

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

**HAVLU KUMAŞLARIN YAPISAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
BİR ARAŞTIRMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERVE YARALI

DENİZLİ, TEMMUZ - 2021

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



**HAVLU KUMAŞLARIN YAPISAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
BİR ARAŞTIRMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERVE YARALI

DENİZLİ, TEMMUZ - 2021

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

Merve YARALI

ÖZET

**HAVLU KUMAŞLARIN YAPISAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MERVE YARALI
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GÜNGÖR DURUR)

DENİZLİ, HAZİRAN – 2021

Havlu kumaşların üretiminde Türkiye, dünyada ilk sıralarda yer almaktadır. Hammaddeden son kullanıcıya kadar tüm aşamalar Türkiye de gerçekleşmektedir. Dolayısıyla havlu kumaşlar üzerine bilimsel ve teknik çalışmalar artmaktadır. Bu çalışma, havlu kumaşların yapısal özelliklerin irdelenmesi konusunda gerçekleştirilmiştir. Havlu kumaşlarda yer alan ilmelerin kuvvet altında gösterdiği değişimler teorik ve uygulamalı olarak incelenmiştir. Teorik olarak hav üzerinde uygulanan kuvvetler, hav ipliğinin ilişkide bulunduğu zemin iplikleri olarak adlandırılan atkı ve çözgü iplikleri ilişkilidir. Hav çekme kuvvetini havlunun atkı yönündeki özellikleri büyük oranda etkiler iken çözgü yönündeki hav ipliğine komşu ipliklerde nispeten etkilemektedir. Her iki yöndeki etkilerin bileşkesi hav ipliğine uygulanan çekme kuvvetinin sonucunu belirlediği tespit edilmiştir. Uygulamalı inceleme de çalışmanın örnekleri, bilinen 3 farklı hav oluşturma yönteminde değişik atkı sıklıklarında supima, mısır penyesi, karde ve Open/End(O.E.) iplikleri ile üretilmiştir. Örneklerde kullanılan ipliklerin sürtünme özelliklerinin tespiti için özel düzenek tasarlanmış, standartlara uygun olarak ölçümleri yapılmıştır. İpliklerin sürtünme katsayıları, ipliklerin elde etme yöntemine göre yüzey düzgünlüğü ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Standartlara uygun olarak hav çekme kuvveti uygulanmış, hav oluşturma tekniklerine bağlı olarak farklı sıklıklarda değerler elde edilmiş, karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır. Sonuç olarak, sürtünme katsayısı yüksek ipliklerde hav çekme kuvveti de artmaktadır, benzer şekilde atkı sıklığının artması 3 atkılı yapılarda hav çekme kuvvetini arttığı, 5 atkılı yapılarda ise nispeten azaldığı görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları ile havlu kumaşların ilme çekme kuvvetlerinin belirlenmesi ürünün tasarım ve üretim öncesi mümkün kılmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER:Havlu, Havluda ilmeler, İlme çekilmesi, İplik sürtünme katsayısı, Hav oluşumu

ABSTRACT

**HAVLU KUMAŞLARIN YAPISAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA
MSC THESIS
MERVE YARALI
PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
TEXTILE ENGINEERING**

(SUPERVISOR: PROF.DR. GÜNGÖR DURUR)

DENİZLİ, JUNE 2021

Turkey ranks first in the world in the production of terry fabrics. All stages from raw material to end user take place in Turkey. Therefore, scientific and technical studies on terry cloth are increasing. This study was carried out to examine the structural properties of terry fabrics. The changes of the loops in the terry cloths under the force were examined theoretically and practically. Theoretically, the forces applied on the pile are related to the weft and warp threads, which are called the ground threads with which the pile thread is related. While the pile pulling force is greatly affected by the properties of the towel in the weft direction, it relatively affects the yarns adjacent to the pile yarn in the warp direction. It has been determined that the resultant of the effects in both directions determines the result of the pulling force applied to the pile yarn.

In the applied examination, the samples of the study were produced with supima, corn combed, carded and Open/End (O.E.) yarns at different weft densities in 3 different pile forming methods. A special mechanism was designed to determine the friction properties of the yarns used in the samples, and measurements were made in accordance with the standards. It has been determined that the friction coefficients of the yarns are related to the surface smoothness of the yarns according to the production method. Pile pulling force was applied in accordance with the standards, values were obtained at different frequencies depending on the pile forming techniques, compared and interpreted. As a result, pile pulling force increases in yarns with high friction coefficient, similarly, it has been observed that the increase in weft density increases the pile pulling force in 3-weft structures and decreases relatively in 5-weft structures. The results of this study make it possible to determine the loop tensile forces of terry fabrics before the design and production of the product.

KEYWORDS:Towel, Loops on towel, Pull loop, Yarn friction coefficient, Pile formation

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Havlu Dokuma Kumaşların Yapısı ve Özellikleri.....	1
1.2 Havlu Dokuma Kumaşların Hammadde Özellikleri	4
1.3 Havlu Dokuma Kumaşların İplik Özellikleri	4
1.3.1 Zemin çözgü iplikleri.....	5
1.3.2 Hav çözgü iplikleri.....	5
1.3.3 Atkı iplikleri.....	6
1.4 Havlu Dokuma Kumaşların Üretim Süreci	7
1.4.1 Dokuma hazırlık işlemleri	8
1.4.1.1 Çözgü Çözme	8
1.4.1.2 Çözgü Haşılama	8
1.4.1.3 Taharlama.....	9
1.5 Havlu Dokuma Kumaşların Üretiminde Sürtünmenin Önemi	11
1.5.1 İplik-İplik Sürtünmesi.....	13
1.5.1.1 Capstan Yöntemi.....	14
1.5.1.2 Bükülmüş İplik Yöntemi.....	15
1.5.2 İplik-Metal Sürtünmesi	16
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	19
2.1 Önceki Çalışmalar	19
3. MATERYAL-METOT	24
3.1 Materyal Seçimi	24
3.1.1 Atkı Sıklığının Etkisi	28
3.1.2 Atkı Sayısının Etkisi	28
3.1.3 Hav İplik Türünün Etkisi	28
3.1.4 Terbiye İşleminin Etkisi.....	28
3.2 Makine Özellikleri.....	29
3.2.1 Dokuma Makinesi.....	29
3.2.2 Over- Flow Makinesi	29
3.2.3 Kopma Mukavemet Cihazı	30
3.2.3.1 İplik-İplik ve İplik-Metal Sürtünme Katsayısının Belirlenmesinde Kullanılan Cihaz.....	33
3.2.3.2 İplik-İplik Sürtünme Katsayısı.....	36
3.2.3.2.1 180° Sarım Açısıyla İplik-İplik Sürtünme Katsayısının Hesaplanması	36

3.2.3.2.2	90° Sarım Açısıyla İplik-İplik Sürtünme Katsayısının Hesaplanması	38
3.2.3.3	İplik-Metal Sürtünme Katsayısı	39
4.	BULGULAR	41
4.1	İlme Çekme Test Sonuçları	41
4.1.1	Ham Havlu Numuneleri	41
4.1.1.1	Kullanılan Hammaddelerin Etkisi	41
4.1.1.2	Atkı Sayısının Etkisi	47
4.1.1.3	Sıklığın Etkisi	51
4.1.2	Mamül Havlu Numuneleri	55
4.1.2.1	Kullanılan Hammaddelerin Etkisi	55
4.1.2.2	Atkı Sayısının Etkisi	59
4.1.2.3	Sıklığın Etkisi	63
4.1.3	Ham-Mamül Karşılaştırılması	67
4.1.3.1	3 Atkılı	67
4.1.3.2	4 Atkılı	69
4.1.3.3	5 Atkılı	71
4.2	Sürtünme Testi Sonuçları	73
4.2.1	İplik-İplik Sürtünme Testi Sonuçları	73
4.2.1.1	180° Sarım Açısı ile Ham İpliklerin Sonuçları	73
4.2.1.2	180° Sarım Açısı ile Mamül İpliklerin Sonuçları	74
4.2.1.3	90° Sarım Açısı ile Ham İpliklerin Sonuçları	76
4.2.1.4	90° Sarım Açısı ile Mamül İpliklerin Sonuçları	77
4.2.2	İplik- Metal Sürtünme Testi Sonuçları	79
4.2.2.1	Ham İpliklerin Test Sonuçları	79
4.2.2.2	Mamül İpliklerin Test Sonuçları	81
4.3	Hav İpliğine Uygulanan Kuvvetin Teorik Yaklaşımı	82
4.4	Teorik Yaklaşım Hesaplamaları	88
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	93
6.	KAYNAKLAR	95
7.	ÖZGEÇMİŞ	98

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1:3 atkılı desen raporun	3
Şekil 1.2: Havluların sınıflandırılması.....	3
Şekil 1.3:İlmeli yapı üretim işlem akış şeması	7
Şekil 1.4:Üç atkılı havlu kesiti	10
Şekil 1.5:Dört atkılı hav kesiti	10
Şekil 1.6:İplik sürtünme özelliklerini etkileyen faktörler	12
Şekil 1.7:Capstan yöntemi	14
Şekil 1.8:Bükülmüş iplik yöntemi	15
Şekil 1.9:İplik-materyal sürtünmesini belirlemek için kullanılan aparat	17
Şekil 1.10:İplik-materyal sürtünmesini belirlemek için kullanılan aparat	18
Şekil 3.11:Numune havlu kumaşa değişen faktörler	26
Şekil 3.12:Üç atkılı desen konstrüksiyonu ve hav oluşumu	27
Şekil 3.13:Dört atkılı desen konstrüksiyonu ve hav oluşumu	27
Şekil 3.14:Beş atkılı desen konstrüksiyonu ve hav oluşumu.....	27
Şekil 3.15:Numunelerin üretildiği dokuma makinesi	29
Şekil 3.16: Over-Flow makine.....	30
Şekil 3.17:Kopma mukavemet cihazı	31
Şekil 3.18:Gergi kısaçları	32
Şekil 3.19:Ölçüm cihazının genel görünümü	33
Şekil 3.20:Ölçüm cihazının teknik çizimi	34
Şekil 3.21:6V 500 rpm redüktörlü mikro DC motor	34
Şekil 3.22:3D yazıcı ile imalat edilen redüktör görseli	35
Şekil 3.23:DC motor hız kontrol ünitesi.....	36
Şekil 3.24:Tension View DTMX-500 iplik tansiyon cihazı.....	37
Şekil 3.25:Tension View DTMX-500 iplik tansiyon cihazındaki ölçümü sağlayan silindirler	37
Şekil 3.26:İplik-iplik sürtünme testi	38
Şekil 3.27:İplik-iplik sürtünme katsayısının 90 derece açı ile hesaplanmasında kullanılan ham ve	39
Şekil 4.28:15 sıklık ham mısır penyesi, karde, supima, O.E. ipliklerin	44
a)3 atkılı b)4 atkılı c)5 atkılı.....	44
Şekil 4.29:17,5 sıklık ham mısır penyesi,karde,supima, O.E. ipliklerin	45
a)3 atkılı b)4 atkılı c)5 atkılı.....	45
Şekil 4.30:20 sıklık ham mısır penyesi, supima, karde, O.E. ipliklerin	46
a) 3 atkılı b)4 atkılı c)5 atkılı.....	46
Şekil 4.31:15 sıklık 3/4/5 atkılı a) Karde b) Mısır penyesi c) Supima	48
d) O.E. ham ipliklerin ilme.....	48
Şekil 4.32:17,5 sıklık 3/4/5 atkılı a)Karde b)Mısır penyesi c) Supima d) O.E. ham ipliklerin ilme	49
Şekil 4.33:20 sıklık 3/4/5 atkılı a)karde b)Mısır penyesi c) Supima d) O.E. ham ipliklerin ilme çekme.....	50
Şekil 4.34:3 atkılı 15/17,5/20 sıklık a)Karde b)Mısır penyesi c) Supima d) O.E. ham ipliklerin ilme.....	52
Şekil 4.35:4 atkılı 15/17,5/20 sıklık a)Karde b)Mısır penyesi c) Supima d) O.E. ham ipliklerin ilme.....	53

Şekil 4.36: 5 atkılı 15/17,5/20 sıklık a)Karde b)Mısır penyesi c) Supima d) O.E. ham ipliklerin ilme.....	54
Şekil 4.37: 15 sıklık mamül mısır penyesi, karde, supima, O.E. ipliklerin a)3 atkılı b)4 atkılı c)5 atkılı.....	56
Şekil 4.38: 17,5 sıklık mamül mısır penyesi, karde, supima, O.E. ipliklerin a)3 atkılı b)4 atkılı c)5.....	57
Şekil 4.39: 20 sıklık mamül mısır penyesi, karde, supima, O.E. ipliklerin a)3 atkılı b)4 atkılı c)5 atkılı.....	58
Şekil 4.40: 15 sıklık 3/4/5 atkılı a) Karde b) Mısır penyesi c) Supima d) O.E. mamül ipliklerin ilme	60
Şekil 4.41: 17,5 sıklık 3/4/5 atkılı a) Karde b) Mısır penyesi c) Supima d) O.E. mamül ipliklerin ilme	61
Şekil 4.42: 20sıklık 3/4/5 atkılı a) Karde b) Mısır penyesi c) Supima d) O.E. mamül ipliklerin ilme	62
Şekil 4.43: 3 atkılı 15/17,5/20 sıklık a)Karde b)Mısır penyesi c)Supima d)O.E. mamül ipliklerin ilme	64
Şekil 4.44: 4 atkılı 15/17,5/20 sıklık a)Karde b)Mısır penyesi c)Supima d)O.E. mamül ipliklerin ilme	65
Şekil 4.45: 5 atkılı 15/17,5/20 sıklık a)Karde b)Mısır penyesi c)Supima d)O.E. mamül ipliklerin ilme	66
Şekil 4.46: 3 atkılı a)Karde b)Mısır penyesi c)Supima d)O.E. 15/17,5/20 sıklık ham- mamül ipliklerin.....	68
Şekil 4.47: 4 atkılı a)Karde b)Mısır penyesi c)Supima d)O.E. 15/17,5/20 sıklık ham- mamül ipliklerin.....	70
Şekil 4.48: 4 atkılı a)Karde b)Mısır penyesi c)Supima d)O.E. 15/17,5/20 sıklık ham- mamül ipliklerin.....	72
Şekil 4.49: 180°sarım açısıyla ham iplik türlerin sürtünme katsayı grafiği	74
Şekil 4.50: 180° sarım açısıyla mamül iplik türlerin sürtünme katsayı grafiği	75
Şekil 4.51: 180° sarım açısıyla ham-mamül iplik türlerin sürtünme katsayı grafiği	76
Şekil 4.52: 90°sarım açısıyla ham iplik türlerin sürtünme katsayı grafiği	77
Şekil 4.53: 90° sarım açısıyla mamül iplik türlerin sürtünme katsayı grafiği ..	78
Şekil 4.54: 90° sarım açısıyla ham-mamül iplik türlerin sürtünme katsayı grafiği	79
Şekil 4.55: Ham iplik türlerin iplik-metal sürtünme katsayı grafiği.....	80
Şekil 4.56: Mamül ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayı grafiği	82
Şekil 4.57: İplik-metal ham-mamül iplik türlerin sürütme katsayı grafiği	82
Şekil 4.58: 3 atkılı havlu kumaşta hav modellemesi	83
Şekil 4.59: 3 atkılı havlu yapısı	84
Şekil 4.60: Yapılan iş grafiği	84
Şekil 4.61: 3 atkılı havlunun örgü raporu	85
Şekil 4.62: Hav ipliğine uygulanan kuvvete karşı atkı yönünde gösterdiği etki	86
Şekil 4.63: Hav ipliğine uygulanan kuvvete karşı çözümlü yönünde gösterdiği etki	87
Şekil 4.64: Numune kumaşta değişen faktörler	88
Şekil 4.65: 3 atkılı havlu dokuma sistemi.....	90
Şekil 4.66: 4 atkılı havlu dokuma sistemi.....	91
Şekil 4.67: 5 atkılı havlu dokuma sistemi.....	91

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1 : İplik sürtünmesi ölçümünde kullanılan test cihazları	13
Tablo 3.2 : Numune havlu kumaş özellikleri	26
Tablo 3.3: Hav çekme cihazına girilen bilgiler	31
Tablo 4.4: Asılacak olan T1 ağırlığın tablosu.....	73
Tablo 4.5: 180° sarım açısı ile ham ipliklerin T2 ve μ değerleri	74
Tablo 4.6: 180° sarım açısı ile mamül ipliklerin T2 ve μ değerleri.....	75
Tablo 4.7: 90° sarım açısı ile ham ipliklerin T2 ve μ değerleri	77
Tablo 4.8: 90° sarım açısı ile mamül ipliklerin T2 ve μ değerleri.....	78
Tablo 4.9: İplik-metal ham ipliklerin T2 ve μ değerleri	80
Tablo 4.10: İplik-metal mamül ipliklerin T2 ve μ değerleri.....	81
Tablo 4.11: Numune havluların üretiminde kullanılan iplikler türleri.....	88
Tablo 4.12: Numune havluların üretiminde kullanılan iplikler çapları.....	88
Tablo 4.13: 3 atkılı hav boy uzunluğu.....	90
Tablo 4.14: 4 atkılı hav boy uzunluğu.....	91
Tablo 4.15: 5 atkılı hav boy uzunluğu.....	92

SEMBOL LİSTESİ

gr/lt	:	Litredeki gram miktarı
t/m	:	İplik de yer alan metredeki büküm katsayısı
%	:	Yüzde
gr/m²	:	1 m ² deki gram ağırlığın değeri
cm	:	Santimetre (uzunluk birimi)
α	:	İplik büküm katsayısı
e	:	Euler(2,71)
mN/tex	:	Sürtünme cihazında ipliğin birim tex' e giriş gerginliği
mm	:	Milimetre
m/dk	:	Dakika da aldığı mesafe
π	:	pi (3,14)
dm⁻¹	:	Atkı sıklığı birimi
°C	:	Santigrat derece
°F	:	Fahrenheit derece
mm/dk	:	İlmeği sökmek için dakika da mm cinsinden aldığı mesafe
N	:	Newton
dk	:	Dakika
F.O.	:	Flotte Oranı
rpm	:	Silindirin dakikadaki devir sayısı
i	:	Çevirme oranı
V	:	Volt
gr	:	Gram
pH	:	Çözeltinin asitlik ve bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi
Ne	:	İngiliz iplik numara sistemi
Tex	:	Uluslararası iplik ağırlık sistemi
Nm	:	İplik numara metrik sistemi
O.E.	:	Open/End

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimimin en başından itibaren tez konusunun seçimi ve tezin değerlendirilmesi sırasında yol gösteren, tecrübesini ve desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. GÜNGÖR DURUR'a, tez kapsamında üretilen numune kumaşları tedarik edilmesinde yardımcı olan, Dok-San Denizli Dokuma San. Ve Tic. A.Ş. Ar-Ge Merkezine ve konu hakkındaki bilgisi ile bana yol gösteren Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı'ndaki öğretim üyelerine, hayatımın her döneminde yanımda olan beni bugünlere getiren ve her konuda destek olan, sevgisini benden esirgemeyen Annem Zeliha YARALI, Babam Refik YARALI ve ağabeylerim Atilla YARALI ve Burhan YARALI' ya çalışmalarımı gerçekleştirdiğim dönem boyunca bana gösterdiği anlayış ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Türkiye' nin önemli endüstri sektörlerinden biride tekstil sektörüdür. Tekstil, lifin temin edilmesi ile tüketicinin istekleri doğrultusunda mamul ürün oluncaya kadar geçen aşamaları kapsamaktadır. Tekstil ve konfeksiyon ürünlerin kullanım amacı genellikle; çevresel koşullardan, dış etkenlerden korunmak, yaşamı kolaylaştırmak, giyinmek, diğer insanlardan farklı görünmek vb. Tekstil ve konfeksiyon sektöründe önemli bir payda bulunan ev tekstili ürünleri (nevresim takımları, perdeler, havlular, bornozlar, masa örtüleri vb.) ise günlük hayatta hem mekanlara estetik görünüm kazandırmak hem de ihtiyaçlar doğrultusunda kullanılan ürünlerdir. Tekstil sektörünün Bursa, Denizli, İstanbul, İzmir ve Uşak illerinde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir.

Tekstil sektörünün alt dallarından olan dokuma kumaş üretimi ise önemli bir yere sahiptir. Dokuma kumaş üretimlerinden havlu ve havlu kumaşların kullanımı ilk sırada yer almaktadır. Havlu dokumacılığı üzerine Manchester' daki Tekstil Enstitüsü'nün yaptıkları çalışma da, havlu üretiminin ilk olarak Türkiye'de gerçekleştirildiği görülmüştür. Yapılan çalışmalarda 18. yy'da havlu dokusunun Bursa' da dokunduğu tespit edilmiştir. Bursa' da dokunan havlular Türkiye' yi ziyaret eden İngiliz "Henry Christie" tarafından beğenilmiş, ürünler İngiltere' ye götürülmüş ve 1850 yılında "Samuel Hold" tarafından dokuma makinesi havlu mekanizması patentini alarak üstü havlı havlunun dokunması başlanmıştır. 1852 yılından sonra havlu dokumaları için mekanik dokuma makineleri üretilmeye başlanmıştır ve zamanla büyük bir gelişme göstererek tekstil endüstrisinde önemli bir yere sahip olmuştur. Havlu kumaşlar hala dış ülkelerde "Türk Kumaşı" ve "Türk Havlusı" olarak adlandırılmaktadır (Bozgeyik 1991).

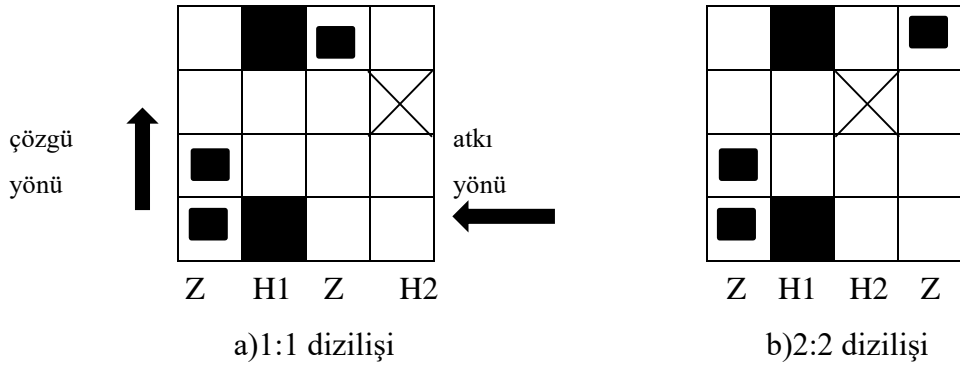
1.1 Havlu Dokuma Kumaşların Yapısı ve Özellikleri

Kumaş yüzeyine farklı bir görünüm oluşturmak amacıyla ipliklerin ilmek veya püskül formunda zeminden dışa çıkmasıyla oluşturulan "hav" denilen yapıya sahip

kumaşlara “havlı kumaşlar” denilmektedir. Battaniye, halı, kadife kumaş ve havlular bu gruba girmektedir (Özmen 2010). Hav bir havlu kumaşın bir tarafında veya her iki tarafında da oluşturulabilir. Hav yapısı havlu kumaşların yapısı ve kullanım özellikleri göre önemli bir etkiye sahiptir (Frontczak ve diğ. 2004). Havlu kumaşlar dokuma ve örme olmak üzere iki şekilde üretilmektedir, çoğunlukla dokuma tercih edilmektedir. Havlu üretim prosesi genel olarak iplik, dokuma/örme, terbiye ve konfeksiyon aşamalarından oluşmaktadır (Ünal 2007). Havlu kumaşlarda havı meydana getiren ilmenin %100 pamuk ipliği olması tercih edilmektedir. Dokuma havlu kumaşların üretiminde zemin ipliği de %100 pamuk ipliği olmalıdır, örme havlu kumaşların üretiminde ise havlu ağırlığının %12’ den fazla olmamak kaydıyla pamuk- sentetik karışımı veya sentetik olmalıdır (Ala ve İkiz 2013). Havlular farklı ebatlarda üretilmektedir. Havlı dokuma kumaşları değişik konstrüksiyon özelliklerinde, farklı atkı-çözümlü sıklıklarında ve değişik atkılı sistemlerle üretilmektedir. Dokuma havlu kumaş üretiminde genellikle atkı sıklığı 12-25 atkı/cm, çözümlü sıklığı 18-30 çözümlü/cm değerleri arasında değişiklik göstermektedir (Keser 2016). Dokuma havlu kumaşlarda 2-3-4-5-6 ve 7 atkı sayısına göre bir hav oluşturulmaktadır (Ünal 2007). Havlu üretimlerinde genellikle 3 ve 4 atkılı sistemler kullanılmaktadır. Ön ve arka yüzeyinde hav bulunan havluların hidrofilitesi tek bir yüzeyinde hav bulunan havlulara göre daha yüksektir. Çözümlü iplikleri kumaşın enine doğru 1 hav-1 zemin veya 2 hav -2 zemin şeklinde dizilmektedir (Ünal 2007).

Havlu kumaşlardan bir takım özellikler beklenmektedir. Bunlar;

- Güzel görünüm
- İyi bir su emicilik
- Mukavemet dayanımı yüksek
- Yüksek haslık değerleri
- Yıkabilirlik ve kolay temizleme
- Yumuşak tutumdur (Acar 2004).



