Öner 2013).

Kakde ve arkadaşlarının (2017) yaptıkları çalışmada havlu kumaş konstrüksiyonlarının su emme özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Su emme özelliğinin değerlendirilmesi için drop test yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi sonucunda iplik hammaddesinin su emiciliği etkilemede önemli bir parametre olduğu tespit edilmiş olup su emme yüzdesinin açık uçlu (open end) iplik için en düşük, iki katlı ring iplik için en yüksek olduğunu gösterilmiştir. Dokunan kumaşların çözgü sıklığı, atkı sıklığı ve hav yüksekliğinin artmasının su emiciliğinin artmasında önemli parametreler olduğu belirtilmiştir. Ayrıca yıkama, boyama ve yumuşatma gibi bitim işlemlerinin de su emiciliğe etki ettiği gösterilmiştir (Kakde ve ark. 2017).

Bu çalışmada havlu kumaşlarda kumaş parametrelerinin statik su emme özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla Nuova Pignone TPS 500 model havlu dokuma makinesi kullanılarak 6 farklı çözgü sıklığı, dört farklı atkı sıklığı ve üç farklı hav yüksekliğinde 72 farklı havlu kumaş üretilmiş olup üretilen kumaşlara su emme testi uygulanarak, emilen su miktarı ıslak ve kuru ağırlık arasındaki fark olarak hesaplanmıştır. Havlu kumaşlarda kullanılan iplik türünün statik su emme özelliğine etki eden en önemli faktör olduğu tespit edilmiştir. İki katlı ring ipliğinin, iki katlı open end iplik ve tek katlı ring ipliğinden daha yüksek bir su emme değeri gösterdiği tespit edilmiştir. Havlu kumaşların çözgü sıklığı ve atkı sıklığındaki artış su emme oranını düşürdüğünü hav boyundaki artışın su emme oranı yüzdesini arttırdığı tespit edilmiş (Karahan ve Eren 2006).

2.5. Elastik Dokuma Kumaşlar İle İlgili Genel Bir Değerlendirme

Poliüretan esaslı bir lif olan elastan lifi yapısında %85 oranında uzun zincirli sentetik polimer olan poliüretan içermektedir. Yapı içerisinde bulunan amorf bölge life elastikiyet özelliği kazandırmasının yanı sıra uzama durumunda kristalize olurken, serbest bırakıldığında eski haline dönmektedir. Elastomer lifi içerisinde bulunan kristalin yapı ise tutunma ve mukavemet özelliği sağlamaktadır. Elastan lifinin esnek yapısı giysi formunda yapılarda kullanılmasını sağlamaktadır. Doğal bir beyazlığa sahip elastan lifi kolay boyanmamakla birlikte boyandığı takdirde kolayca rengini kaybetmemektedir.

İhtiyaçlar doğrultusunda tüketicilere karşılık vermeye çalışan tekstil sektöründe, kullanıcılara giyimlik ürünler için konfor arayışını sunan elastan lifleri farklı üretici firmalar tarafından farklı ticari ünvanlar ile piyasaya sürülmektedir (Halaçeli 2009). “Elastan” ya da diğer adıyla “spandex” lifleri özellikle kullanıcının kendini rahat ve konforlu hissetmek istediği iç giyim ürünleri, spor giyim, varis çorapları ve medikal ürünlerde yoğunlukla tercih edilmektedir. Helisel molekül yapısına sahip elastan lifleri mükemmel uzama yeteneğine (%400-%800) sahip olması ile elastikiyetin gerekli olduğu alanlarda kullanım avantajı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra doğal tutum, ısı ve nem transferi gibi özellikler düşünüldüğünde elastan liflerinin tek başına kullanımları giysi konforu göz önüne alındığında çok uygun görülmemektedir. Bu sebeple başka liflerle birlikte kullanımları daha çok tercih edilmektedir. İkinci bir lif ile merkezde elastan lifinin bulunduğu iplikler (kaplama tekniği ile üretilmektedir) mevcut uzama özellikleri ile birlikte tutum ve konfor açısından da avantajlı hale gelmektedir (Öner 2019). Bu şekilde üretimi gerçekleşen iplikler piyasada daha çok çekirdekli, özlü veya ilikli iplik olarak bilinmektedir. Merkezde bulunan elastan lifi kütleli olarak ipliğin tamamına oranlanırsa %10-15 ini oluşturmaktadır. İplik oluşum esnasında gerilim altında tutulan elastan lifi büküm aldıktan sonra serbest haline döner. Çekirdeğin etrafında bulunan lif tabakası bu kuvvet ile büzülerek yoğun ve hacimli bir şekil alır.

Özlü ipliklerin yapısında elastan lifleri 44, 78, 156 dtex iplik numaralarında tercih edilmektedir. Elastan lifinin özlü iplik olarak üretilmesiyle birlikte ince iplik numaralarında iplik üretimi gerçekleşmektedir. Bu iplikler genellikle örtü lifinin tutum, doku, estetik ve diğer beklenen özelliklerinin istenildiği ağır kumaşlarda

kullanılmaktadır. Yapısında elastan bulunan özlü iplikler dokumada atkı ipliği, çözgü ipliği ya da hem atkı hem de çözgü ipliği olarak kullanılabilir. Elastan iplikler hiçbir zaman tek başlarına dokumada kullanılamazlar. Üretimi gerçekleştirecek kumaştan beklenen form, esneklik ve tutum özelliklerine göre iplik içerisindeki elastan oranı belirlenmektedir.

Elastik kumaşlar üretilirken dikkat edilmesi gereken bazı durumlar mevcuttur. Elastik olmayan iplikle dokunan kumaş yapısının normalden daha gevşek olup, elastanlı ipliğin atılması ile kumaşın kendini toplayarak istenilen boyuta ulaşması sağlanmaktadır. Elastik iplik maksimum uzama noktasına getirilerek dokuma işlemi gerçekleştirilir. Eğer buna dikkat edilmezse dokuma sonunda çıkan kumaşın dokusunda ve eninde farklı gerginliklerden kaynaklı oluşabilecek kalite hataları ortaya çıkmaktadır.

Dokuma kumaş yapısı belirlenirken terbiye işlemleri sırasında kumaşın elastikiyet özelliklerinde değişim olmasından dolayı bazı hususların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Buna göre;

- Kumaşın ağırlığı ve dokusu belirlenmelidir,
- Kumaştan beklenen % olarak uzama oranı bilinmelidir,
- Kumaşın dokuma sırasında kumaş levendine sarılması ve bitim işlemleri sırasında kaplama ipliğinin çekme miktarı bilinmelidir.

Üretimi gerçekleştirecek olan elastik yapılı dokuma kumaşın mamul kumaş ağırlığı ve istenilen doku doğrudan üretimde kullanılacak ipliklerin hammaddesi, iplik numarası ve dokuma örgüsü tarafından belirlenmektedir. Özlü ipliğin içerisinde bulunan elastan lifinin ince ve kalın oluşuna göre mevcut kumaşta farklı performans özellikleri gözlenmektedir. Daha kalın elastan lifinin kullanıldığı yapılarda elastikiyetin arttığı fakat kumaş yapısı ve görünümünün bu durumdan olumsuz etkilendiği bilinmektedir. İnce elastan lifine sahip özlü ipliğin kullanıldığı yapılarda ise kumaş elastik davranışının azalması söz konusudur.

Atkı yönlü elastik kumaşlarda atkı sıklığı, elastik olmayan kumaş yapıları ile benzerlikler taşımaktadır. Ancak dokumada tarak numarasının doğru seçilerek çözgü iplikleri arasında yeterli boşlukların bırakılması sağlanıp, atkı ipliklerinin esnemesine izin verilmelidir.

Dokumada istenen en ve sıklıkta kumaş üretimi için öncelikle 1 metre numune kumaş dokunmalıdır. Numune kumaşa kaynatma işlemi yapılarak kumaşın atkı uzama miktarına ve çekme miktarına bağlı olarak kumaş yapısı belirlenmelidir. Atkı yönündeki kumaş uzaması istenenden fazla ise daha yüksek çözgü sıklığı, istenenden az ise daha düşük atkı sıklığı kullanılmalıdır.

Atkı yönlü elastik kumaşlar dokumadan sonra bir miktar çekme eğilimi göstermektedirler. Tarak eni ile dokuma sonrası en arasındaki fark dokuma çekmesini vermektedir. Bitim işlemleri sırasında mamül kumaşın elastik özelliği sınır değerlere ulaşır ve ancak bu işlemde sonra kumaşın eni belirlenmiş olur (Halaçeli 2009).

Elastan özlü iplikler ile normal dokuma yöntemiyle çok değişik parametre ve örgü yapılarında kumaşlar üretilmektedir. Elastan lifinin kumaş yapısına kazandırmış olduğu elastik yapı sayesinde konfor ihtiyacının duyulduğu özellikle iç giyim, spor kıyafetleri, pantolon gibi ürünlerin kumaş yapısında çoğunlukla tercih edilmektedir. Fakat havlu kumaş yapıları incelendiğinde bu alana yönelik sadece bir çalışmanın olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ise havlu kumaş yapısına atkı yönünde atılan elastan özlü ipliğin havlu kumaşların elastikiyet özelliğini iyileştirmek adına yapıldığı ifade edilmektedir.

Kadoğlu ve arkadaşlarının yürütmüş olduğu bir TÜBİTAK projesinde elastik özellikleri iyileştirilmiş havlu kumaşların üretimi için atkıda kullanılmak üzere 4 adet birbirinden farklı Ne 15/1 numarada ve büküm katsayısı (α) 4,2 olan iplik üretimleri gerçekleştirilmiştir. Bu atkı iplikleri Ne 15/1 numarada pamuk kaplı (mantolu) 78/24 dtex IMG PBT özlü iplik, pamuk kaplı (mantolu) 55/24 dtex INT PBT özlü iplik, pamuk kaplı (mantolu) 78 dtex elastan özlü iplik ve %100 pamuk ipliği olarak üretilmişlerdir. Hav ve zeminde kullanılan iplikler firma tarafından belirlenmiş ve kumaşlar tek yüzü havlu olacak şekilde 17 atkı/cm sıklığında dokunmuştur. Hav ipliği Ne 16/1 ve zemin çözgü ipliği Ne 8/1 olarak belirlenmiş ve 4 farklı çeşit atkı ipliğinin kullanıldığı (Ne 15/1 pamuk mantolu 78/24 dtex IMG PBT özlü iplik, Ne 15/1 pamuk mantolu 55/24 dtex INT PBT özlü iplik, Ne 15/1 pamuk mantolu 78 dtex elastan özlü iplik ve Ne 15/1 %100 pamuk ipliği) havlu kumaşların üretimi gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra zemin çözgü ipliğinin Ne20/2 olarak değiştiği ve atkı ipliğinde 1 atkı Ne 15/1 %100 pamuk - 1 atkı 56

dtex çıplak PBT, 3 atkılı Ne 15/1 %100 pamuk - 1 atkılı 56 dtex çıplak PBT ve 1 atkılı Ne 15/1 %100 pamuk - 1 atkılı 78 dtex çıplak PBT'nin kullanıldığı havlu kumaşlar üretilmemiştir. Aynı şekilde zemin ipliğinin Ne 20/2 ve atkılı ipliğinin 5 atkılı Ne 15/1 %100 Pamuk-1 atkılı 56 dtex çıplak PBT ve 3 atkılı - Ne 15/1 %100 Pamuk -1 atkılı - 78 dtex çıplak PBT olduğu kumaşlar üretilmiştir. Fakat üretim esnasında çok fazla sorunla karşılaşmış ve kumaşta izlerin meydana geldiği gözlemlenmiştir. Dokunan kumaşlar 60°C'de standart pamuklu havlu terbiye ve boyama işlemlerine tabi tutulmuştur. PBT filament ipliği 120°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda elastik özellik kazandığı için ayrıca ham kumaşlara haşıl sökme, ağartma (120°C'de) işlemleri de uygulanmıştır. Terbiye işlemleri tamamlanan havlu kumaşlara birlikte çalışılan firma bünyesinde kopma mukavemeti (Tensile Strength –Grab TS EN ISO 13934-2), boyutsal değişim, ev tipi yıkama ve kurutma (Dimensional Change & Domestic Washing & Drying - TS EN ISO 6330), ağartılmış tekstillerde emicilik (Absorbency of Bleached textiles - AATCC Test Method 79), havlu kumaşların yüzey su emiciliği (su akışı) (Surface Water Absorption of Terry Fabrics (Water Flow) - ASTM D Test Method 4772), uzama & geri dönme (Stretch & Recovery EN 14704-1), kumaş ağırlığı ölçümü (Fabric Weight TS EN ISO 3081), kumaş genişliği ölçümü (Fabric Width TS EN ISO 1773) testleri uygulanmıştır. Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünde bulunan fiziksel tekstil muayeneleri laboratuvarında ise kumaş kalınlığı ve hava geçirgenliği testleri yapılmıştır. Yapılan testlerin sonuçlarına göre kumaş gramajları karşılaştırıldığında, elastan içeren havlu kumaş numunelerinin, terbiye işlemleri sonrası diğer kumaş numunelerine göre daha fazla çektiği için kumaş birim ağırlığının artmış olduğu görülmüştür. Atkılı kopma mukavemeti ve kopma uzaması, atkılı yönünde esneme ile geri dönüş testi sonrası uzama ve kalıcı uzama, kumaş kalınlık ve gramajı, yıkama öncesi ve sonrası yüzey su emiciliği, hava geçirgenliği test sonuçları incelendiğinde, %100 pamuk atkılı kumaş ile 78 dtex PBT iplik içeren kumaşlar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Özellikle 78 dtex PBT ipliğinin özlü iplik formunda kullanımının üretilen havlu kumaş yapısında elastikiyet ve su emiciliği açısından daha iyi özellikler sağladığı görülmüştür. Elastan içeren kumaşın daha ağır ve hava geçirgenliği sonuçlarının çok düşük olduğu göz önüne alındığında PBT ipliğinin havlu kumaşlarda %100 pamuk kumaşlara göre daha iyi özellikler sergilediği yorumu yapılmıştır. Bu türde üretilen havlu kumaş yapılarının

günlük giyilen ve rahatlığın ön plana çıktığı ev giysilerinde kullanımının faydalı olacağı değerlendirilmiştir (Kadoğlu ve ark. 2018).

Yukarıdaki incelemelerden likralı iplikler kullanılarak havlu kumaş üretimi ve özelliklerinin araştırılması konusunda son derece sınırlı sayıda çalışmanın olduğu görülmektedir. Bu çalışmada sadece atkı yönünde likralı iplikler kullanılmış ve sınırlı sayıda likralı atkı ile dokuma mümkün olmuştur. Bu tezdeki araştırma kapsamında hem atkı hem çözgü hem de atkı ve çözgü yönünde likralı iplikler kullanılarak havlu kumaşlar üretilmiştir. Karşılaştırma amacıyla referans kumaş olarak ise likralı olmayan iplikler ile havlu kumaşlar dokunmuştur. Bu sayede likralı havlu kumaşların performansını araştırmak amacıyla 64 adet numune havlu kumaşı üretilmiştir. Bu havlu kumaş numunelerine hem atkı hem çözgü yönünde % uzama, su emicilik, hava geçirgenliği, ısı konfor ve mukavemet testi uygulanmıştır. Bu şekilde elde edilen likralı havlu kumaşların performans özellikleri incelenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Yapılan tez çalışması kapsamında numune havlu kumaşlar 4 farklı gruba ayrılarak sınıflandırılmış ve buna göre üretimleri gerçekleştirilmiştir. Havlu kumaş grupları, atkı ve zemin çözgü ipliği olarak likralı ipliklerin kullanım durumuna göre oluşturulmuştur. 1. grup havlu kumaşlarda atkı ipliği olarak Ne 16/1 elastan özlü likralı pamuk ipliği kullanılmış olup hav çözgü, atkı ve zemin çözgü iplikleri olarak kullanılan iplik bilgileri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Çizelge 3.1 de görüldüğü gibi elastan özlü atkı ipliğinin yanında Ne 20/2 zemin çözgü ipliği kullanılmasına karşılık 3 farklı numarada (Ne 6/1, Ne 12/1 ve Ne 16/1) hav çözgü ipliği kullanılmıştır. Bu şekilde hav çözgü iplik numarasının havlu kumaş elastik özellikleri ve diğer özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

Çizelge 3.1. 1. grup havlu kumaşlarda kullanılan iplik bilgileri

İplik Tipi	İplik No	Üretim Yöntemi	İçeriği
Hav	Ne6/1	Ring	% 100 Pamuk
	Ne12/1		
	Ne16/1		
Atkı	Ne16/1	Özlü İplik (Core Spun)	Pamuk+ 70D Elastan
Zemin	Ne20/2	Ring	% 100 Pamuk

İkinci grup havlu kumaş numuneleri zemin çözgüde Ne 20/2 likralı iplik kullanılarak dokunmuştur. Hav çözgüsü olarak Ne 12/1 %100 ring pamuk ipliği ve atkıda Ne 16/1 open end %100 pamuk ipliği kullanılmıştır. Çizelge 3.2, 2. grup havlu kumaş üretiminde kullanılan hav çözgü, atkı ve zemin çözgü iplik bilgilerini göstermektedir.

Çizelge 3.2. 2. grup havlu kumaşlarda kullanılan iplik bilgileri

İplik Tipi	İplik No	Üretim Yöntemi	İçeriği
Hav	Ne12/1	Ring	% 100 Pamuk
Atkı	Ne16/1	Open-End	% 100 Pamuk
Zemin	Ne20/2	Özlü iplik (Core-Spun)	Pamuk+70D Elastan

Çizelge 3.3 3. grup havlu kumaşların üretiminde kullanılan iplik bilgilerini göstermektedir. Bu durumda atkı ipliği olarak Ne 16/1 ve zemin çözgü ipliği olarak Ne 20/2 likralı pamuk iplikleri kullanılmış olup hav çözgüsü olarak Ne 12/1 %100 pamuk ipliği kullanılmıştır.

Çizelge 3.3. 3. grup havlu kumaşlarda kullanılan iplik bilgileri

İplik Tipi	İplik No	Üretim Yöntemi	İçeriği
Hav	Ne12/1	Ring	% 100 Pamuk
Atkı	Ne16/1	Özlu iplik (Core Spun)	Pamuk+70D Elastan
Zemin	Ne20/2	Özlu iplik (Core-Spun)	Pamuk+70D Elastan

Dördüncü grup havlu kumaş numuneleri yukarıdaki 3 grup havlu kumaşların özelliklerini karşılaştırmak amacıyla üretilen ve likralı iplik **ıçermeyen** kumaş tipleridir. Bu kumaş tiplerine ait hav çözgü, atkı ve zemin çözgü iplikleri %100 pamuk iplikleri olup iplik bilgileri Çizelge 3.4' te verilmiştir.

Çizelge 3.4. 4. grup havlu kumaşlarda kullanılan iplik bilgileri.

İplik Tipi	İplik No	Üretim Yöntemi	İçeriği
Hav	Ne6/1	Ring	% 100 Pamuk
	Ne12/1		
	Ne16/1		
Atkı	Ne16/1	Open-End	% 100 Pamuk
Zemin	Ne20/2	Ring	% 100 Pamuk

Havlu kumaş numuneleri yukarıda verilen 4 iplik grubu ile farklı atkı sıklıkları ve hav uzunluklarında üretilmiştir. Her grup için 15, 18, 20 ve 23 atkı/cm atkı sıklıklarında ve 2,5, 4, 5 ve 9 mm lik hav uzunluklarında havlu kumaş numuneleri üretilmiştir. Çizelge 3.5, tez çalışması kapsamında dokunan tüm havlu kumaşların (64 numune) üretimine ait numune tanımlamaları ve teknik parametreleri göstermektedir.

Çizelge 3.5. Üretilen havlu kumaş numunelerinin tanımlamaları ve teknik parametreleri

Kumaş No	Numune Tanımlaması	Hav Çözüğü İpliği	Zemin Çözüğü İpliği	Atkı İpliği	Atkı Sıklığı (atkı/cm)	Hav Uzunluğu (mm)
1	23S – 9HB	Ne6/1 Ring	Ne20/2 Ring	Ne16/1 Open End	23	9
2	20S – 9HB				20	9
3	20S – 5HB				20	5
4	18S – 9HB				18	9
5	15S – 9HB				15	9
6	15S – 5HB				15	5
7	15S – 4HB				15	4
8	23S – 9HB	Ne12/1 Ring	Ne20/2 Ring	Ne16/1 Open End	23	9
9	20S – 9HB				20	9
10	20S – 5HB				20	5
11	20S – 4HB				20	4
12	18S – 9HB				18	9
13	15S – 9HB				15	9
14	15S – 5HB				15	5
15	15S – 4HB				15	4
16	15S – 2,5HB	15	2,5			
17	23S – 9HB	Ne16/1 Ring	Ne20/2 Ring	Ne16/1 Open End	23	9
18	20S – 9HB				20	9
19	20S – 5HB				20	5
20	18S – 9HB				18	9
21	15S – 9HB				15	9
22	15S – 5HB				15	5
23	15S – 2,5HB				15	2,5
24	23S – 9HB	Ne6/1 Ring	Ne20/2 Ring	Ne16/1 Özlü İplik (Core Spun 70D)	23	9
25	20S – 9HB				20	9
26	20S – 5HB				20	5
27	18S – 9HB				18	9
28	15S – 9HB				15	9
29	15S – 5HB				15	5
30	15S – 4HB				15	4
31	23S – 9HB	Ne12/1 Ring	Ne20/2 Ring	Ne16/1 Özlü İplik (Core Spun 70D)	23	9
32	20S – 9HB				20	9
33	20S – 5HB				20	5
34	20S – 4HB				20	4
35	18S – 9HB				18	9
36	15S – 9HB				15	9
37	15S – 5HB				15	5
38	15S – 4HB				15	4
39	15S – 2,5HB				15	2,5

Çizelge 3.5. Üretilen havlu kumaş numunelerinin tanımlamaları ve teknik parametreleri (devam)

40	23S – 9HB	Ne16/1 Ring	Ne20/2 Ring	Ne16/1 Özlü İplik (Core Spun 70D)	23	9
41	20S – 9HB				20	9
42	20S – 5HB				20	5
43	18S – 9HB				18	9
44	15S – 9HB				15	9
45	15S – 5HB				15	5
46	15S – 2,5HB				15	2,5
47	23S – 9HB	Ne12/1 Ring	Ne20/2 Özlü İplik (Core Spun 70D)	Ne16/1 Open End	23	9
48	20S – 9HB				20	9
49	20S – 5HB				20	5
50	20S – 4HB				20	4
51	18S – 9HB				18	9
52	15S – 9HB				15	9
53	15S – 5HB				15	5
54	15S – 4HB				15	4
55	15S – 2,5HB				15	2,5
56	23S – 9HB	Ne12/1 Ring	Ne20/2 Özlü İplik (Core Spun 70D)	Ne16/1 Özlü İplik (Core Spun 70D)	23	9
57	20S – 9HB				20	9
58	20S – 5HB				20	5
59	20S – 4HB				20	4
60	18S – 9HB				18	9
61	15S – 9HB				15	9
62	15S – 5HB				15	5
63	15S – 4HB				15	4
64	15S – 2,5HB				15	2,5

S: Atkı Sıklığı

HB: Hav Uzunluğu

3.2. YÖNTEM

Tez kapsamında dokunan havlu kumaşlara likralı kumaş yapılarının karşılaştırmalı olarak etkisini görmek açısından aşağıdaki testler uygulanmış ve analizler yapılmıştır.

3.2.1. Fiziksel Kumaş Analizi

Üretimi gerçekleştirilen tüm havlu kumaş numuneleri üzerinde laboratuvar şartlarında 24 saat bekletildikten sonra TS 250 EN 1049-2 standardına göre atkı sıklığı ile zemin ve hav çözümlü sıklıkları ve m² gramajları tayin edilmiştir.

3.2.2. Kopma Mukavemeti Testi

Tez çalışması kapsamında dokunan havlu kumaşlarda belirli parametrelerin sabit tutulduğu kumaşlar seçilerek, EN ISO 13934-1 standardına göre atkı ve çözümlü yönünde olmak üzere 3'er adet test numunesi hazırlanmıştır. Kesilen numuneler standart klima şartlarında 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Fizik Laboratuvarında bulunan SHIMADZU cihazında mukavemet testi yapılmıştır. Havlu kumaş numunelerinin takıldığı çene arası mesafe (numune boyu) 100 mm'ye ayarlanmıştır. Numune eni standarda uygun olarak 60 mm olarak alınmıştır. Cihaz çekme hızı 200 mm/dk ve numuneye uygulanan ön gerilme kuvveti 2N'dur. Kopma mukavemeti testi için üretilen havlu kumaşlardan hem atkı hem de çözümlü yönünde 3'er adet ölçüm yapılmış, ortalamaları alınmıştır.

3.2.3. Su Emme Özelliği Tayini ve Su Buharlaşma Hızı

Numune havlu kumaşlar için su emme özelliği tayini TS 866 standardındaki Su Damlama Metoduna göre uygulanmıştır. Bu yöntem, damlatılan su damlalarının havlu kumaş yüzeyi tarafından tam olarak ne kadar sürede emildiğinin ölçümüne dayanmaktadır. Tüm numuneler için havlu kumaşın farklı yerlerinden 5'er adet ölçüm yapıp, ortalaması alınmıştır.

Yapılan tez çalışması kapsamında üretilen havlu kumaşlar için su buharlaşma hızının tayini testi Fanguiero ve ark. tarafından yapılan çalışmada kullandıkları prensip dikkate alınarak yapılmıştır. Bu yaklaşıma göre havlu kumaşlardan 3'er adet 80 x 80 mm' lik kare numuneler kesilmektedir. İlk olarak hazırlanan numunelerin kuru ağırlıkları hassas terazi ile ölçülüp kaydedilmektedir. Daha sonra kuru numune ağırlıklarının %30' u kadar su ile numuneler ıslatılır. Islatılan numunelerin ağırlıkları tekrar ölçülerek kaydedilir. Test numuneleri 120 dakika boyunca her 10 dakikada bir hassas terazide ağırlıkları ölçülerek not alınır. Her ölçüm sonunda suyun buharlaşma hızı yukarıda kaydedilen ağırlıklar kullanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanır (Morgil 2015).

$$WER (\%) = [(w_0 - w_i) / (w_0 - w_f)] * 100\% \quad (1.1)$$

Burada;

WER (%): Yüzde olarak havlu tarafından emilen suyun buharlaşma hızı.

wf: Islatılmamış haldeki havlu kumaş numunesi ağırlığı (g).

w0: Ağırlığının %30 u kadar su emdirilmiş havlu kumaş ağırlığı (g).

wi: Her 10 dakikada bir ölçülen numune kumaş ağırlığı (g).

3.2.4. Hava Geçirgenliği Testi

Çalışma kapsamında üretilen tüm numune havlu kumaşların hava geçirgenliği ölçümü, standart klima koşullarında (20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 2$ rutubet) 24 saat bekletildikten sonra gerçekleştirilmiştir. Havlu kumaş numunelerinin hava geçirgenlik ölçümleri Bursalı Tekstil Ar-Ge Merkezinde bulunan PROWHITE cihazı ile EN ISO 9237 Special standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan test basıncı 400 Pa olup numune test alanı 20 cm² dir. Ölçüm sonuçları mm/s cinsinden elde edilmiştir. Her kumaş numunesi için beş adet ölçüm yapıp ortalaması alınmıştır.

3.2.5. Anlık Uzama (Frayma Ekstensometre) Testi

Tez kapsamında üretimi yapılan farklı parametrelere sahip 64 numune kumaştan seçilen numunelerin atkı ve çözüğü yönlerinde sabit yük altında anlık uzamaları BS 4294: 1968 standardına göre ölçülmüştür. Test için iklimik şartlara uygun ortamda 24 saat bekletilen test numuneleri 6 kilogramlık sabit yük altında gerilime maruz bırakılmaktadır. Belirli parametreleri göz önünde bulundurularak seçilen havlu kumaşlardan atkı çözüğü yönünde 5'er adet ölçüm alınmış olup, ortalamaları hesaplanmıştır.

3.2.6. Eğilme Dayanımı Tayini

Tekstil yapılarının eğilmeye karşı gösterdiği dirence eğilme dayanımı denir. Tez kapsamında dokunan havlu kumaşların eğilme uzunluğu ölçümleri için Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Fizik Laboratuvarında bulunan James Heal marka kumaş sertlik ölçüm cihazı kullanılmıştır. Üretimi yapılan tüm kumaşlardan 2,5 x15 cm boyutlarında çözüğü ve atkı yönünde 4 test numunesi kesilerek 24 saat boyunca klima şartlarında bekletilmiştir. TS 1409 "Dokunmuş tekstil mamullerinin eğilme dayanımı tayini" standardı esas alınarak test ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Düzeneğe yerleştirilen havlu kumaş numunelerinin yatayla yaptığı 41,5°'lik açı uzunluğu, eğilme uzunluğu

olarak ölçülmüştür. Tüm test numunelerinde havlu kumaşın her iki yüzünün de her iki ucu için toplam 4 ölçüm yapılmıştır. Toplamda atkı ve çözgü yönü için 4'er numune üzerinden ölçüm yapılmış olup, ölçülen değerlerin ortalamaları alınarak sarkma uzunluğu değerleri elde edilmiştir. Kumaşların sarkma uzunluğu değerleri aşağıdaki formüllerde (3.1, 3.2, 3.3) kullanılarak kumaşların çözgü ve atkı yönünde eğilme dayanımı ve kumaş eğilme dayanımı değerleri hesaplanmıştır.

Xort: Sarkma Uzunluğu (cm)

W: Kumaş gramajı (g/cm²)

$$\text{Eğilme uzunluğu; } C = X_{ort}/2 \text{ (cm)} \quad (2.1)$$

$$\text{Eğilme dayanımı; } G = 0,1 \times W \times C^3 \text{ (mgcm)} \quad (2.2)$$

Kumaşın genel eğilme dayanımı; GO

$$GO = (G_{atkı} \times G_{çözgü})^{1/2} \text{ (mgcm)} \quad (2.3)$$

3.2.7. Isıl İletkenlik ve Isıl Direnç Ölçümleri

Bu çalışma kapsamında dokunan havlu kumaşların ısı konfor özelliklerini tayin etmek için Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Laboratuvarı'nda bulunan Alambeta test cihazı kullanılmıştır. Cihazın çalışma prensibi, alt ölçüm plakası (22°C) ile üst başlığı (32°C) arasındaki sıcaklık farklılığından dolayı test edilen kumaş içerisinden geçen ısı akımının zamana bağlı matematiksel işlemlerle belirlenmesine dayanmaktadır. 130 x 130 mm boyutlarında kesilen havlu kumaş numuneleri 24 saat kondüsyonlandırıldıktan sonra teste başlanmıştır. Cihazda bulunan iki plaka arasına numune havlu kumaşlar yerleştirilir ve ölçüm kafası kumaşa temas ettirilerek ölçüm gerçekleştirilir. Isıl iletkenlik ve ısı direnç ölçümlerinin yanı sıra test numunelerinin kalınlık ölçümleri de bu cihaz ile yapılmıştır. Tüm havlu kumaş numuneleri için 3'er tekrarlı ölçüm alınıp, ortalaması hesaplanmıştır.

3.2.8. Bağlı Su Buharı Geçirgenliği

Üretimi yapılan numune havlu kumaşların bağlı su buharı geçirgenliği ve su buharı direnci Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı'nda bulunan PERMETEST cihazında yapılmıştır. Bu cihaz ile numune havlu kumaşların su buharı

geçirgenliği (%WVP) ve su buharı direnci ($m^2.Pa/W$) değerleri ölçölmüştür. Teste başlamadan önce 24 saat kondüsyonlandırılmıştır. Daha sonra her numune için 3'er adet ölçüm alınıp, ortalamaları hesaplanmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu tez kapsamında literatürde mevcut olmayan birçok özelliğinin incelendiği likralı zemin çözgü ve/veya atkı iplikleri ile dokunmuş elastik davranışı yüksek havlu kumaşların özellikleri incelendiğinden konuyu anlaşılır hale getirmek için su emiciliğinin ötesinde giysi olarak ve teknik amaçlara yönelik olarak kullanımını anlamak için çok sayıda test uygulanmış ve ölçümler gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma amaçlı olarak zemin çözgü ve atkıda likra ipliği içermeyen standart iplikler kullanılarak numune kumaşlarda dokunmuştur. Aşağıda yapılan testlerden elde edilen ölçüm sonuçları ve yorumları açıklanmaktadır.

4.1. Fiziksel Kumaş Analizi Sonuçları

Dokunmuş olan havlu kumaşın tezgahtan çıktıktan sonra ve terbiye işlemine maruz kalıp kullanıma hazır hale geldiği noktada tezgah üzerinde ki duruma göre boyutlarında ki değişim ve bunun sonucu olarak gramajında meydana gelen değişimler havlu kumaşın istenilen özelliklerini elde edilmesi açısından çok önemlidir. Bu özelliklerinin bilinip havlu kumaşların dokuma öncesi tasarımının buna göre yapılması pratik açıdan büyük önem arz etmektedir. Aşağıdaki çizelgelerde (Çizelge 4.1 - Çizelge 4.4) likrasız, atkıdan likralı, zemin çözgüden likralı ve hem zemin çözgü hem atkıdan likralı havlu kumaşlarda dokuma ve dokuma sonrası terbiye işlemlerinin sonucunda havlu kumaş boyutlarında ve gramajında meydana gelen değişim, atkı sıklığı ve hav yüksekliğine bağlı olarak sunulmakta ve sonuçlar değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.1.1. Hav ipliği Ne 6/1 olan likra içermeyen numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Atkı Sıklığı	Hav Boyu	En			Boy			Gramaj		
				Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim
1	23S – 9HB	23	9	50,6	45,73	-9,62	96,2	98,2	2,08	991,22	993,93	0,27
2	20S – 9HB	20	9	50,5	45,97	-8,97	94,8	97,2	2,53	912,81	900,21	-1,38
3	20S – 5HB	20	5	50,6	46,17	-8,75	94,7	95,8	1,16	595,81	599,53	0,62
4	18S – 9HB	18	9	50,4	46,13	-8,47	83,7	85,8	2,51	939,91	923,11	-1,79
5	15S – 9HB	15	9	50,8	46,17	-9,11	95,4	99	3,77	722,2	704,9	-2,40
6	15S – 5HB	15	5	51	46,37	-9,08	95,8	97,3	1,57	496,34	487,52	-1,78
7	15S – 4HB	15	4	50,8	46,4	-8,66	95,5	96,6	1,15	430,8	430,4	-0,09

*Hav Çözgü İpliği Ne 6/1 Ring, Zemin Çözgü İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği 16/1 Open-End

*Tezgah üzerinde tarak eni 52 cm'dir.

*Hav sıklığı ve zemin sıklığı 12 atkı/cm'dir.

Çizelge 4.1.1 farklı hav yükseklikleri ve sıklıklarda dokunmuş Ne 6/1 hav çözgü ipliğine sahip tezgahtan çıkan ve işlem görmüş likrasız havlu kumaşlarda boyutsal değişimi verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi atkı sıklığı ve hav yüksekliği değişimine rağmen hem atkı hem çözgü yönünde meydana gelen boyutsal değişimler birbirine çok yakın değerler olarak elde edilmiştir. Atkı yönündeki kumaş çekmesi %8,5-9,5 arasında %1 sapma ile azalma gösterirken, çözgü yönündeki çekmeler %1 ve %2,5 arasında artış şeklinde ortaya çıkmaktadır. Gramajdaki % değişime bakıldığında ise değişimler çoğunlukla %2,5'a kadar değişen azalma yönünde gerçekleşmiştir. Burada bu değişimlerin ham ve işlem görmüş kumaş arasındaki değişimler olduğunu belirtmek gerekir.

Çizelge 4.1.2. Hav ipliği Ne 12/1 olan likra içermeyen numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Atkı Sıklığı	Hav Boyu	En			Boy			Gramaj		
				Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim
8	23S – 9HB	23	9	74,6	68,6	-8,04	115,5	114,3	-1,04	594,22	638,51	7,45
9	20S – 9HB	20	9	74,9	68,5	-8,54	113,6	113,5	-0,09	533,58	573,7	7,52
10	20S – 5HB	20	5	74,6	68,5	-8,18	113,5	112	-1,32	386,79	413,5	6,91
11	20S - 4HB	20	4	74,6	68,2	-8,58	113,8	113	-0,70	342,19	371,22	8,48
12	18S – 9HB	18	9	74,7	69,1	-7,50	113,5	113	-0,44	495,79	523,21	5,53
13	15S – 9HB	15	9	75	69,5	-7,33	121,5	121,2	-0,25	424,69	449,54	5,85
14	15S – 5HB	15	5	75	69,1	-7,87	120,7	119,5	-0,99	311,52	331,22	6,32
15	15S – 4HB	15	4	75,3	69,5	-7,70	121,1	118	-2,56	285,12	311,43	9,23
16	15S – 2,5HB	15	2,5	75,5	70,2	-7,02	121,8	123,2	1,15	243,04	263,63	8,47

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği 16/1 Open End

*Hav sıklığı ve zemin sıklığı 12 atkı/cm'dir.

Çizelge 4.1.2 farklı hav yükseklikleri ve sıklıklarda dokunmuş Ne 12/1 hav çözgü ipliğine sahip tezgahtan çıkan ve işlem görmüş likrasız havlu kumaşlarda boyutsal değişimi göstermektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi atkı sıklığı ve hav yüksekliği değişimine rağmen hem atkı hem çözgü yönünde meydana gelen boyutsal değişimler birbirine çok yakın değerler olarak elde edilmiştir. Atkı yönündeki kumaş çekmesi %7,5-8,5 arasında

%1 sapma ile azalma gösterirken, çözgü yönündeki çekmeler 0 ile %2 arasında azalma şeklinde ortaya çıkmaktadır. Gramajdaki % değişime bakıldığında ise %9'a kadar artış yönünde gerçekleşmiştir. Burada bu değişimlerin ham ve işlem görmüş kumaş arasındaki değişimler olduğunu belirtmek gerekir.