Z : zemin çözgü ipliği

H1 : ön yüz hav çözgü ipliği

H2 : arka yüz hav çözgü ipliği

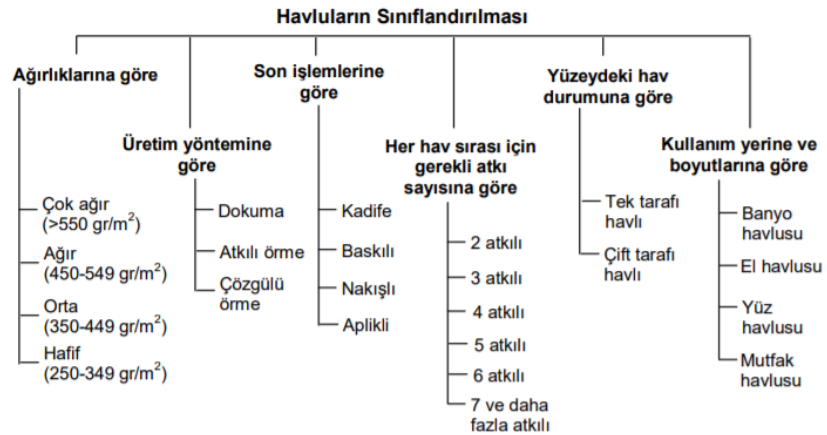
■ : zemin çözgünün üstte olduğu konum

■ : ön yüz hav çözgüsünün üstten olduğu konum

⊗ : arka yüz hav çözgüsünün üstte olduğu konum

Şekil 1.1: 3 atkılı desen raporun (Yılmaz, Powell ve Durur 2005)

Havluların fiziksel özellikleri genellikle aynıdır, havlular arasında farklılık gösteren parametreler bordür, hav verimi, kısa hav mesafesi denilebilir. Havluların sınıflandırılması ağırlıklarına, üretim yöntemlerine, terbiye işlemleri, hav boyuna, kullanım alanına ve ebatlarına göre yapılabilir (Ünal 2007).



Şekil 1.2: Havluların sınıflandırılması (Yılmaz, Powell ve Durur 2005)

1.2 Havlu Dokuma Kumaşların Hammadde Özellikleri

Havlu kumaşların yüksek hidrofilite, yüksek yaş mukavemet, iyi boyanabilme yeteneği, yüksek renk haslığı, yıkanabilirlik, yumuşak tutum, anti alerjilik gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir (Özmen 2010). Atkı ipliği, zemin ipliği, hav ipliği ve yapısında kullanılan hammadde ve kullanım özellikleri bir havlu kumaşı tasarlamak için gerekli ana parametrelerdir (Frontczak ve diğ. 2004). %100 pamuk ipliklerinden üretilen havlular bu parametrelerin tümünü sağlamaktadır. Son zamanlarda pamuk ipliğinin yanı sıra modal, bambu, lyocell, soya, mısır, deniz yosunu ve keten gibi liflerden üretilen iplikler düşük oranda olsa da havlu üretiminde kullanılmaktadır (Özmen 2010). Keten lifli havlularda kullanımda ise kuru halde mukavemeti pamuktan yüksek yaş mukavemeti ise %25 oranında artmasına sebep olmaktadır ve oldukça emiciliği yüksek liflerdir. Fakat sert oluşu ve işleme proseslerin uzunluğu bu lifin havlularda kullanımının yaygınlaşmamasına sebep olmuştur, daha çok özel masaj ve sauna havluların üretiminde kullanımı görülmektedir. Otel havluların sık yıkanmasından dolayı nadiren zemin ve atkı ipliklerinde polyester/pamuk karışımı kullanılabilir. Sentetik ve sentetik karışımı ipliklerle üretilen havlular böylece daha çok yıkamaya dayanıklı ve yıkama sonrası çekmezlik özelliğinin gelişmesi sağlanmaktadır. Son yıllarda kendi ağırlığının 5-7 katı kadar su çekebildiklerinden pamuk lifi ile karışım olarak mikrofilament polyesterden üretilmiş iplikler havlu üretimlerinde kullanılmaktadır. Ayrıca pamuk lifine kıyasla yüksek yumuşaklık, hidrofilite, boyama sonrası renk parlaklığı, yüksek renk haslığı ve bakım kolaylığı gibi özelliklere sahip %100 kayın ağacı selülozundan temin edilen modal lifli havlu üretimi ve kullanımı son yıllarda artış göstermiştir. Pamukla karıştırılmasıyla, pamuğun sık yıkama sonrası sertleşme ve sararma sorunu büyük oranda azaldığı gözlemlenmiştir. (Ünal 2007).

1.3 Havlu Dokuma Kumaşların İplik Özellikleri

Havlu kumaşlarda iyi bir su emme özelliği, yüksek yaş dayanımı, atkı ve çözgü de kopma mukavemetlerin iyi olması, yumuşak tutum, yıkanabilirlik ve kolay temizlenme, alerji yapmama, dayanıklılık ve uzun ömürlü olması gibi bir takım özellikler beklenmektedir. Beklenen bu özellikler havlu kumaşların üretiminde

kullanılan ipliklerde de göz önünde bulundurulmaktadır. Havlu kumaşlar; hav çözüğü, zemin çözüğü ve atkı olmak üzere üç iplik sistemiyle üretilmektedir.

- Zemin çözüğü ipliğı
- Hav çözüğü ipliğı
- Atkı ipliğı

1.3.1 Zemin çözüğü iplikleri

Zemin çözüğü iplikleri dokuma havlu kumaş üretiminde yüksek gerilime maruz kaldıklarından zemin çözüğü ipliğı seçiminde genellikle yüksek mukavemetli ve esnek olmasına dikkat edilir. Bu sebepten dolayı zemin çözüğülerinde genellikle bükümlü iplikler kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji ile haşılanmış tek kat ipliklerde zemin çözüğülerinde de kullanılmaya başlanmıştır (Ünal 2007). Yüksek bükümlü ipliğı boyalı iplikleri zemin çözüğülerinde kullanılması da olumlu sonuçlar vermektedir (Eren, Alpay ve Karahan 2004).

Zemin çözüğü ipliklerinden yüksek mukavemet ve uzama özellikleri beklenmesinden dolayı %100 pamuklu iplik veya yüksek mukavemeti sağlayan pamuk/polyester karışım iplikte kullanılabilir. İplik türü olarak genellikle karde iplik türü seçilmekte olup üretimde nispeten düşük maliyeti sağlamak için Open/End iplik türü de kullanılabilir. Zemin çözüğü ipliklerinde genellikle 500-550 t/m bükümlü Ne 20/2 veya Ne 24/2 iplik numarası tercih edilmekte veya haşılama işlemine tabi tutulan tek katlı Ne 12/1 veya Ne 10/1 iplikler de kullanılabilir (Ünal 2007).

1.3.2 Hav çözüğü iplikleri

Havlu kumaşlar kullanım amacı doğrultusunda yumuşak, yüksek su emicilik, iyi renk haslığı gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir. Hav ipliğı havlu kumaşların yapısının oluşturulmasında ve bu özelliklere sahip olmasını sağlayan temel iplik türüdür. Yıllardan bu yana genellikle hav ipliğı %100 pamuk lifinden üretilmiş iplikler tercih edilmektedir. Gelişen çalışmalar ile diğer bazı liflerden üretilen iplikler havlu

kumaşlarda beklenen özellikleri sağlayabildiği tespit edilmiştir (Özmen 2010). Üretilecek havlunun kalitesine bağlı olarak hav ipliği penye, karde ve Open/End gibi iplik türleri kullanılabilir ancak bu tür ipliklerle üretilen havluların tuşe ve su emiciliği nispeten düşük olmaktadır (Eren ve diğ. 2004).

Hav çözgü ipliği olarak üretimde genelde Ne 16/2, Ne 20/2, Ne 24/2, Ne 30/2, Ne 8/1, Ne 10/1, Ne 12/1, Ne 16/1 ve Ne 20/1 numaralı iplikler kullanılmaktadır (Özmen 2010). Birim uzunluktaki hav çözgü ipliği miktarı hav/zemin oranı olarak ifade edilmekte ve büküm katsayısı değeri 2-10 değerleri arasında değişmektedir. Hav çözgü ipliklerinde haşıl işlemi görmemiş çift katlı ipliklerde kullanılmaktadır. Havda kullanılan ipliklere büküm sayısı 200-255 t/m aralığında olmaktadır. Hav ipliğinde büküm sayısı veya diğer bir ifade ile büküm katsayı değeri havlu kumaşlarda;

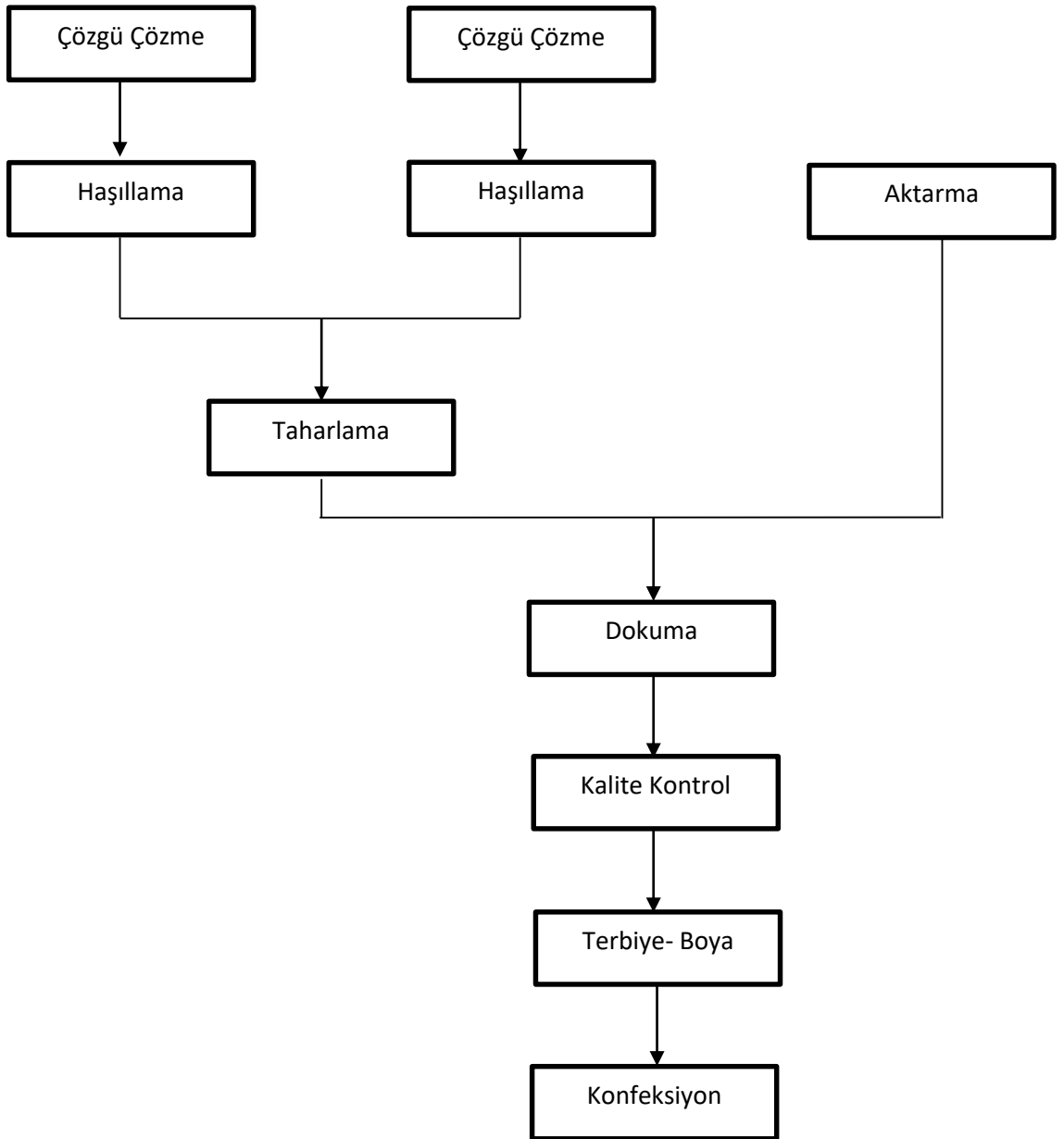
- Düşük büküm katsayısı havluda tuşe ve emiciliğin yüksek olmasına, kumaş mukavemetin düşük olmasına ancak hav kesiminde (kadifelendirme işlemi) fire oranı artışına neden olur.
- Yüksek büküm katsayısı havlu kumaş üretiminde dokuma makinası randımanının artmasını sağlar. Bununla birlikte havların sıralanışı oldukça düzgün bir şekilde olur ve hav kesiminde (kadifelendirme işlemi) işlem kolaylığı sağlar (Ünal 2007).

1.3.3 Atkı iplikleri

Atkı ipliği havlunun kalitesinin yanı sıra dokuma randımanı açısından da oldukça önemlidir. İstenen havlunun gramaj ve sıklığına bağlı olarak uygun atkı ipliğinin seçilmesi gerekmektedir. Endüstride yaygın olarak, Ne 20/1, Ne 16/1 ve Ne 2/1 numaralarda ve 240-255 t/m büküme sahip iplikler tercih edilmektedir. Atkı iplik türü karde ve Open/End olarak tercih edilebilir. İplik seçimi maliyet, kalite ve randıman göz önüne alınarak karar verilmesi gereken bir olgudur. Atkı ipliği olarak yüksek kaliteli iplikler kullanmak anlamlı değildir, ancak düşük kaliteli bir ipliğin de dokuma randımanını olumsuz etkileyeceği göz ardı edilmemeli ve her duruşun havlu üretiminde hataya neden olabileceği göz önüne alınmalıdır. Özellikle dokuma kumaş eni geniş ve/veya yüksek hızlı dokuma makinalarında çalışılması durumunda düşük mukavemetli atkı ipliğinin iyi sonuç vermeyeceği ve sık sık cımbaz patlama diye tabir

edilen dokuma esnasında kumaşın cımbaz altına gelen kısımlarının yırtılması sorununu meydana getireceği bilinmelidir. Havlularda isteğe bağlı olarak fantezi örgülerle veya çok geniş bir aralıkta farklılık gösterebilen atkı iplikleriyle bordür oluşturulabilmektedir. Bordürlerde rayon, viskon, polyester, şönil gibi farklı tip ve numaralarda iplikler kullanılabilir (Eren ve diğ. 2004; Ünal 2007).

1.4 Havlu Dokuma Kumaşların Üretim Süreci



Şekil 1.3:İlmeli yapı üretim işlem akış şeması (Demirel 2008)

1.4.1 Dokuma hazırlık işlemleri

Dokuma hazırlık işlemleri, dokuma işleminde atkı ve çözgü ipliklerin yüksek performansta kullanılması için dokuma işleminden önce yapılan işlemlerdir.

1.4.1.1 Çözgü Çözme

Dokuma tezgahın da çözgü ipliği olarak bilinen bobinlerden dokuma levendine aktarma işlemi iki farklı yöntemle gerçekleşir.

Direkt çözgü çözme yöntemi olarak adlandırılır. Kumaş eninin geniş olması ya da kumaş sıklığının yüksek sayıda çözgü ipliğinden olması gerektirdiği kumaşlar ve desenli kumaşlar için dokuma hazırlık aşamasında çözgü, bölümler ya da çileler halinde çözülür. Bu bölümler önce konik tambur işleminden sonra çözgü levendine sarılır. Bu işleme çözgüleme adı verilir (Acar 2004).

1.4.1.2 Çözgü Haşılama

Pamuklu dokumacılığında çözgü ipliklerine, dokuma sırasında sürtünmelere karşı kayganlık, gerilmelere karşı dayanım ve esneklik vermek amacıyla çözgü haşılama işlemi uygulanması gerekir. Çözgü haşılama işlemi, çözgü ipliklerinin, lifleri geçici olarak birbirine yapıştırmak amacıyla kıvamlı bir madde ile kaplanmasıdır. Bağlı maddesi; gerekli kıvamı, çabuk kurumayı, dokuma koşullarına dayanımı ve dokuma sonrasında çabuk sökülme sağlayan bileşimlerde hazırlanır (Acar 2004).

Zemin ve hav çözgülerinin haşılama işlemi arasında farklılıklar bulunmaktadır. Dokuma işleminde zemin çözgüleri gerginliğe nispeten maruz kaldıklarından hav çözgülerine göre daha çok haşılanmaktadırlar. Bazı işletmeler hav çözgülerini haşılamamaktadır. (Demirel 2008).

Haşılama ile ipliğin kopma mukavemeti %20-40 arasında artmakta, ipliğin kopma uzaması %10-40 arasında azalmakta ve sürtünme mukavemeti artmakta ayrıca

iplikler arasındaki sürtünmeden kaynaklanan elektrostatik etki azalmaktadır (Bali 1999).

1.4.1.3 Taharlama

Taharlama işlemi çözgü ipliklerinin istenen sıraya göre tarak dişleri ve gücü telleri arasından geçirilmesi işlemidir. Bu şekilde çözgü iplikleri sıralanarak çaprazlaşmalar önlenir ve çözgü sıklığı belirlenir (Demirel 2008). Havlu dokuma işleminde hav yüksekliğinin homojen dağılımını korumak için çözgü ipliklerinin mümkün olduğunca daha az engelli bir yol izlemesi gerekmektedir. Bu sebepten dolayı hav çözgü ipliklerinde genellikle düz tahar kullanılmakta, ancak çözgü sıklığının yüksek olması halinde hav ve zemin çözgüleri için atlamalı tahar kullanılabilir (Ünal 2007).

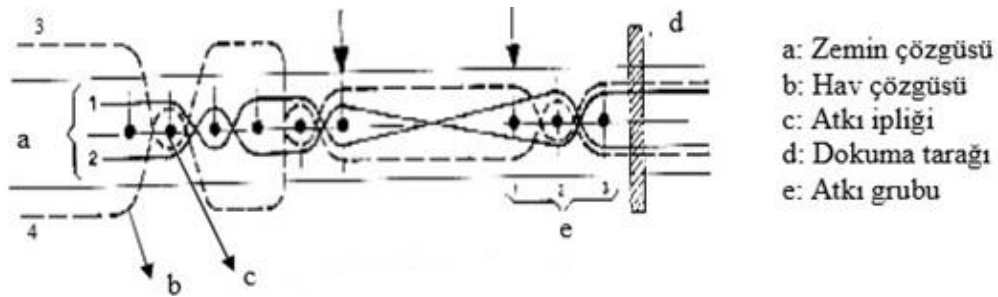
Havlu dokuma işleminde hav ve zemin çözgüleri kullanıldığı için bu işlemlerin her iki çözgü sistemine ait iplikler için ayrı ayrı uygulanması gerekmektedir. Bu yüzden havlu dokuma makinelerinde iki ayrı lamel grubu, hav ve zemin çözgüleri için ayrı ayrı çerçeveler, iki ayrı gerginlik kontrol sistemi bulunmaktadır (Zervent ve diğ. 2003).

Şekil 1.3'de ilmeli yapı üretim işlemi akış şeması gösterilmektedir. Şemada gösterildiği gibi zemin hav çözgüleri çözüldükten sonra haşıllanır ve ardından taharlama işlemi gerçekleşir. Atkı iplikleri üretime katılarak çözgü iplikleriyle dokuma işlemi gerçekleşir. Taharlama işleminden sonra dokuma işlemi gerçekleşir ve ardından kalite kontrol, terbiye ve konfeksiyon işlemleriyle üretim gerçekleşmiş olur (Demiral 2008).

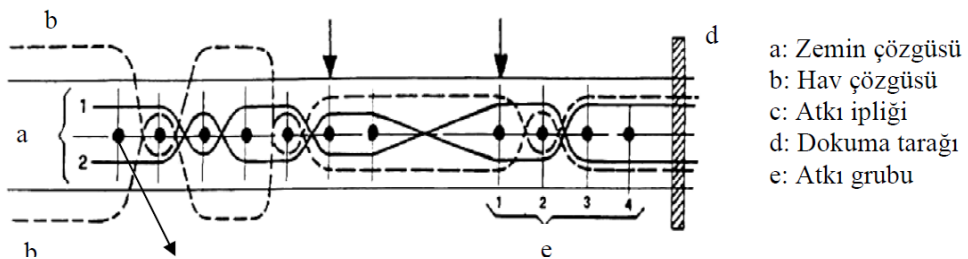
Havlu üretiminde büyük çoğunlukla doğal lifler hammadde olarak kullanıldığından ön terbiye işlemi büyük önem taşımaktadır. Havluları renklendirme işlemi kumaş formunda boyama ve baskı işlemleri yapılabileceği gibi boyalı ipliklerle de havlu üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Boyama işlemlerinde kullanılan apreler hidrofilleştirme, yumuşatma ve antibakteriyel apre, mekanik bitim işlemleri ise turbang makinasında kurutma işlemi ile birlikte en- boy sabitleme işlemi yapılmaktadır (Ünal 2007)

Konfeksiyon aşamasında ise terbiye işleminden çıkmış top halindeki havlulara sırasıyla boyuna kesim, boyuna dikim, enine kesim ve enine dikim işlemleri uygulanmaktadır. İlk aşamada top içerisinde, yan yana dokunmuş halde bulunan havlular özel bir makina yardımıyla boyuna doğrultuda kesilerek birbirinden ayrılmakta ve daha sonra başka bir makinada havluların uzun kenarları içe katlanarak dikilmektedir. Ardından arka arkaya sıralı halde bulunan bu havlular kısa kenarlarının birleştiği yerlerden kesilerek ayrılmakta ve bu kenarlar da içe katlanarak dikilmektedir. Bunun yanı sıra çok büyük ebatlarda (yaklaşık olarak tezgah genişliğinin 1/3'ü eninde ve top boyunca uzanan) üretilen havlu kumaşlarda mevcut olup, bunlar bornoz üretiminde kullanılmaktadır. Söz konusu üretim diğer hazır giyim ürünlerinde olduğu gibi serim, kesim, dikim ve paketlenme işlemlerinden oluşan bir konfeksiyon prosesiyle gerçekleştirilmektedir (Ünal 2007).

Havlu kumaş dokumada çözgü iplikleri genelde tarak dişlerinden ikili olarak geçirilir. 110/2, 115/2, 120/2 yaygın kullanıma sahip tarak numaralarıdır. Tarak numaralarında paydaki numara 10 cm' deki tarak diş sayısını, paydadaki numara ise dişten geçen çözgü iplik sayısını verir (Acar 2004).



Şekil 1.4:Üç atkılı havlu kesiti (Zervent 2007)



Şekil 1.5:Dört atkılı hav kesiti (Zervent 2007)

Üç atkılı ve dört atkılı havlu dokuma kumaşların yapıları tutum ve görünüm bakımından farklılık göstermektedir, Üç atkılı havluların yapılarında düz bir görüntü yansır ve ince bir yapıya sahiptir. Dört atkılı havlular ise daha kalındırlar (Göksel 1987).

1.5 Havlu Dokuma Kumaşların Üretiminde Sürtünmenin Önemi

Tekstil yüzeylerinin sürtünme özellikleri üretim sürecini, meydana gelen ürünün özelliklerini ve kullanım verimini etkilemesinden dolayı liften kumaşa bütün tekstil materyalleri için önemli bir parametredir (Balcı ve Sülar 2016). İpliğin sürtünme katsayısı değerinin düşürülmesi, sürtünmeden oluşabilecek sorunların önlenmesi gerekmektedir. Genel olarak ipliğin kullanım alanına bağlı olarak ipliğe bir takım kimyasal maddeler applike edilerek sürtünme katsayı değerleri düşürülür. İplik örmede kullanılacak ise parafinleme, dokumada kullanılacak ise haşılama işlemine tabi tutulur (Altaş ve Kadoğlu 2016). Tekstil materyallerinin sürtünmesini lif sürtünmesi, iplik sürtünmesi ve kumaş sürtünmesi olmak üzere 3 grupta sınıflandırılabilir (Balcı ve Sülar 2016).

Lif sürtünmesi, iplik üretimi sırasında çekim işlemleri boyunca liflerin davranışını etkileyen faktörlerden biridir. Lif sürtünmesi tarama, çekim ve eğirme işlemlerinde etkin rol oynamaktadır. Liflerde oluşacak yüksek sürtünme çekime izin vermek ve lif mukavemetinin iplik mukavemetine etkin bir şekilde transferini sağlamak için gerekli iken, düşük sürtünme ipliklerin kılavuzlardan kolay geçişini sağlamak, liflerdeki ve sürtünen yüzeylerdeki aşınmayı minimuma indirmek için gereklidir (Canbaz ve diğ. 2007). Lif sürtünmesi kesikli liflerden yapılan ipliklerde lifler arası kohezyonu, dolayısıyla iplik mukavemetini, lif ve ipliklerin hareketi sırasında oluşan gerilmeleri, çeşitli tekstil makinalarındaki kılavuzların aşınmasını, kumaşın keçeleşme ve çekme değerlerini bununla birlikte kumaşın tutumunu etkilemektedir (Okur 2002).

İplik sürtünmesi, işlemler boyunca iplik davranışlarının belirlenmesi ile birlikte üretilen tekstilin eğrilme, gerilme, sürtünme özellikleri gibi belli başlı özelliklerini ve iplik tüylülüğü ile beraber boncuklanma oluşumunu, aşınma ve giyim dayanımını, yumuşaklık gibi diğer özelliklerini de etkileyen bir faktördür (Balcı ve Sülar 2016).

Kumaş sürtünmesi ise kumaşın gerilme özelliklerini, tutumunu, konforunu, aşınma ve boncuklanma direncini, giyim dayanımını, dökümlülüğünü, sıkıştırılabilirliğini ve çekme davranışını etkilemektedir (Hong ve Jayanaraman 2003).

Havlu kumaşların sürtünme katsayısı, kumaşın düzgünlüğünü veya pürüzlülüğünü belirler (Petrulyte ve diğ. 2013).

İplik sürtünmesini etkileyen faktörler Şekil 1.6' da gösterildiği gibi yapısal ve hacimsel özelliklerdir (Balcı ve Sülar 2016)



Şekil 1.6: İplik sürtünme özelliklerini etkileyen faktörler (Hong ve Jayanaraman 2003).

İplik ürün haline gelinceye kadar iki önemli sürtünmeye maruz kalır. Bunlardan ilki; iplik-iplik diğeri ise; iplik-metal sürtünmesidir (Altaş ve Kadoğlu 2016).