Çizelge4.1.3. Hav ipliği Ne 16/1 olan likra içermeyen numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Atkı Sıklığı	Hav Boyu	En			Boy			Gramaj		
				Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim
17	23S – 9HB	23	9	71,56	65,43	-8,57	96,5	96,5	0,00	457,3	489,7	7,09
18	20S – 9HB	20	9	71,8	65,57	-8,68	95,5	94,7	-0,84	433	445,1	2,79
19	20S – 5HB	20	5	71,76	65,83	-8,26	95,2	93,4	-1,89	323,2	349	7,98
20	18S – 9HB	18	9	72,6	66,13	-8,91	94,9	93,8	-1,16	400,7	405,6	1,22
21	15S – 9HB	15	9	73,16	66,86	-8,61	93	92,4	-0,65	332,6	366,3	10,13
22	15S – 5HB	15	5	73,35	67	-8,66	93,6	91,5	-2,24	264,6	281,3	6,31
23	15S – 2,5HB	15	4	72,97	67,07	-8,09	93,5	92,8	-0,75	204,33	221,2	8,26

*Hav İpliği Ne 16/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği 16/1 Open End

*Hav sıklığı ve zemin sıklığı 12 atkı/cm'dir.

Çizelge 4.1.3 farklı hav yükseklikleri ve sıklıklarda dokunmuş Ne 16/1 hav çözgü ipliğine sahip tezgahtan çıkan ve işlem görmüş likra içermeyen havlu kumaşlarda boyutsal değişimi göstermektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi atkı sıklığı ve hav yüksekliği değişimine rağmen hem atkı hem çözgü yönünde meydana gelen boyutsal değişimler birbirine çok yakın değerler olarak elde edilmiştir. Atkı yönündeki kumaş çekmesi %8-9 arasında %1 sapma ile azalma gösterirken, çözgü yönündeki çekmeler 0 ile %2 arasında azalma şeklinde ortaya çıkmaktadır. Gramajdaki % değişime bakıldığında ise %8'e kadar artış yönünde gerçekleşmiştir. Burada bu değişimlerin ham ve işlem görmüş kumaş arasındaki değişimler olduğunu belirtmek gerekir.

Çalışılan tez kapsamında elastanlı numuneler ile karşılaştırmak amacıyla standart Ne 6/1, Ne 12/1 ve Ne 16/1 hav ipliğiyle dokunan havlu kumaşların ham ve terbiye işlemleri sonrası en, boy ve gramaj ölçümleri Çizelge 4.1.1 – 4.1.3 arasında verilmiştir.

Çizelge 4.1.4. Hav ipliği Ne 6/1 olan ve atkı ipliğinde likra bulunan numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Atkı Sıklığı	Hav Boyu	En			Boy			Gramaj		
				Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim
24	23S – 9HB	23	9	46,5	35,5	-23,66	64,6	62,2	-3,72	1016	1340	31,89
25	20S – 9HB	20	9	46,3	34,3	-25,92	73,6	70,6	-4,08	984,6	1331	35,18
26	20S – 5HB	20	5	46	33,57	-27,02	74,4	70,6	-5,11	588	779	32,48
27	18S – 9HB	18	9	45,1	33,4	-25,94	81	77,8	-3,95	938,6	1276	35,95
28	15S – 9HB	15	9	46,6	31,77	-31,82	83,3	80	-3,96	704,9	989,7	40,40
29	15S – 5HB	15	5	47,1	31,33	-33,48	74,1	69,6	-6,07	435,4	666,8	53,15
30	15S – 4HB	15	4	44,5	30,47	-31,53	73,6	68,3	-7,20	405	602	48,64

*Hav İpliği Ne 6/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun (70D)
*Hav sıklığı ve zemin sıklığı 12 atkı/cm'dir.

Çizelge 4.1.4'te 4 farklı atkı sıklığı ve 3 farklı hav yüksekliğine sahip likralı atkı ipliği kullanılan havlu kumaşlarda dokuma sonrası ve işlem görmüş kumaşlarda boyutları ve boyutsal değişimleri göstermektedir. Burada yine boyutsal değişim ham ve işlem görmüş havlu kumaşlardaki boyutsal değişimi ifade etmektedir. Burada hav çözgüsü Ne 6/1 pamuk ipliğidir. Çizelgeden görüldüğü gibi hem atkı hem de çözgü yönünde boyutlarda azalma gözlenmiştir. Atkı yönünde boyutsal değişim %23,5 ve %33,5 arasında atkı sıklığına bağlı olarak değişim göstermekte, boydan çekmeler ise %1,5 ile %7,5 arasında değişim göstermektedir. Bunun sonucu olarak havlu kumaş gramajında ki artış %32 ile %53 arasında gerçekleşmiştir. Çizelge dikkatlice incelendiğinde enden ve boydan çekmeler üzerinde hav yüksekliğinden ziyade atkı sıklığının daha etkili olduğu görülmektedir. Atkı sıklığı arttıkça daha düşük çekme ile iplikler birbirine dayanmaktadır. Ancak atkı sıklığı düştükçe(15 atkı/cm) atkı ipliklerinin birbirlerine yaklaşabilmesi için daha fazla çekme ve yer değiştirme olanağı mevcuttur. Bu açıdan boydan çekme artmaktadır. Enden çekme ise atkı sıklığı düştükçe 23 ten 15'e doğru gittikçe atkı yönündeki çekme %23,5'tan %30'un üzerine çıkmıştır. Düşük atkı sıklıklarında daha açık olan kumaş yapısı iplikteki elastan bileşenin etkisiyle daha fazla çekmeye olanak sağlamıştır.

Çizelge 4.1.5. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve atkı ipliğinde likra bulunan numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Atkı Sıklığı	Hav Boyu	En			Boy			Gramaj		
				Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim
31	23S – 9HB	23	9	65,2	46,2	-29,14	90	85,9	-4,56	638,6	903,2	41,43
32	20S – 9HB	20	9	65	43,5	-33,08	88,5	86,5	-2,26	584,7	830,2	41,99
33	20S – 5HB	20	5	64	43,9	-31,41	88,8	84,2	-5,18	402,2	604,1	50,20
34	20S – 4HB	20	4	64	43,6	-31,88	88,8	84,4	-4,95	368,2	543,8	47,69
35	18S – 9HB	18	9	63,3	42,8	-32,39	87,5	84	-4,00	555,2	807,5	45,44
36	15S – 9HB	15	9	62,5	39,3	-37,12	87,3	85,5	-2,06	483,7	773,5	59,91
37	15S – 5HB	15	5	62,5	39,2	-37,28	86,8	84,4	-2,76	347,4	541,6	55,90
38	15S – 4HB	15	4	62,4	40	-35,90	87,1	83,5	-4,13	303,2	497,6	64,12
39	15S – 2,5HB	15	2,5	62,5	39,3	-37,12	87,3	85	-2,63	264,6	414,1	56,50

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun (70D)

*Hav sıklığı ve zemin sıklığı 12 atkı/cm'dir.

Çizelge 4.1.5 hav çözgüsü Ne 12/1 pamuk ipliği olan değişik sıklık ve hav yüksekliklerinde likralı atkı ipliği ile dokunmuş kumaşlarda tezgah çıkışı ve işlem görmüş haldeki kumaş boyutlarını ve boyutsal değişimleri göstermektedir. Ne 6/1 hav çözgü ipliği ile dokunan havlu kumaşlarda olduğu gibi burada da hav yüksekliğinin kumaş boyutlarındaki değişim veya çekmeler üzerinde ciddi bir etkisi görülmezken, atkı sıklığındaki azalma özellikle enden çekmeyi arttırmıştır. 23 atkı/cm sıklığı ile dokunan havlu kumaşta %29 seviyesindeki çekme 15 atkı/cm sıklıkla dokunan havlu kumaşlarda %37 seviyelerine çıkmıştır. Çizelge dikkatle incelendiğinde atkı sıklığındaki azalma kendini atkı yönündeki çekme konusunda artış şeklinde göstermiştir. Daha düşük atkı sıklıklarında daha açık bir kumaş yapısının olması enden çekmeyi atkıdaki likra bileşeninin etkisiyle arttırmaktadır. Çözgü yönünde de benzer şekilde boyutsal çekmeler gerçekleşmiş ancak bu değişimler %2 ve %5 aralığında ortaya çıkmış ve ancak gerek atkı sıklığının gerekse hav yüksekliğinin etkisi bu deneyler kapsamında çözgü yönündeki çekmeler üzerinde net olarak ortaya çıkmamıştır. Gramajda da atkı ve çözgü yönündeki çekmelerin etkisiyle %40 ile %60 arasında bir artış ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.1.6. Hav ipliği Ne 16/1 olan ve atkı ipliğinde likra bulunan numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Atkı Sıklığı	Hav Boyu	En			Boy			Gramaj		
				Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim
40	23S – 9HB	23	9	77,2	51,4	-33,42	94,5	88,2	-6,67	506,4	789,8	55,96
41	20S – 9HB	20	9	78,5	49,77	-36,60	80,9	72,5	-10,38	467,7	774,1	65,51
42	20S – 5HB	20	5	76,6	48,93	-36,12	86,5	83,5	-3,47	333,3	519,61	55,90
43	18S – 9HB	18	9	76	47,83	-37,07	90,8	81,3	-10,46	445,3	725,6	62,95
44	15S – 9HB	15	9	75,3	45,07	-40,15	108,5	97	-10,60	394,8	664,7	68,36
45	15S – 5HB	15	5	74,1	45,43	-38,69	65	62,2	-4,31	288,1	475,1	64,91
46	15S – 4HB	15	4	73,2	44,83	-38,76	93,5	89,5	-4,28	239,1	389,7	62,99

*Hav İpliği Ne 16/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun (70D)

*Hav sıklığı ve zemin sıklığı 12 atkı/cm'dir.

Çizelge 4.1.6 hav çözgüsü Ne 16/1 pamuk ipliği olan değişik sıklık ve hav yüksekliklerinde likralı atkı ipliği ile dokunmuş kumaşlarda tezgah çıkışı ve işlem görmüş haldeki kumaş boyutlarını ve boyutsal değişimleri göstermektedir. Ne 6/1 ve Ne 12/1 hav çözgü iplikleri ile dokunan havlu kumaşlarda olduğu gibi burada da hav yüksekliğinin kumaş boyutlarındaki değişim veya çekmeler üzerinde ciddi bir etkisi görülmezken, atkı sıklığındaki azalma özellikle enden çekmeyi arttırmıştır. 23 atkı/cm sıklığı ile dokunan havlu kumaşta %33,5 seviyesindeki çekme 15 atkı/cm sıklıkla dokunan havlu kumaşlarda %39-40 seviyelerine çıkmıştır. Çizelge dikkatle incelendiğinde atkı sıklığındaki azalma kendini atkı yönündeki çekme konusunda artış şeklinde göstermiştir. Çözgü yönünde de benzer şekilde boyutsal çekmeler gerçekleşmiş ancak bu değişimler %3,5 ve %10 aralığında gerçekleşmiştir. Ancak gerek atkı sıklığının gerekse hav yüksekliğinin etkisi bu deneyler kapsamında çözgü yönündeki çekmeler üzerinde net bir değişim olarak ortaya çıkmamıştır. Bu boyutsal değişimler gramaj üzerinde %55 ve %68 arasında artış yönünde kendini göstermiştir.

Havlu kumaşların dokumasında atkı ipliğinde elastan özlü iplik kullanılan numunelerin ham ve terbiye işlemleri sonrası en, boy ve gramaj değişimleri Çizelge 4.1.4 – 4.1.6 arasında verilmiştir.

Çizelge 4.1.7. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve zemin ipliğinde likra bulunan numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Atkı Sıklığı	Hav Boyu	En			Boy			Gramaj		
				Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim
47	23S – 9HB	23	9	104,1	93	-10,66	134,1	109,5	-18,34	644,7	825,4	28,03
48	20S – 9HB	20	9	105,2	93,7	-10,93	128,7	99,2	-22,92	584,22	811,4	38,89
49	20S – 5HB	20	5	105,3	94	-10,73	129,4	97,7	-24,50	412,81	570,15	38,11
50	20S – 4HB	20	4	105,8	96,7	-8,60	130,8	93,3	-28,67	367,44	499,21	35,86
51	18S – 9HB	18	9	105,9	95,2	-10,10	124,3	92,8	-25,34	551,53	771,4	39,87
52	15S – 9HB	15	9	106,9	97,4	-8,89	116,8	82,4	-29,45	496,81	705,31	41,97
53	15S – 5HB	15	5	106,8	96	-10,11	119	81,2	-31,76	375,76	536,7	42,83
54	15S – 4HB	15	4	106,8	96	-10,11	119,5	81	-32,22	319,08	463,59	45,29
55	15S – 2,5HB	15	2,5	106,5	95,2	-10,61	126,7	82,9	-34,57	263,08	391,56	48,84

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Open- End

*Hav sıklığı ve zemin sıklığı 12 atkı/cm'dir.

Çizelge 4.1.7 hav çözgüsü Ne 12/1 pamuk ipliği olan değişik atkı sıklığı ve hav yüksekliklerinde likralı zemin çözgü ipliği ile dokunmuş kumaşlarda tezgah çıkışı ve işlem görmüş haldeki kumaş boyutlarını ve boyutsal değişimleri göstermektedir. Çizelgedeki tüm kumaşlarda atkı yönündeki çekme atkı sıklığından ve hav yüksekliğinden bağımsız olarak %10 seviyelerinde gerçekleşirken, çözgü yönündeki çekme 23 atkı/cm hav sıklığında %18 seviyelerinde iken 15 atkı/cm sıklığına inildiğinde %34 seviyelerine kadar çıkmıştır. Atkı sıklığı azaldıkça boydan çekme (boydan çekme)'nin düzenli bir şekilde arttığı çizelgeden net olarak görülmektedir. Bunun sebebi atkı sıklığı azaldıkça atkı iplikleri arasında daha fazla çekmeye sebep olacak açıklığın artış göstermesidir. Benzer şekilde atkı sıklığı azaldıkça artan boydan çekmelerden dolayı kumaş gramajıda %28 ile %48 arasında artış gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.1.8. Hav ipliği Ne 12/1 olan, zemin ve atkı ipliğinde likra bulunan numunelerin ham ve işlem gördükten sonra en, boy ve gramaj değişimleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Atkı Sıklığı	Hav Boyu	En			Boy			Gramaj		
				Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim	Ham	İşlem Görmüş	% Değişim
56	23S – 9HB	23	9	95,2	66,5	-30,15	133,5	128,4	-3,82	710,5	992	39,62
57	20S – 9HB	20	9	94	64,7	-31,17	130	123,2	-5,23	649,8	935,9	44,03
58	20S – 5HB	20	5	95,3	64,6	-32,21	130,2	121,4	-6,76	462,2	686,6	48,55
59	20S – 4HB	20	4	94,4	64	-32,20	130,8	118,3	-9,56	415,5	637,3	53,38
60	18S – 9HB	18	9	94,5	62,9	-33,44	124,5	116,8	-6,18	617,5	935,1	51,43
61	15S – 9HB	15	9	93,3	61	-34,62	118,2	108	-8,63	571,3	900,9	57,69
62	15S – 5HB	15	5	91,4	59,6	-34,79	119,2	105,6	-11,41	416,3	680	63,34
63	15S – 4HB	15	4	92,6	60,7	-34,45	121,3	104,8	-13,60	372,6	617	65,59
64	15S – 2,5HB	15	2,5	92,9	60,3	-35,09	127,8	95,5	-25,27	294	524,4	78,37

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

*Hav sıklığı ve zemin sıklığı 12 atkı/cm'dir.

Çizelge 4.1.8 hav çözüğü Ne 12/1 pamuk ipliği olan değişik atkı sıklığı ve hav yüksekliklerinde likralı zemin çözüğü ve likralı atkı ipliği ile dokunmuş kumaşlarda tezgah çıkışı ve işlem görmüş haldeki kumaş boyutlarını ve boyutsal değişimleri göstermektedir. Bu durumda atkı yönündeki (en) çekmeler 23 atkı/cm sıklığında %30 seviyelerinde iken 15 atkı/cm sıklığına inildiğinde %35 seviyelerine çıkmaktadır. Veriler incelendiğinde atkı yönündeki çekme değerlerinin %30'dan %35 seviyelerine kadar artışı belirgin bir şekilde atkı sıklığındaki azalmaya bağlı olarak gerçekleşmektedir. Çözüğü yönündeki çekme değerleri incelendiğinde 23 atkı/cm atkı sıklığında %4 seviyelerinde iken 15 atkı/cm sıklığında %25 seviyelerine çıkmıştır. Yüksek atkı sıklıkları çözüğü yönündeki çekmeyi büyük ölçüde sınırlarken atkı sıklığı azaldığında atkı iplikleri arasında oluşan açıklıklardan dolayı çekmeler ciddi bir artış göstermektedir. Ancak çekmeler daha fazla atkı yönünde ortaya çıkmaktadır. Benzer şekilde kumaş gramajında atkı sıklığında ki azalmaya bağlı olarak önemli ölçüde artış göstermektedir. 23 atkı/cm sıklığı ve 9 mm hav uzunluğundaki havlu kumaşlarda %40 seviyelerinde ortaya çıkan artış 15 atkı/cm hav sıklığı ve 2,5 mm hav uzunluğu ile dokunan kumaşlarda %78 seviyelerinde ortaya çıkmaktadır.

4.2. Kopma Mukavemeti Testi

Mukavemet veya etkiyen kuvvetlere karşı kumaşın dayanım göstermesi tekstilin tüm alanların da kumaşlardan beklenen bir özelliktir. Bu çalışma kapsamında üretilen likralı kumaşların likrasız kumaşlara göre atkı sıklığı ve hav boyuna bağlı olarak nasıl bir değişim gösterdiğini anlamak amacıyla kopma mukavemeti testleri gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda likralı kumaşlar için önemli bir özellik olan kopma uzaması ve elastikiyet bilgisi de bu testlerden elde edilmiştir. Aşağıdaki çizelgelerde likralı ve likrasız havlu kumaşların kopma mukavemetleri, kopma uzamaları ve elastik davranışlarına ait sonuçlar sunulmakta ve değişimleri değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.2.1. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve likra içermeyen 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin kopma mukavemet ve yüzde uzama değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Max. Kuvvet (N)		Max. Yüzde Uzama (%)	
		Atkı	Çözü	Atkı	Çözü
8	23S - 9HB	543,34	510,82	48,08	12,20
12	18S - 9HB	342,81	463,55	24,77	11,42
13	15S - 9HB	293,30	455,03	21,91	13,86

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.2.1 9 mm hav uzunluğuna sahip likrasız ipliklerle dokunmuş havlu kumaşta atkı sıklığı değişimine bağlı olarak atkı ve çözü yönündeki kopma mukavemetini göstermektedir. Beklendiği gibi atkı sıklığı azaldıkça birim uzunluktaki atkı sayısı azalacağından atkı yönündeki kopma mukavemeti de azalmaktadır. Atkı sıklığı 23 atkı/cm'den 15 atkı/cm'ye düşerken kopma mukavemeti yaklaşık yarı yarıya azalmaktadır. Çözü yönünde ise çözü sıklığı sabit olduğundan birim uzunluktaki çözü sayısı aynı kalırken atkı sıklığı 15 atkı/cm' den 23 atkı/cm' ye artarken kopma mukavemeti 455 N'dan 511N seviyelerine çıkmaktadır. Bu artışın sebebi artan atkı sıklığından dolayı numune uzunluğundaki çözü ile atkı iplikleri arasındaki artan bağlantı sayısı ve dolayısıyla sürtünme kuvvetleridir. Atkı ve çözü yönündeki kopma uzamaları ise atkı sıklığındaki değişime rağmen birbirine yakın değerler olarak çıkmaktadır.

Çizelge 4.2.2. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve atkı ipliği likra içeren 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin kopma mukavemet ve yüzde uzama değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Max. Kuvvet (N)		Max. Yüzde Uzama (%)	
		Atkı	Çözüğü	Atkı	Çözüğü
31	23S - 9HB	498,72	713,26	105,05	21,74
35	18S - 9HB	379,54	780,39	116,90	21,89
36	15S - 9HB	217,65	654,56	113,43	-

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.2.2 likralı atkı ipliği ile dokunmuş havlu kumaşlarda atkı sıklığına bağlı olarak atkı ve çözüğü yönlerindeki kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerlerini göstermektedir. Atkı sıklığı arttıkça atkı yönündeki kopma mukavemeti sıklıkla orantılı olacak şekilde artış göstermektedir. Atkı sıklığı 15' ten 23 atkı/cm' ye çıkarken atkı yönündeki kopma mukavemeti 218' den 499 N seviyelerine 2 kattan daha büyük bir artış göstererek çıkmaktadır. Bu artış birim uzunluktaki atkı sayısındaki artışın yanında atkı ve çözüğü iplikleri arasındaki bağlantı sayısının artmasından da kaynaklanmaktadır. Atkı sıklığındaki aynı oranda artışa bağlı olarak çözüğü sıklığı sabit kalmasına rağmen çözüğü yönündeki kopma mukavemeti 655' ten 713 N değerine kadar 60 N seviyesinde bir artış göstermiştir. Bu artışın sebebi artan atkı sıklığından dolayı çözüğü ve atkı iplikleri arasındaki bağlantı sayısının ve sürtünme kuvvetinin artmasından dolayıdır. Atkı ipliğinin elastan olmasından dolayı atkı yönündeki uzamalar çözüğü yönüne nazaran çok daha yüksek seviyelerdedir. Ancak atkı sıklığına bağlı olarak atkı ve çözüğü yönündeki % uzama değişimleri atkı yönünde %10 ve çözüğü yönünde son derece sınırlı bir seviyede gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.2.3. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve zemin ipliği likra içeren 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin kopma mukavemet ve yüzde uzama değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Max. Kuvvet (N)		Max. Yüzde Uzama (%)	
		Atkı	Çözüğü	Atkı	Çözüğü
47	23S - 9HB	482,51	308,19	29,49	40,64
51	18S - 9HB	433,79	278,97	25,40	70,57
52	15S - 9HB	382,39	278,40	22,91	90,07

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.2.3 likralı zemin çözgü ipliği ile dokunmuş havlu kumaşlarda atkı sıklığına bağlı olarak atkı ve çözgü yönlerindeki kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerlerini göstermektedir. Atkı sıklığı 15'ten 23 atkı/cm' ye çıkarken atkı yönündeki kopma mukavemeti 382' den 482,5 N değerine ulaşmıştır. Bu artış birim uzunluktaki atkı sayısının artışıyla kaynaklanmaktadır. Çözgü yönündeki kopma mukavemeti ise birim uzunluktaki çözgü ipliği aynı kalmasına rağmen yaklaşık 30 N kadar artış göstermiştir. Bu artış artan bağlantı sayısının sebep olduğu sürtünme kuvveti artışından kaynaklanmaktadır. Atkı sıklığındaki artışa bağlı olarak çözgü yönündeki kopma uzaması büyük ölçüde düşüş göstermiştir. Bunun sebebi düşük atkı sıklıklarında daha fazla uzama gösteren likralı zemin çözgü ipliklerinin uzamasının yüksek atkı sıklıklarında birim uzunlukta artan atkı sayısının sebep olduğu kısıtlamadır. Atkı sıklığındaki artışa bağlı olarak atkı yönündeki kopma uzamasında sınırlı olsa bir artış gerçekleşmiştir. Bunun sebebi kumaş yapısının artan atkı sıklığıyla daha kompakt bir hale gelmesi ve likrasız olan atkı yönünde daha fazla kıvrım oluşmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.2.4. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve zemin ile atkı ipliği likra içeren 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin kopma mukavemet ve yüzde uzama değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Max. Kuvvet (N)		Max. Yüzde Uzama (%)	
		Atkı	Çözgü	Atkı	Çözgü
56	23S - 9HB	389,31	542,63	106,04	33,01
60	18S - 9HB	298,44	529,19	120,63	48,40
61	15S - 9HB	277,70	524,71	126,24	71,89

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.2.4 atkı ve zemin çözgününün likralı olduğu havlu kumaş yapısında atkı ve çözgü yönündeki kopma mukavemetleri ve kopma uzamalarının atkı sıklığına bağlı olarak değişimini göstermektedir. Atkı sıklığı 15' ten 23 atkı/cm' ye çıkarken atkı yönündeki kopma mukavemeti birim uzunlukta artan atkı ipliği sayısı ile yaklaşık orantılı olarak artış göstermiştir. Çözgü yönündeki kopma mukavemetinde ise birim uzunluktaki çözgü ipliği sayısı değişmediğinden 18 N seviyelerinde (525' ten 543 N' a) bir artış gerçekleşmiştir. Bu artış artan atkı sayısına bağlı olarak kumaştaki bağlantı sayısı ve dolayısıyla sürtünme

kuvveti artışından kaynaklanmaktadır. Atkı sıklığı artışı çözgü yönündeki kopma uzamasında çok büyük oranda azalma (%100' ün üzerinde) gösterirken atkı yönünde %20 seviyelerinde bir azalma gerçekleşmiştir. Artan atkı sayısı likralı zemin çözgülerin uzamasını engelleyerek kopma uzamasını azaltmaktadır. Benzer etki daha düşük oranda olsada atkı yönünde kendini göstermiştir. Çizelge incelendiğinde dikkat çeken bir diğer nokta atkı yönündeki kopma uzamalarının %100' ün üzerinde çözgü yönüne nazaran daha büyük oranda gerçekleşmesidir. Bunun sebebi zemin çözgü sıklığının atkı sıklığına göre daha düşük değerlerde olması ve atkı yönünde kumaşın toplanmasına daha fazla müsaade etmesidir. Bu durum kendisini kopma esnasında daha fazla uzama olarak göstermektedir.

4.3. Su Emme ve Su Buharlaşma Hızı Özelliği Tayini

Su emme özelliği havlu kumaşlardan beklenen en önemli özelliklerden biridir ve havlu kumaşların kullanım amacının esasını oluşturmaktadır. Özellikle havlunun kullanım esnasında vücudun ıslak bölgesiyle temasa geçtiğinde mümkün olduğu kadar hızlı bir şekilde suyu emmesi ve kurumayı sağlaması istenir. Bu çalışma esnasında havlu kumaşların su emme hızı ve suyu buharlaştırma hızı ölçülmüş ve ilgili parametrelere göre değişimi incelenmiştir. Su emme hızı havlunun insan vücuduyla temasa geçince vücuttaki suyu ne kadar çabuk aldığıyla ilgili olup, su buharlaşma hızı ise serbest halde duran bir havlunun ne kadar hızlı kuruyabileceğini temsil etmektedir. Aşağıdaki çizelgelerde likralı ve likrasız havlu kumaşların su emme hızı ve su buharlaşma hızı atkı sıklığı ve hav boyu değişimine göre incelenmiştir.

Çizelge 4.3.1. Hav ipliği Ne 6/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin su emme süreleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Su Emme Süresi (sn)
1	23S - 9HB	0,18
2	20S - 9HB	0,16
3	20S - 5HB	0,15
4	18S - 9HB	0,16
5	15S - 9HB	0,15
6	15S - 5HB	0,15
7	15S - 4HB	0,14

*Hav İpliği Ne 6/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.3.2. Hav ipliği Ne 6/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin su buharlaşma hızları

Kumaş No	1	2	3	4	5	6	7	
Numune Tanımı	23S - 9HB	20S - 9HB	20S - 5HB	18S - 9HB	15S - 9HB	15S - 5HB	15S - 4HB	
%WER	10 dk	6,24	6,50	10,30	6,35	12,12	18,23	20,83
	20 dk	12,85	13,62	19,93	13,73	26,14	37,34	42,58
	30 dk	19,27	20,32	29,90	21,51	39,07	54,37	60,94
	40 dk	25,71	27,84	39,86	29,29	50,40	69,30	76,43
	50 dk	32,12	34,75	49,49	36,06	61,18	81,77	88,94
	60 dk	38,37	41,86	25,46	43,02	73,04	91,71	96,65
	70 dk	44,98	46,73	67,09	49,98	80,86	96,70	99,05
	80 dk	51,32	56,17	75,14	57,87	87,32	98,75	99,05
	90 dk	58,53	63,23	82,28	65,07	91,91	100,00	100,00
	100 dk	65,05	69,79	87,83	71,81	94,87	100,00	100,00
	110 dk	70,89	75,40	91,69	76,83	97,30	100,00	100,00
120 dk	75,46	79,87	94,01	81,34	98,38	100,00	100,00	

Çizelge 4.3.1 Ne 6/1 hav çözgü ipliği ile üretilen likra içermeyen havlu kumaşların atkı sıklığı ve hav uzunluğuna göre su emme sürelerini göstermektedir. Atkı sıklığı ve hav yüksekliğinin azalmasına bağlı olarak su emme süresinde azda olsa bir azalma görülmektedir. Tüm havlu kumaş numunelerinde su emme hızlı bir şekilde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.3.2 ise numune ağırlıklarının %30'u kadar su ilavesinden sonra su buharlaşma hızını 2 saat boyunca 10 dakika aralıklarla kumaş ağırlıklarının ölçülmesi ile elde edilen su buharlaşma hızlarını göstermektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi 15 atkı/cm sıklık ve 4mm hav uzunluğuna sahip havlu kumaş en hızlı su buharlaşmasını gerçekleştirirken 23 atkı/cm sıklık ile 9 mm hav uzunluğuna sahip kumaş en yavaş su buharlaşma hızına sahip olmuştur. Genel olarak bakıldığında kumaş yapısı sıkılaşıp hav uzunluğu artınca kumaş yapısından suyun buharlaşarak uzaklaşması da daha uzun zaman almaktadır. Bu durum beklenen bir sonuç olup hav yüksekliğinin artması ve kumaş yapısının sıkılaşması hava ile su arasında daha zayıf bir teması sebep olmaktadır.

Çizelge 4.3.3. Hav ipliği Ne 16/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin su emme süreleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Su Emme Süresi (sn)
17	23S - 9HB	1,15
18	20S - 9HB	0,86
19	20S - 5HB	1,68
20	18S - 9HB	0,56
21	15S - 9HB	0,54
22	15S - 5HB	0,66
23	15S - 2,5HB	1,11

*Hav İpliği Ne 16/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.3.4. Hav ipliği Ne 16/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin su buharlaşma hızları

Kumaş No	17	18	19	20	21	22	23	
Numune Tanımı	23S - 9HB	20S - 9HB	20S - 5HB	18S - 9HB	15S - 9HB	15S - 5HB	15S - 2,5HB	
%WER	10 dk	17,64	14,85	16,33	17,70	17,79	26,01	35,79
	20 dk	38,90	35,52	43,80	39,43	40,41	54,49	72,45
	30 dk	52,45	48,58	61,52	59,65	62,09	80,91	98,23
	40 dk	67,69	64,19	79,49	79,10	82,30	96,81	99,75
	50 dk	78,47	75,54	90,02	92,33	94,67	99,75	99,75
	60 dk	87,09	85,73	96,03	98,96	99,44	100,00	100,09
	70 dk	92,26	91,81	97,76	99,70	100,00	100,00	100,17
	80 dk	95,84	95,79	98,51	99,83	100,00	100,00	100,17
	90 dk	97,15	97,22	98,46	99,78	100,00	100,00	100,17
	100 dk	97,98	98,21	98,60	99,78	100,00	100,00	100,17
	110 dk	98,12	98,33	98,60	99,87	100,00	100,00	99,74
	120 dk	98,12	98,33	98,60	99,74	100,00	100,00	99,91

Çizelge 4.3.3 Ne 16/1 hav ipliği ve likrasız olarak dokunmuş havlu kumaşlarda su emme sürelerini göstermektedir. Çizelgede ki veriler önceki çizelge ile karşılaştırıldığında su emme sürelerinin arttığı görülmektedir. Buna sebep olarak daha ince hav ipliğinden dolayı birim alanda ki iplik kütlelerinin azalması gösterilebilir. Ancak farklı havlu yapılarında su emme süreleri arasında bazı değişkenlikler görülmektedir. Bu değişkenliklerin sebebi kumaşın geçirdiği yıkama ve kasar işlemleri esnasında homojen olmayan yüzey yapılarının elde edilmesi olabilir.

Çizelge 4.3.4 aynı kumaş numunelerinin ıslatıldıktan sonra su buharlaşma hızını göstermektedir. Ne 6/1 hav çözgü ipliği ile üretilen kumaş numunelerinin su buharlaşma hızları ile karşılaştırıldığında Çizelge 3.4.4 daha yüksek buharlaşma hızları ve daha kısa

sürede kuruma davranışı göstermektedir. Buna sebep olarak kumaş yapısının daha açık olması ve kumaş yapısında ki suyun hava ile daha kolay temasta olması gösterilebilir. Çizelgede ki veriler incelendiğinde burada da atkı sıklığında ve hav uzunluğunda ki azalmaların buharlaşma hızını arttırdığı görülmektedir. Örneğin en hızlı buharlaşma 15 atkı/cm atkı sıklığı ve 2,5 mm hav uzunluğuna sahip kumaşlarda gerçekleşirken, en düşük buharlaşma hızı 23 ve 20 atkı/cm sıklıklarında ve 9 mm hav uzunluğunda ki kumaşlarda gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.3.5. Hav ipliği Ne 6/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip atkı ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su emme süreleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Su Emme Süresi (sn)
24	23S - 9HB	1,62
25	20S - 9HB	5,54
26	20S - 5HB	2,65
27	18S - 9HB	16,20
28	15S - 9HB	4,16
29	15S - 5HB	2,87
30	15S - 4HB	0,32

*Hav İpliği Ne 6/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun (70D)

Çizelge 4.3.6. Hav ipliği Ne 6/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip atkı ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharlaşma hızları

Kumaş No	24	25	26	27	28	29	30	
Numune Tanımı	23S - 9HB	20S - 9HB	20S - 5HB	18S - 9HB	15S - 9HB	15S - 5HB	15S - 4HB	
%WER	10 dk	5,41	5,19	11,41	6,62	6,14	8,67	21,76
	20 dk	10,43	10,69	20,20	12,57	12,71	17,86	35,66
	30 dk	15,73	15,75	26,09	19,52	18,94	25,77	50,66
	40 dk	21,35	21,37	36,14	27,20	25,59	34,19	65,90
	50 dk	26,77	26,82	45,71	34,24	31,79	42,68	77,66
	60 dk	32,97	32,54	56,33	43,57	39,12	52,25	87,67
	70 dk	39,16	39,15	65,83	49,72	47,29	61,16	95,38
	80 dk	49,49	45,84	73,11	56,28	56,27	79,09	98,44
	90 dk	48,16	52,92	79,31	61,93	63,82	81,36	99,74
	100 dk	52,75	58,16	85,15	67,79	70,15	85,22	99,97
	110 dk	57,14	62,70	90,07	73,41	75,64	88,70	100,00
	120 dk	62,01	67,48	93,78	78,47	81,22	91,37	100,00

Çizelge 4.3.5 Ne 6/1 hav çözücü ve likralı atkı ipliği ile dokunan havlu kumaşlarda su emme sürelerini göstermektedir. Numuneler arasında su emme süreleri kumaş yüzey

özelliklerinin homojen olmamasından dolayı farklılık gösterse de genel olarak likrasız dokunan kumaş numunelerine göre çok daha uzun su emme süreleri elde edilmiştir. Bunun sebebi likralı atkı ipliğinin sebep olduğu enden çekmeden dolayı kumaş yapısının sıkı bir hale gelmesi ve suyun kumaşa nüfus ederken sınırlı miktarda boşluk bulmasıdır.

Çizelge 4.3.6 aynı kumaş numunelerinin su buharlaşma hızını veya kuruma davranışını göstermektedir. Aynı özelliklerde likrasız atkı ipliği ile dokunan kumaş özellikleri ile karşılaştırıldığında su buharlaşma hızının birbirine yakın veya genel olarak bakıldığında numunelerde biraz daha düşük olduğu görülmektedir. Buna sebep olarak kumaş yapısının likralı atkıdan dolayı sıkılaşması gösterilebilir.

Çizelge 4.3.7. Hav ipliği Ne 16/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip atkı ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su emme süreleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Su Emme Süresi (sn)
40	23S - 9HB	3,62
41	20S - 9HB	0,14
42	20S - 5HB	2,34
43	18S - 9HB	0,52
44	15S - 9HB	2,89
45	15S - 5HB	0,33
46	15S - 2,5HB	2,28

*Hav İpliği Ne 16/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun (70D)

Çizelge 4.3.8. Hav ipliği Ne 16/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip atkı ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharlaşma hızları

Kumaş No	40	41	42	43	44	45	46	
Numune Tanımı	23S - 9HB	20S - 9HB	20S - 5HB	18S - 9HB	15S - 9HB	15S - 5HB	15S - 2,5HB	
%WER	10 dk	30,02	7,63	19,08	9,53	17,81	35,75	34,37
	20 dk	36,23	15,33	35,68	15,41	23,77	60,51	45,52
	30 dk	48,99	23,61	53,92	24,09	35,60	75,06	64,38
	40 dk	59,50	32,07	68,60	31,74	47,10	83,07	89,27
	50 dk	69,60	41,22	81,23	40,53	58,13	100,00	92,28
	60 dk	76,37	50,58	91,38	47,63	72,76	100,00	98,28
	70 dk	97,02	60,09	96,87	58,50	77,49	100,00	100,00
	80 dk	91,83	67,44	99,36	65,96	87,42	100,00	100,00
	90 dk	95,76	74,31	99,98	72,76	93,79	100,00	100,00
	100 dk	98,24	80,87	100,00	79,70	97,71	100,00	100,00
	110 dk	99,24	86,74	100,00	85,83	99,87	100,00	100,00
	120 dk	99,54	91,73	100,00	93,05	100,00	100,00	100,00

Çizelge 4.3.7 Ne 16/1 hav çözgü ipliği ile likralı atkı ipliği kullanılmasıyla üretilen havlu kumaş numunelerinde su emme sürelerini göstermektedir. Çizelgede ki değerler incelendiğinde likrasız atkı ile dokunanlara nazaran su emme sürelerinin arttığı ancak Ne 6/1 hav çözgüsü ve likralı atkı ile dokunan havlu kumaş numunelerine nazaran su emme sürelerinin azaldığı görülmektedir. Buna sebep olarak kumaş yapısının daha ince hav çözgüsünden dolayı Ne 6/1 hav çözgülü numunelere nazaran daha açık bir yapıda olması, likrasız atkılı olarak dokunan numunelere nazaran da daha sıkı bir yapıda olması değerlendirilmesi yapılabilir.