İplik sürtünmesi, noktasal ve çizgisel temas yöntemleri olmak üzere iki farklı yöntemle belirlenmektedir. İplik sürtünmesinin belirlenmesinde literatür araştırmaları incelendiğinde iplik sürtünme ölçümlerinin de Howell Yöntemi, Asılı Lif Yöntemi, Eğik Lif Yöntemi ve Sitra Sürtünme Yöntemleri bulunmaktadır. Fakat günümüzde bu yöntemler yerine daha çok çizgisel temas yöntemleri tercih edilmektedir. Çizgisel temas yöntemlerinden Capstan Yöntemi ve Bükülmüş İplik Yöntemi iplik-iplik sürtünmesini belirlemek için kullanılan standart yöntem olarak belirlenmiştir (Balcı ve Sülar 2016).

Tablo 1.1' de iplik-iplik ve iplik- metal sürtünmesinde kullanılan cihaz ve ölçüm yöntemleri verilmiştir.

Tablo 1.1 :İplik sürtünmesi ölçümünde kullanılan test cihazları

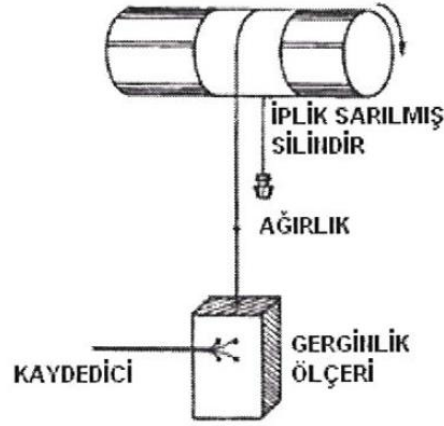
Üretici Firma	Cihaz İsmi	Ölçülen Parametreler	Standart Yöntem	Ölçüm Tekniği
Graf	Graf CPF İplik Sürtünme Ölçeri	Tüm ipliklerin iplik-materyal sürtünmesi	-	-
Honigmann	HCC μ – Meter	Filament ipliklerin iplik-materyal sürtünme katsayısı	ASTM D3108	Capstan Yöntemi
Lawson Hemphill	CTT Sabit Gerilim Taşıyıcı Sürtünme Test Cihazı	Tüm ipliklerin iplik-materyal sürtünme katsayısı Tüm ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayısı	ASTM D3108 ASTM D 3412	Capstan Yöntemi Bükülmüş İplik Yöntemi
Lenzing	Lenzing μ – Meter	Filament ipliklerin iplik-materyal sürtünme katsayısı Filament ipliklerin iplik-materyal sürtünme katsayısı	ASTM D3108 ASTM D3412	Capstan Yöntemi Bükülmüş İplik Yöntemi
Mesdan	Attrifil II İplik Sürtünme Ölçeri	Tüm ipliklerin iplik-materyal sürtünme katsayısı	ASTM D3108	Capstan Yöntemi
Rothschild	F-Meter R-2088 İplik Sürtünme Ölçeri	Tüm ipliklerin iplik-materyal sürtünme katsayısı Tüm ipliklerin iplik-iplik sürtünme katsayısı	ASTM D3108 ASTM D 3412	Capstan Yöntemi Bükülmüş İplik Yöntemi
SDL Atlas	Shirley YO96/098 İplik Sürtünme ve Tüylülük Ölçeri	Tüm ipliklerin iplik-materyal sürtünme katsayısı	ASTM D3108	Capstan Yöntemi
Toray	Toray İplik Sürtünme Ölçeri (YF 850)	50-300 denye numara aralığına sahip ipliklerin 0-399°C de iplik-materyal sürtünme katsayısı İplik-iplik sürtünme katsayısı	- -	- -
Wira Instrumentation	Wira İplik Sürtünme Ölçeri	İplik sürtünme katsayısı	- -	- -
Zweigle by Uster	G 534 μ – Meter	Tüm ipliklerin iplik-materyal sürtünme katsayısı	ASTM D3108	Capstan Yöntemi

1.5.1 İplik-İplik Sürtünmesi

İplik-iplik sürtünmesi; ipliğin bobine sarılması, çözgü çekme, atkı atımı, örme ve dikiş işlemleri sırasında gerçekleşir (Wu ve diğ. 2000). Çizgisel temas yöntemleri aşağıda anlatılmıştır.

1.5.1.1 Capstan Yöntemi

ASTM D3412 standartına göre Şekil 1.7' de görüldüğü gibi Capstan Yönteminde ipliğin geçtiği makara ya da düzenek iplikle sarılarak iplik-iplik sürtünmesi ölçülmektedir. İpliğin sarılan makara kısmına başka bir materyal kullanılması ile iplik-materyal sürtünmesinin ölçülebilir (Balcı ve Sülar 2016).



Şekil 1.7:Capstan yöntemi (ASTM D 3412-01)

ASTM D3412 standardına göre Capstan yönteminde iplik 48 mm çaplı bir silindire 180° sarım açısı ile sarılmaktadır. Silindir çevresini saran ipliğin aynısı sarılmış silindir üzerine asılır bir ucuna gerekli giriş gerginliğini sağlamak amacıyla sabit bir ağırlık bulunmaktadır. Kesikli lif ipliklerinde iki kat iplik kullanılır. Giriş gerginliği 10±0,5 mN/tex olarak ayarlanmaktadır. Silindir 0,02 m/dk hızla dönerken gerginlik ölçer tarafından çıkış gerginliği ölçülmektedir (Saville 1998).

$$T_2 = T_1 e^{\mu\theta} \quad (1.1)$$

$$\mu = \frac{\ln(T_2) - \ln(T_1)}{\theta} \quad (1.2)$$

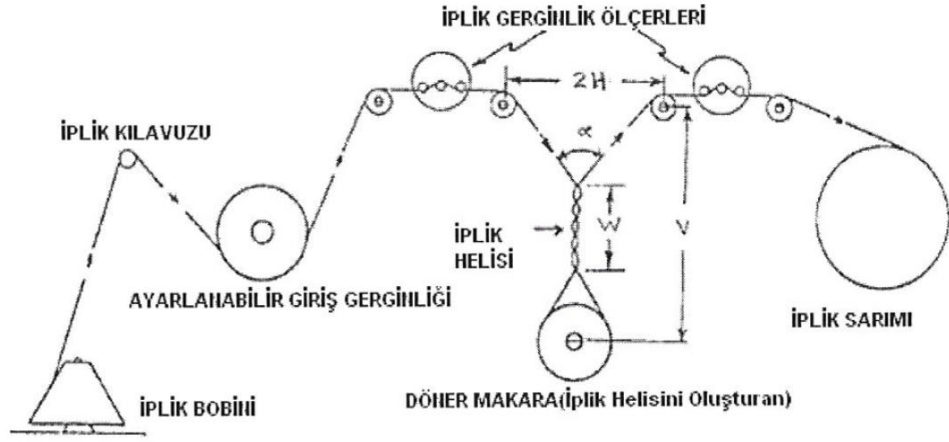
μ : sürtünme katsayısı

T_1 : ortalama giriş gerginliği

T_2 : ortalama çıkış gerginliği

θ : sarım açısı

1.5.1.2 Bükülmüş İplik Yöntemi



Şekil 1.8: Bükülmüş iplik yöntemi (ASTM D 3412-01)

Şekil 1.8' de gösterilen yöntemde iplikler 90° sarım açısı ile sarılmaktadır. İpliğe katlama büküm verilmektedir. İpliğin çıkış ucu kontrollü bir şekilde çekilmektedir. İpliğin giriş gerginliği sürekli kontrol edilerek beslenme ve çıkış gerginliği ölçülmektedir. Yöntemde ipliğe verilen katlama büküm sayısı, büküm verildikten sonra iplikler arasındaki açı, giriş ve çıkış gerginlikleri tam olarak bilinmelidir. Giriş gerginliği gerginlik ayarlayıcı bir yöntem yardımıyla belirlenmektedir (Kalyanaraman ve Prakaram 1987; Ghososh ve diğ. 2008)

İplikler arasındaki açı, (1.3) denklemi ile hesaplanmaktadır.

$$\alpha = 2 \arctan \frac{H}{V-W} \quad (1.3)$$

H : ipliğin giriş ve çıkışının paralel konumlanmasını sağlayan kılavuzların merkezleri arasındaki uzaklığın yarısı

V : girişteki kılavuzun merkezi ile döner makara merkezi arasındaki dikey uzunluk

W : şekil üzerindeki iplik helisi olarak gösterilen ve katlama bükümü verilen kısmının uzunluğu

Oluşturulan düzeneğe yazılım ekleyerek sürtünme katsayısını bulmak mümkündür. Bu düzeneğe bir donanımın bulunmaması durumunda (1.4) denklemi

aracılığıyla giriş ve çıkış gerginlikleri ölçülerek iplik sürtünme katsayısı hesaplanmaktadır (Balcı ve Sülar 2016).

$$\mu = \frac{\ln \frac{T_2 - \Delta T/2}{T_1 + \Delta T/2}}{2\pi n_\alpha} \quad (1.4)$$

μ : sürtünme katsayısı

T_1 : ortalama giriş gerginliği

T_2 : ortalama çıkış gerginliği

ΔT : sıfır bükümdeki iplik gerilmesi

Önceki çalışmalar incelendiğinde genel anlamda bükülmüş iplik yöntemi ve Capstan yöntemi kullanılarak ipliklerin sürtünme özelliklerini karar veren birçok çalışmalar yapıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca bazı araştırmacıların bu yöntemlerden farklı olarak kendi geliştirmiş oldukları yöntemlerle iplik sürtünme özelliklerini tayin etmektedirler (Balcı ve Sülar 2016).

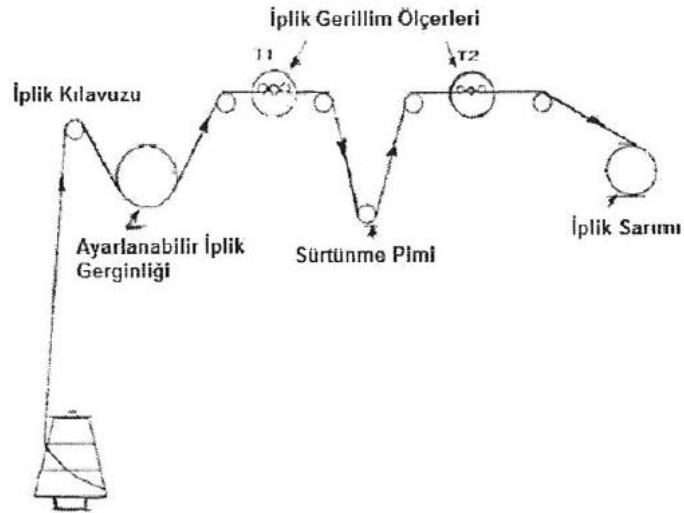
1.5.2 İplik-Metal Sürtünmesi

İplik-metal sürtünmesi; örme ve dokuma kumaş üretimi sırasında sırasın da ipliğin metal elemanlarına sürtünmesi sırasında gerçekleşir. Bu iki sürtünme sırasında iplikte uçuntular meydana gelir. Uçuntunun oluşması iplikte lif kaybının yaşanmasına ve bunun sonucunda iplikte kopuş sayısı artış gösterir. Kopuş sayısının artması, üretilen ürünün kalitesini, üretim hızını ve verimi düşmesine maliyetlerin artmasına sebep olur (Kim ve Koo 2002).

Tekstil materyalleri için iplik-iplik sürtünmesinin yanı sıra iplik-materyal sürtünmesi de yapılan işlemlerin verimini ve ürünün özelliklerini etkilediğinden dolayı çeşitli aparat ve cihazlar geliştirilmiştir. İplik-iplik sürtünmesini belirlemek amacıyla kullanılan Capstan Yöntemi'nde ipliğin geçtiği makaraya iplik sarılmaksızın herhangi bir materyal sarılarak iplik-materyal sürtünmesi ölçülmektedir. İplik-iplik sürtünmesinin diğer ölçüm metotlarından biri olan bükülmüş iplik yönteminde ipliğe katlama bükümü verilmektedir. Bu metodun iplik- materyal sürtünmesi için ipliğe

katlama bükümünün verilmemesi ve ipliğin başka bir materyal yüzeyine temas etmesi gerekmektedir. Bu nedenden dolayı standartlarda bükülmüş iplik yönteminde kullanılan mekanizma iplik-materyal sürtünmesini belirlemek için de gösterilmiştir ve ipliğe herhangi bir katlama bükümü verilmeksizin ipliğin geçtiği makaraya bir ya da birkaç sürtünme pimi yerleştirilmiştir. Bu mekanizma da ipliğe istenilen sarım açısı verilerek iplik-materyal sürtünmesi belirlenmektedir (ASTM D 3108-01). Bu nedenden dolayı kullanılan aparatlardan bir kısmı iplik sürtünmesini doğrudan verirken, bir kısmında iplik sürtünme katsayısı giriş ve çıkış gerginliği aracılığıyla hesaplanmaktadır (Balcı ve Sülar 2016).

Şekil 1.9’ daki gibi iplik-materyal sürtünmesini doğrudan vermeyen apartta iplik giriş gerginliği belli bir değere ayarlanarak kontrol edilmekte ve çıkış gerginliği ölçüldükten sonra iplik sürtünme katsayısı hesaplanmaktadır (Balcı ve Sülar 2016).



Şekil 1.9: İplik-materyal sürtünmesini belirlemek için kullanılan aparat (ASTM D3108-01)

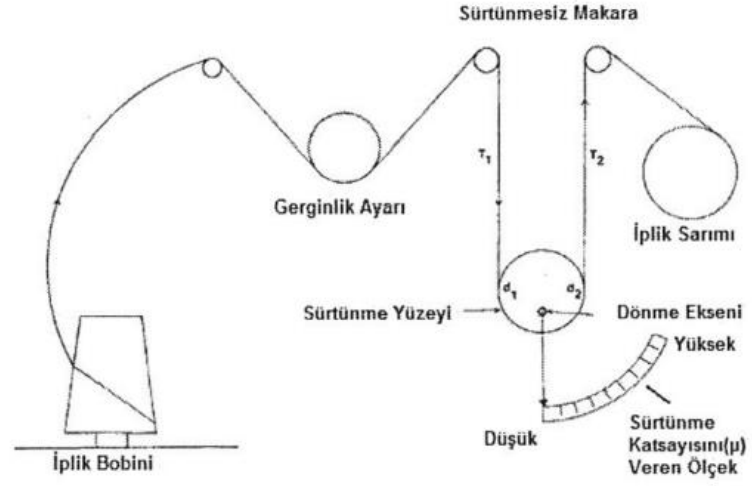
İplik sürtünme katsayısını hesaplamak için denklem (1.6) kullanılmaktadır.

$$T_2 = T_1 e^{\mu\theta} \quad (1.5)$$

$$\mu = (\ln T_2 - \ln T_1) / \theta = \ln (T_2 / T_1) / \theta \quad (1.6)$$

İplik-materyal sürtünmesini direk olarak veren aparatta ise diğer yöntemle aynı şekilde giriş gerginliği belirlenir ve çıkış gerginliği ölçülür. Şekil 1.10’da görüldüğü

gibi çıkış gerginliği / giriş gerginliği oranını kurabilen apart konularak sürtünme katsayısını belirleyen ve gösteren ekran ya da ölççek eklenmiştir (Balcı ve Sular 2016).



Şekil 1.10: İplik-materyal sürtünmesini belirlemek için kullanılan aparat (doğrudan ölçüm)

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 Önceki Çalışmalar

Ghosh, Patanaik, Anandjiwala ve Rengasamay yapmış oldukları çalışmada farklı bağıl hızlarda ring, rotor, hava jetli ve açık uç sürtünmeli (O.E. sürtünmesi) eğrilmiş iplikleri üzerinde iplikten ipliğe ve iplikten metale sürtünmelerini ve giriş gerilimleri incelenmiştir. Sonuçlarda iplik-iplik sürtünmelerin sayısı iplik-metal sürtünme sayısından farklıdır. Yani en yüksek iplikten ipliğe sürtünmeyi O.E. iplikler, ardından rotor, hava jetli ve ring iplikler izler; fakat iplik-metal sürtünmesi için ters sıra fark edilir. Bağıl hız ve giriş gerilimi, eğrilmiş ipliklerin sürtünme davranışı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Ghosh ve diğ. 2008).

Petrulyte ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; havlu kumaşların hav yüksekliğinin; bitirme işlemlerinden, darbelerden ve atkı yoğunluğu etkisinin hav ilmeğinin çıkarılmasına karşı direnci araştırılmıştır. Çalışmalarında her iki tarafı havlı yapıda olan keten/pamuk ve rami/pamuk ipliklerinden üretilen havlu kumaşlar kullanılmıştır. Havlu kumaşların hav yüksekliği 6-12 mm atkı yoğunluğu 80-120 dm⁻¹ arasında değişiklik göstermektedir. Çalışmada ağartılmış havlu kumaşların yanı sıra farklı etkilerden veya apre işlemlerinden etkilenen kumaşlarla gerçekleştirmişlerdir. Ağarlatılmış havlu kumaşlar;

- Islatılarak yumuşatılmış
- 10-30 veya 120 dakika suda yıkama yapmışlar. Daha sonra santrifüjleme işlemi görmüş.
- 60 dakika boyunca deterjanlı endüstriyel yıkama, 60 dakika boyunca yumuşatma, en son olarak da santrifüjleme işlemleri görmüştür.

Deneylelerini 7 yapıdan oluşan 25 çeşit havlu kumaş ile gerçekleştirmişlerdir. Numuneler standart atmosfer şartlarında (20 ± 2°C ve % 65 ± 4 bağıl nem) 24 saat bekletildikten sonra teste başlanmıştır. Havlıilmek direnci bilgisayarlı çekme test makinesinde (ZWICK/Z005) EN 15598:2008 standardına göre ayarlanmıştır.

Numuneler (120 ± 5)mm X (25 ± 2)mm ebadın da kesilmiştir. Hareketli kelepçenin hızı 100 mm/dk hızla çeneler arasındaki mesafe 5-25 mm olan noktalarda grafikler elde ediliyor. Numunelerin darbelerden ve bitirme işlemlerinden etkilendiği gözlemlenmiştir. Ağartılmış havlu kumaşlar 10 mm'lik çekme mesafesi analiz edilmiştir. Analiz sonucun da keten/ pamuklu dokuma havlu kumaşların hav yüksekliği hav ilmek çıkarılmasında uygulanan direnç üzerinde etkili olduğunu gözlemlenmişlerdir. Hav yüksekliği 6 mm olan keten/pamuklu kumaşın en yüksek direnç gösterdiği belirlenmiştir (1064,24 N). Havlu kumaşların atkı yoğunluğunun hav ilmek çıkarma direnci üzerinde belirgin bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir. 80-160 dm^{-1} atkı yoğunluğuna sahip ramî /pamuklu havlu kumaşların tüm çekme mesafeleri için hav ilmeğinin çıkarılmasına karşı dirençte bir artışa sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Ağarlaştırılmış havlu kumaşlara kıyasla endüstriyel bitim işlemi görmüş keten/pamuklu kumaşların 10 mm çekme mesafesin de hav ilmeğinin çıkarılmasına karşı gösterdiği direncin % 18,6-38,0 oranında azalma gözlemlenmişlerdir (Petruyte ve diğ. 2013) .

Singh ve Behera yaptıkları çalışmada kumaş sıkıştırmasını etkileyen tüm faktörler araştırılmıştır. Havlu kumaşın sıkıştırılabilirliği, lif özelliklerine, iplik parametrelerine, dokuma parametrelerine, ilmek uzunluğuna, ilmek yoğunluğuna, ilmek geometrisine ve dokuma sonrası işlemlere bağlıdır. Bu çalışmada, kumaş sıkıştırmasından sorumlu tüm faktörler araştırılmıştır. İlmek yoğunluğu, ilmek uzunluğu, ilmek şekli faktörü, hav ipliği bükümü, hav ipliği sayısı, elyaf uzunluğu ve hav ipliğinin yapısının havlu kumaşın sıkıştırma davranışı üzerinde önemli bir etkisi olduğu görülmektedir. İlmek şekli faktörü, ilmek uzunluğu ve ilmek yoğunluğundaki artışla, sıkıştırma eğrisinin doğrusallığı, artar ve özgül sıkıştırma enerjisi azalır, bu da kumaşın dokunma yumuşaklığı açısından daha iyi hale geldiğini gösterir. Ayrıca, ring iplik eğirme, sıfır büküm, gözenekli iplik ve ince iplikten üretilen hav iplerinin, sıkıştırma davranışı ve yüzey özellikleri açısından daha iyi havlu kumaş üretildiğini gözlemlenmişlerdir (Singh ve Behera 2015).

Altaş ve Kadioğlu yaptıkları çalışmada, kaliteli aynı zamanda yüksek verimli üretim gerçekleştirebilmek için üretimde kullanılan ipliklerin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayılarının mümkün olduğunca düşük olması gerekmektedir. Çalışmalarında ipliğin sürtünme özellikleri ile temel fiziksel özellikleri arasındaki

bağlantıyı incelemişler. Çalışmada karde pamuk ve penye pamuk olmak üzere iki farklı hammadde fitil formu kullanılmıştır. Seçilen hammaddelerden Ne 20, Ne 30 ve Ne 40 numaralarında ve büküm katsayıları $\alpha = 3.4$, $\alpha = 3.8$ ve $\alpha = 4.2$ olacak şekilde ring iplikler üretmişlerdir. Hazırlanılan ring iplikleri Uster Tester 5 cihazında ring ipliklerin düzgünsüzlük, ince yer, kalın yer, neps, tüylülük ve çap özelliklerin ölçümleri yapılmıştır. Uster test cihazından farklı bir yöntemle tüylülük ölçümünü gerçekleştiren Keisokki test cihazı ile ipliklerin 1 mm, 3mm ve 5mm uzunluklarındaki tüy adetleri ölçülmüş ve tüylülük indeks değerlerini hesaplamışlardır. Ring ipliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayı değerleri Constant Tension Transport (CTT) cihazından test etmişler. Test sonucu bilgisayardaki program vasıtasıyla ipliklerin sürtünme özellikleri hesaplanmış. Standartlarda belirtildiği gibi iplik-iplik sürtünme katsayısı testinde iplikler arasındaki açı 37° dir. İplik-metal sürtünme katsayısı testinde ise iplik metal açısı 180° ayarlanmış. Yapılan testler sonucunda iplik özellikleri için temin edilen veriler korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda ipliklerin kalınlaştıkça iplik-iplik sürtünme katsayısı artarken iplik-metal sürtünme katsayısı azaldığı, İplik bükümü ile sürtünme arasındaki ilişkinin üretimde önem teşkil etmediğini. İplikte artan ince yer, kalın yer ve neps gibi hataların iplik-iplik sürtünme katsayısını düşürürken iplik-metal sürtünme katsayısını artırmakta olduğu, tüylülük ile iplik-iplik sürtünme özellikleri arasında önemli bir ilişki bulunmaz iken, iplikte artan tüylülük miktarı iplik-metal sürtünme katsayısını düşürmektedir. İpliklerin çap, büküm, düzgünsüzlük, ince ye, kalın yer v.b. özelliklerinin iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısı üzerindeki etkisi tam ters olduğunu gözlemlemişlerdir (Altaş ve Kadioğlu 2016).

Balcı ve Sular yaptıkları çalışmada, iplik sürtünmesi ve ölçülmesi hakkında genel bilgi verilmiştir. Tekstil ürünleri bakımından önemli parametrelerden iplik-iplik ve iplik-metal sürtünmesi ölçümünde kullanılan metotları hakkında bilgi verilmiştir. İplik sürtünmesi, noktasal ve çizgisel temas yöntemleri olmak üzere iki farklı prensiple belirlenmektedir. Çalışmada noktasal ve çizgisel temas yöntemleri hakkında literatür çalışmalarla birlikte bilgiler paylaşılmıştır. Ayrıca iplik sürtünmesini ölçen test cihazları hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışmalarının sonucunda; iplik sürtünmesi, iplikten kumaşa kadar üretim ve kullanım aşamalarının tümünde son derece önemli bir özelliktir. Literatür araştırmasında iplik sürtünmesini belirlemek ve etki eden sebepleri

incelemek amacıyla farklı yöntemlere dayanan çeşitli cihaz ve aparatların kullanıldığı gözlemlenmiştir (Balcı ve Sular 2016).

Erden ve Nazarov yaptıkları çalışmada; ipliklerin sürtünme özellikleri Kaba kümeler teorisi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada 10 örnek veri seti gerçek verilerdir. Sürtünme özelliği olan μ ipliğin 4 özelliği tarafından belirlenmiştir. Bu özellikler; iplik numarası, hammadde, büküm sayısı ve üretim teknolojisi özellikleridir. Yapılan karar sisteminde 4 özellik sınıfı ve 1 karar sınıfı bulunmaktadır. İpliklerin sürtünme özelliklerini analiz etmek için Kaba Kümeler teorisi için ayarlanmış olan Rough Sets Data Explorer (ROSE2) yazılımı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda hammadde özellik sınıfının iplik sürtünme özellikler arasındaki en önemli özellik olduğu sonucuna varılmıştır (Erden ve Nazarov 2016).

Kibayashi, Yokura ve Sukigara yaptıkları çalışmada havlu kumaşlarda sıkıştırma özelliklerinin ilme zemin oranı ve atkı ipliğinin yoğunluğunun üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Yüksek ilme zemin oranına sahip havluların sıkıştırma enerjisi su emme oranının düşük ilme zemin oranına sahip havlulara göre daha yüksek olduğunu ve ıslak havluların sıkıştırma testi sırasında havların nasıl değiştiği gözlemlenmiştir. Çalışma da zemin ipliği yoğunluğu ve farklı ilme zemin oranına sahip havluların yapı üzerindeki etkisini ölçmek için hav yüksekliği 2,5-4,0-6,0 mm/ hav yoğunluğu 16,5-18,9-21,3 atkı/cm olan iki farklı örnek kullanılmıştır. KES-65 Koto sıkıştırma test cihazı kullanılmıştır. Maksimum hız ile emilen su miktarı difüzyon davranışı kızılötesi termografi ile gözlemlenmiştir. Yüksek yumuşaklık değerine sahip numuneler düşük iplik numarasına ve yüksek ilme zemin oranı ile düşük büküm seviyesine sahiptir. Atkı yoğunluğunun artışı yumuşaklığı azaltmıştır. Yüksek ilme zemin oranı ve atkı yoğunluğuna sahip numunelerde sıkıştırma enerjisinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Suyun etkisi uzun tüylü numunelerin sıkıştırma özellikleri kısa tüylü olanlardan daha fazla değiştirmiştir. Yüksek ilme zemin oranına sahip 6,0'lık hav oranına sahip numunelerde su havdan dikey olarak emilmiştir. 2,5 'lik düşük ilme zemin oranına sahip numunelerde ise su hem dikey hem de yatay olarak aktarılmıştır. (Kibayashi ve diğ. 2020).

Ala yapmış olduğu çalışmada; Ne 12/1, Ne 16/1 ve Ne 20/1 karde %100 pamuklu ring atkı iplikleri ile üç farklı atkı sıklığında dokuz farklı konstrüksiyon %100 pamuklu havlu kumaşların performans özellikleri incelenerek deneysel bir çalışma

yapmıştır. Havlu numunelere test işlemleri uygulanmadan önce 5 yıkama işlemine tabi tutulur; yıkama işleminden sonra numunelere hava geçirgenliği, hav ilmek çekme kuvveti, patlama mukavemeti, çekme mukavemeti, yırtılma mukavemeti, aşınma direnci, statik su emme ve kuruma hız testleri yapılmıştır. Yapılan testlerin sonuçları, Genel Doğrusal Model Analizi, Korelasyon Analizi ve Eşleştirilmiş Örnekler T Testi Analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlara göre atkı ipliği numarası, hava geçirgenliği, hav ilmik çekme direnci, patlama mukavemeti, çekme mukavemeti, yırtılma mukavemeti üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler sonucunda tekrarlanan yıkamaların dokuma havlu kumaşların performans özelliklerini de etkilediğini göstermektedir. Hav ilmek çekme direncin arttığı, patlama mukavemeti ve çekme mukavemeti artışı ancak hava geçirgenliği, yırtılma mukavemeti, kalan su oranı ve kütle kayıp oranına bağlı olarak azalmaktadır (Ala 2021).

Ganievna yaptığı çalışmada; karmaşık kumaşlarda hav yüksekliği uzunluğunun düzensizliği analiz edilmiştir. Çalışmada havlu numune örneklerinin özellikleri, yapıları, şekilleri ve yığınları incelenmiştir. Karmaşık dokumaların avantajları ve dezavantajları araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan dokuma örnekleri ITEMA 9500 makinesinde ve RF 505 Picanie makinesinde dokunmuştur. Hav yüksekliği boyunun eşitsizliği el yöntemi ile ölçülmüştür. Deneme için bir metrekaare kumaştan üç numune alınmıştır. Numunelerin her iki tarafından da ölçümler yapılmıştır. ITEMZ 9500 makinesinde dokunan numunelerde en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Çünkü numunelerde hav yüksekliğinin pürüzlülüğü diğerlerine göre daha düzgün olmuştur. .Daha düzgün iplikler kullanıldığımızda ve gerginlik dengesi uygun ayarlandığında daha düzgün havlı havlular elde edilmiştir (Elmurod ve Ganievna, 2021).

3. MATERYAL-METOT

3.1 Materyal Seçimi

Bu tez çalışmasında ilmeli yapılarından havlu dokumalar üzerine çalışılmıştır. Çalışmada üretilen havlular Şekil 3.11' de gösterildiği gibi değişen özellikler; hav ipliği türleri, atkı sıklıkları, hav oluşumu için gerekli olan atkı sayısı ve kumaşın gördüğü terbiye işlemleri (ham ve ağartma işlemi görmüş). Değişiklik göstermeyen özellikler ise çözgü sıklıkları, atkı ve zemin iplik türleridir.

Çalışmada kullanılacak havlu kumaşlar, üretimde yaygın olarak kullanılan iplik numaraları ve türleri seçilmiştir. Zemin çözgü ipliği olarak Ne 20/2 Open/End (O.E.) pamuk ipliği, zemin atkı ipliği Ne 16/1 Open/End (O.E.) pamuk ipliği, hav ipliklerinde Ne 16/1 mısır penyesi, Ne 16/1 supima, Ne 16/1 karde ve Ne 16/1 Open/End (O.E.) gibi farklı mukavemet değerlerine sahip pamuk iplikleri ile 50*90 cm ebadında, 450 gr/m² şeklinde üretilmiştir. Üretilen numune havlu kumaş özelliklerin hepsi Şekil 3.2' de gösterilmiştir.

Havlu numune üretiminde genel üretimde kullanılan iplikler tercih edilmiştir. Karde iplik (karde = ring) pamuktan üretilen bir iplik çeşididir. Karde pamuk iplikleri, penye pamuk iplik üretimine göre kısa elyafdan üretilmiş tarama işlemi görmemiş pamuk ipliğidir. Düzensiz ve pürüzlü bir yüzey yapısına sahiptir. Karde ipliklerinin mukavemeti, penye ipliklerine göre düşük, Open/End (O.E.) ipliklere göre yüksektir. İplik kalınlaştıkça nispeten maliyet düşer. Yapısal olarak da farklılıklar gösterir. Kumaş haline getirildiğinde düzgün bir görüntü verse de yumuşaklık ve dayanıklılık açısından penye kadar iyi değildir. Lif uzunluğu karde ve penye iplikçiliğinde %35 oranında kaliteyi etkilemektedir.

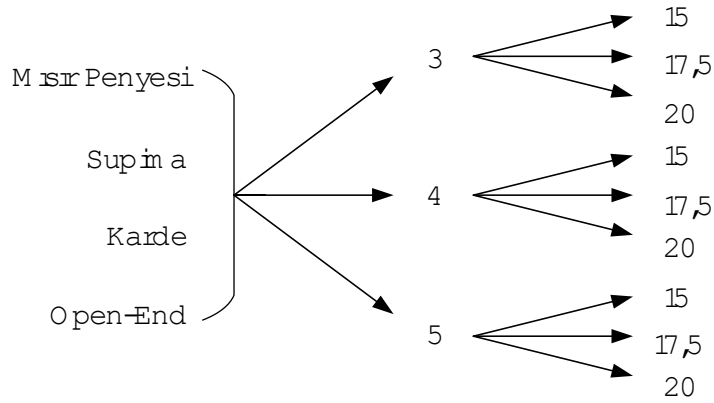
Open/End (O.E.) iplik bir üretim tekniğidir. İğ ile çekilmediğinden penye iplik veya karde/ring iplik gibi uzun elyafa gerek duymaz. Bu nedenle penye ve karde iplik yapımında kullanılmayacak kadar kısa pamuk elyaf Open/End iplik yapımında kullanılır. Open/End ipliğin üretim aşaması ring ipliğine göre farklıdır. Open/End

iplikçiliğinde besleme bant olarak yapılır ve oluşan iplik direkt olarak bobinlenir. Kısaca karde iplikçiliğinde bulunan fitil ve bobin aşamaları Open/End iplikçiliğinde yoktur. Kaba ve orta incelikte iplikler elde edilir. Hacimli ve tüylü bir yapısı vardır. Karde ipliklerine göre mukavemeti düşük ve düzgünsüzlüğü fazladır. Kullanılan kısa elyaf ve yüksek devirde yapılan iplik oluşturma işleminden dolayı Open/End ipliklerin tuşeleri (yumuşaklıkları) düşüktür. Ayrıca kısa elyaf dış etkenlerle zorlandığından ipliğin yapısından kolayca kurtulmakta ve tüylenmeye sebep olmaktadır.

Bir pamuktaki elyafın ekstra uzun elyaf (ELS) özelliği kazanması için en az 1 3/8" uzunluğa sahip olması gerekir. Supima ipliği yüksek kaliteli ekstra uzun elyaf (ELS) Amerika pima pamuğunu tanımlamak için kullanılmaktadır. Supima pamuğun hepsi Amerika pima pamuğudur. Ortalama uzunluğu 1 7/16" üzerinde olan Supima'nın uzun elyaf ve sağlam bir iplik türüdür. Bu özelliği Supima kumaşlarının diğer pamuk muadillerinden daha ince (hafif) ve yumuşak yapabileceği anlamına geliyor. Supima'nın elyafları kendileri geleneksel muadil çeşitlerinden çok daha incedir. Elyaf inceliği, uzunluk ve mukavemetin birleşmesi: ipeksi bir his, lüks parlaklık, daha az tüylenme ve daha fazla renk tonu derinliği elde etme kabiliyeti ile sonuçlanır.

Mısır Pamuğu stapel uzunluğu 1 1/2" 2 1/4" kadar değişmektedir. En önemli özelliği dünyadaki en ince pamuk liflerine sahip olmasıdır. Diğer liflerden ayıran bir başka özelliği iklim koşulları bakımından üretim alanlarının çok sınırlı olmasıdır. Mısır pamuğu elyafı çok yumuşak, parlak ve mukavimdir. Mısır pamuğunu yüksek kılan özelliklerden bir diğeri de sıvıyı absorbe etme gücüdür. Bu özelliği sayesinde boyanın çok daha iyi emilmesini sağlayarak, diğer pamuklara kıyasla ürünün çok daha uzun süre renk canlılığını muhafaza etmesini sağlamaktadır.

HAV İPLİĞİTÜRÜ ATKISAYISI ATKISIKLIĞI (tel/cm)

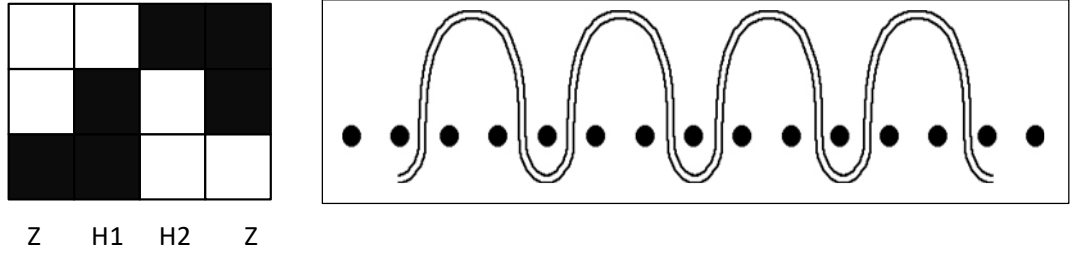


Şekil 3.11:Numune havlu kumaşta değişen faktörler

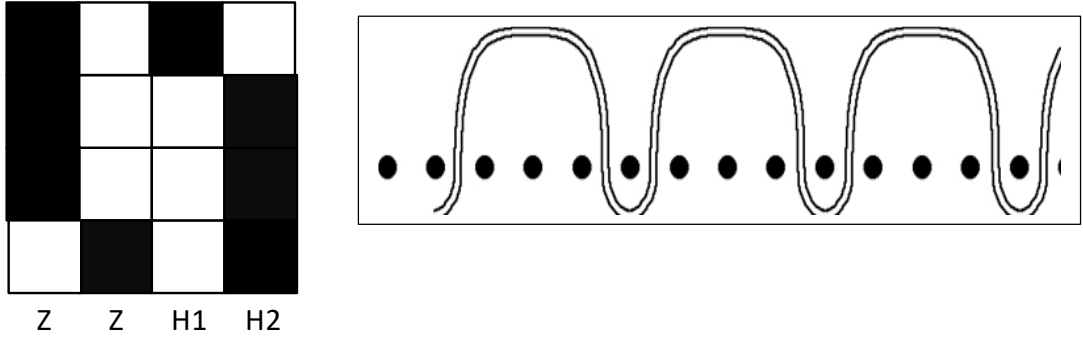
Tablo 3.2 :Numune havlu kumaş özellikleri

Hav İpliği Cinsi	İplik Numaraları (Ne)			Atkı Sıklığı (tel/cm)	Çözümlü Sıklığı (tel/cm)	Atkı Sayısı	Terbiye İşlemi	Gramaj (gr/m ²)	5cm'deki İlme Zemin Oranı
	ATKI	ZEMİN	HAV						
Karde	16/1	20/2	16/1	15	12	3	Ham	450	33,9
Open/End (O.E.)						4			
Supima						5	Mamül		
Mısır Penyesi									
Karde	16/1	20/2	16/1	17,5	12	3	Ham	450	32,6
Open/End (O.E.)						4			
Supima						5	Mamül		
Mısır Penyesi									
Karde	16/1	20/2	16/1	20	12	3	Ham	450	31,3
Open/End (O.E.)						4			
Supima						5	Mamül		
Mısır Penyesi									

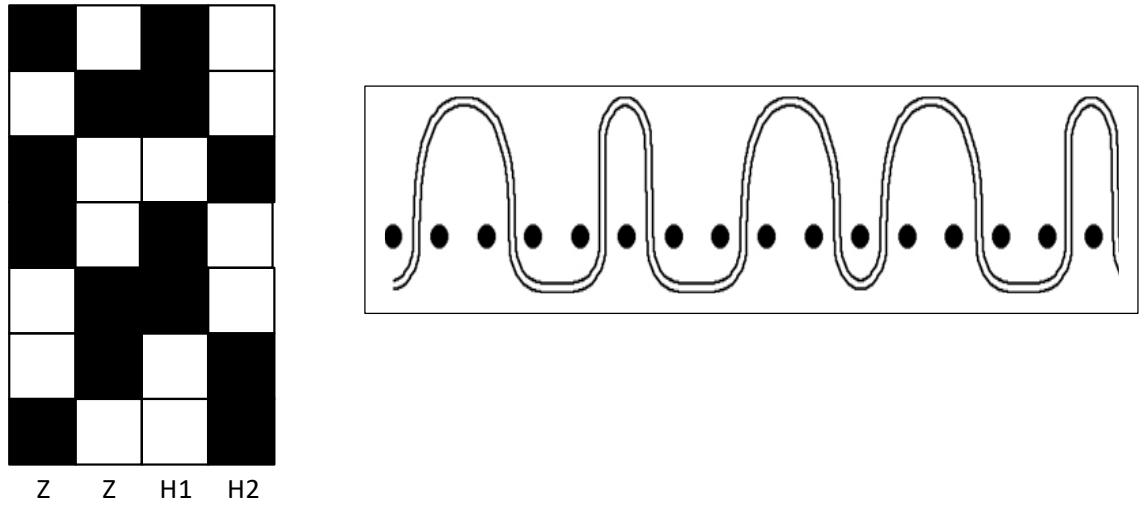
Numune havlu kumaşların Şekil 3.12' de 3 atkılı, Şekil 3.13' de 4 atkılı ve Şekil 3.14' de 5 atkılı dokuma desen konstrüksiyonları verilmiştir.



Şekil 3.12:Üç atkılı desen konstrüksiyonu ve hav oluşumu



Şekil 3.13:Dört atkılı desen konstrüksiyonu ve hav oluşumu



Şekil 3.14:Beş atkılı desen konstrüksiyonu ve hav oluşumu

Z: zemin çözgüsü

H1: ön yüz hav çözgüsü

H2: arka yüz hav çözgüsü

Ham ve mamül olmak üzere 4 farklı hav ipliği ile 3 farklı atkı sayısı ve atkı sıklığı bulunmaktadır. Çalışmada toplam 72 farklı numune denemesi yapılmıştır.

3.1.1 Atkı Sıklığının Etkisi

Havlular kumaşlarda ilme çıkarmak için uygulanacak kuvvet ile atkı sıklığı arasındaki etkiyi görmek üzere, üç farklı sıklıkta numune havlular dokunmuştur. Seçilen atkı sıklıkları numune üretimi gerçekleştirdiğimiz firmanın dokuma makinelerinin üretebildiği sıklıklar tercih edilmiştir.

3.1.2 Atkı Sayısının Etkisi

Havlular kumaşlarda kaç atkıda bir hav oluşturduğu önemli bir parametredir. İlme çıkarmak için uygulanacak kuvvet ile hav oluşumunda kullanılan atkı sayısı arasındaki ilişkiyi görmek için 3-4-5 atkıda bir hav oluşturan numuneler üretilmiştir.

3.1.3 Hav İplik Türünün Etkisi

Kısa ve uzun liflerden oluşan dört farklı hav iplik türü kullanılarak havlu numunelere oluşturulmuştur. Kullanılan farklı hav iplik türlerin, ilme çıkarmak için uygulanan kuvvet, iplik- iplik sürtünmesi ve iplik-metal sürtünmesine olan etkisi incelenmiştir. Havlu numunelerin üretildiği firmada elinde bulunan uzun ve kısa liflerden oluşan hav iplikleri seçilmiştir.

3.1.4 Terbiye İşleminin Etkisi

Havlular kumaşlara uygulanan standart terbiye işlemi uygulanmıştır. Böylece ham ve mamül görmüş havlu numunelerindeki ilme çekme kuvvetleri, iplik-iplik sürtünmeleri ve iplik-metal sürtünmeleri karşılaştırılmıştır.

3.2 Makine Özellikleri

3.2.1 Dokuma Makinesi

Numune havlu kumaşlar bir tekstil işletmesinin de bulunan Vamatex Silver markalı havlu dokuma makinesinde dokunmuştur.

Dokuma makinesinin özellikleri;

- Armürlü dokuma makinesi
- 260 cm makine eni (50*90 cm ebatta 4 bölmeli havlu dokunmuştur)
- 300 devir/dk makine hızı
- 16 çerçevesi (4 hav çerçevesi, 8 zemin çerçevesi, 2 havlu kenar dokuma çerçevesi, kenar iplikleri toplayan 2 çerçeve)



Şekil 3.15: Numunelerin üretildiği dokuma makinesi

3.2.2 Over- Flow Makinesi

Numune havlu kumaşlara Over-Flow makinelerinde ağartma işlemi yapılmıştır. Numune havlular da ağartma işlemi kumaş partilenecek halat haline

getirildikten sonra Over-Flow makinesinde gerçekleştirilmiştir. Numune havlulara ağartma işlemi için uygulanan kimyasal reçete aşağıdaki gibidir:

Banyo oranı (F.O.): 1:8

Makine: Over-Flow

Kasar (Ağartma) İşlemi (80°C – 30 dk)

5gr/lt Kostik

3 gr/lt Hidrojen Peroksit

0,3gr/lt VESWET ASR K PE (kombin kasar)

1 gr/lt Asetik asit (pH ayarlamak için, pH 5-5,5)

0,3 % Serazyme CKXE (enzim)

0,5 % Lavacell Nos Cons (antipiling)



Şekil 3.16: Over-Flow makine

3.2.3 Kopma Mukavemet Cihazı

Çalışmada ilme çekme testi Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarında bulunan Tinius Olsen H10KT kopma mukavemeti test cihazında, EN 15598;2008 Terry Fabrics Resistance to Pile Loop standardı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3.17:Kopma mukavemet cihazı

Kopma mukavemet cihazında, ilme yapılı kumaşlarda tek bir ipliğin kopması için gerekli olan kuvveti ölçmek için kullanılan test cihazlarından biridir. İlme çekme testi genellikle halı gibi ilmeli yapılı kumaşlarda kullanılan bir test yöntemidir. Çalışmada havlu kumaşlara ilme çekme testi uygulanarak hav ile atkı ipliği arasındaki bağlantıyı koparmak için gerekli olan kuvvet hesaplanmıştır.

Tinius Olsen H10KT kopma mukavemet cihazında kayıtlı olan EN 15598;2008 Terry Fabrics Resistance to Pile Loop standardı çekilerek cihaz ilme çekme test işlemi için uygun hale getirilir. Standardı belirlediğimiz kod altında yapacağımız ilme çekme test bilgileri Tablo 3.3' deki gibi hav çekme cihazına girilmiştir.

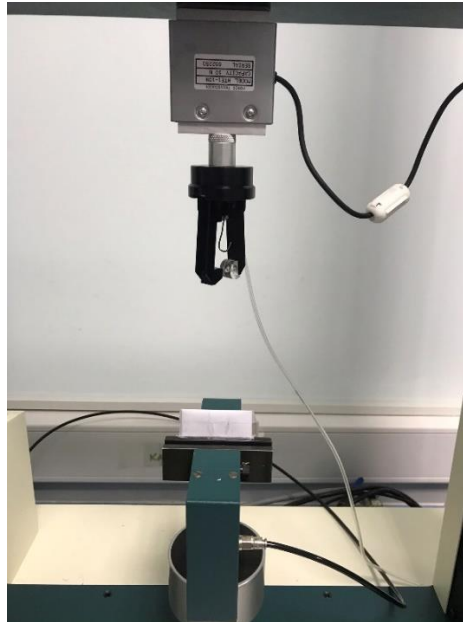
Tablo 3.3: Hav çekme cihazına girilen bilgiler

Yük Aralığı N (1-100)	5
Çekme Mesafesi mm (sabit)	10
Test Hızı mm/dk (sabit)	100
Geri Alma Yüğü N (0-1)	0,5
Otomatik Geri Dönüş	Açık

EN 15598;2008 standardına göre havlu numuneler ilk olarak kondüsyonlanma ve test işlemlerinin yapılması için gerekli ortam şartları EN ISO 139/2005

standardında olduğu gibi sıcaklık $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, nem $\%65 \pm \% 4$ ve 24 saat test laboratuvarında kondüsyonlanma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Kondüsyonlanan ham ve mamül olmak üzere toplam 72 farklı havlu numuneleri test laboratuvar ortamında numunelerin kenarlarından en az 100 mm uzaklıkta her farklı numune için 5 ölçüm numunesi havlunun değişik bölgelerinden $(120 \pm 5)\text{mm}$ ve $(25 \pm 2)\text{mm}$ ebadında parçalar kesilmiştir. Kesilen parçalar havların hiçbir kuvvet görmediği bölgelerden seçilmiştir. Kesilen ölçüm numuneleri kısa kenarlar yan yana gelecek şekilde çift katlanır. Katlanmış olan ölçüm numunelerin 10 mm si kopma mukavemet cihazın alt kısmında bulunan gergi kısıpacı ile tutturulur. Ölçüm numunelerin diğer kısmında ise bir tane havın içinden nakış ipliği geçirilerek kopma mukavemet cihazındaki üst kısmında bulunan kısıpacı nakış ipliği tutturulur. Kopma mukavemetin üst kısmındaki kısıpacı kanca şeklinde olan tel monte edilerek bir tane havın içerisinden geçirilen nakış ipliği daha rahat bir şekilde kuvvet uygulanmayarak üst kısıpacı tutturulması sağlanmıştır. Ölçüm numunelerin alt kısmındaki gergi kısıpacına takılırken, hav ipliklerine kuvvet uygulanarak yapıdan kaçmaması için ölçüm numunelerine hafif bir gerginlik verilir. Nakış ipliği geçirilen havın bükümü açılarak nakış ipliği geçirilmelidir.



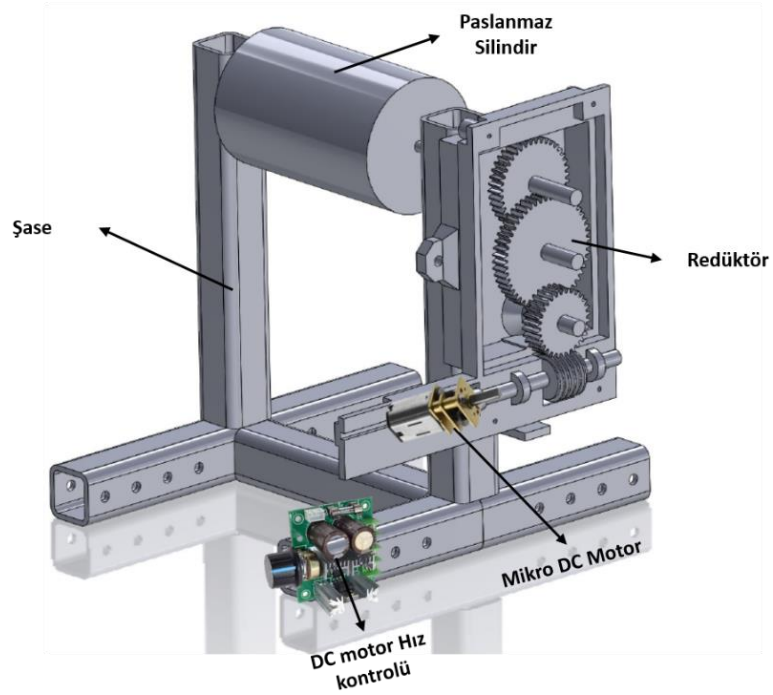
Şekil 3.18:Gergi kısıpacıları

Kopma mukavemet cihazı çalıştırılır ve ilmekler 100 mm/dk hız ile sökülür. Gergi kısıpacıları arasındaki mesafe 10 mm olana kadar devam eder. Kısıpacılar

arasındaki mesafe 10 mm ye ulaştığında çekilme mesafe diyagram bilgileri kayıt edilir. Bir numuneden 5 farklı ölçüm numunesi için aynı işlem yapılarak sonuçları üzerinden ortalama değeri hesaplanır.