Çizelge 4.3.8 Ne 16/1 hav çözgüsü ve Ne 16/1 likralı atkı ipliği ile dokunan kumaş numunelerinde su buharlaşma hızını göstermektedir. Numuneler arasında su buharlaşma hızı davranışında kısmi dalgalanmalar görülse de çizelgede ki verilere bütün olarak bakıldığında aynı numunelerin likrasız atkı ile dokunan tipleri arasında ciddi bir su buharlaşma hızı farkı ortaya çıkmamıştır.

Çizelge 4.3.9. Hav ipliği Ne 12/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip zemin ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su emme süreleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Su Emme Süresi (sn)
47	23S – 9HB	0,47
48	20S – 9HB	0,32
49	20S – 5HB	0,51
50	20S - 4HB	0,25
51	18S – 9HB	0,52
52	15S – 9HB	1
53	15S – 5HB	0,81
54	15S – 4HB	0,67
55	15S – 2,5HB	0,5

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Open- End

Çizelge 4.3.10. Hav ipliği Ne 12/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip zemin ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharlaşma hızları

Kumaş No	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
Numune Tanımı	23S - 9HB	20S - 9HB	20S - 5HB	20S - 4HB	18S - 9HB	15S - 9HB	15S - 5HB	15S - 4HB	15S - 2,5HB	
%WER	10 dk	14,79	7,71	14,93	16,56	10,80	10,89	13,77	16,02	17,79
	20 dk	29,50	12,74	28,93	26,37	21,06	21,02	24,05	30,56	34,03
	30 dk	55,79	23,07	69,01	70,17	50,34	38,46	37,95	66,70	55,08
	40 dk	68,25	33,28	81,66	82,60	62,97	45,81	55,62	62,47	67,65
	50 dk	77,76	42,24	89,90	88,49	72,83	59,95	69,77	87,86	83,64
	60 dk	84,98	48,92	93,94	90,68	81,42	71,24	85,52	87,96	88,23
	70 dk	90,02	54,30	95,85	91,22	87,26	78,65	96,02	93,37	93,89
	80 dk	92,48	57,61	96,08	91,41	92,10	85,73	96,48	98,34	95,10
	90 dk	96,17	61,10	96,74	91,72	95,29	94,20	97,69	100,87	95,40
	100 dk	97,55	62,65	97,18	92,15	96,83	95,83	98,97	101,00	95,39
	110 dk	98,24	63,64	97,39	92,35	97,63	98,84	99,40	98,89	96,60
	120 dk	98,49	63,99	97,64	92,53	97,94	99,55	99,36	99,36	98,62

Çizelge 4.3.9. Ne 12/1 hav çözgüsü ve zemin çözgü ipliği likralı havlu kumaş numunelerinde su emme sürelerini göstermektedir. Atkıdan likralı kumaş numuneleri ile karşılaştırıldığında su emme sürelerinin daha düşük olduğu, likrasız Ne 16/1 hav çözgü ipliğiyle üretilen numuneler ile karşılaştırıldığında ise daha yakın olduğu görülmektedir. Su emme süreleri çok kısa olduğu için atkı sıklığı ve hav uzunluğuna göre değişim net olarak anlaşılamamaktadır. Kumaş yüzey yapısında homojen olmayan yapılarda su emme davranışında düzensizliklerin ortaya çıkmasının ana sebeplerinden biridir.

Çizelge 4.3.10 Ne 12/1 hav çözgüsü ve zemin çözgü ipliği likralı havlu kumaş numunelerinde su buharlaşma hızını göstermektedir. Veriler incelendiğinde atkıdan likralı kumaş yapıları ile karşılaştırıldığında su buharlaşma hızının bir miktar daha düşük olduğu görülmektedir. Likrasız numunelere baktığımız zaman atkıdan likralı numunelere göre bir miktar daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi atkı sıklığının yüksek olmasından dolayı çözgü yönünde ki çekmelerin daha az olması ve atkıdan likralı numunelere nazaran daha açık yapıda olmasıyla birlikte suyun hava ile daha kolay temas edip buharlaşmasının gerçekleşmesidir.

Çizelge4.3.11. Hav ipliği Ne 12/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip zemin ve atkı ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su emme süreleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Su Emme Süresi (sn)
56	23S – 9HB	0,27
57	20S – 9HB	0,22
58	20S – 5HB	0,14
59	20S - 4HB	0,12
60	18S – 9HB	0,41
61	15S – 9HB	0,39
62	15S – 5HB	0,3
63	15S – 4HB	0,23
64	15S – 2,5HB	0,15

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge4.3.12. Hav ipliği Ne 12/1 olan farklı hav boyu ve sıklığa sahip zemin ve atkı ipliğinde likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharlaşma hızları

Kumaş No	56	57	58	59	60	61	62	63	64	
Numune Tanımı	23S - 9HB	20S – 9HB	20S – 5HB	20S - 4HB	18S – 9HB	15S – 9HB	15S – 5HB	15S – 4HB	15S – 2,5HB	
%WER	10 dk	6,97	7,61	10,83	10,81	7,99	6,37	8,04	8,60	9,56
	20 dk	14,63	16,16	22,40	20,84	15,59	11,94	15,28	16,91	19,48
	30 dk	22,12	24,51	33,96	32,98	24,33	19,07	24,40	27,29	30,52
	40 dk	30,30	32,87	45,04	45,61	31,75	25,24	32,45	36,19	40,81
	50 dk	36,40	39,36	54,29	55,11	39,35	31,79	39,96	44,49	49,63
	60 dk	43,19	47,53	64,30	63,83	47,33	38,16	47,48	52,50	58,82
	70 dk	49,98	54,39	71,53	68,88	54,37	44,52	54,72	60,51	67,65
	80 dk	56,09	60,15	77,70	74,42	60,45	50,69	62,23	68,22	75,73
	90 dk	61,31	65,16	82,57	80,22	65,77	56,86	69,20	75,34	82,72
	100 dk	65,84	69,80	86,67	84,71	70,71	63,41	76,17	82,17	89,34
	110 dk	70,20	74,43	90,01	88,40	75,46	68,41	81,53	87,22	93,01
	120 dk	74,21	78,70	92,06	91,04	79,64	73,62	86,36	91,38	97,05

Çizelge 4.3.11 hem zemin çözüğü hem de atkının likralı ipliklerle üretildiği havlu kumaş yapılarında su emme sürelerini göstermektedir. Diğer likralı havlu kumaş yapıları ile karşılaştırıldığında su emme süresinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Atkı sıklığı ve hav uzunluğu su emme süresi üzerine belirgin bir etki göstermemiştir.

Çizelge 4.3.12 de ki su buharlaşma hızı değerleri incelendiğinde su buharlaşma hızının çözüğden likralı havlu kumaş yapılarından bir parça daha düşük seviye de olduğu görülmektedir.

4.4. Hava Geçirgenliği Testi

Kullanım açısından havlu kumaşların hava geçirgenlik değerleri doğrudan ölçülüp bir ticari parametre olarak kullanılmamaktadır. Ancak bazı özel uygulamalar ve havlu kumaşların ses yutumu gibi teknik amaçlarla kullanılması durumunda istenilen özelliklerin elde edilmesinde havlu kumaşların hava geçirgenliği değerleri bir parametre olarak kullanılmakta ve istenilen özellikler ile ilişkilendirilmektedir. Bu açıdan özellikle havlu kumaşların ısı konfor, su buharı geçirgenliği ve ses yutumu gibi özelliklerinin belirlenmesinde bir parametre olarak kullanılabilir. Bundan dolayı tez çalışması kapsamında üretilen havlu kumaş numunelerinin hava geçirgenlik değerleri ölçülmüştür ve aşağıda sunulup yorumlanmaktadır.

Çizelge 4.4.1. Hav ipliği Ne 6/1 olan ve likra içermeyen ham ve işlem görmüş numunelerin hava geçirgenliği değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Hava Geçirgenliği (mm/s)	
		Ham	İşlem Görmüş
1	23S - 9HB	124,3	70,3
2	20S - 9HB	223,0	93,7
3	20S - 5HB	273,3	102,0
4	18S - 9HB	220,7	103,7
5	15S - 9HB	593,7	146,3
6	15S - 5HB	620,0	177,7
7	15S - 4HB	761,7	206,0

*Hav Çözgü İpliği Ne 6/1 Ring, Zemin Çözgü İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği 16/1 Open End

Çizelge 4.4.1 değişik atkı sıklığı ve hav yüksekliklerinde likrasız iplikler ile Ne 6/1 pamuk hav çözgüsü kullanılarak dokunan kumaşlarda hava geçirgenliği değerlerini göstermektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi atkı sıklığındaki yükselme ve hav uzunluğundaki artış hava geçirgenliği değerlerinde çok ciddi azalmalara sebep olmaktadır. Tezgah çıkışı 1 numaralı ham kumaşta 124,3 mm/s olan hava geçirgenlik değeri 7 no' lu açık yapılı ve düşük hav uzunluğuna sahip kumaşta 761,7 mm/s değerine 6 katlık bir artışla çıkmıştır. Veriler incelendiğinde atkı sıklığı arttıkça kumaş yapısı daha sıkı hale gelip boşluklu yapı azalacağından hava geçirgenliğinde ciddi bir azalma gerçekleşmektedir. Aynı atkı sıklığına sahip havlu kumaşlarda hav uzunluğu azaldıkça

hava geçirgenliği değerlerinde de artış ortaya çıkmaktadır. Bunun sebebi hav yüksekliği arttıkça hav iplikleri ile hava arasındaki sürtünme artacağından hava akışına karşı konulan direnç artmaktadır. Aynı kumaşların işlem görmüş (terbiye çıkışı) durumdaki veriler incelendiğinde çekmelerden dolayı kumaş yapısı daha sıkı bir hale geldiğinden hava geçirgenlik değerleri tüm kumaş numunelerinde ciddi oranda azalma göstermiştir. 1 ve 7 numaralı kumaşlar arasındaki hava geçirgenlik değerleri 70,3 mm/s den 206 mm/s ye yaklaşık 3 katlık bir artış ile çıkmıştır. İşlem görmüş kumaş numunelerinde de atkı sıklığı ve hav yüksekliği azaldıkça hava geçirgenliği değerleri aynı şekilde artış göstermektedir.

Çizelge 4.4.2. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve likra içermeyen ham ve işlem görmüş numunelerin hava geçirgenliği değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Hava Geçirgenliği (mm/s)	
		Ham	İşlem Görmüş
8	23S – 9HB	254,0	102,3
9	20S – 9HB	462,3	149,7
10	20S – 5HB	537,7	159,0
11	20S - 4HB	583,3	179,0
12	18S – 9HB	662,0	199,3
13	15S – 9HB	894,7	277,7
14	15S – 5HB	976,3	291,7
15	15S – 4HB	1117,3	322,0
16	15S – 2,5HB	1136,7	366,3

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.4.2 değişik atkı sıklığı ve hav yüksekliklerinde likrasız iplikler ile Ne 12/1 pamuk hav çözgüsü kullanılarak dokunan kumaşlarda hava geçirgenliği değerlerini göstermektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi atkı sıklığındaki yükselme ve hav uzunluğundaki artış hava geçirgenliği değerlerinde çok ciddi azalmalara sebep olmaktadır. Burada gerek ham kumaş gerekse işlem görmüş kumaştaki hava geçirgenlik değerlerinin atkı sıklığı ve hav yüksekliğine göre değişimi Ne 6/1 hav çözgüsü ile dokunan kumaşlar için yukarıda açıklandığı gibidir. Yani atkı sıklığı ve hav yüksekliği azaldıkça hava geçirgenlik değerlerinde artış görülmektedir. İşlem görmüş kumaşta da hava geçirgenlik değerleri yapının daha fazla sıkılaşmasından dolayı daha düşük bir aralıkta gerçekleşmektedir. Ne 12/1 hav çözgüsü ile dokunan kumaşların hava geçirgenlik değerleri Ne 6/1 hav çözgüsü ile dokunanlar kumaşlarla karşılaştırıldığında

daha büyük değerler olduğu görülmektedir. Ham kumaşta 23 atkı/cm atkı sıklığı ve 9 mm hav uzunluğu ile dokunan kumaşta hava geçirgenlik değeri Ne 6/1 zę ile dokunana göre 124,3 mm/s'den 254 mm/s'ye çıkmıştır (iki katlık artış). Aynı artışlar diğer kumaş numunelerinde de söz konusudur. Bunun sebebi Ne 6/1'e göre çok daha ince olan Ne 12/1 hav ipliğinin kullanılmasından dolayı daha açık bir kumaş yapısının elde edilmesidir.

Çizelge 4.4.3. Hav ipliği Ne 16/1 olan ve likra içermeyen ham ve işlem görmüş numunelerin hava geçirgenliği değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Hava Geçirgenliği (mm/s)	
		Ham	İşlem Görmüş
17	23S - 9HB	381,3	85,3
18	20S - 9HB	540,3	117,7
19	20S - 5HB	566,7	138,7
20	18S - 9HB	768,3	170,7
21	15S - 9HB	896,0	318,3
22	15S - 5HB	1007,0	338,3
23	15S - 2,5HB	1116,7	346,0

*Hav zę İpliği Ne 16/1 Ring, Zemin zę İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.4.3 değişik atkı sıklığı ve hav yüksekliklerinde Ne 16/1 pamuk hav zę kullanarak dokunan kumaşlarda hava geçirgenliği değerlerini göstermektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi atkı sıklığındaki yükselme ve hav uzunluğundaki artış hava geçirgenliği değerlerinde büyük oranda azalmalara sebep olmaktadır. Çizelgede ki hava geçirgenliği değerleri Ne 6/1 hav zęne göre daha açık (daha ince hav zęnden dolayı) kumaş yapısından dolayı daha yüksek değerler almaktadır. Ne 12/1 hav zę ile karşılaştırıldığında ise yakın değerler elde edilmektedir.

Çizelge 4.4.4. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve atkı ipliği likra içeren ham ve işlem görmüş numunelerin hava geçirgenliği değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Hava Geçirgenliği (mm/s)	
		Ham	İşlem Görmüş
31	23S – 9HB	81,3	19,3
32	20S – 9HB	138,0	22,3
33	20S – 5HB	152,0	24,7
34	20S - 4HB	158,0	25,3
35	18S – 9HB	198,0	26,7
36	15S – 9HB	322,0	29,0
37	15S – 5HB	258,0	30,5
38	15S – 4HB	369,3	32,2
39	15S – 2,5HB	378,0	34,3

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun (70D)

Çizelge 4.4.4 değişik atkı sıklığı ve hav yüksekliklerinde Ne 12/1 pamuk hav çözüğü ve atkı ipliğinde Ne 16/1 Core Spun(70D) likralı ipliği kullanılarak dokunan kumaşlarda hava geçirgenliği değerlerini göstermektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi atkı sıklığındaki yükselme ve hav uzunluğundaki artış hava geçirgenliği değerlerinde büyük oranda azalmalara sebep olmaktadır. Atkıdan elastanlı havlı kumaşların hava geçirgenlikleri göz önüne alındığında hav ipliğinin Ne 12/1 olan numunelerin Ne 6/1 kullanılan numunelere göre işlem görmüş hallerinde hava geçirgenliği değerleri %40-55 arası azaldığı görülmektedir. İşlem görmüş kumaşta da hava geçirgenlik değerleri hav ipliğinin incelendiği kumaş yapısında likranında etkisiyle daha fazla sıkılaştırmadan dolayı daha düşük bir aralıkta gerçekleşmektedir.

Çizelge 4.4.5. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve zemin ipliği likra içeren ham ve işlem görmüş numunelerin hava geçirgenliği değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Hava Geçirgenliği (mm/s)	
		Ham	İşlem Görmüş
47	23S – 9HB	213,0	51,0
48	20S – 9HB	352,0	53,0
49	20S – 5HB	405,3	50,0
50	20S - 4HB	487,3	51,0
51	18S – 9HB	406,0	63,0
52	15S – 9HB	691,3	93,3
53	15S – 5HB	632,7	96,3
54	15S – 4HB	733,3	99,7
55	15S – 2,5HB	840,3	108,0

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.4.5 değişik atkı sıklığı ve hav yüksekliklerinde Ne 12/1 pamuk hav çözgüsü ve open-end Ne 16/1 atkı ipliğinde Ne 20/2 Core Spun (70D) likralı zemin çözgü ipliği kullanılarak dokunan kumaşlarda hava geçirgenliği değerlerini göstermektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi atkı sıklığındaki yükselme ve hav uzunluğundaki artış hava geçirgenliği değerlerinde büyük oranda azalmalara sebep olmaktadır. 23 atkı/cm atkı sıklığı ve 9 mm hav uzunluğuna sahip kumaşlar ile 15 atkı/cm atkı sıklığı ve 2,5 mm hav uzunluğuna sahip kumaşlar karşılaştırıldığında sıklık ve hav yüksekliği artışına bağlı olarak hava geçirgenliği ham kumaşlarda 4 kat ve işlem görmüş kumaşlarda 2 kat azalma göstermiştir. Atkıdan likralı aynı konstrüksiyona sahip kumaşlara göre çözgüden likralı kumaşlarda hava geçirgenliği değerleri hem ham kumaşlarda hem işlem görmüş kumaşlarda daha düşük seviyelerde kalmıştır. Bunun sebebinin likralı atkıların zemin çözgüler arasını daha düşük sıklıktan sonra daha fazla çekerek kapatmaları ve likralı çözgülerin atkı sıklığını arttırma etkisinden daha fazla bir kumaş yapısı sıkılaştırmasından olduğu değerlendirilebilir.

Çizelge 4.4.6. Hav ipliği Ne 12/1 olan, zemin ve atkı ipliği likra içeren ham ve işlem görmüş numunelerin hava geçirgenliği değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Hava Geçirgenliği (mm/s)	
		Ham	İşlem Görmüş
56	23S – 9HB	103,0	17,3
57	20S – 9HB	148,3	18,7
58	20S – 5HB	152,0	18,3
59	20S - 4HB	186,0	17,3
60	18S – 9HB	191,3	22,0
61	15S – 9HB	316,3	22,3
62	15S – 5HB	350,7	25,3
63	15S – 4HB	380,7	26,3
64	15S – 2,5HB	472,0	25,7

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.4.6 atkı ve zemin çözüğünden likralı havlu kumaşlarda hava geçirgenlik değerlerini göstermektedir. Tüm kumaş yapılarında atkıdan likralı havlu kumaş numunelerine göre bir miktar daha yüksek hava geçirgenliği değerleri elde edilmiştir. Atkıda likra kullanıldığında düşük çözgü sıklığından dolayı çözgüden likralı kumaş yapısına göre daha sıkı bir kumaş yapısı elde edildiğinden zemin çözgüden likralı kumaş yapılarına göre çok daha düşük hava geçirgenliği değerleri elde edilmiştir. Hem atkı hem de zemin çözgüde likralı iplikler kullanıldığında çözgü yönündeki çekmeler atkı yönündeki çekmeleri bir miktar azaltmakta ve Çizelge 4.4.6 da görüldüğü gibi hava geçirgenliği değerini bir miktar arttırmaktadır. Ancak işlem görmüş kumaşlarda yapı her iki yönde biraz daha çekip sıkılaşacağından hava geçirgenliği değerleri atkıdan likralı kumaştan daha düşük değerler almaktadır.