3.2.3.1 İplik-İplik ve İplik-Metal Sürtünme Katsayısının Belirlenmesinde Kullanılan Cihaz

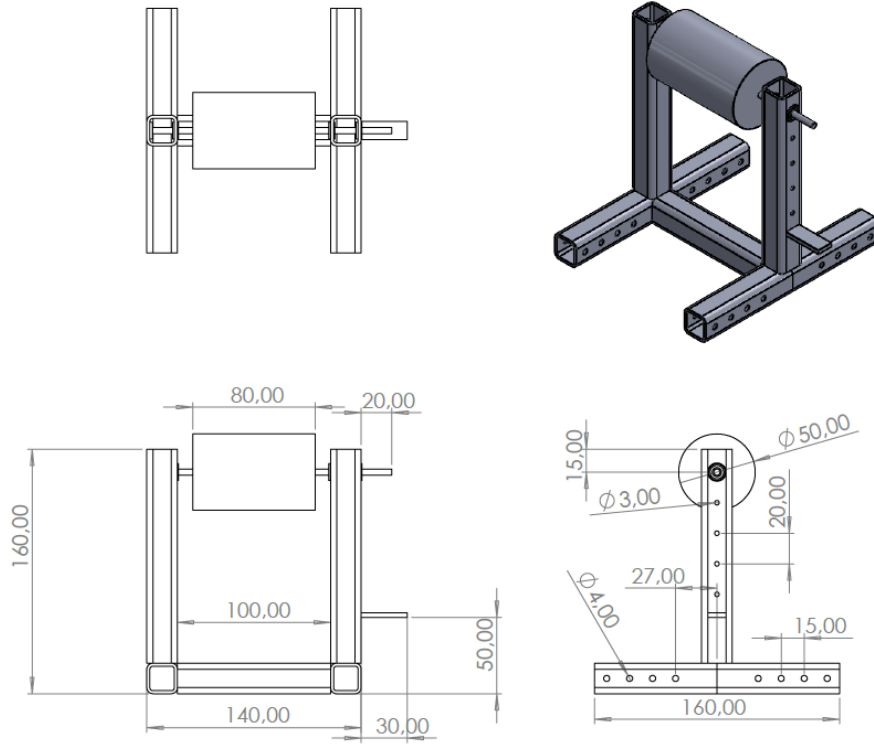
İplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısını belirlemek için çizgisel temas yöntemlerinden biri olan ASTM D 3412' ye göre Capstan Yöntemi dikkate alınarak iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme katsayısının belirlenmesi için cihaz geliştirilmiştir ve Şekil 3.19' da görüldüğü üzere cihaz 5 bölümden oluşmaktadır.



Şekil 3.19: Ölçüm cihazının genel görünümü

- 1.Şase
- 2.Paslanmaz silindir
- 3.Mikro DC motor
4. DC motor hız kontrol ünitesi
5. Redüktör

Şekil 3.19' da geliştirdiğimiz cihazın teknik çizimi gösterilmektedir.



Şekil 3.20: Ölçüm cihazının teknik çizimi

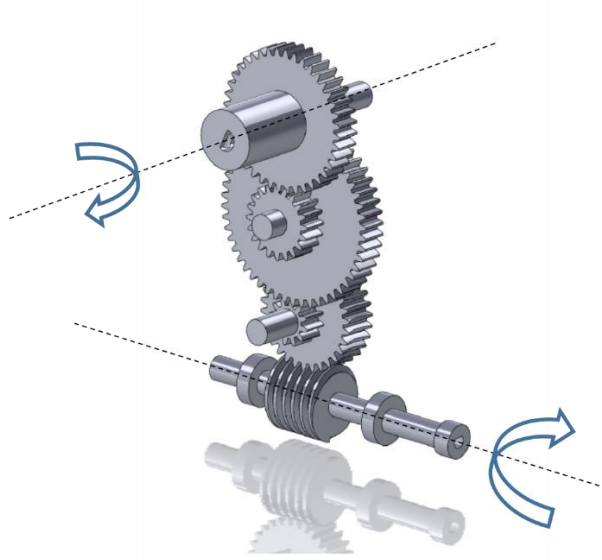
Cihazın oluşumunda ilk adım olarak kullanılacak materyaller cihaz üzerine konumlanabilmesi için iskelet yapı oluşturuldu. (160*160*140 mm) İkinci aşama olarak iplik-iplik ve iplik-metal sürtünme kuvvetini ölçmek için ASTM D 3412 standardına göre çapı 50 mm olan paslanmaz çelikten silindir imar edilmiştir. Silindir iskeletimize bilyeli rulmanlarla monte edilmiştir. Silindire döndürme hareketi sağlamak için en düşük rpm de Mikro DC motor (6V – 50 rpm) kullanılmıştır.



Şekil 3.21: 6V 500 rpm redüktörlü mikro DC motor

ASTM D 3412 standardına göre silindir hareketinin çizgisel hız olarak 0,02 m/dk ya karşılık gelmesi gerekmektedir. Bu nedenden dolayı Mikro DC motorun devri yüksek geldiğinden direk olarak silindire bağlanamamıştır.

ASTM D 3142 standardına göre 0,02 m/dk çizgisel hızı sağlayabilmek için silindirimizin 7,854 dk da tam bir tur atmalıdır. Bu sebeple kullandığımız mikro DC motor ve silindir arasına Şekil 3.22'deki redüktör montajı yapılmıştır. Çevirme oranı (i) 1/250 olan redüktör cihazın imalatı Zaxe 3D yazıcı ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.22:3D yazıcı ile imalat edilen redüktör görseli

Mikro DC motor ve silindir arasına yerleştirdiğimiz redüktör sayesinde mikro DC motor tam yükteyken silindir 1 devrini 5 dk'da tamamlamaktadır. Çevirim oranı ASTM D 3412 standardına uygun olmadığı için Şekil 3.23'deki DC motor hız kontrol ünitesi eklenmiştir. Cihazda kullanılan DC motor hız kontrol ünitesi voltajı değiştirerek mikro DC motorun tur devrini değiştirebilmektedir. Bu sayede süre etüd çalışmaları ile ASTM D 3412 standartlarında istenen tur zamanları DC motor hız kontrol ünitesi ile sağlanabilmektedir. Cihazda kullanılan DC motor hız kontrol ünitesi voltajı değiştirerek mikro DC motorun tur devrini değiştirebilmektedir. Cihaza güç sağlayabilmek için adaptör kullanılmıştır.



Şekil 3.23:DC motor hız kontrol ünitesi

3.2.3.2 İplik-İplik Sürtünme Katsayısı

3.2.3.2.1 180° Sarım Açısıyla İplik-İplik Sürtünme Katsayısının Hesaplanması

İplik-iplik sürtünme katsayısının belirlenmesi için yapılan test, kısaca bir iplik belirli bir sarım açısında kendisi veya benzer bir iplik ile temas halinde bilinen bir hızda hareket ettirilmesidir. Giriş ve çıkış gerilimlerinin ölçülerek sürtünme katsayısının hesaplanmasıdır. Teste başlamadan önce havlu numunelerin üretiminde kullanılan Ne 20/2 Open/End (O.E.) zemin, Ne 16/1 Open/End (O.E.) atkı ve Ne 16/1 Open/End (O.E.) Ne 16/1 karde, Ne 16/1 mısır penyesi ve Ne 16/1 supima hav iplik çeşitleri kullanılmıştır. Kullanılan iplikler ham ve mamül olmak üzere toplam 12 farklı iplik için standart atmosfer şartlarında $65 \pm 2\%$ bağıl nem, $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ($70 \pm 2^{\circ}\text{F}$) sıcaklıkta bekletilmelidir. İplik-iplik sürtünmeleri, noktasal ve çizgisel olmak üzere iki farklı temas yöntemiyle belirlenmektedir. Çalışmada çizgisel temas yöntemlerinden biri olan ASTM D 3412 standardına göre Capstan Yöntemi kullanılmıştır. Numune havluların üretiminde kullanılan iplikler teker teker ASTM D 3412 standardına göre Capstan Yöntemine uygun Şekil 3.19' daki cihazın 50 mm çaplı silindirine 180° sarım açısıyla iplik sarılır. Silindir üzerine sarılan iplik sarım yapılan yüzeyi tamamen kaplamalı.

İplik silindir üzerine Şekil 3.26'daki gibi asılır. Silindir üzerine asılan ipliğin bir ucuna ASTM D 3412 standardına göre giriş gerginliği $10 \pm 0,5$ mN/tex olarak ayarlanarak sabitlenir. Silindire asılan ipliğin diğer ucu TensionView DTMX-500 iplik tansiyon ölçüm cihazındaki sensörlerden geçirilir. Silindir 0,02 m/dk hızla çalışırken TensionView DTMX-500 çıkış gerginliğini ölçmektedir.



Şekil 3.24:Tension View DTMX-500 iplik tansiyon cihazı



Şekil 3.25:Tension View DTMX-500 iplik tansiyon cihazındaki ölçümü sağlayan silindirler



Şekil 3.26: İplik-iplik sürtünme testi

ASTM D 3412 standardında Capstan Yöntemine göre iplik sürtünme katsayısı verilen denklem (1.2) ile hesaplanmaktadır.

$$T_2 = T_1 e^{\mu\theta} \quad (1.1)$$

$$\mu = \frac{\ln(T_2) - \ln(T_1)}{\theta} \quad (1.2)$$

μ : sürtünme katsayısı

T_1 : ortalama giriş gerginliği

T_2 : ortalama çıkış gerginliği

θ : sarım açısı

3.2.3.2.2 90° Sarım Açısıyla İplik-İplik Sürtünme Katsayısının Hesaplanması

İplik-iplik sürtünme katsayısını 90° sarım açısıyla ölçmek için 1,5-9,0 cm ebatın da ham ve kasarlı olmak üzere 2 farklı kartona enine Ne 16 Open/End (O.E.) atkı ipliği geçirilmiştir.



Şekil 3.27:İplik-iplik sürtünme katsayısının 90 derece açı ile hesaplanmasında kullanılan ham ve kasarlı kartonlar

Ne 16/1 Open/End (O.E.) atkı ipliği sarılan Şekil 3.27’de görülen kartonlar ASTM D 3412 standardından Capstan Yöntemine uygun geliştirilen cihazın 50 mm lik silindiri üzerine monte edilir. Silindir üzerine monte edilen kartonun üzerine denk gelecek şekilde Ne 16/1 mısır penyesi, Ne 16/1 supima, Ne 16/1 Open/End (O.E.), Ne 16/1 karde hav iplikleri teker teker asılır. Ardından yapılan işlemler 180° sarım açısıyla iplik-iplik sürtünme katsayısını hesaplamadaki aşamayla aynıdır. Asılan hav ipliklerinin bir ucuna giriş gerginliği $10 \pm 0,5$ mN/tex olarak ayarlanır ve sabitlenir. Hav ipliğin diğer ucu ise TensionView DTMX-500 iplik tansiyon ölçüm cihazın silindirlerinden geçirilir. Silindir 0,02 m/dk hızla döner böylece TensionView DTMX-500 iplik tansiyon cihazı çıkış gerginliğin değerini ekranda okunur. Belirlenen giriş ve çıkış gerginliği ile ASTM D 3412 standardının Capstan Yönteminde iplik-iplik sürtünme katsayısını hesaplamak için uygulanan denklemle hesaplanmıştır.

3.2.3.3 İplik-Metal Sürtünme Katsayısı

İplik-metal sürtünme katsayısının hesaplanmasında da aynı şekilde ASTM D 3412 standardın Capstan Yöntemine göre geliştirilen cihazda gerçekleştirilmiştir. Cihazın silindir yapısı metalden yapılmıştır. Havlu numunelerinde kullanılan iplikler

ASTM D 3412 standardına göre kondüsyonlanma işleminden sonra cihazın 50 mm çaplı silindire teker teker asılır. Ham ve mamül olmak üzere başta belirtildiği gibi 12 farklı iplik için aynı işlem uygulanır. İplik-iplik sürtünme katsayısı hesaplamalarında olduğu gibi, asılan ipliğin bir ucuna giriş gerginliği $10 \pm 0,5$ mN/tex olarak ayarlanır ve sabitlenir. Asılan ipliğin diğer ucu iplik-iplik sürtünme katsayısı hesaplamada ki gibi TensionView DTMX-500 iplik tansiyon cihazın silindirinden geçirilerek çıkış gerginlik değeri cihazından okunur. Giriş ve çıkış gerginliği belirlenen iplik-metalin sürtünme katsayısı da aynı şekilde iplik-iplik sürtünme katsayısındaki denklemle hesaplanır.

4. BULGULAR

4.1 İlme Çekme Test Sonuçları

EN 15598; 2008 “Terry Fabrics Resistance to Pile Loop” olarak bilinen havlu kumaşlarda ilme oluşturan çözgü ipliğinin çekme kuvvetine karşı dayanımı ifade eden standart kullanılmıştır. Bu standartta göre numuneler hazırlanmış, test edilmiş ve test sonuçları elde edilmiştir. Testte kullanılan numuneler öncelikle ham halinde havlular, sonra mamul halde havlulardır. Her iki numune kullanılarak farklı iplik elde etme yöntemi ile atkısı sayısı ve sıklığı arasındaki sonuçlar aşağıda yer almaktadır,

4.1.1 Ham Havlu Numuneleri

Öncelikle işlem görmemiş ham olarak bilinen numuneler üzerinde test yapılmıştır. Bu testten amaç, terbiye işlemi görmemiş kumaşlarda hav ipliklerinin çekilme dayanımının ilişkisinin ortaya konmasıdır. Dolayısıyla kullanılan iplik türlerine, atkı sayısına ve atkı sıklığına bağlı olarak elde edilen sonuçlar ve değerlendirmeler yer almaktadır.

4.1.1.1 Kullanılan Hammaddelerin Etkisi

Bu çalışmada hammadde olarak mısır penyesi, supima, karde ve Open/End (O.E.) ipliklerdir. Bu iplikler endüstride yaygın olarak kullanıldığından numunelerin üretiminde tercih edilmiştir. Hazırlanan deney planına göre sıklık ve atkı sayıları sabit tutularak kullanılan hammaddelerin etkisi irdelenmiştir.

Sıklık sayısı 15 olan numunelerin sonuçlarına bakıldığında 3 farklı sıklığın yer aldığı Şekil 4.28’ de (a), (b) ve (c) grafikleri elde edilmiştir. Şekil 4.28 (a)’ da mısır penyesi ve supima düşük kuvvetlerde 4 mm’ye kadar lineer olarak artış gösterirken karde ve Open/End iplikler nispeten yüksek kuvvet değerlerinde lineer artış

göstermiştir. 4 mm çekilme mesafesinden sonra aynı kuvvet altında tüm iplikler birbirine benzer çekilme mesafe değeri sonucunu vermiştir.

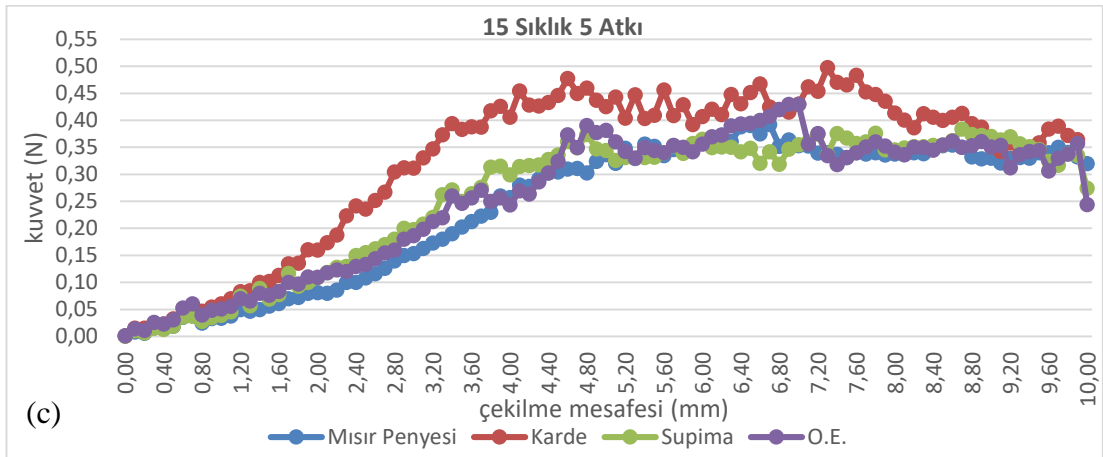
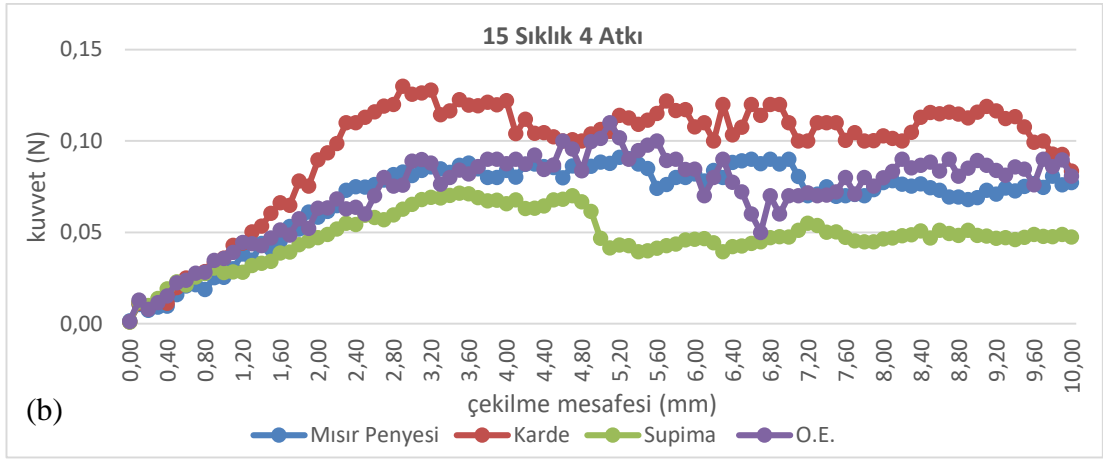
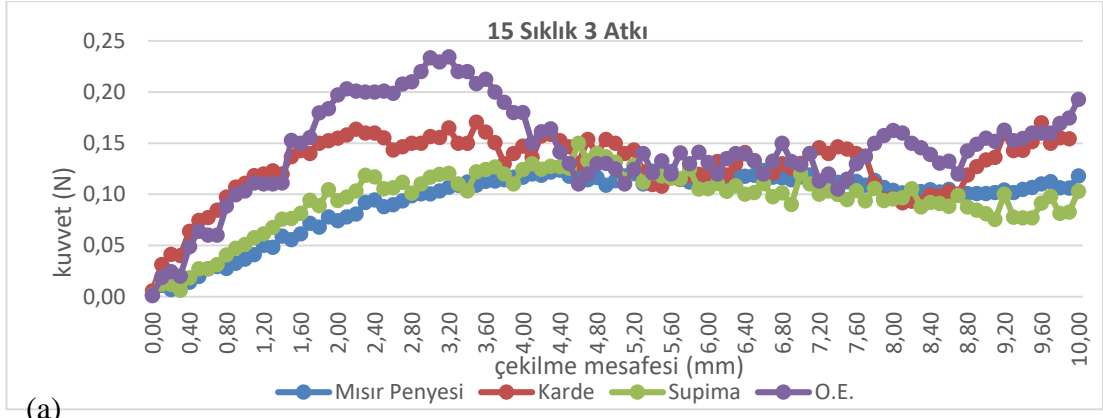
Şekil 4.28(b)'da tüm iplikler düşük kuvvet altında çekilme mesafe değerlerine sahip iken nispeten karde yüksek, supima ise düşük değerlerdedir. Şekil 4.28 (c)' de ise tüm ipliklerin ilme çekim kuvvet değerleri görünür bir şekilde artmıştır, 0,40-0,50 N değerleri arasında yer almaktadır. Benzer şekilde karde iplikleri diğerlerine göre değerleri yüksektir.

Dolayısıyla ipliklerin yüzey özellikleri ilme çekim kuvvetini etkilediği görülmektedir. Karde ve Open/End yüzey özellikleri tüylülük, lif uç çıkıntıları ve iplik çap değişimleri diğerlerine göre daha fazladır. İpliklerin sürtünme katsayıları da yüzey özelliklerine farklılık göstermektedir.

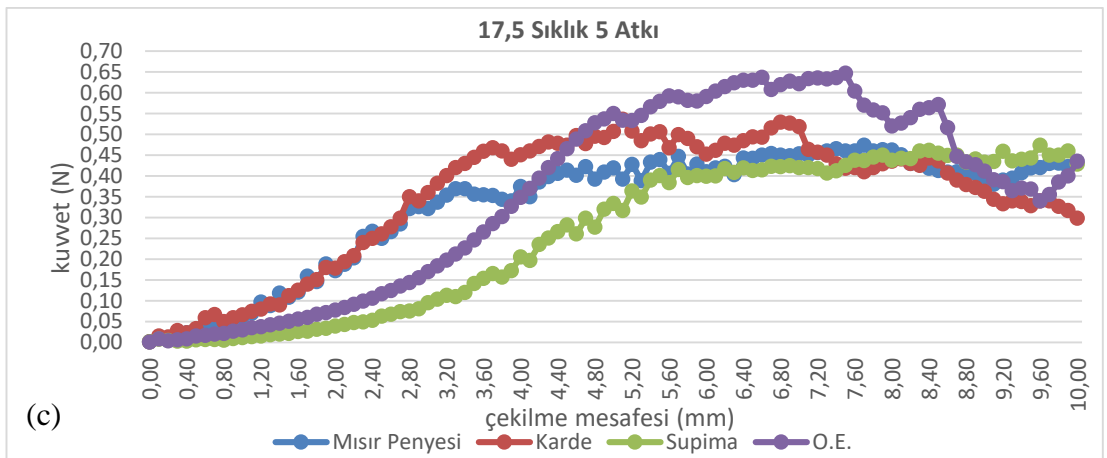
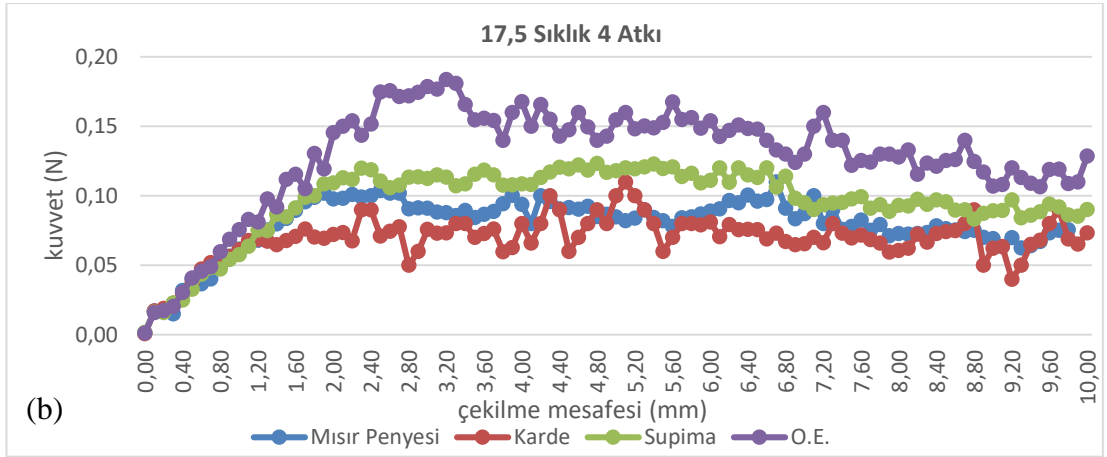
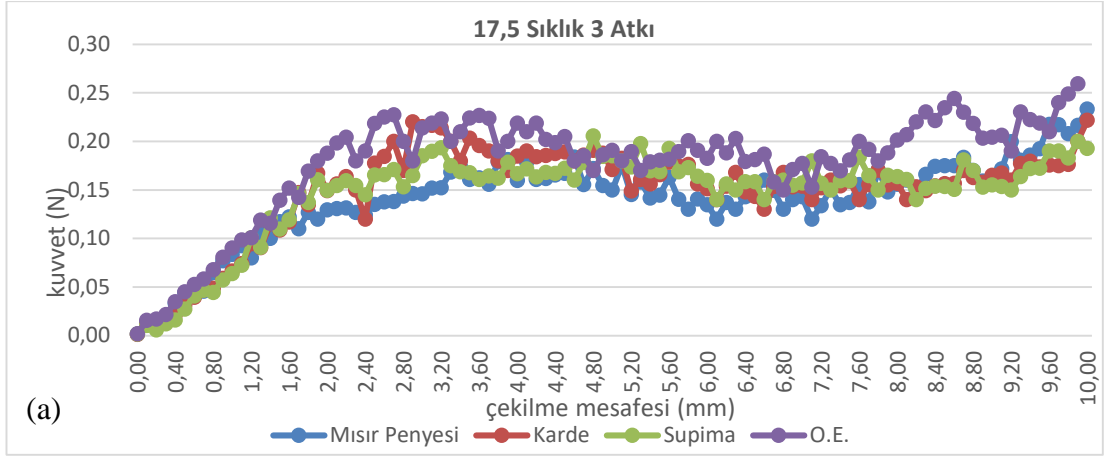
Şekil 4.29 (a), (b) ve (c)' de 17,5 sıklık üzerine elde edilen sonuçları göstermektedir. Şekil 4.29 (a) 3 atkılı kumaşlarda tüm iplikler benzer eğrilere sahiptir. Bu nedeni 3 atkılı ipliklerde oluşan sıklıklar ile ilişkilidir. Şekil 4.29 (b) ise iplikler arasında farklılık bulunmaktadır, farklılıklar 1,80 mm'den itibaren kendini göstermeye başlamıştır. Open/End iplikler iplik çekilmesine daha fazla kuvvet ihtiyacı duyarken diğer iplikler nispeten daha düşük kuvvete ihtiyaç duymaktadırlar. Şekil 4.29 (c) ise 5 atkılı sistemde tüm iplikler 1,50 mm'den itibaren ilmek çekmesinde önemli oranda kuvvete ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Kuvvetin yüksekliği çekilme mesafesinin sonuna kadar sürmektedir.

Şekil 4.30 (a), (b) ve (c)' de ise 20 atkı sıklığı değerinde 3, 4 ve 5 atkı sayısında elde edilen sonuçları göstermektedir. Şekil 4.30 (a)' da tüm iplikler benzer eğilim göstermektedir. 1,80 mm değere kadar yükselme eğiliminde 7,80 mm'ye kadar olan çekilme mesafesinde kuvvet aynı değerlere sahip iken 7,80 mm' den itibaren kuvvet artma eğilimindedir. Şekil 4.30 (b)' de ise tüm iplikler 2,70 mm çekilme mesafe değerine kadar lineer bir artışa sahip iken bu çekilme mesafe değerinde sonra aynı kuvvet değerinde sabit eğilim göstermektedir. Şekil 4.30 (c)' de ise ilme çekme kuvveti değeri diğerlerine göre yükselmiştir, maksimum değer 0,80 N olarak tespit edilmiştir. 4,20 mm çekilme mesafesine kadar iplikler benzer artış gösterirken, bu değerden sonra Open/End iplikler diğer ipliklere göre daha fazla çekme kuvvetine

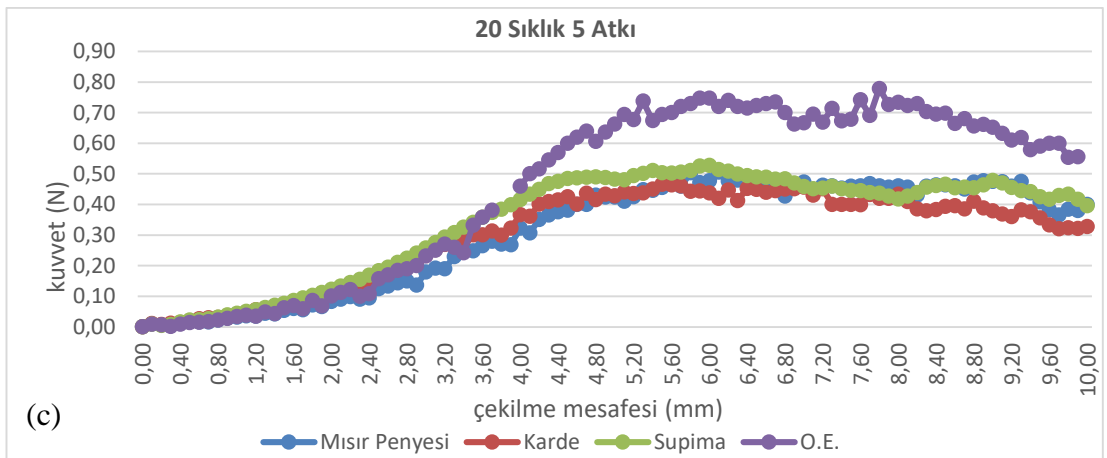
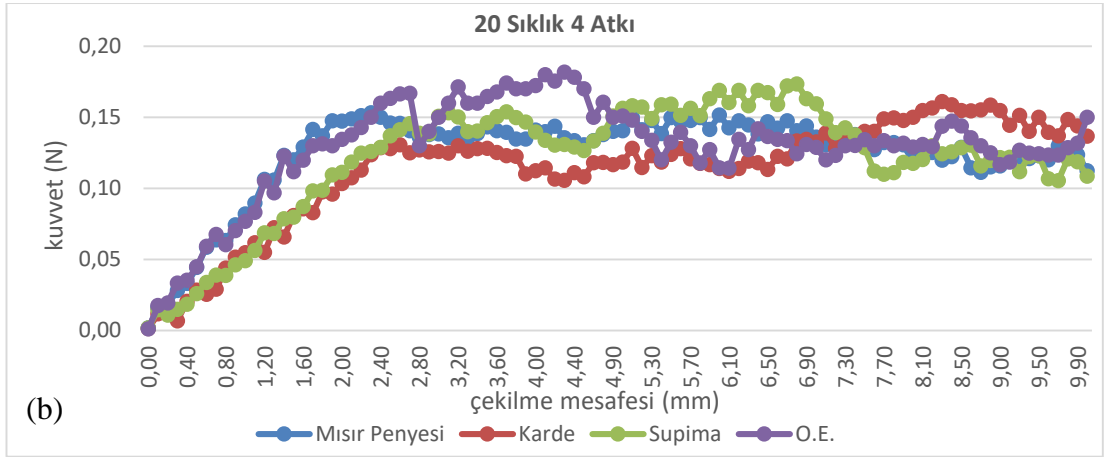
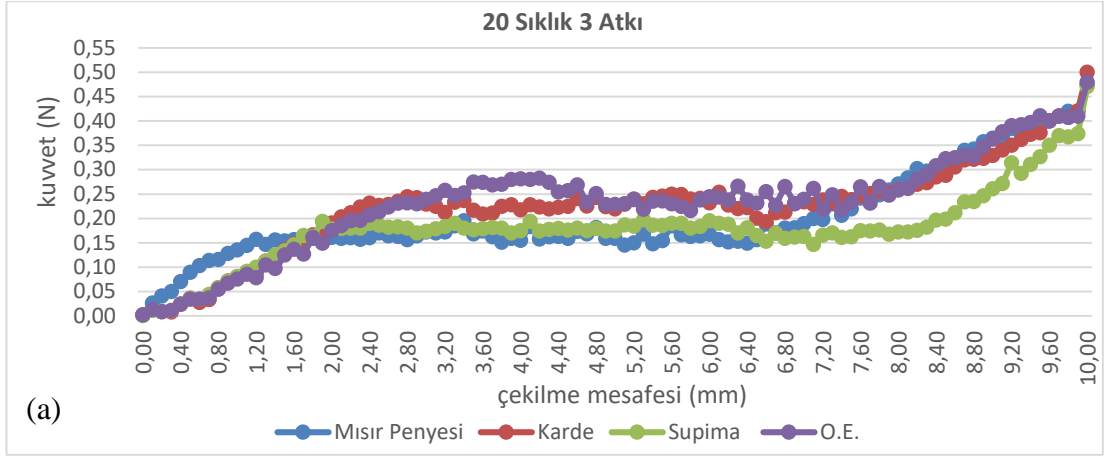
ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni sıklığın en yüksek değerde olması, ilme çekme kuvvetine duyulan kuvvetin artığını ispatlamaktadır.



Şekil 4.28:15 sıklık ham mısır penyesi, karde, supima, O.E. ipliklerin a)3 atkılı b)4 atkılı c)5 atkılı ilme çekme test sonuç grafikleri



Şekil 4.29:17,5 sıklık ham mısır penyesi,karde,supima, O.E. ipliklerin a)3 atkılı b)4 atkılı c)5 atkılı ilme çekme test sonuç grafikler



Şekil 4.30:20 sıklık ham mısır penyesi, supima, karde, O.E. ipliklerin a) 3 atkılı b)4 atkılı c)5 atkılı ilme çekme test sonuç grafikleri

4.1.1.2 Atkı Sayısının Etkisi

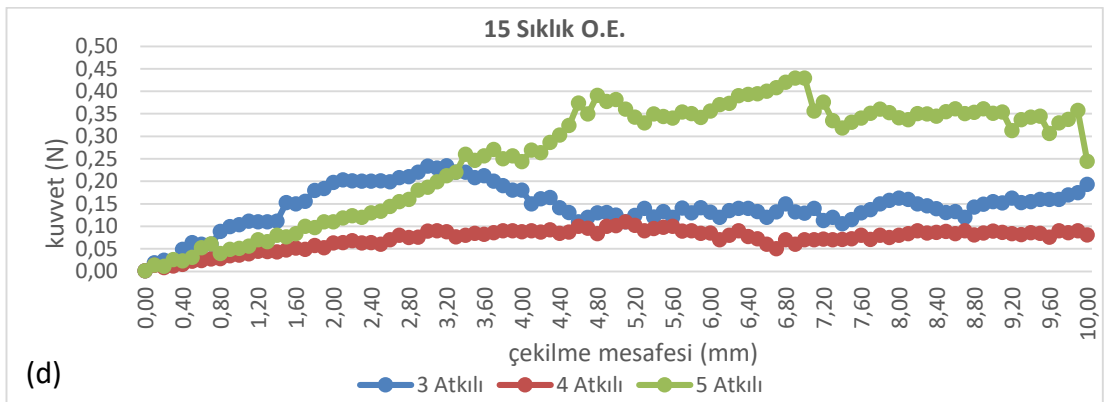
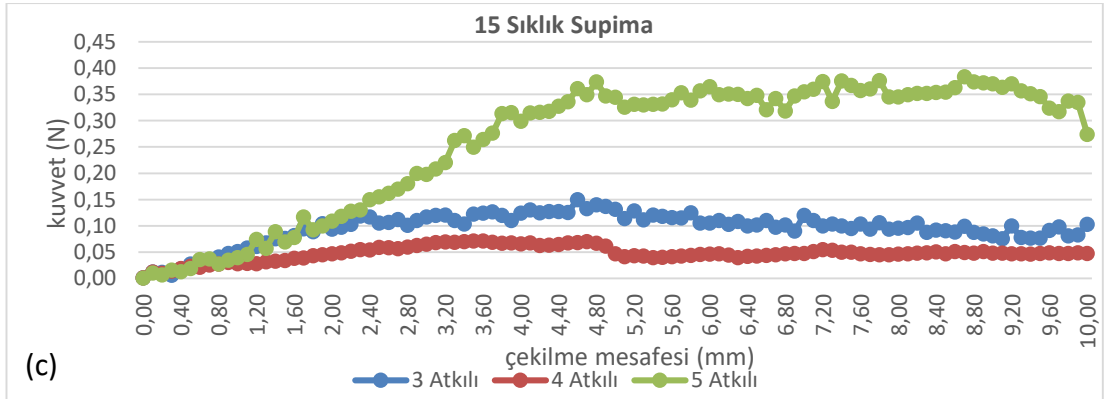
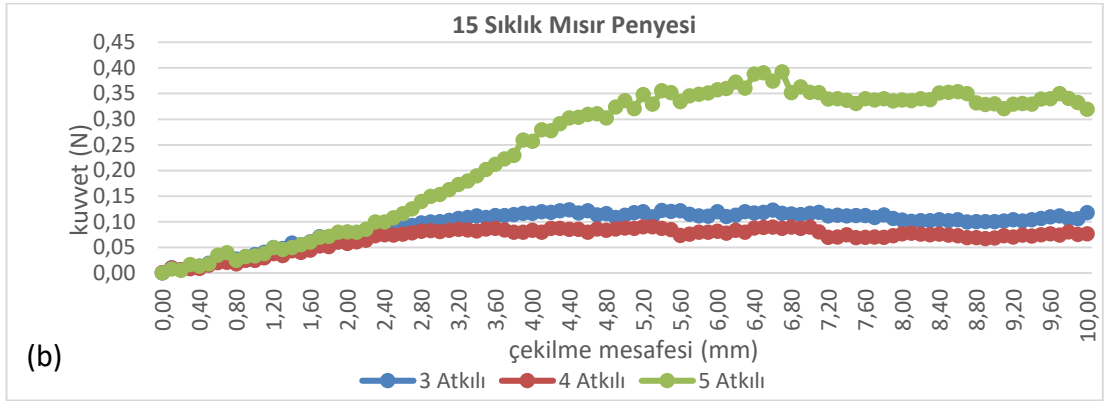
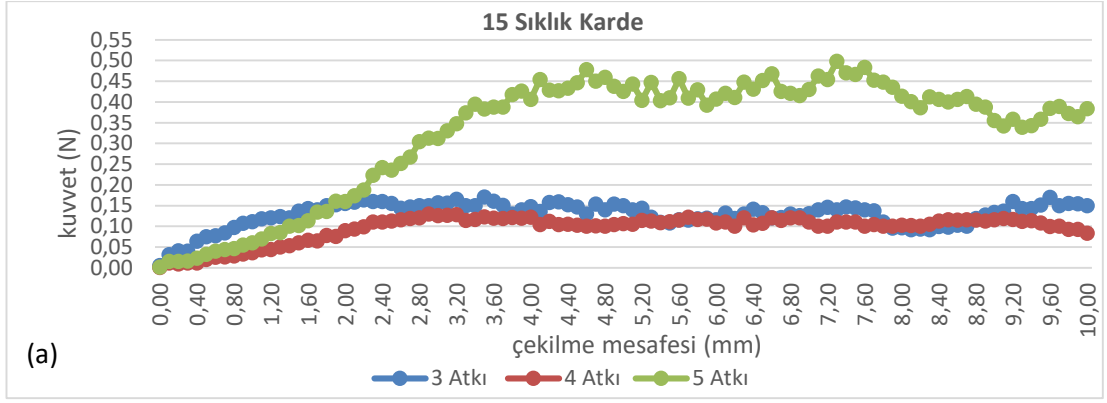
Çalışmada atkı sıklığı (15-17,5-20) ve kullanılan hammaddeler (karde-mısır penyesi-Open/End (O.E.)- supima) sabit tutularak değişkenlik gösteren atkı sayısı (3-4-5) incelenmiştir.

Sıklık sayısı 15 olan numunelerin sonuçlarına bakıldığında 4 farklı kullanılan hammaddelerin yer aldığı Şekil 4.31' de (a), (b), (c) ve (d) grafikleri elde edilmiştir. 15 sıklık 5 atkılı yapıda kullanılan hammaddelerin yüksek kuvvet altında çekildiği görülmektedir. Şekil 4.31' de (a), (b), (c) ve (d) grafiklerinde 15 sıklık 4 atkılı yapıda kullanılan hammaddelerin düşük ve aynı kuvvet altında sabit eğilim göstermektedir.

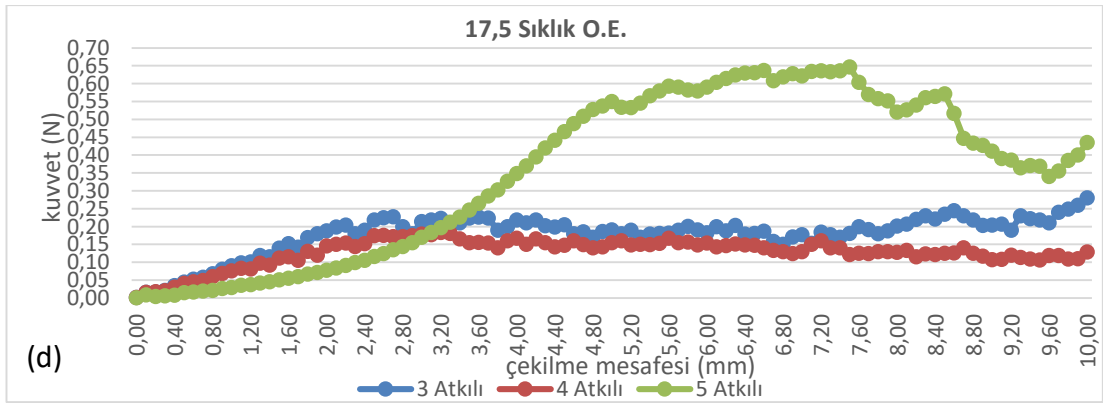
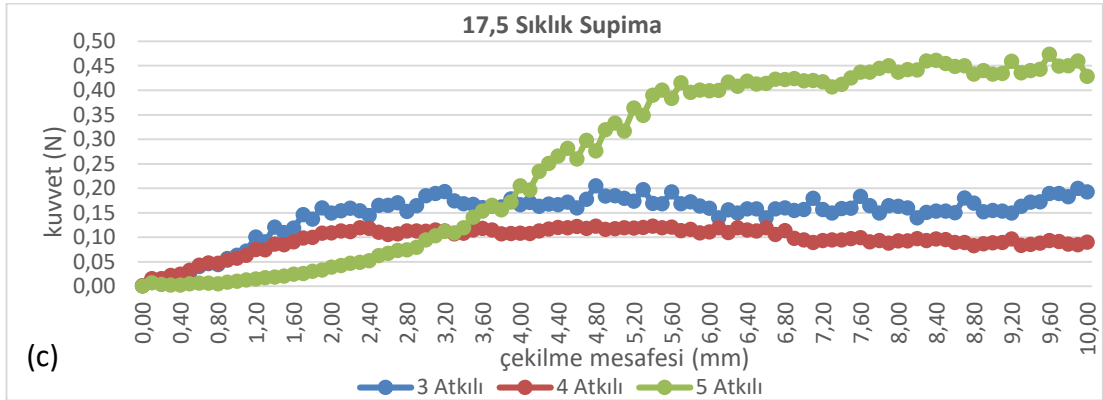
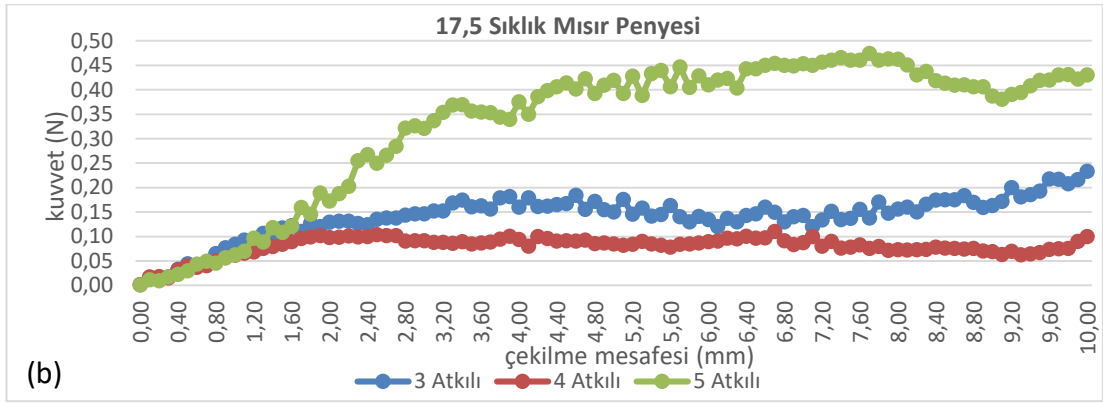
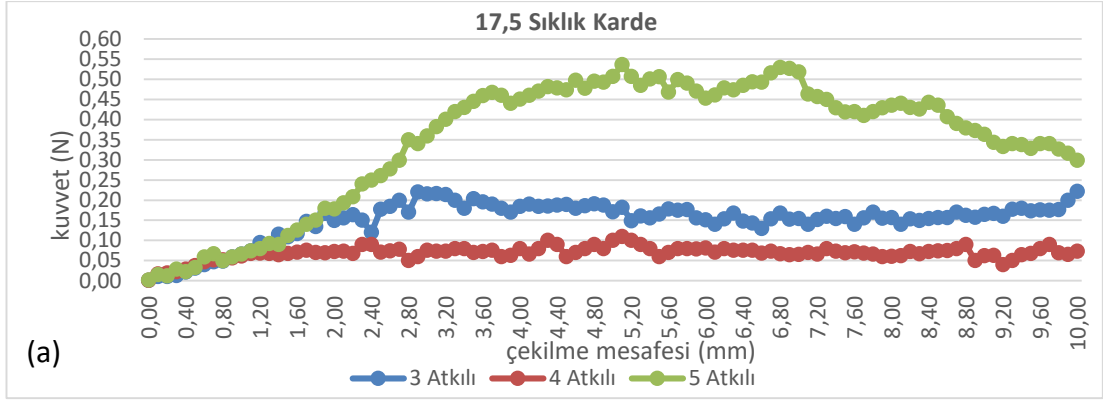
Sıklık sayısı 17,5 olan numunelerin sonuçlarına bakıldığında 4 farklı kullanılan hammaddelerin yer aldığı Şekil 4.32' de (a), (b), (c) ve (d) grafikleri elde edilmiştir. Şekil 4.32' de (a), (b), (c) ve (d) grafiklerinde 17,5 sıklık 5 atkılı yapıda kullanılan hammaddelerin yüksek kuvvet altında çekildiği gözlemlenmiştir. 17,5 sıklık 3 ve 4 atkılı yapıda kullanılan hammaddelerin karde, mısır penyesi, supima, Open/End hav ipliklerin birbirlerine yakın kuvvetle çekildiği görülmektedir.

Sıklık sayısı 20 olan numunelerin sonuçlarına bakıldığında 4 farklı kullanılan hammaddelerin yer aldığı Şekil 4.33' de (a), (b), (c) ve (d) grafikleri elde edilmiştir. Şekil 4.33' de (a), (b), (c) ve (d) grafiklerinde 20 sıklık 5 atkılı yapıda kullanılan hammaddelerin yüksek kuvvet altında çekilmiştir. 20 sıklık 3 atkılı yapıda kullanılan hammaddelerin düşük kuvvet altında ve yaklaşık 2 mm çekilme mesafesinden sonra sabit kuvvet altında ilerlediği görülmüştür. 20 sıklık 3 atkılı yapıda kullanılan hammaddelerin yaklaşık 7,5 mm çekilme mesafesinden sonra çekme kuvvetin arttığı gözlemlenmiştir.

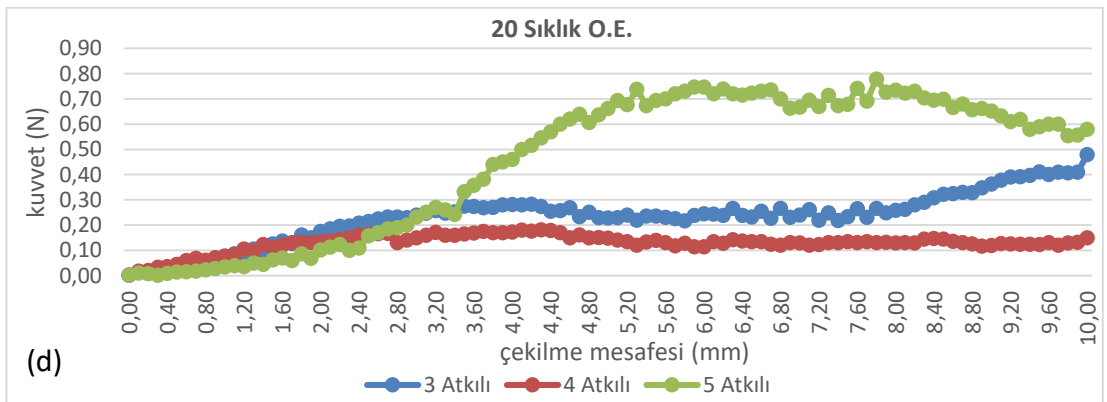
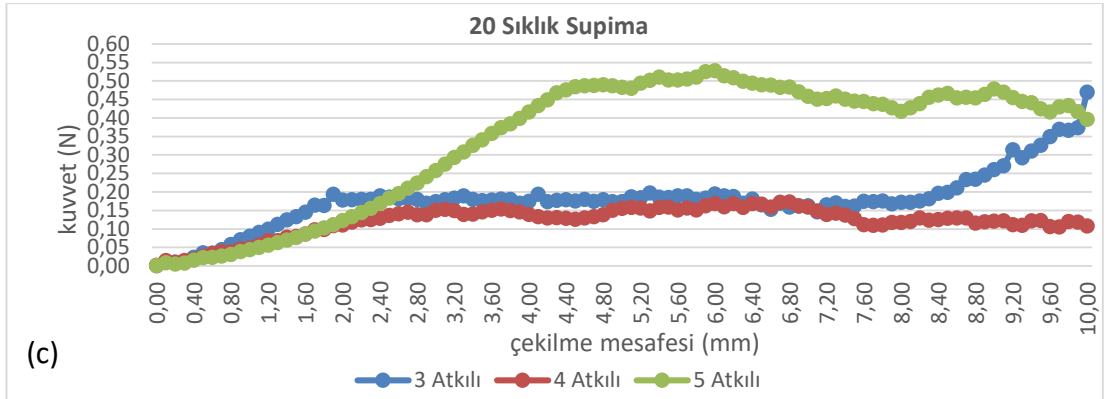
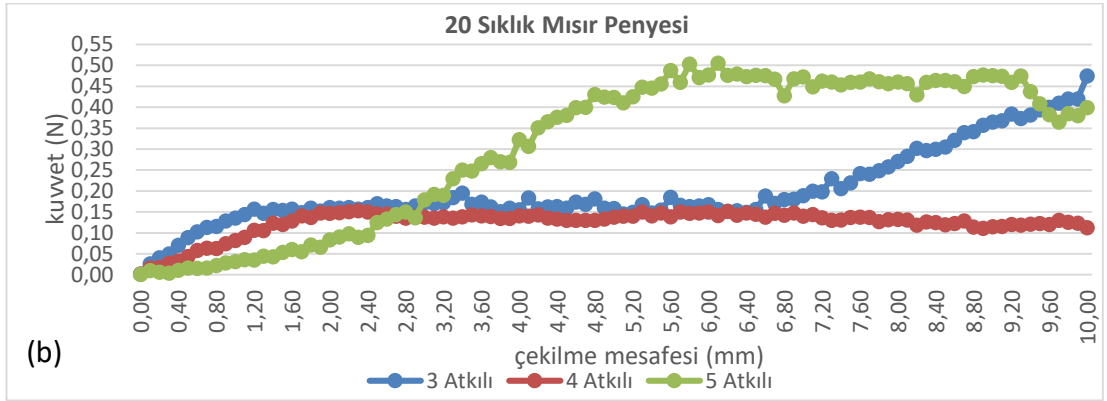
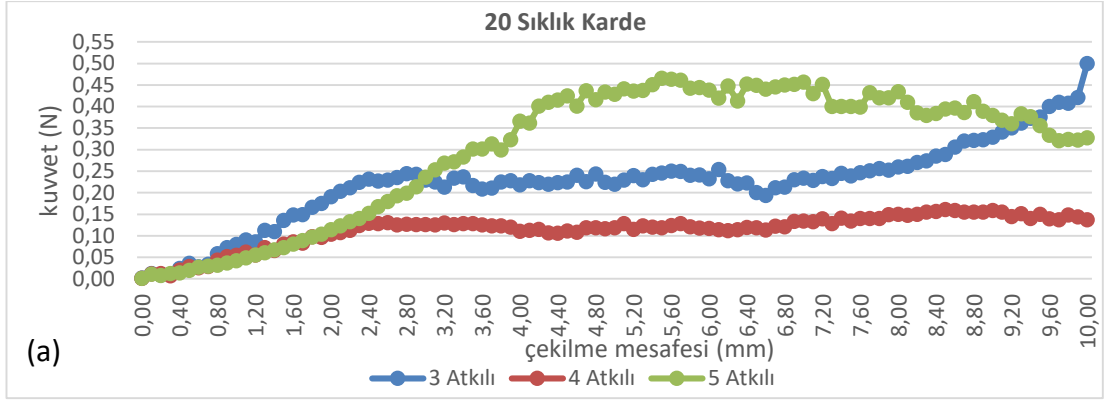
Şekil 4.31, Şekil 4.32, Şekil 4.33' de 5 atkılı numune havlular 3 ve 4 atkılı hav numunelerine göre 15-17,5 ve 20 sıklık fark etmeksizin yüksek kuvvet altında çekilmektedir.