4.5. Anlık Uzama (Frayma) Testi

Anlık uzama sabit bir yük altında havlu kumaşın göstereceği uzama davranışını belirlemek üzere yapılan bir testtir. Standartta 6 kg'lık bir ağırlık kullanılarak test yapılmaktadır. Bu durumda 60 N'luk bir kuvvetin etkisinde kalan kumaş numunesinin % kaç uzama gösterdiği anlık uzama olarak değerlendirilmektedir. Teste tabi tutulan bazı kumaş numunelerine ait uzama değerleri aşağıdaki çizelgelerde gösterilmektedir.

Çizelge 4.5.1. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve likra içermeyen 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin atkı ve çözgü yönünde anlık uzama yüzde değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Anlık Uzama (%)	
		Atkı	Çözgü
8	23S - 9HB	13,0	5,0
12	18S - 9HB	15,0	4,8
13	15S - 9HB	16,2	5,8

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.5.2. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve atkı ipliği likra içeren 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin atkı ve çözgü yönünde anlık uzama yüzde değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Anlık Uzama (%)	
		Atkı	Çözgü
31	23S - 9HB	54,2	5,5
35	18S - 9HB	73,2	6,2
36	15S - 9HB	92,8	5,6

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.5.3. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve zemin ipliği likra içeren 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin atkı ve çözgü yönünde anlık uzama yüzde değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Anlık Uzama (%)	
		Atkı	Çözgü
47	23S - 9HB	13,8	36,0
51	18S - 9HB	13,2	58,2
52	15S - 9HB	13,0	74,4

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.5.4. Hav ipliği Ne 12/1 olan, zemin ve atkı ipliği likra içeren 9 hav boyuna sahip farklı sıklıklarda ki numunelerin atkı ve çözgü yönünde anlık uzama yüzde değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Anlık Uzama (%)	
		Atkı	Çözgü
56	23S - 9HB	17,2	15,4
60	18S - 9HB	21,0	22,6
61	15S - 9HB	34,8	35,0

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.5.1 de atkı ve çözgüde likra kullanılmayan havlu kumaşlarda atkı ve çözgü yönünde anlık uzama değerleri görülmektedir. Çözgü yönündeki uzama daha düşük değerler alıp daha stabil kalırken atkı yönündeki uzama sıklık azaldıkça artış göstermektedir. Daha ince olan atkı ipliğinin daha yüksek kıvrım almasından dolayı daha yüksek anlık uzama göstermesi beklenen bir durumdur. Çizelge 4.5.2 de ise atkı ipliği likralı (Ne 16/1 Core Spun (70D)) olan havlu kumaşlarda atkı ve çözgü yönündeki anlık uzamalar görülmektedir. Çözgü yönündeki uzamalar atkı sıklığı ve hav yüksekliğinden bağımsız olarak %5,5-6,0 seviyelerinde kalırken atkı yönündeki anlık uzamalar 23 atkı/cm sıklıkta %54,2 seviyelerinde iken 15 atkı/cm sıklıkta %93 seviyelerinde gerçekleşmektedir. Daha düşük sıklıkta dokuma sonrası çekmeler daha fazla olduğundan ani uzama da yüksek değerlere ulaşmaktadır. Benzer durum Çizelge 4.5.3 te ortaya çıkmaktadır. Bu durumda zemin çözgü ipliği (Ne20/2 core spun (70D)) likralı olduğundan daha düşük atkı sıklıklarında atkıları arası daha açık olduğundan dokuma sonrası kumaş çekmesi daha fazla olur. Bu yüzden çizelgede görüldüğü gibi atkı yönünde anlık uzamalar %13,5 seviyelerinde iken çözgü yönünde uzamalar 23 atkı/cm sıklıkta %36 iken 15 atkı/cm sıklıkta %74,4 seviyesine ulaşmıştır. Hem atkı hem de çözgü yönünde likralı iplik kullanılarak üretilen havlu kumaşlarda dokuma sonrası hem atkı hem de çözgü yönünde büyük oranda çekmeler oluşarak sıkı bir kumaş yapısı oluşmaktadır. Çizelge 4.5.4 te görüldüğü gibi hem atkı hem de çözgü yönünde 15 atkı/cm atkı sıklığı ve 9 mm hav uzunluğunda %35 seviyesinde iken 23 atkı/cm atkı sıklığı ve 9 mm hav uzunluğunda atkı ve çözgü yönünde sırasıyla 17,2 ve 15,4 olarak gerçekleşmiştir. Kumaş yapısı sıkılaştıkça anlık uzama değerleri ciddi oranda azalma göstermektedir. Bu durum atkı sıklığı arttıkça sıkılaştıkça kumaş yapısında dokuma sonrası ipliklerin birbirine dayanmasından dolayı çekmelerin düşük kalmasından dolayıdır. Hem atkı hem de çözgü yönünde likralı iplik kullanılması durumunda atkı ve çözgü yönlerinde birbirine çok yakın anlık çekmeler meydana gelmiş olup anlık uzamalar açısından dengeli bir kumaş yapısı elde edilmiştir.

4.6. Eğilme Dayanımı Tayini

Kumaşların eğilme dayanımı veya eğilme rijitliğinin bilinmesi kumaşın dökümlülüğü ile ilişkilendirilmektedir. Bu tez çalışması kapsamında üretilen likralı havlu kumaşların giysi amaçlı olarak kullanılması durumunda dökümlülük davranışı hakkında fikir sahibi

olabilmek için eğilme dayanımı veya eğilme rijitliği testleri gerçekleştirilmiş ve Çizelge 4.6.1 ile Çizelge 4.6.4 arasında sunulmakta ve değerler yorumlanmaktadır.

Çizelge 4.6.1. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve likra içermeyen numunelerin eğilme dayanımı değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Atkı Eğilme Uzunluğu (cm)	Çözümlü Eğilme Uzunluğu (cm)	Gramaj (g/m ²)	Atkı Eğilme Dayanımı (mg.cm)	Çözümlü Eğilme Dayanımı (mg.cm)	Kumaş Eğilme Dayanımı (mg.cm)
8	23S - 9HB	2,18	2,36	638,51	661,511	839,274	745,110
9	20S - 9HB	2,07	2,32	573,7	508,857	716,389	603,771
10	20S - 5HB	1,96	2,05	413,5	311,346	356,235	333,035
11	20S - 4HB	1,81	1,92	371,22	220,124	262,745	240,492
12	18S - 9HB	2,03	2,28	523,21	437,688	620,127	520,982
13	15S - 9HB	1,915	2,13	449,54	315,700	434,417	370,332
14	15S - 5HB	1,83	2,05	331,22	202,988	285,350	240,671
15	15S - 4HB	1,87	2,17	311,43	203,650	318,229	254,573
16	15S - 2,5HB	1,87	2,42	263,63	172,393	373,629	253,793

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.6.2. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve atkı ipliği likra içeren numunelerin eğilme dayanımı değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Atkı Eğilme Uzunluğu (cm)	Çözümlü Eğilme Uzunluğu (cm)	Gramaj (g/m ²)	Atkı Eğilme Dayanımı (mg.cm)	Çözümlü Eğilme Dayanımı (mg.cm)	Kumaş Eğilme Dayanımı (mg.cm)
31	23S - 9HB	2,92	3,73	903,2	2248,70	4687,17	3246,55
32	20S - 9HB	2,62	3,55	830,2	1493,09	3714,22	2354,93
33	20S - 5HB	2,76	3,48	604,1	1270,09	2545,93	1798,21
34	20S - 4HB	2,92	3,45	543,8	1353,90	2233,04	1738,77
35	18S - 9HB	2,71	3,36	807,5	1607,13	3063,09	2218,73
36	15S - 9HB	2,35	3,5	773,5	1003,84	3316,38	1824,59
37	15S - 5HB	2,3	3,25	541,6	658,96	1859,21	1106,87
38	15S - 4HB	2,36	3,41	497,6	654,06	1973,07	1136,00
39	15S - 2,5HB	2,35	3,85	414,1	537,41	2363,13	1126,93

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.6.3. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve zemin ipliği likra içeren numunelerin eğilme dayanımı değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Atkı Eğilme Uzunluğu (cm)	Çözümlü Eğilme Uzunluğu (cm)	Gramaj (g/m ²)	Atkı Eğilme Dayanımı (mg.cm)	Çözümlü Eğilme Dayanımı (mg.cm)	Kumaş Eğilme Dayanımı (mg.cm)
47	23S - 9HB	2,43	2,35	825,4	1184,36	1071,19	1126,36
48	20S - 9HB	2,51	2,33	811,4	1283,09	1026,37	1147,57
49	20S - 5HB	2,6	2,162	570,15	1002,10	576,18	759,86
50	20S - 4HB	2,6	2,42	499,21	877,41	707,50	787,89
51	18S - 9HB	2,72	2,22	771,4	1552,34	843,99	1144,62
52	15S - 9HB	2,42	1,9	705,31	999,60	483,77	695,40
53	15S - 5HB	2,5	2,05	536,7	838,59	462,37	622,69
54	15S - 4HB	2,66	2,07	463,59	872,53	411,19	598,98
55	15S - 2,5HB	2,46	2,2	391,56	582,91	416,93	492,99

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.6.4. Hav ipliği Ne 12/1 olan, atkı ve zemin ipliği likra içeren numunelerin eğilme dayanımı değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Atkı Eğilme Uzunluğu (cm)	Çözümlü Eğilme Uzunluğu (cm)	Gramaj (g/m ²)	Atkı Eğilme Dayanımı (mg.cm)	Çözümlü Eğilme Dayanımı (mg.cm)	Kumaş Eğilme Dayanımı (mg.cm)
56	23S - 9HB	2,8	3,22	992	2177,64	3311,92	2685,55
57	20S - 9HB	2,8	3,07	935,9	2054,49	2707,97	2358,71
58	20S - 5HB	2,71	3,07	686,6	1366,51	1986,64	1647,65
59	20S - 4HB	2,87	2,95	637,3	1506,57	1636,10	1570,00
60	18S - 9HB	2,07	2,48	935,1	829,41	1426,31	1087,65
61	15S - 9HB	2,43	2,97	900,9	1292,69	2360,18	1746,71
62	15S - 5HB	2,37	2,93	680	905,22	1710,46	1244,32
63	15S - 4HB	2,52	2,92	617	987,39	1536,15	1231,57
64	15S - 2,5HB	2,37	3,33	524,4	698,08	1936,40	1162,66

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.6.1 atkı ve çözümlü yönünde likrasız ipliklerle dokunan havlu kumaşlarda atkı sıklığı ve hav yüksekliğine bağlı olarak kumaş eğilme direnci değerlerini göstermektedir. Çizelgelerde kumaş gramajları da sunulmuştur. Çizelgeden görüldüğü gibi en yüksek eğilme direnci en yüksek atkı sıklığı ve hav yüksekliğine sahip havlu kumaşlarda elde edilmiştir. En düşük atkı sıklığı (15 atkı/cm) ve düşük hav uzunluklarında (2,5, 4 ve 5 mm) birbirine yakın ve en düşük eğilme dayanımları elde edilmiştir. 9 ve 5 mm hav

uzunluklarına sahip 20 atkı/cm sıklığında dokunan havlu kumaşlarda hav uzunluğunun 9 mm'den 5 mm ye düşmesi eğilme dayanımını 603,8 den 333' e düşürmüştür. Benzer şekilde 9 mm hav uzunluğuna sahip havlu kumaşta atkı sıklığının 20 atkı/cm' den 15 atkı/cm' ye düşürmek eğilme dayanımını 603,8'den 370,3' e düşürmüştür. Eğilme dayanımı değerleri gramaja göre incelendiğinde ise kumaş gramajları azaldıkça kumaş eğilme dayanımının da azaldığı görülmektedir. Ancak düşük atkı sıklığı ve hav uzunluğu değerlerinde kumaş gramajında bir miktar farklılıklara rağmen eğilme dayanımı birbirine yakın değerler olarak elde edilmiştir. Çizelge 4.6.2 likralı atkı ipliğinin kullanıldığı havlu kumaşlarda atkı sıklığı ve hav uzunluğuna bağlı olarak kumaş eğilme direncini göstermektedir. Likrasız ipliklerle dokunan kumaşla karşılaştırıldığında kumaş eğilme direnci değerlerinin oldukça yüksek seviyelere çıktığı görülmektedir. Bunun sebebi daha düşük zemin çözgü sıklığından dolayı likralı atkı ipliğinin enden çekmeye sebep olmasıyla kumaş yapısının çok fazla sıkılaşması olarak değerlendirilebilir. Değerler rakamsal olarak karşılaştırıldığında hem en yüksek atkı sıklığı ve en yüksek hav uzunluğuna sahip kumaşlarda hem de en düşük atkı sıklığı ve hav uzunluğuna sahip kumaşlarda kumaş yapısının likralı atkıdan dolayı sıkılaşması ile kumaş eğilme dirençleri yaklaşık 4,5 kat artış göstermiştir. Bu durumda da atkı sıklığının, hav uzunluğunun ve kumaş gramajının kumaş eğilme dayanımına etkisi çizelge 4.6.1 de ki değişimlerle paralel olarak gerçekleşmiştir. Çizelge 4.6.3 zemin çözgünün likralı olduğu duruma ait kumaşların atkı sıklığı ve hav uzunluğuna bağlı olarak eğilme dayanımı değerlerini göstermektedir. Çizelgede ki değerler incelendiğinde likrasız kumaşlarla karşılaştırıldığında eğilme direnci değerlerinde önemli artışların gerçekleştiği ancak atkıdan likralı havlu kumaşların değerleriyle karşılaştırıldığında ise en yüksek atkı sıklığı ve hav uzunluğuna sahip kumaşlarda 1/3 seviyelerinde, en düşük atkı sıklığı ve hav uzunluğu değerlerinde ise 1/2 seviyesinin biraz üzerinde gerçekleşmiştir. Buna sebep olarak likrasız atkı ipliğinden dolayı enden çekmenin az olması ve nispeten atkı sıklıklarının yüksek olmasından dolayı da çözgü yönündeki çekmenin daha kısa olması gösterilebilir. Bu durumda kumaş yapısı atkıdan likralı kumaşlardaki kadar sıkışık olmayacaktır. Bu sonuç gramajlarda da kendini göstermekte ve kumaş eğilme dayanımına da yansımaktadır. Çizelge 4.6.4 de ise hem atkı hem çözgü yönünde likralı ipliklerin kullanılması ile üretilen kumaşlarda eğilme dayanımı değerlerini atkı sıklığı ve hav uzunluğuna bağlı olarak göstermektedir. Bu durumda kumaş gramaj değerleri hem atkı

hem çözgü yönünde çekmeler olmasına rağmen sadece atkı yönünde likralı iplik kullanılan durumda ki gibi gerçekleşmiştir. Kumaş eğilme dayanımı değerleri artan atkı sıklığı ve hav uzunluğu değerlerinde çözgüden likralı havlu kumaşlarından daha yüksek değerler alınırken, atkıdan likralı havlu kumaşlardan bir miktar düşük kalmıştır. Buna sebep olarak çözgü yönünde de likralı zemin çözgüden dolayı bir miktar çekme gerçekleştiğinden likralı atkının sebep olduğu enden çekmenin bir miktar düşürülmesi olarak değerlendirilebilir. Düşük sıklık ve hav uzunluklarında iki yönde likralı ipliklerle dokunmuş kumaşlarda elde edilen eğilme dayanımı değerleri atkı yönünde likralı olarak dokunmuş kumaşlardan %5-10 seviyelerinde daha yüksek olarak elde edilmiştir.

4.7. Isıl İletkenlik ve Isıl Direnç Ölçümleri

Kumaşların mevsimsel veya kullanım yerine bağlı olarak ısı konfor sağlama özellikleri çoğunlukla kumaşların ısı iletkenlik ve ısı direnç değerlerinin ölçümleriyle belirlenir ve bu amaçla Alambeta test cihazı yaygın olarak kullanılan bir cihazdır. Kumaşlarda ısı iletkenliğinin yüksek olması (ısı direncinin düşük olması) vücutla dış ortam arasında ısı akışının kolaylaşması anlamına gelmektedir. Özellikle kışlık giysilerde giysinin vücut ısısını muhafaza edebilmesi için düşük ısı iletkenliğe veya yüksek ısı dirence sahip olması istenir. Tez çalışması kapsamında üretilen likralı havlu kumaşların giysilik olarak kullanılabilme olasılığını değerlendirmek için ısı iletkenlik ve ısı direnç ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.7.1 ile Çizelge 4.7.8 arasında sonuçlar sunulmakta ve havlu kumaşların değişken parametreleri olan atkı sıklığı ve hav boyuna göre yorumlanmaktadır.