Şekil 4.31:15 sıklık 3/4/5 atkılı a) Karde b) Mısır penyesi c) Supıma d) O.E. ham ipliklerin ilme çekme test sonuç grafikleri



Şekil 4.32:17,5 sıklık 3/4/5 atkılı a)Karde b)Mısır penyesi c) Supima d) O.E. ham ipliklerin ilme çekme test sonuç grafikleri



Şekil 4.33:20 sıklık 3/4/5 atkılı a)karde b)Mısır penyesi c) Supima d) O.E. ham ipliklerin ilme çekme test sonuç grafikleri

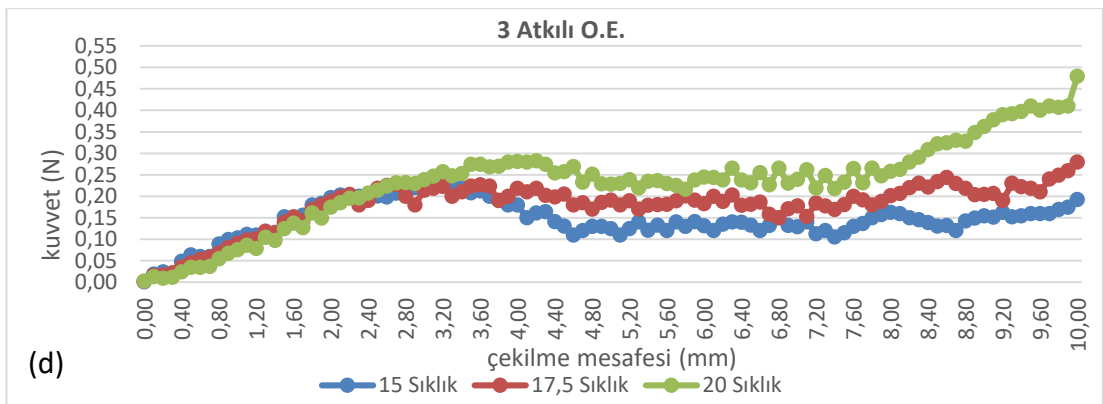
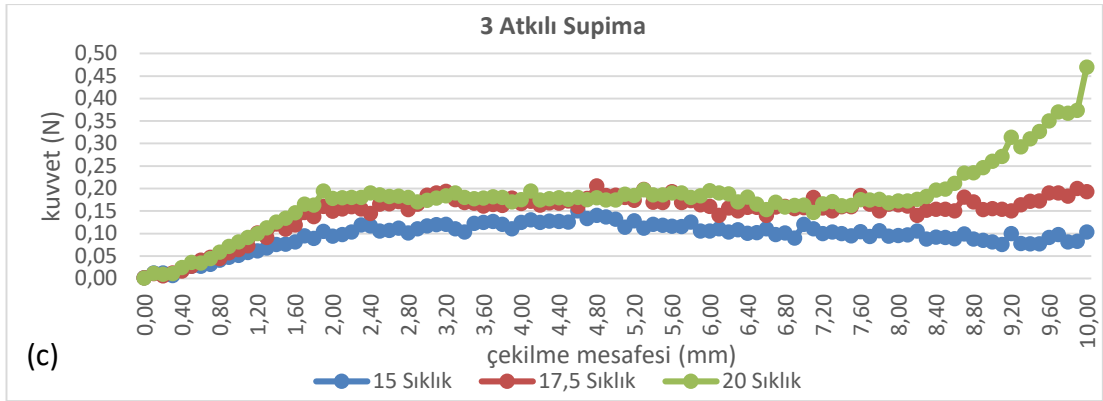
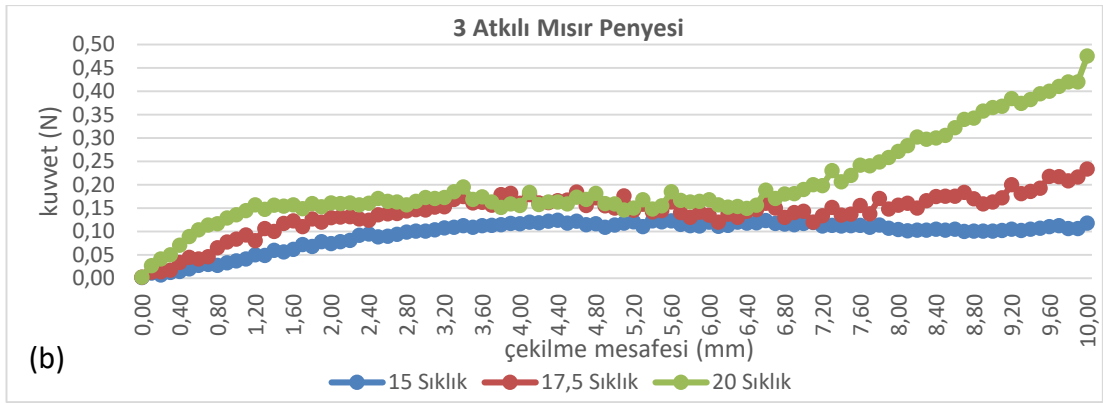
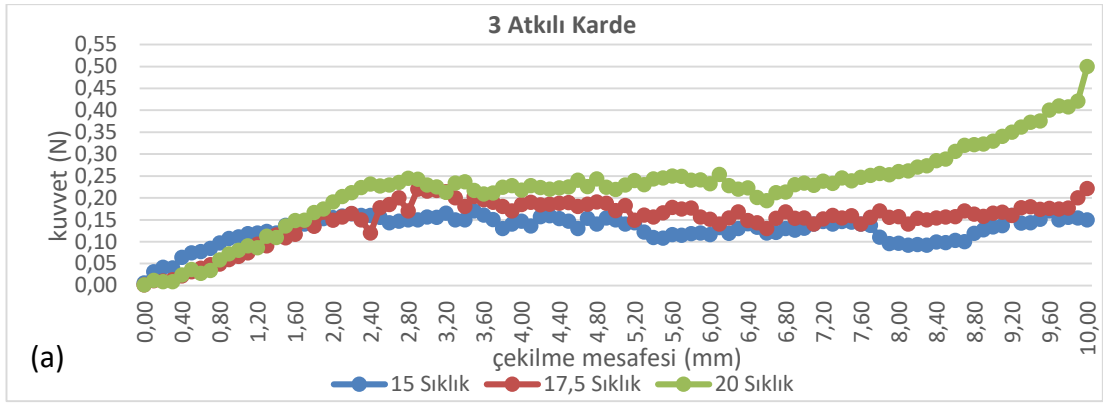
4.1.1.3 Sıklığın Etkisi

Deney planında atkı sayısı (3-4-5) ve kullanılan hammaddeler (karde-mısır penyesi-Open/End (O.E.)- supima) sabit tutularak değişkenlik gösteren atkı sıklığı (15-17,5-20) incelenmiştir.

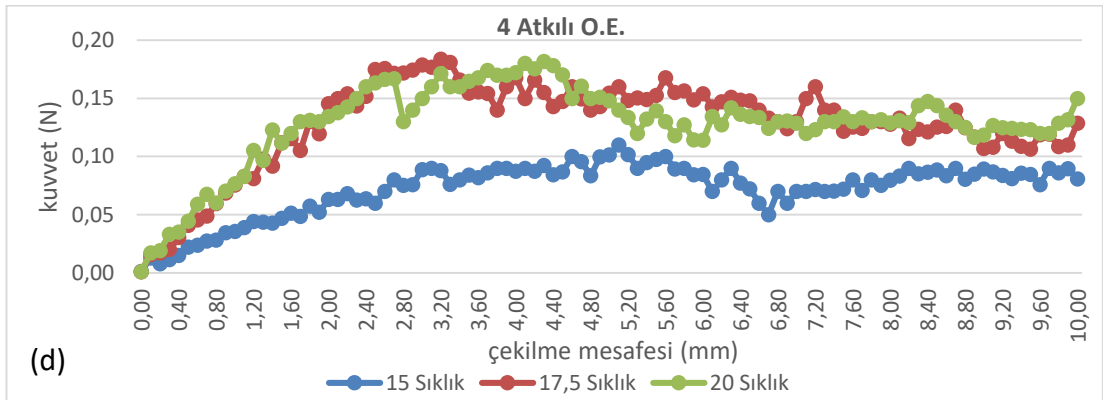
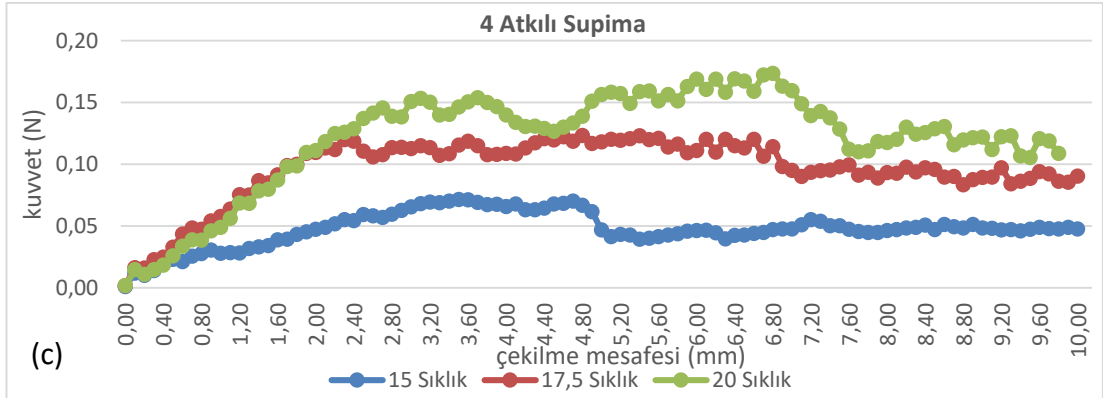
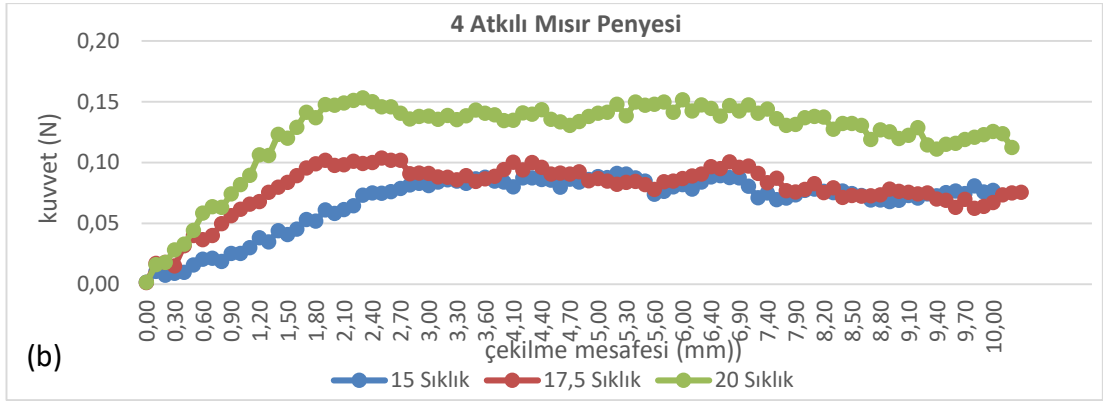
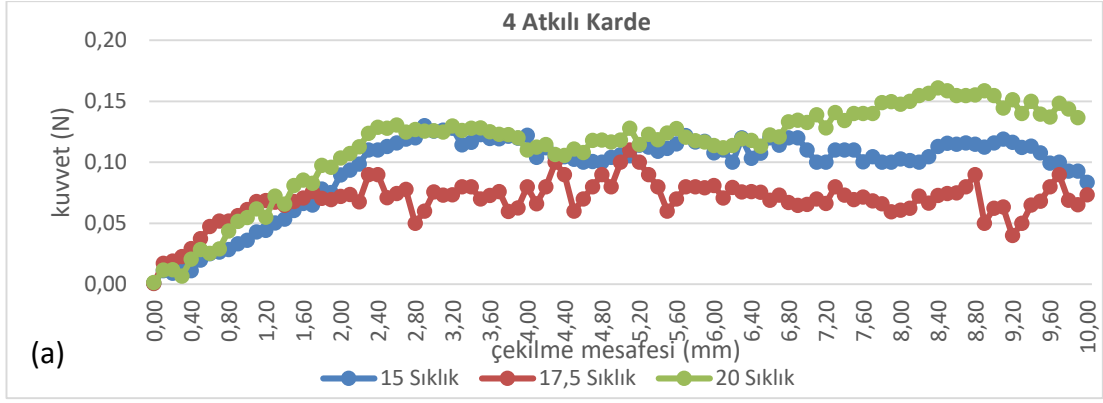
Atkı sayısı 3 olan numunelerin sonuçlarına bakıldığında 4 farklı kullanılan hammaddelerin 3 farklı sıklıktaki etkisi incelenmiştir. Şekil 4.34' de (a), (b), (c) ve (d) grafikleri elde edilmiştir. Şekil 4.34' de (a), (b), (c) ve (d) grafikleri incelendiğinde 3 atkılı kumaşlarda tüm iplikler benzer eğilimler göstermektedir. Sıklıkla olan ilişkisi incelendiğinde ise 20 sıklığın yaklaşık 8,00 mm çekilme mesafesinden sonra yüksek kuvvet altında çekme eğilimi gösterdiği gözlemlenmiştir.

Atkı sayısı 4 olan numunelerin sonuçlarına bakıldığında 4 farklı kullanılan hammaddelerin 3 farklı sıklıktaki etkisi incelenmiştir. Şekil 4.35' de (a), (b), (c) ve (d) grafikleri elde edilmiştir. Şekil 4.35 (a)' da 17,5 sıklık karde ipliğin düzgünsüzlüğünün etkisi ile gerçekleştiği olarak yorumlanmıştır. Şekil 4.35 (b)' de mısır penyesi ipliklerin 15 ve 17,5 sıklıklarda yaklaşık 3 mm çekildikten sonra aynı kuvvet etkisinde çekilmektedir. Şekil 4.35 (c)'de iplikler arasında farklılık bulunmaktadır, farklılıklar 2,70 mm' den itibaren kendini göstermeye başlamıştır. Şekil 4.35 (d)' de 17,5 ve 20 sıklıklı yapılarda Open/End ipliklerin iplik çekilmesinde daha fazla kuvvete ihtiyaç duyulmaktadır. Şekil 4.35 grafiklerinde 4 atkılı havlu numunelerin hav iplikleri Şekil 4.34 grafiklerinde 3 atkılı ve Şekil 4.36 grafiklerinde 4 atkılı havlu numunelerin hav ipliklerine göre daha düşük kuvvette çekilmektedir.

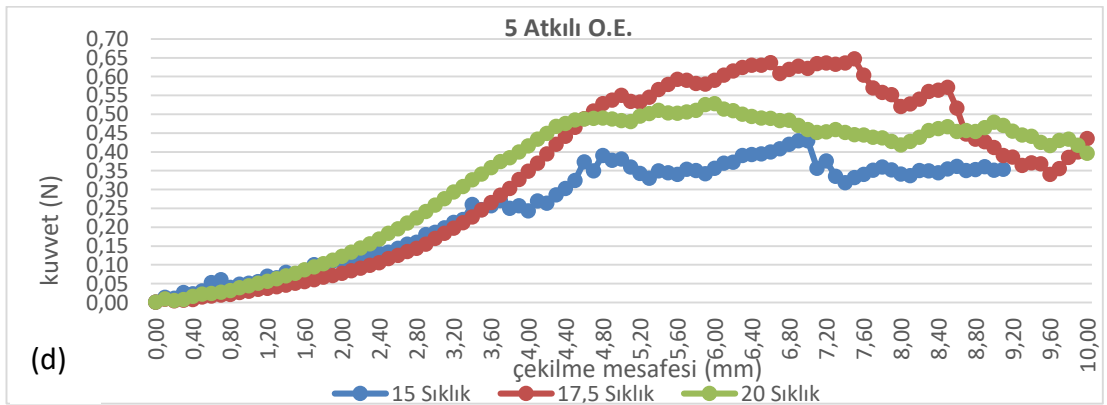
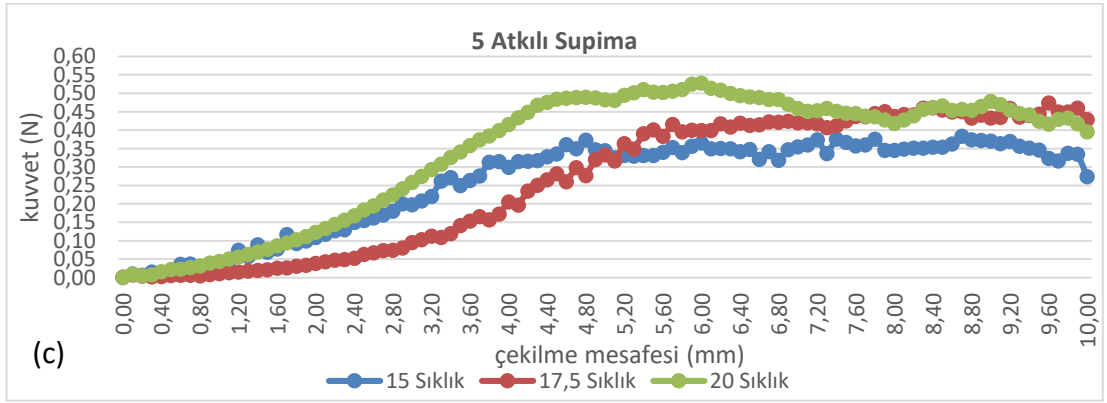
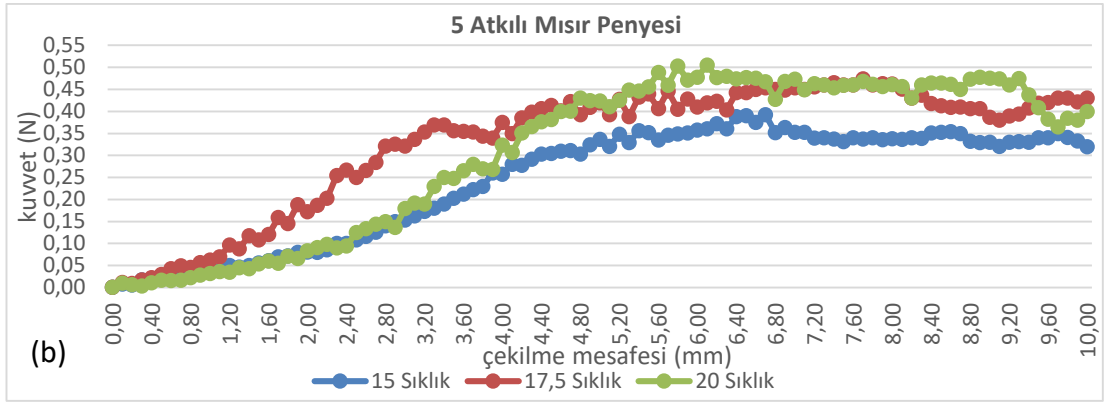
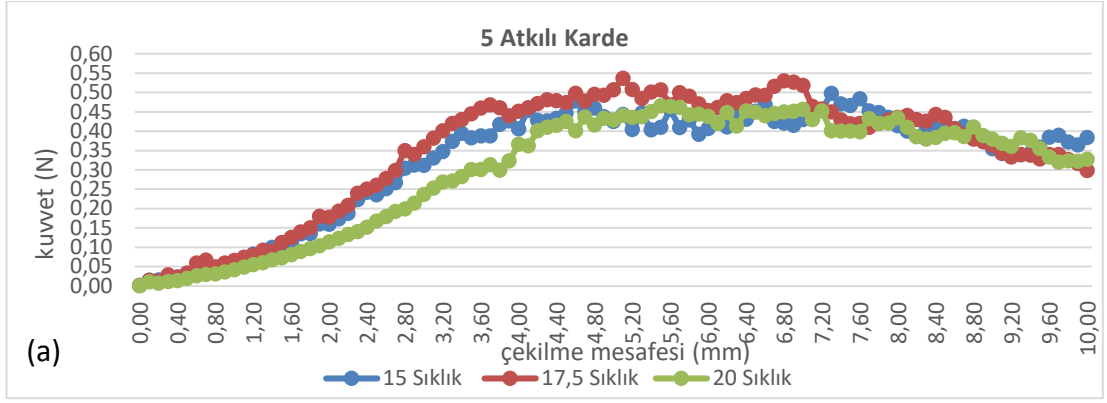
Atkı sayısı 5 olan numunelerin sonuçlarına bakıldığında 4 farklı kullanılan hammaddelerin 3 farklı sıklıktaki etkisi incelenmiştir. Şekil 4.36'da (a), (b), (c) ve (d) grafikleri elde edilmiştir. Şekil 4.36 (c) ise 5 atkılı sistemde tüm iplikler yüksek kuvvet altında çekilme mesafe değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Şekil 4.36 (a) grafiğinde tüm ipliklerin benzer eğilim göstermektedir 2,70 mm çekilme mesafesinden sonra kuvvet artma eğilimindedir.



Şekil 4.34: 3 atkılı 15/17,5/20 sıklık a) Karde b) Mısır penyesi c) Supima d) O.E. ham ipliklerin ilme çekme test sonuç grafikleri



Şekil 4.35:4 atkılı 15/17,5/20 sıklık a)Karde b)Mısır penyesi c) Supima d) O.E. ham ipliklerin ilme çekme test sonuç grafikleri



Şekil 4.36: 5 atkılı 15/17,5/20 sıklık a)Karde b)Mısır penyesi c) Supima d) O.E. ham ipliklerin ilme çekme test sonuç grafikleri

4.1.2 Mamül Havlu Numuneleri

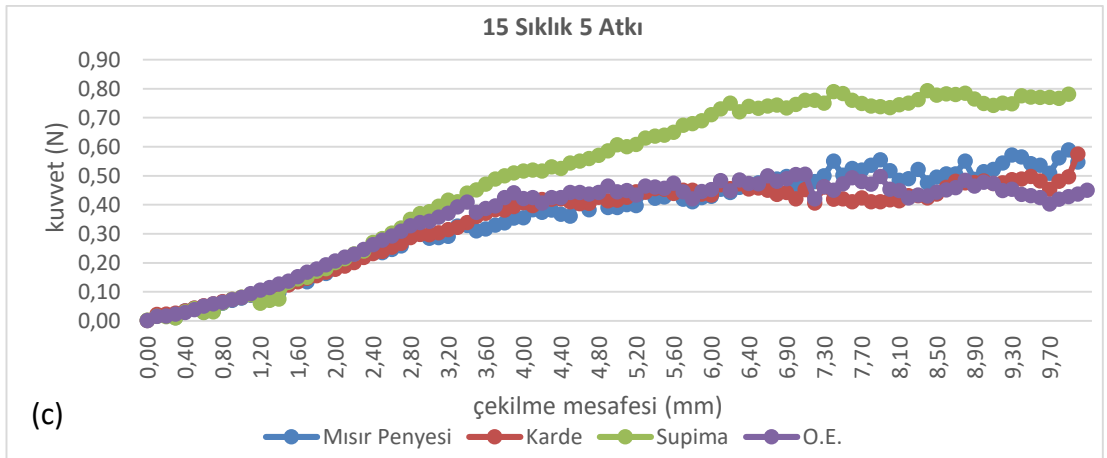
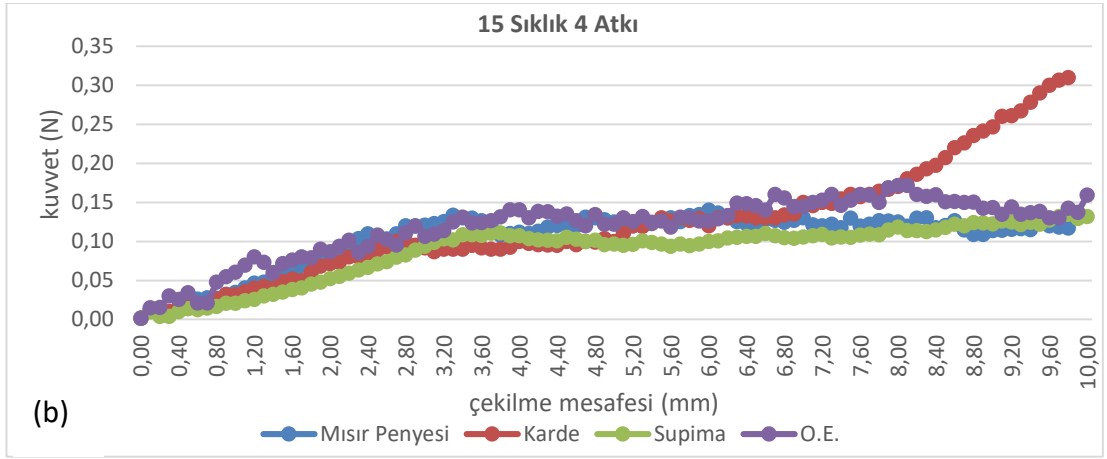
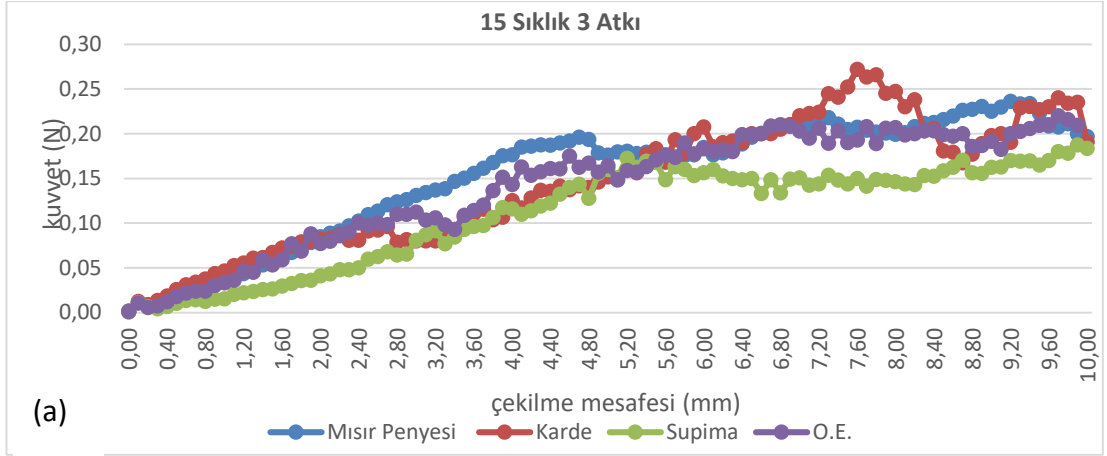
Öncelikle işlem görmüş mamul olarak bilinen numuneler üzerinde test yapılmıştır. Bu testten amaç, terbiye işlemi görmüş kumaşlarda hav ipliklerinin çekilme dayanımının ilişkisinin ortaya konmasıdır. Dolayısıyla kullanılan iplik türlerine, atkı sayısına ve atkı sıklığına bağlı olarak elde edilen sonuçlar ve değerlendirmeler yer almaktadır.