Çizelge 4.7.1. Hav ipliği Ne 6/1 olan ve likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Isıl İletkenlik (λ) 10^{-3}	Isıl Direnç (r) 10^{-3}	Kalınlık (h) mm
1	23S - 9HB	94,33	59,53	5,62
2	20S - 9HB	84,07	62,27	5,23
3	20S - 5HB	78,43	34,83	2,73
4	18S - 9HB	84,03	65,87	5,53
5	15S - 9HB	72,20	62,07	4,47
6	15S - 5HB	66,37	32,57	2,16
7	15S - 4HB	67,13	24,40	1,63

*Hav İpliği Ne 6/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.7.2. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Isıl İletkenlik (λ) 10^{-3}	Isıl Direnç (r) 10^{-3}	Kalınlık (h) mm
8	23S – 9HB	67,73	67,50	4,54
9	20S – 9HB	63,60	68,63	4,37
10	20S – 5HB	61,30	40,87	2,50
11	20S - 4HB	64,03	31,60	2,02
12	18S – 9HB	59,63	59,10	3,53
13	15S – 9HB	56,67	57,87	3,28
14	15S – 5HB	56,67	39,70	2,25
15	15S – 4HB	59,67	26,83	1,60
16	15S – 2,5HB	60,50	17,63	1,07

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.7.3. Hav ipliği Ne 16/1 olan ve likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Isıl İletkenlik (λ) 10^{-3}	Isıl Direnç (r) 10^{-3}	Kalınlık (h) mm
17	23S - 9HB	58,53	55,23	3,23
18	20S - 9HB	57,53	53,10	3,05
19	20S - 5HB	56,10	43,03	2,41
20	18S - 9HB	54,80	56,53	3,10
21	15S - 9HB	52,93	54,70	2,89
22	15S - 5HB	53,37	36,30	1,93
23	15S - 2,5HB	56,10	15,83	0,87

*Hav İpliği Ne 16/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.7.1, 4.7.2 ve 4.7.3 sırasıyla Ne 6/1, Ne 12/1 ve Ne 16/1 hav iplikleri ile üretilmiş havlu yapılarına ait ısı direnç değerlerini kalınlıkları ile birlikte göstermektedir. Tabloların tümünde atkı sıklığının ısı direnç değerleri üzerine doğrudan bir etkisi görülmezken kumaş kalınlığını belirlediğinden hav uzunluğu veya hav yüksekliği ısı direnç değeri üzerinde en büyük etkiye sahiptir. Hav ipliğinin Ne 6/1, Ne 12/1 ve Ne 16/1 olması ısı direnç üzerinde ayırt edici bir etkisi görülmemiştir. Isıl direnç üzerinde görülen etki havlu kumaş kalınlığı ile gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.7.4. Hav ipliği Ne 6/1 olan ve atkı ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Isıl İletkenlik (λ) 10^{-3}	Isıl Direnç (r) 10^{-3}	Kalınlık (h) mm
24	23S - 9HB	116,00	56,33	6,58
25	20S - 9HB	110,67	64,53	7,21
26	20S - 5HB	99,87	32,57	3,26
27	18S - 9HB	109,33	66,23	7,22
28	15S - 9HB	94,53	57,17	5,40
29	15S - 5HB	85,40	31,47	2,67
30	15S - 4HB	90,73	22,83	2,07

*Hav İpliği Ne 6/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.7.5. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve atkı ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Isıl İletkenlik (λ) 10^{-3}	Isıl Direnç (r) 10^{-3}	Kalınlık (h) mm
31	23S – 9HB	88,37	62,63	5,53
32	20S – 9HB	82,63	65,03	5,37
33	20S – 5HB	79,53	34,60	2,75
34	20S - 4HB	78,20	28,40	2,22
35	18S – 9HB	76,20	66,87	5,09
36	15S – 9HB	77,27	61,87	4,78
37	15S – 5HB	73,93	34,50	2,55
38	15S – 4HB	74,47	28,73	2,14
39	15S – 2,5HB	75,07	16,93	1,27

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.7.6. Hav ipliği Ne 16/1 olan ve atkı ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Isıl İletkenlik (λ) 10^{-3}	Isıl Direnç (r) 10^{-3}	Kalınlık (h) mm
40	23S - 9HB	76,63	69,57	5,33
41	20S - 9HB	69,07	74,63	5,20
42	20S - 5HB	70,60	39,17	2,77
43	18S - 9HB	67,80	71,43	4,84
44	15S - 9HB	66,20	60,13	3,98
45	15S - 5HB	66,50	36,23	2,41
46	15S - 2,5HB	72,77	17,87	1,30

*Hav İpliği Ne 16/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.7.4, 4.7.5 ve 4.7.6, Ne 16/1 likralı atkı ipliği kullanarak sırasıyla Ne 6/1, Ne 12/1 ve Ne 16/1 hav iplikleri ile dokunmuş havlu kumaş yapılarına ait ısı direnç değerlerini göstermektedir. 3 çizelgedeki veriler incelendiğinde gerek atkı sıklığının gerekse hav çözgüsü kalınlığının kumaşların ısı direnç değerleri üzerinde belirgin bir etkisi görülmemektedir. Bu çizelgelerdeki sonuçlar da doğrudan hav yüksekliği tarafından belirlenen kumaş kalınlık değerleri ile uyumlu olarak değişmektedir. Hav yüksekliği artıp kumaş kalınlaştıkça havlu kumaşlara ait ısı direnç değerleri de artmaktadır.

Çizelge 4.7.7. Hav ipliği Ne 12 /1 olan ve zemin ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Isıl İletkenlik (λ) 10^{-3}	Isıl Direnç (r) 10^{-3}	Kalınlık (h) mm
47	23S - 9HB	79,20	70,60	5,59
48	20S - 9HB	76,07	69,37	5,27
49	20S - 5HB	75,30	43,20	3,25
50	20S - 4HB	74,77	34,60	2,54
51	18S - 9HB	74,40	75,97	5,65
52	15S - 9HB	70,77	69,87	4,94
53	15S - 5HB	71,70	44,60	3,20
54	15S - 4HB	73,77	34,33	2,53
55	15S - 2,5HB	73,63	19,93	1,46

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.7.8. Hav ipliği Ne 12/1 olan, zemin ve atkı ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin ısı iletkenlik ve ısı direnç değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Isıl İletkenlik (λ) 10^{-3}	Isıl Direnç (r) 10^{-3}	Kalınlık (h) mm
56	23S – 9HB	94,63	64,30	6,07
57	20S – 9HB	89,80	60,67	5,44
58	20S – 5HB	87,53	35,80	3,10
59	20S - 4HB	86,80	28,20	2,45
60	18S – 9HB	89,10	61,77	5,49
61	15S – 9HB	84,47	62,17	5,25
62	15S – 5HB	86,03	34,87	3,00
63	15S – 4HB	85,47	27,47	2,35
64	15S – 2,5HB	83,17	16,83	1,40

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.7.7 ve 4.7.8 de zemin çözgünün likralı olması durumunda aynı parametrelerle üretilen havlu kumaşlarda ısı direnç değerlerini göstermektedir. Bu durumda da atkı sıklığı ve likralı zemin çözgünün ısı direnç değerleri üzerinde belirgin bir etkisi görülmemektedir. Isıl direnç üzerine esas etki, hav yüksekliği tarafından belirlenen kumaş kalınlığı tarafından sağlanmaktadır.

4.8. Bağlı Su Buharı Geçirgenliği

Özellikle giysilik kumaşların konfor özelliklerinin belirlenmesinde vücutla temas halinde olan kumaşların teri buhar halinde geçirip vücuttan uzaklaştırma özelliği büyük önem arz etmektedir. Permetest cihazı ile Yöntem kısmında açıklandığı gibi kumaşın su buharı geçirgenliği değeri ölçülmekte ve kumaşın sağlayacağı konforun bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir. Çizelge 4.8.1 ile Çizelge 4.8.8 arasında sunulan veriler likralı ve likrasız kumaşlarda atkı sıklığı ve hav boyuna bağlı olarak su buharı geçirgenliği değerlerini vermektedir. Bu verilere dayanarak bu ölçüm sonuçları yorumlanmaktadır.

Çizelge 4.8.1. Hav ipliği Ne 6/1 olan ve likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Bağlı Su Buharı Geçirgenliği (%)	Su Buharı Direnci (Pa.m ² .W ⁻¹)
1	23S - 9HB	22,23	35,73
2	20S - 9HB	22,20	36,80
3	20S - 5HB	33,90	19,97
4	18S - 9HB	21,03	38,93
5	15S - 9HB	26,03	31,67
6	15S - 5HB	39,83	16,43
7	15S - 4HB	45,90	13,00

*Hav İpliği Ne 6/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.8.2. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Bağlı Su Buharı Geçirgenliği (%)	Su Buharı Direnci (Pa.m ² .W ⁻¹)
8	23S – 9HB	24,87	35,27
9	20S – 9HB	25,73	29,33
10	20S – 5HB	38,47	16,53
11	20S - 4HB	45,33	13,23
12	18S – 9HB	32,00	24,63
13	15S – 9HB	33,50	21,93
14	15S – 5HB	44,13	13,93
15	15S – 4HB	52,40	10,07
16	15S – 2,5HB	57,60	8,07

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.8.3. Hav ipliği Ne 16/1 olan ve likra içermeyen havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Bağlı Su Buharı Geçirgenliği (%)	Su Buharı Direnci (Pa.m ² .W ⁻¹)
17	23S - 9HB	27,73	23,90
18	20S - 9HB	29,37	21,57
19	20S - 5HB	41,97	12,53
20	18S - 9HB	32,37	18,27
21	15S - 9HB	33,33	17,60
22	15S - 5HB	45,47	11,57
23	15S - 2,5HB	56,70	7,30

*Hav İpliği Ne 16/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.8.1, 4.8.2 ve 4.8.3 sırasıyla Ne 6/1, Ne 12/1 ve Ne 16/1 hav iplikleri, Ne20/2 zemin çözgü ve Ne 16/1 open end pamuk iplikleri ile değişik atkı sıklıkları ve hav yükseklikleri ile dokunmuş havlu kumaşlarda su buharı geçirgenlik değerlerini göstermektedir. Ne 6/1, Ne 12/1 ve Ne 16/1 hav çözgülerinin etkisi incelendiğinde hav çözgüsü inceldikçe özellikle yüksek atkı sıklıklarında su buharı geçirgenlik oranı artış göstermektedir. Düşük sıklıklarda kumaş yapısı nispeten açık olduğundan hav iplik inceliğinin su buharı geçirgenlik değerine etkisi yine artış yönünde olmakla birlikte daha düşük seviyede kalmaktadır. Çizelgelerdeki veriler atkı sıklığı ve hav uzunluğuna göre değerlendirildiğinde atkı sıklığı ve hav uzunluğu ve dolayısıyla hav yüksekliği azaldıkça havlu kumaş yapısının su buharı geçirgenliğine etkisi ciddi oranda artmaktadır. Özellikle hav uzunluğundaki artış atkı sıklığına nazaran çok daha büyük bir etkiye sahiptir. 9 mm hav uzunluğunda 23 atkı/cm atkı sıklığından 15 atkı/cm atkı sıklığına geçildiğinde su buharı geçirgenliğinde su buharı geçirgenliği 27,73% ten %33,33 e yükselmiştir (Ne 16/1 hav çözgüsü için). Ne 6/1 ve Ne 12/1 hav çözgüleri için de benzer değişimler gerçekleşmiştir. Atkı sıklığı sabit tutulup (örn. 15/atkı/cm) hav uzunluğu 9 mm den 2,5 mm ye değiştirildiğinde su buharı geçirgenliği 33,33% ten %56,70 seviyelerine ulaşmıştır (Ne 16/1 hav çözgüsü için). Ne 6/1 ve Ne 12/1 hav atkı numaralarında da benzer değişimler gözlenmiştir. Sonuç olarak havlu kumaş parametrelerinden hav uzunluğu, atkı sıklığı ve hav çözgü inceliği büyükten küçüğe doğru değişen oranlarda su buharı geçirgenliği üzerinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.8.4. Hav ipliği Ne 6/1 olan ve atk1 ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Bağlı Su Buharı Geçirgenliği (%)	Su Buharı Direnci (Pa.m².W⁻¹)
24	23S - 9HB	19,07	40,90
25	20S - 9HB	17,27	45,63
26	20S - 5HB	30,17	23,17
27	18S - 9HB	19,53	42,27
28	15S - 9HB	22,73	36,77
29	15S - 5HB	34,40	19,00
30	15S - 4HB	36,80	16,87

*Hav İpliği Ne 6/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atk1 İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.8.5 Hav ipliği Ne 12/1 olan ve atk1 ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Bağlı Su Buharı Geçirgenliği (%)	Su Buharı Direnci (Pa.m².W⁻¹)
31	23S – 9HB	17,73	35,23
32	20S – 9HB	19,13	33,07
33	20S – 5HB	28,70	20,37
34	20S - 4HB	34,73	16,20
35	18S – 9HB	22,97	30,30
36	15S – 9HB	24,87	25,60
37	15S – 5HB	34,27	16,17
38	15S – 4HB	40,47	13,10
39	15S – 2,5HB	45,07	10,30

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atk1 İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.8.6. Hav ipliği Ne 16/1 olan ve atkı ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Bağlı Su Buharı Geçirgenliği (%)	Su Buharı Direnci (Pa.m ² .W ⁻¹)
40	23S - 9HB	22,90	28,00
41	20S - 9HB	25,65	25,40
42	20S - 5HB	36,40	16,05
43	18S - 9HB	26,40	26,80
44	15S - 9HB	28,90	23,85
45	15S - 5HB	41,75	13,45
46	15S - 2,5HB	45,85	10,85

*Hav İpliği Ne 16/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Ring, Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.8.4, 4.8.5 ve 4.8.6 da yukarıdaki ilk 3 çizelgedeki havlularla aynı konstrüksiyona sahip olup atkının likralı olduğu havlularda su buharı geçirgenliği değerlerini göstermektedir. Öncelikle vurgulamak gerekir ki çizelge 4.8.4 den 4.8.6 ya kadar sunulan veriler ilk 3 çizelgedeki verilere göre nispeten düşük değerlerden oluşmaktadır. Likralı atkı ipliği kullanıldığında su buharı geçirgenliği değerlerinin tüm atkı sıklığı, hav uzunluğu ve zemin çözgü numaralarında likrasız atkı ile dokunmuş kumaşlara göre düşük kalmasının sebebi likralı atkıdan dolayı havluların enden ciddi oranda çekmesi ve kumaş yapısının daha sıkı bir hale gelmesidir. Çizelgelerdeki veriler incelendiğinde hav uzunluğu ve atkı sıklığının su buharı geçirgenliğine etkisi ilk 3 çizelgede verilen likrasız havlu kumaş yapılarındaki gibi olmaktadır. Çizelge 4.8.4 teki veriler zemin çözgünün Ne6/1 olduğu en sıkı kumaş yapısına ait olduğundan su buharı geçirgenliği daha düşük seviyelerde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.8.7. Hav ipliği Ne 12/1 olan ve zemin ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Bağlı Su Buharı Geçirgenliği (%)	Su Buharı Direnci (Pa.m ² .W ⁻¹)
47	23S – 9HB	21,60	32,90
48	20S – 9HB	25,80	28,00
49	20S – 5HB	35,00	17,80
50	20S - 4HB	36,75	15,50
51	18S – 9HB	22,50	31,80
52	15S – 9HB	23,35	29,35
53	15S – 5HB	37,03	15,90
54	15S – 4HB	36,75	16,65
55	15S – 2,5HB	45,70	11,90

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Open End

Çizelge 4.8.8. Hav ipliği Ne 12/1 olan, zemin ve atkı ipliği likra içeren havlu kumaş numunelerinin su buharı geçirgenliği değerleri

Kumaş No	Numune Tanımı	Bağlı Su Buharı Geçirgenliği (%)	Su Buharı Direnci (Pa.m ² .W ⁻¹)
56	23S – 9HB	23,35	32,60
57	20S – 9HB	24,80	30,25
58	20S – 5HB	27,80	24,25
59	20S - 4HB	31,95	21,10
60	18S – 9HB	23,15	35,80
61	15S – 9HB	23,05	35,75
62	15S – 5HB	33,35	21,10
63	15S – 4HB	34,90	19,25
64	15S – 2,5HB	49,40	10,80

*Hav İpliği Ne 12/1 Ring, Zemin İpliği Ne 20/2 Core Spun (70D), Atkı İpliği Ne 16/1 Core Spun(70D)

Çizelge 4.8.7 ve 4.8.8 sırasıyla zemin çözüğü likralı ve hem zemin çözüğü hem de atkısı likralı Ne 12/1 hav çözüğü ile dokunmuş havlu kumaşlarda su buharı geçirgenlik değerlerini göstermektedir. İpliklerin likralı olmalarının yanında havlu kumaş özellikleri yukarıdaki havlu kumaşlarla aynıdır. Çizelge 4.8.7 deki veriler atkıdan likralı kumaş verileri (Çizelge 4.8.5) ile karşılaştırıldığında yüksek atkı sıklığı ve yüksek hav

uzunluklarında çözüden likralı havlu kumaşlar daha yüksek buhar geçirgenliği değerleri verirken düşük atkı sıklığı ve hav uzunluklarında birbirine yakın değerler vermektedirler. Bunun sebebi çözgü sıklığı daha düşük olduğu için likralı atkının sebep olduğu çekme ile havlu kumaş yapısının çözüden likralıya göre daha sıkı bir hale gelmesidir. Hem atkı hem de zemin çözgüde likralı ipliklerin kullanıldığı kumaş yapılarında Çizelge 4.8.8 de görüldüğü gibi bağıl su geçirgenliği değerleri çözüden likralı kumaşa çok yakın değerler almaktadır. Yani bağıl su geçirgenliği değerlerine hem likralı atkı hem de likralı zemin çözgünün etkisi birleşik olarak yansımamıştır. Bu durum Kısım 4.1 de açıklanan likralı atkı ve likralı zemin çözgünün etkisinde kumaş boyutlarında meydana gelen çekmelerle paralellik göstermektedir.

5. SONUÇ

Bu yüksek lisans tez çalışmasında özellikle giysilik sektöründe çok yaygın olan likralı ipliklerle kumaş dokunması havlu dokuma sektörüne uygulanmış ve üretilen elastik özelliğe sahip likralı havlu kumaşların özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada karşılaştırma amaçlı olarak atkı ve çözüde likrasız pamuk iplikleri ile havlu kumaş dokunması yanında sadece atkıdan likralı, sadece zemin çözüden likralı ve hem atkıdan hem de zemin çözüden likralı havlu kumaşlar dokunmuş ve özellikleri test edilerek farklı kullanım alanları araştırılmıştır. Hav uzunlukları 2,5 mm ile 9 mm arasında 4 farklı değer (2,5mm, 4mm, 5mm ve 9 mm) olarak değiştirilirken atkı sıklığı 15 atkı/cm ile 23 atkı/cm arasında 4 farklı değer (15, 18, 20 ve 23 atkı/cm) olarak değiştirilmiştir. Çözgü sıklığı ise sabit tutulup 11 tel/cm hav ve zemin çözgü sıklıklarında havlu kumaş numuneleri dokunmuştur.

Elastik özelliğe sahip havlu kumaşların su emme özelliğinin yanında olası değişik kullanım alanlarına ışık tutması amacıyla kumaş elastik uzama (anlık uzama) testleri, termal konfor özelliklerine yönelik hava geçirgenliği, ısı direnç ve su buharı geçirme testleri, boyutsal stabilite ve boyutsal çekme testleri uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Havlu kumaşların en yaygın kullanımına ait su emme özellikleri likralı iplikler ile dokunan havlu kumaş yapılarında daha sıkı bir kumaş yapısı oluşması sebebiyle su emme hızının düşmesi yönünde bir değişim göstermiştir. Atkı sıklığı ve hav yüksekliği ile hav çözgü ipliği kalınlığı su emme davranışı üzerinde süre çok kısa olduğu için çok belirleyici bir etki göstermemiştir. Kumaş yüzey yapısında ki homojen olmayan değişimler farklı su emme zamanları üretmişlerdir. Su buharlaşma hızında ise likralı kumaş yapıları ile atkı sıklığı ve hav iplik kalınlığı daha yüksek olan kumaş yapıları iplik yoğunluğunun artmasından dolayı daha yavaş bir su buharlaşma davranışı göstermiştir.

Hava geçirgenliği değeri işlem görmüş tüm kumaşlarda ham kumaşa nazaran terbiye işlemi esnasında çekmelerin olup yapıların sıkılaşmasından dolayı çok fazla azalmıştır. Ayrıca atkı sıklığının ve hav uzunluğunun azalması ile hava geçirgenlik değerlerinde ciddi artışlar gerçekleşmiştir. Ayrıca hav ipliğinin kalınlaşması hava geçirgenliği değerini kumaş yapısının sıkılaşmasından dolayı azaltmıştır. Atkıda likralı iplik kullanımı hem

ham hem de işlem görmüş havlu kumaş yapılarında hava geçirgenlik değerlerinde çok ciddi düşüŖlere sebep olmuŖtur. Bunun sebebi likralı atkı ipliği kullanımının kumaŖ yapısını çok fazla sıkılaŖtırmasıdır. Zemin çözüden likra ipliği ile dokunan havlu kumaŖlarda hava geçirgenliği değerleri likrasız kumaŖlara nazaran daha düşük ancak likralı kumaŖlara nazaran daha yüksek değerler olarak elde edilmiŖtir.

Likralı ve likrasız ipliklerle dokunan havlu kumaŖlarda ısıl direnç ölçümleri birbirine paralel değerler vermiŖ olup, ısıl direnç değeri doğrudan kumaŖ kalınlığına bağlı olarak deđiŖmiŖtir. KumaŖ kalınlığı da esas olarak hav uzunluğu tarafından belirlendiğinden ısıl dirence etki eden en önemli havlu kumaŖ parametresi hav yüksekliği olarak elde edilmiŖtir. Likralı ve likrasız olarak dokunan havlu kumaŖların su buharı geçirgenliği değerleri incelendiğinde hav uzunluğunun önemli etkisinin yanında atkı ve çözüde likralı ipliklerin kullanımının da su buharı geçirgenliği üzerinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüŖtür. Atkı sıklığının etkisi ise çok daha sınırlı seviyede kalmıŖtır. Atkıdan likra kullanımı havlu kumaŖ yapısını büyük ölçüde sıkılaŖtırdıđından su buharı geçirgenlik oranında düşüŖe sebep olmuŖtur. Zemin çözüde likra ipliği kullanımı ise su buharı geçirgenlik oranında bir miktar düşüŖe sebep olsa da atkıdan likralı havlu kumaŖlardan daha yüksek su buharı geçirgenlik oranına sahip olmuŖtur. Hem atkıda hem de çözüde likralı iplik kullanımında ise çözüde likralı iplik kullanılan kumaŖ yapılarına benzer seviyede su buharı geçirgenliği değerleri üretmiŖtir.

Havlu kumaŖlarda likralı iplik kullanma veya kullanmama durumlarında mukavemet değerleri kumaŖın birim uzunluğunda ki iplik sayıları ile iliŖkili olup, esas olarak sıklıklar tarafından belirlenmektedir. Ancak kopma uzaması değerleri kumaŖ konstrüksiyonu, kumaŖ yapısı ve likralı iplik kullanım durumuna göre deđiŖmektedir. Likrasız ipliklerle dokunan havlu kumaŖlarda çözü yönünde uzamalar %12-13 seviyelerinde elde edilirken, atkı yönünde ki uzama 9 mm hav uzunluğuna sahip havlu kumaŖlarda 23 atkı/cm atkı sıklığında %48 olurken 15 atkı/cm atkı sıklığında %22 seviyeleri elde edilmiŖtir. Atkı ipliğinde likra kullanımı durumunda çözü yönünde ki kopma uzamaları %22 seviyelerinde gerçekteŖirken, atkı yönünde ki kopma uzaması %100'ün üzerinde değerler almıŖtır. Çözüden likralı 9 mm hav uzunluğuna sahip havlu kumaŖ yapılarında 23 atkı/cm atkı sıklığında çözü kopma uzaması %40 seviyelerinde iken 15 atkı/cm sıklığında %90 seviyelerine çıkmıŖtır. Atkı yönünde ki kopma uzamaları ise 23 atkı/cm

atkı sıklığında %30 civarında iken 15 atkı/cm sıklığında %23 seviyelerine gerilemiştir. Hem atkı hem de zemin çözgüde likralı iplik kullanıldığında ise atkı yönünde ki kopma uzamaları %100'ün üzerinde gerçekleşirken çözgü yönünde ki kopma uzaması 23 atkı/cm atkı sıklığında %33 iken, 15 atkı/cm atkı sıklığında %72 seviyelerinde gerçekleşmiştir. Bu havlu kumaş konstrüksiyonları ile geniş bir aralıkta hem atkı hem de çözgü yönünde uzama değerleri veren havlu kumaş yapıları elde edilmiştir.

Anlık uzama testleri kumaşa bir kuvvet uygulandığında kumaşa anlık olarak meydana gelen uzamayı temsil eder ve kumaşın elastik davranışını tanımlaması açısından önemli bir parametredir. Havlu kumaş numunelerine uygulanan testlerde likrasız ipliklerle üretilen havlu kumaş numunelerinde anlık uzamalar çözgü yönünde %5 seviyelerinde gerçekleşirken atkı yönünde 3 atkı/cm atkı sıklığında %13 ve 15 atkı/cm atkı sıklığında %16 olarak gerçekleşmiştir. Testlere tabi tutulan numuneler Ne 12/1 hav çözgü ipliği 9 mm hav uzunluğunda dokunmuştur. Aynı parametrelere sahip numuneler likralı atkı ipliği ile dokunduğunda çözgü yönündeki anlık uzama %5-6 seviyesinde gerçekleşirken 23 atkı/cm atkı sıklığında %54 ve 15 atkı/cm atkı sıklığında %93 seviyesinde gerçekleşmiştir. Bu durum havlu kumaş numunelerinde atkı yönünde büyük bir elastikiyet oluşmasını sağlamıştır. Atkı yönünde likrasız çözgü yönünde likralı zemin çözgü kullanıldığında atkı yönündeki anlık uzamalar %13-14 seviyesinde kalırken çözgü yönündeki uzamalar 23 atkı/cm atkı sıklığında %36 iken 15 atkı/cm atkı sıklığında %74 seviyelerine çıkmıştır. Çözgü yönünde likralı numunelerde de çok yüksek seviyede anlık uzamalar veya elastik davranış elde edilmiştir. Hem atkı hem çözgü yönünde likralı iplik kullanılarak üretilen havlu kumaş numunelerinde ise 23 atkı/cm atkı sıklığında atkı yönünde %17 olan anlık uzama çözgü yönünde %15 seviyelerinde gerçekleşirken 15 atkı/cm atkı sıklığında her iki yönde %35 seviyelerinde gerçekleşmiştir. Atkı ve çözgü yönünde likralı iplikler kullanıldığında anlık uzamalar daha düşük ve bir giysiden konfor açısından beklenen seviyeler elde edilmiştir. Numunelerde kullanılan likralı ipliklerde likra ipliği numarası değiştirilerek daha geniş bir aralıkta anlık uzamalar veya elastikiyet değerleri elde edilmesi mümkün olabilecektir. Bu durum havlu kumaşların giysilik olan kullanılmasında önemli bir parametre olarak kullanılabilir.

Diğer dokuma kumaşlar gibi havlu kumaşlar da dokuma makinesinden çıktıktan ve bitim işlemlerinden sonra boyutsal değişime maruz kalırlar. İstenen mamül kumaş boyutları ve gramajı için bu boyutsal değişimlerin bilinmesi dokunacak kumaşın taraktaki çözgü eni ve diğer parametrelerinin belirlenmesinde önem arz etmektedir. Numune kumaşlar üzerinde yapılan boyutsal değişim ölçümlerinde likrasız ipliklerle dokunan kumaşlarda atkı sıklığı ve hav yüksekliğinin çok belirgin ayırd edici bir etkisi olmaksızın Ne 6/1 hav çözgüsü ile dokunan kumaşlarda atkı yönünde %9 seviyelerinde çekme ve çözgü yönünde %2 seviyelerinde uzama ve kumaş gramajında anlamlı bir değişim gerçekleşmemiştir. Ancak Ne 12/1 ve Ne 16/1 hav iplikleri dokunan kumaşlarda atkı yönünde ortalama %8 ve çözgü yönünde ortalama %1 seviyelerinde çekmeler ve kumaş gramajında %6,5-%7 seviyesinde artışlar gerçekleşmiştir. Atkıdan likralı havlu kumaş numunelerinde atkı yönünde çekmeler atkı sıklığı azaldıkça artmakta ve Ne 6/1 hav çözgüsünde %22-32 arasında değişirken çözgü yönünde %4-7 arasında değişmekte sonuç olarak kumaş gramajı %32-48 arasında değişme göstermiştir. Ne 12/1 hav çözgüsünde bu değişimler %30-37, %2-5 ve %41-56 ve Ne 16/1 hav çözgüsünde %33-38, %3,5-10,5 ve 55-68 arasında gerçekleşmiştir. Ne 12/1 hav çözgüsü ve likralı zemin çözgü ile dokunan havlu kumaşlarda enden çekme %10 seviyelerinde gerçekleşirken boydan çekme 23 atkı/cm kumaşta %18 ve 15 atkı/cm kumaşta %35 seviyelerinde gerçekleşmiştir. Kumaş gramajı ise 23 atkı/cm sıklıktan 15 atkı/cm sıklığa kadar %38 ile %48 arasında değişen oranlarda artış göstermiştir. Hem atkıdan hem de zemin çözgüden likralı kumaşlarda 23 ten 15 atkı/cm sıklığa kadar olan değişimde enden çekmeler %30 dan %35 e, boydan çekmeler %4 ten 35 e ve kumaş gramajı %40 tan %78 e kadar artışlar göstermiştir.

Yapılan çalışma bütün olarak değerlendirildiğinde havlu kumaşların atkıdan likralı, çözgüden likralı ve hem atkıdan hem çözgüden likralı üretiminde kumaşların elastisite, gramaj değişimi, enden ve boydan çekme değerleri ile diğer özellikleri geniş bir aralıkta değişim göstermektedir. Likralı iplik üretiminde kullanılan likra iplik numarası ve inceliğini değiştirerek kumaş özellikleri değişimi daha geniş bir aralıkta elde edilebilir. Konu ile ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalarda likralı havlu kumaşların mevcut kullanımını haricinde giysi ve teknik tekstil uygulamalarında kullanımını araştırılabilir ve yeni kullanım alanları oluşturulabilir.

KAYNAKLAR

- Acar, N. D. 2004. Havlu ve Bornoz Konfeksiyon Üzerine Bir Araştırma, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Adanur, S. 2020. Handbook of Weaving, Boca Raton, .
<https://doi.org/10.4324/9780429135828>
- Behera, B. K., Singh, J. P. 2014. Factors Contributing to Absorbency Behaviour of Pile Fabrics. Research Journal of Textile and Apparel, 18(3):, 81–93.
<https://doi.org/10.1108/RJTA-18-03-2014-B010>
- Çetin, L. 2017. Denizli’de Üretilen Dokuma Havlu ve Bornozluk Kumaşların Haslık ve Su Emicilik Özelliklerinin Araştırılması. Pamukkale Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 1–92.
- Cruz, J., Leitão, A., Silveira, D., Pichandi, S., Pinto, M., Figueiro, R. 2017. Study of moisture absorption characteristics of cotton terry towel fabrics. Procedia Engineering, 200:, 389–398. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.055>
- Demiral, S. 2008. Havlu Dokuma Makinalarında Optimum Çözümlü Gerginliği ve Havlu Kumaşlar Üzerine Etkisi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 1–104.
- Dornier, L. 2017. DORNIER ServoTerry® Air-jet Terry Weaving Machine Brochure.
- Durur, G., Öner, E. 2013. The Comfort Properties of the Terry Towels Made of Cotton and Polypropylene Yarns. Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 8(2):, 1–10.
- El-Ghezal, S., Babay, A., Dhouib, S., Cheikhrouhou, M. 2009. Study of the impact of elastane’s ratio and finishing process on the mechanical properties of stretch denim. Journal of the Textile Institute, 100(3):, 245–253.
<https://doi.org/10.1080/00405000701757925>
- Eren, H. A., Çeven, E. K., Günaydın K., G., Güler, M. S., Akdemir, E. 2020. Absorbency and Wicking Properties of Terry Towel Weaving Absorbency and Wicking Properties of Terry. 24 Union of engineers and textile technicians of Serbia, (May):, 23–31.
- Eren, R., Karahan, M., Alpay, H. R. 1998. Havlu Dokuma Makinelerinde Hav Oluşturma Mekanizmaları ve Son Teknolojik Gelişmelerin İncelenmesi, 1–48.
- Frontczak-Wasiak, I., Snyderski, M. 2004. Use Properties of Terry Woven Fabrics. Fibres and Textiles in Eastern Europe, 12(1):, 40–44.
- Halaçeli, H. 2009. Elastan İçeren Dokuma Kumaşlarda Üç Boyutlu Yaklaşımlar. Sanatta Yeterlilik Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İzmir, 1–199.

- Jönsson, E. 2011. A comparison of absorption methods. Degree of Master in Textile Technology, The Swedish School of Textiles, 1–28.
- Kadoğlu, P. H., Güldemet, P., Bayraktar, B., Duran, D. D. 2018. Elastik Özellikleri İyileştirilmiş Havlu Kumaş Üretimi ve Bunlardan Yeni Ürün Geliştirilmesi. , 1–73.
- Kakde, V., More, H., Magarwadia, B., Kejkar, V. 2017. Effect of Pile Density on Physical Properties of Terry Towel Fabric. International Journal on Textile Engineering and Processes, 3(1):, 1–3.
- Kandzhikova, G. D., Germanova-Krasteva, D. S. 2016. Subjective evaluation of terry fabrics handle. Journal of the Textile Institute, 107(3):, 355–363. <https://doi.org/10.1080/00405000.2015.1034927>
- Karahan, M. 2007. Experimental investigation of the effect of fabric construction on dynamic water absorption in terry fabrics. Fibres and Textiles in Eastern Europe, 15(3):, 74–80.
- Karahan, M., Eren, R. 2006. Experimental investigation of the effect of fabric parameters on static water absorption in terry fabrics. Fibres and Textiles in Eastern Europe, 14(2):, 59–63.
- Kumar, K., Gokarneshan 2019. Functional Properties of Terry Towels. Current Trends in Fashion Technology & Textile Engineering, 5(1):, 1–4.
- Morgil, Y. 2015. HAVLU ÖRME ÇORAPLARIN ISIL KONFOR ÖZELLİKLERİ. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1–143.
- Öner, E. 2008a. Dokuma Kumaşların Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. , 106.
- Öner, E. 2008b. Dokuma Kumaşların Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 1–106.
- Öner, E. 2019. Elastan_Ozlu_Pamuk_Ipliklerinin_Kalite_Ozellikleri. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7:, 342–351.
- Oner, E., Durur, G., Sirin, B. 2017. Simulation of the pile loop for terry woven fabrics. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 254(16):, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/254/16/162009>
- Özmen, B. 2010. Bambu ve Pamuk Elyafından Üretilen Havlu Kumaşların Kullanım Özellikleri Açısından Karşılaştırılması. Gazi Üniversitesi, El Sanatları Eğitimi Anabilim Dalı, Dokuma-Örgü Eğitimi Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 1–62.
- Petrulyte, P. S., Ph, D. 2008. Analysis of Dynamic Water Absorption Phenomenon in Pile Fabrics. , 57(5):, 211–217.

- S.Uyanık 2018. Examining absorbency properties of the pile loop knitted fabrics with moisture management tester. *International Advanced Researches and Engineering Journal*, 02(02):, 159–166.
- Sekerden, F. 2012. Effect Of Pile Yarn Type On Absorbency, Stiffness, and Abrasion Resistance of Bamboo/Cotton and Cotton Terry Towels. *Wood and Fiber Science*, 44(2):, 189–195.
- Sekerden, F. 2015. A comparative analysis of towels produced from twisted and twistless cotton pile yarns in terms of absorptive capacity and flexural rigidity. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 10(1):, 109–114. <https://doi.org/10.1177/155892501501000111>
- Singh, J. P., Behera, B. K. 2015. Performance of terry towel. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 40(1):, 112–121.
- Şirin, B. 2013. Havlu Kumaşlarda İlmek Yapısının Görüntü Analiz İşleme Teknolojisi ile Analizi. Pamukkale Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 1–88.
- Stoyanova Germanova-Krasteva, D., Dimitrova Kandzhikova, G., Grigorov Bochev, A. 2013. Influence of terry fabrics structure on dynamic sorption. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 25(4):, 243–256. <https://doi.org/10.1108/09556221311326284>
- Süle, G. 2015. The effects of jacquard woven fabric constructional parameters and Elastane yarn on bending rigidity. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 10(2):, 164–170. <https://doi.org/10.1177/155892501501000219>
- Ünal, B. Z., Koç, E. 2010. Optimization of the production cost and/or selected performance properties of towel fabrics. *Journal of the Textile Institute*, 101(11):, 996–1005. <https://doi.org/10.1080/00405000903080837>
- Uyanık, S., Zervent Ünal, B., Çelik, N. 2013. Farklı Büküm Tiplerine Sahip Hav İpliklerinin Havlu Performans Özelliklerine Etkisi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(1):, 101–110.
- Varghese, N., Thilagavathi, G. 2015. Development of woven stretch fabrics and analysis on handle, stretch, and pressure comfort. *Journal of the Textile Institute*, 106(3):, 242–252. <https://doi.org/10.1080/00405000.2014.914652>
- Yakartepe, M. 1995. Havlu ve Havlu Dokuma Makineleri.
- Yılmaz, N. D., Powell, N. B. 2005. The Technology Of Terry Towel Production. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 4(4):, 115–160.
- Yıldırım, F. F., Gelgeç, E., Deniz, A. C., Çörekçioğlu, M., Palamutçu, S. 2018. The Comparison of Quick Drying Characteristics of Light-Weight Warp Knitted Towels.

Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 2(26):, 45–54.

Zervent Ünal, B. 2007. Dokunmuş Havlu Kumaşların Üretim Parametreleri ve Performans Özelliklerinin Optimizasyonu. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi, 1–232.

ÖZ GEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sümeyye REÇEL ASLAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Türkiye-Bursa 21.02.1994
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Hasan Ali Yücel Lisesi (2008-2012)
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Tekstil Mühendisliği (2012-2017)

Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı (2017-2021)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Bursalı Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş. (2019 – halen)

İletişim (e-posta) : smyyrcl@gmail.com

Yayınları :

Reçel S. , Yener E. , Uslu O. , “Ürünlerin Konfor Özelliklerini Geliştirmesi İçin Doğal İpliklere Punta İşleminin Uygulanması” , 4. Uluslararası Mühendislik Ve Teknoloji Yönetimi Kongresi – Firma Poster Sunumu, Ekim 2019, Online.

Reçel S. , Günç S. , “Temas Yüzeyi Arttırılmış Ekolojik Kaymaz Paspas Geliştirilmesi”, FARABI VII. AR-GE ve İnovasyon Proje Pazarı - Firma Bildiri ve Proje Sunumu , 24 Mayıs 2021 , Zonguldak.

Reçel S. , Yener E. , Akyol G. , “Ürünlerin Konfor Özelliklerini Geliştirmesi İçin Doğal İpliklere Punta İşleminin Uygulanması” , ISTANBUL International Modern Scientific Research Congress – Firma Poster Sunumu, 4-5 Haziran, 2021, İstanbul.