4.1.2.1 Kullanılan Hammaddelerin Etkisi

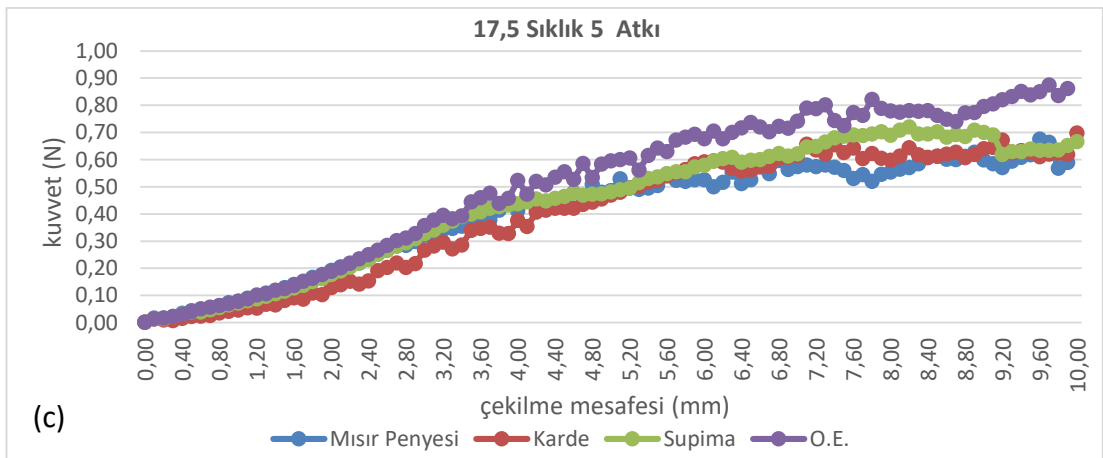
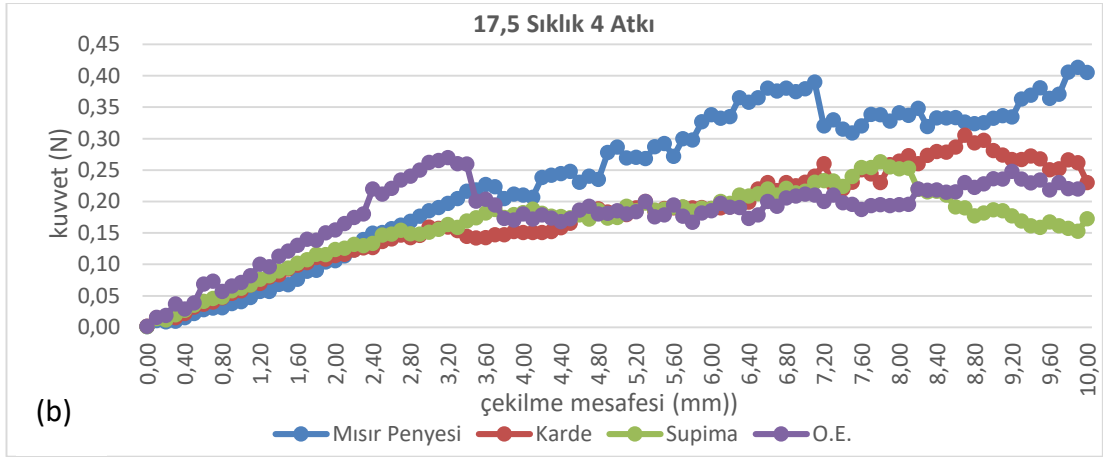
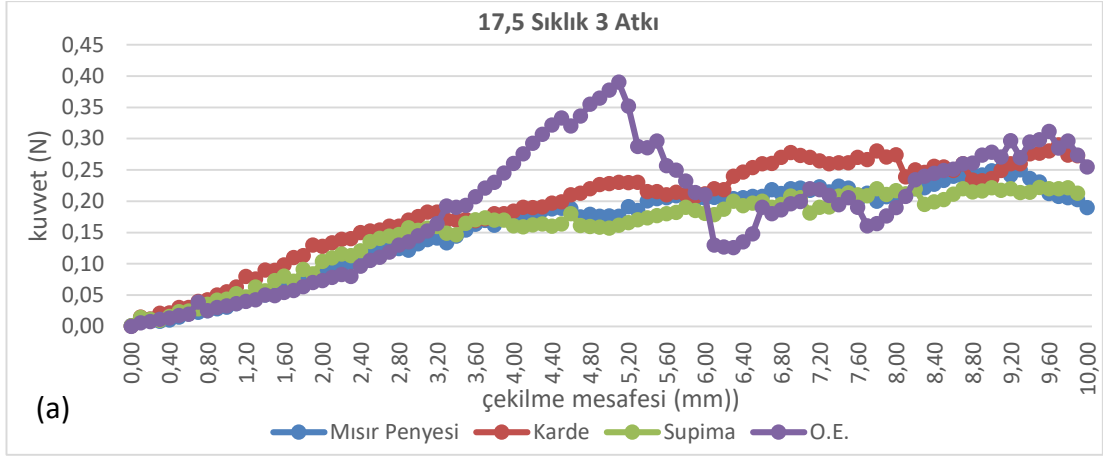
Sıklık sayısı 15 olan numunelerin sonuçlarına bakıldığında 3 farklı sıklığın yer aldığı Şekil 4.37’de (a), (b) ve (c) grafikleri elde edilmiştir Şekil 4.37 (c)’ de tüm iplikler yüksek kuvvet altında çekilme mesafe değerlerine sahiptirler. Şekil 4.37 (b)’ de tüm ipliklerin ilme çekim kuvvet değerleri benzer kuvvet altında çekilmiştir. Karde ipliğinin ilme çekme kuvvetinin 8,10 mm’den sonra görünür bir şekilde artmıştır. Şekil 4.37 (c)’ de supima hav ipliğinin 3,60 mm’ den sonra diğer hav ipliklerine göre daha lineer bir artışla daha yüksek çekme kuvveti altında çekilmektedir.

Şekil 4.38 (a), (b) ve (c)’ de 17,5 sıklık üzerine elde edilen sonuçları göstermektedir. Şekil 4.38 (c) 3 atkılı kumaşlarda tüm iplikler benzer eğrilere sahiptir. Bunun nedeni 3 atkılı ipliklerde oluşan sıklıklar ile ilişkilidir. Şekil 4.38 (a) ve Şekil 4.39 (a) grafiğine bakıldığında O.E. ipliğinde yüzey düzgünlüğünün olduğu şeklinde yorumlanabilir.

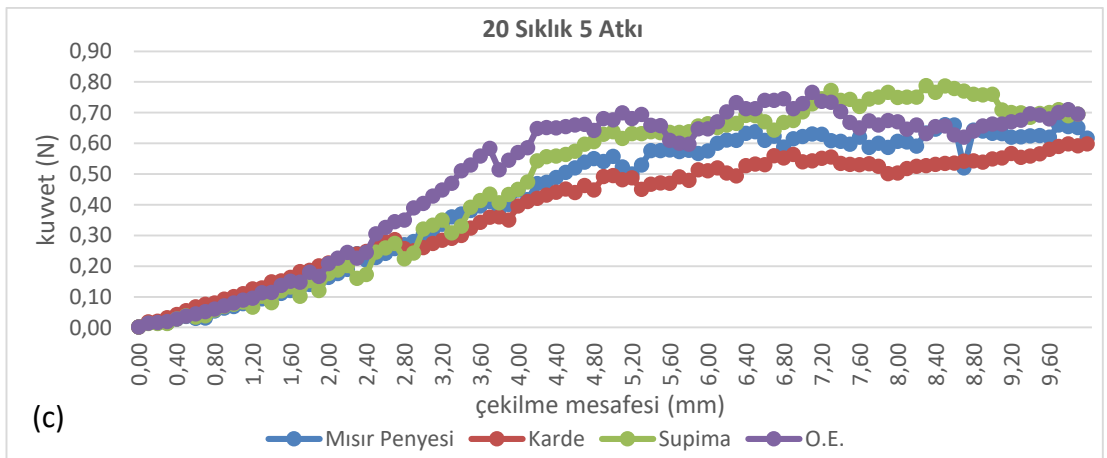
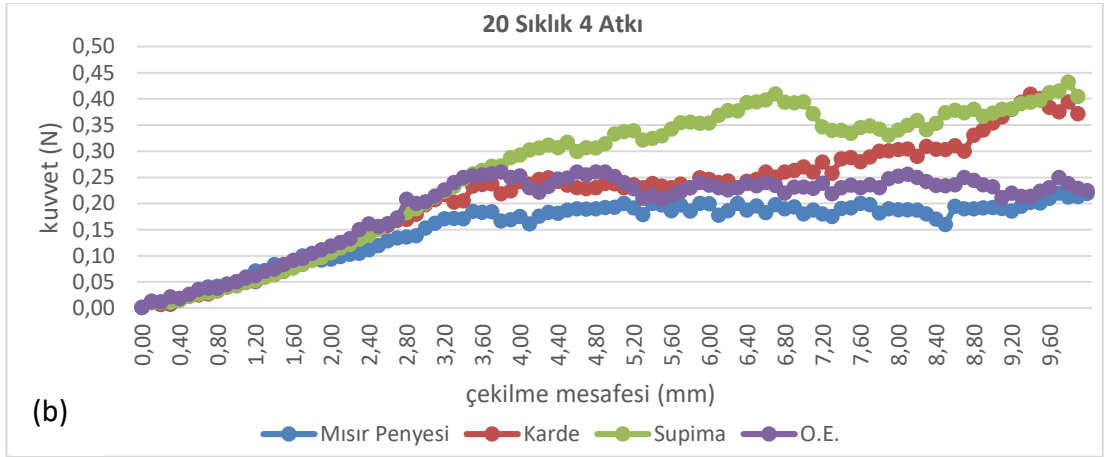
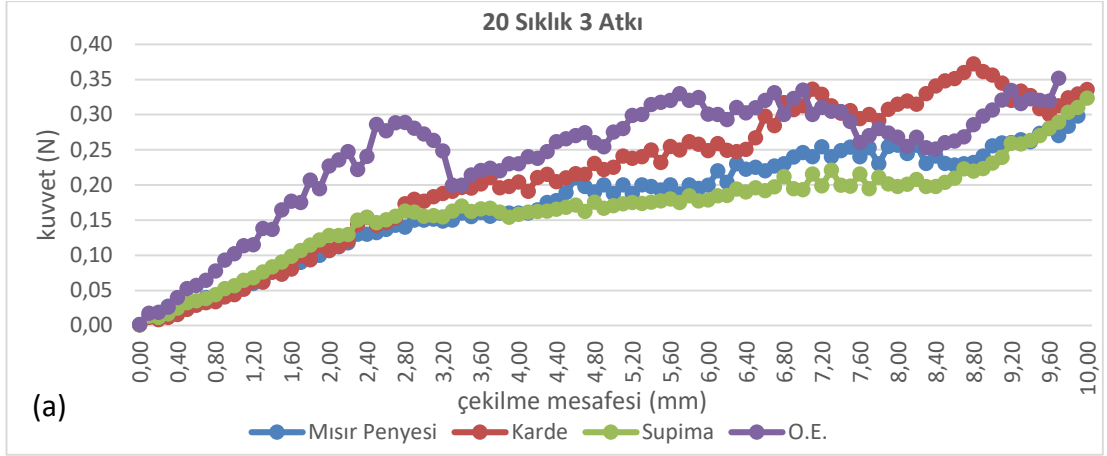
Şekil 4.39 (a), (b) ve (c)’ de ise 20 atkı sıklığı değerinde 3, 4 ve 5 atkı sayısında elde edilen sonuçları göstermektedir. Şekil 4.39 (c)’ de Şekil 4.38 (c) ve Şekil 4.37 (c)’ de olduğu gibi yüksek çekme kuvvetlerinde ve birbirine yakın eğilimlerde çekildiği görülmektedir. Şekil 4.39 (b)’de ise tüm iplikler 2,70 mm çekilme mesafe değerine kadar lineer bir artışa sahip iken bu çekilme mesafe değerinden sonra tüm ipliklerin farklı kuvvet altında çekildikleri görülmektedir.



Şekil 4.37:15 sıklık mamül mısır penyesi, karde, supima, O.E. ipliklerin a)3 atkılı b)4 atkılı c)5 atkılı ilme çekme test sonuç grafikleri



Şekil 4.38:17,5 sıklık mamül mısır penyesi, karde, supima, O.E. ipliklerin a)3 atkılı b)4 atkılı c)5 atkılı ilme çekme test sonuç grafikleri



Şekil 4.39:20 sıklık mamül mısır penyesi, karde, supima, O.E. ipliklerin a)3 atkılı b)4 atkılı c)5 atkılı ilme çekme test sonuç grafikleri

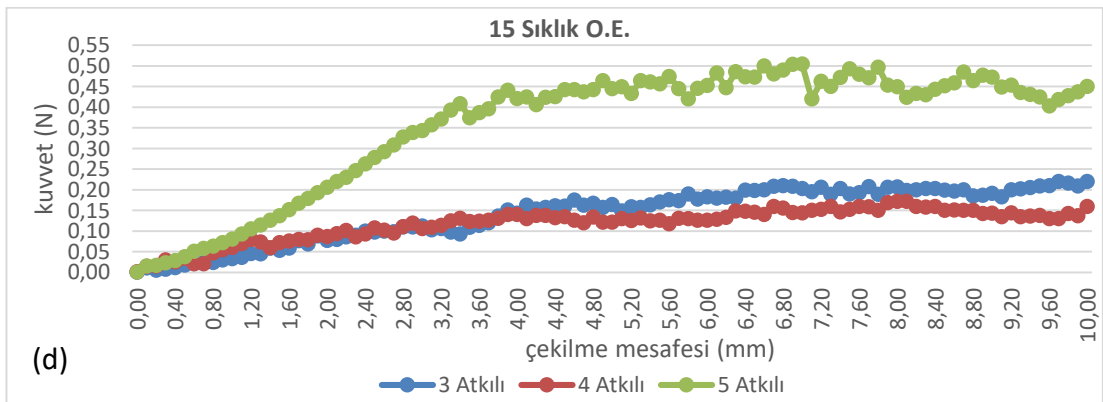
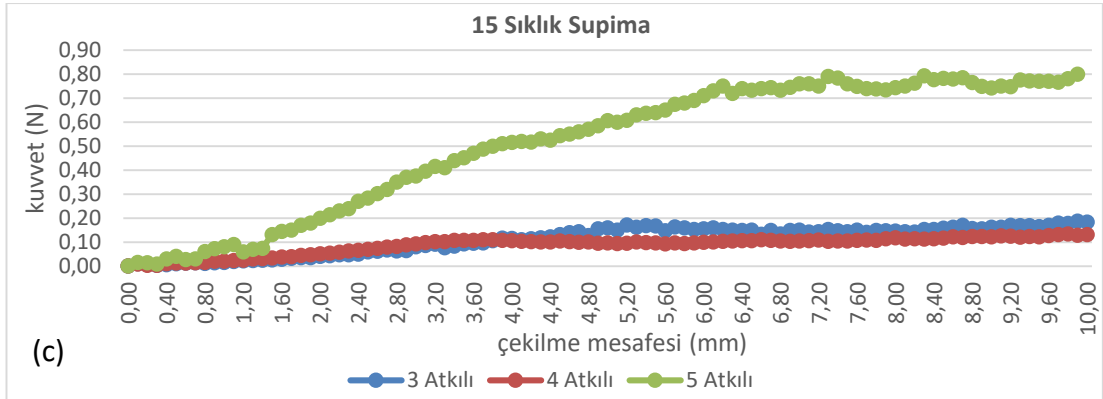
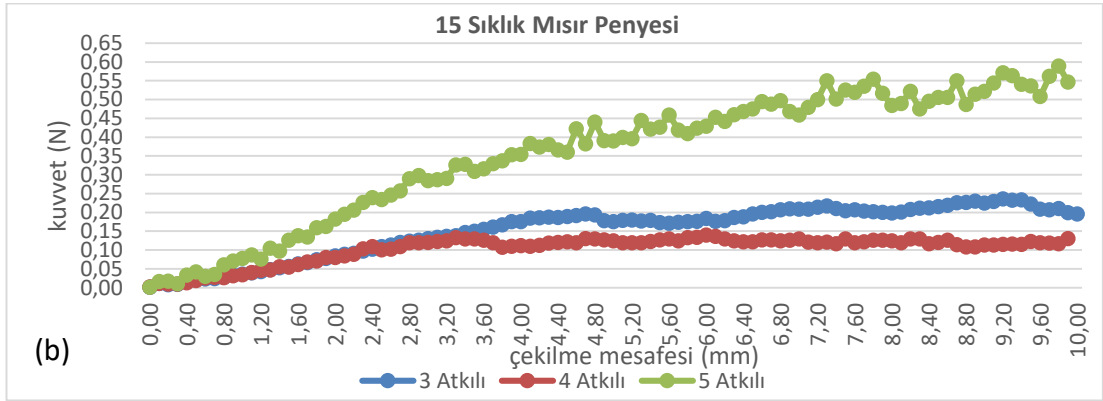
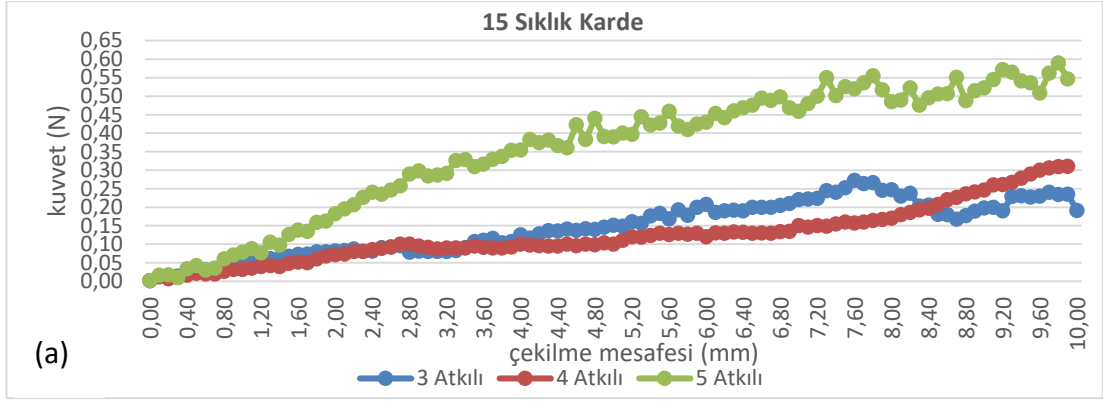
4.1.2.2 Atkı Sayısının Etkisi

Çalışmada atkı sıklığı (15-17,5-20) ve kullanılan mamul hammaddeler (karde-mısır penyesi-Open/End (O.E.)- supima) sabit tutularak değişkenlik gösteren atkı sayısı (3-4-5) incelenmiştir.

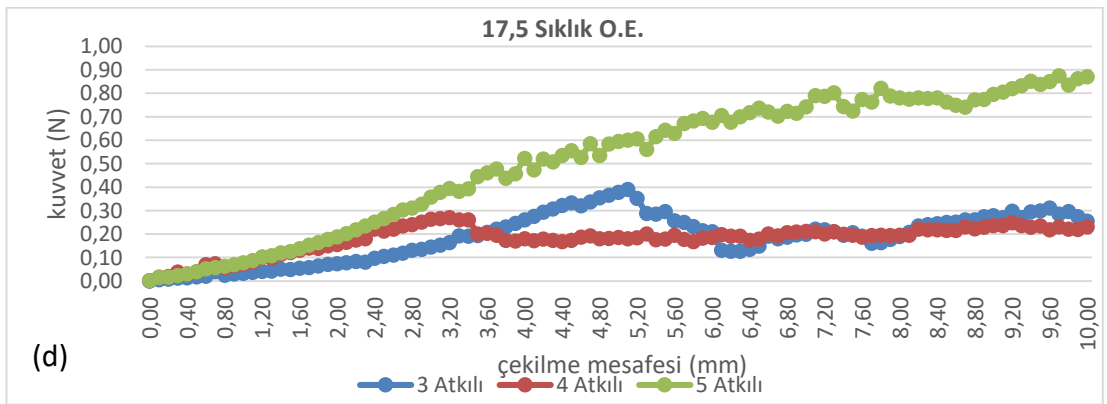
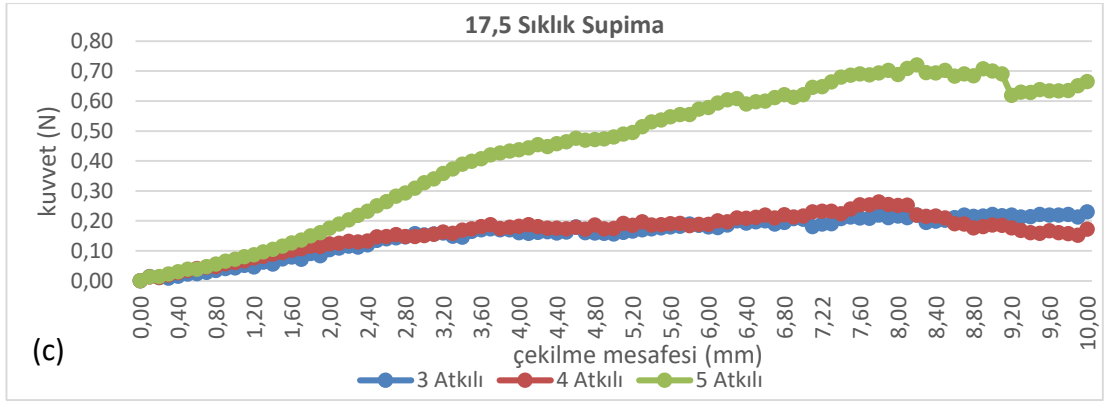
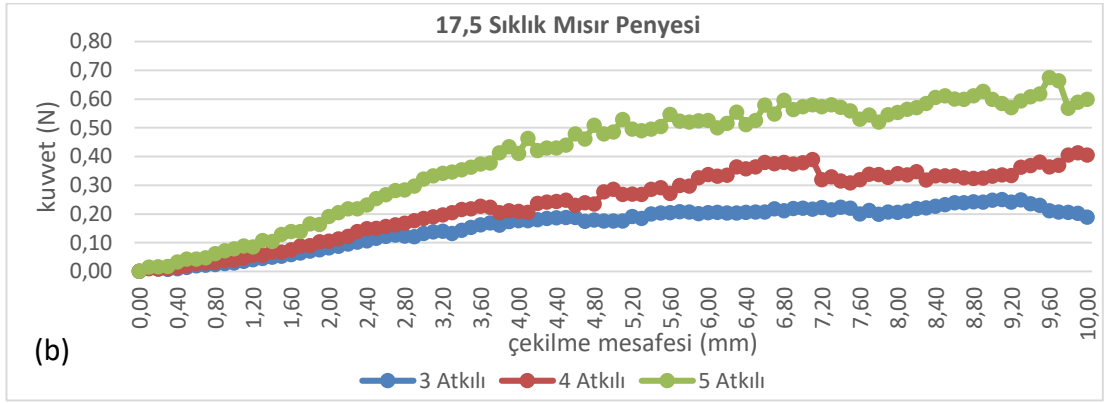
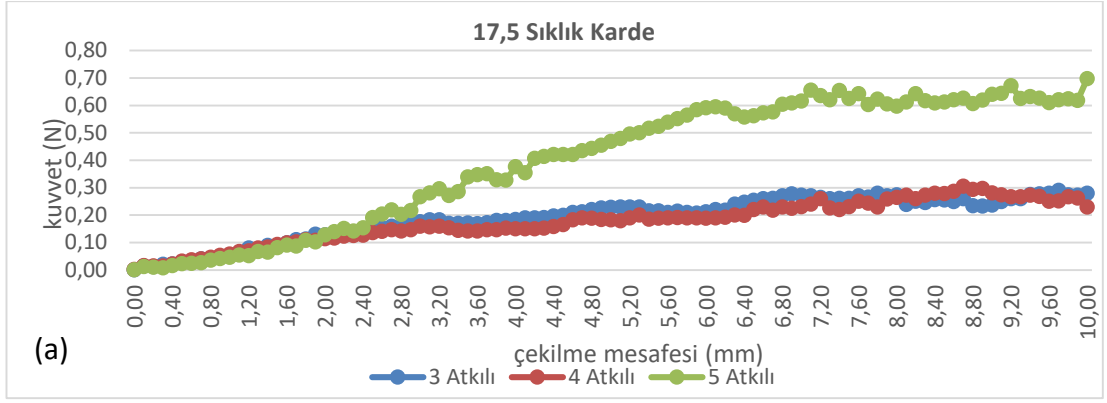
Sıklık sayısı 15 olan numunelerin sonuçlarına bakıldığında 4 farklı kullanılan mamül hammaddelerin yer aldığı Şekil 4.40' da (a), (b), (c) ve (d) grafikleri elde edilmiştir. 15 sıklık 5 atkılı yapıda kullanılan mamül hammaddelerin yüksek kuvvet altında ve lineer artışla çekildiği görülmektedir. Şekil 4.40 (c)' de 3 ve 4 atkılı yapıda düşük ve aynı kuvvet değerinde sabit eğilim göstermektedir.

Sıklık sayısı 17,5 olan numunelerin sonuçlarına bakıldığında 4 farklı kullanılan hammaddelerin yer aldığı Şekil 4.41' de (a), (b), (c) ve (d) grafikleri elde edilmiştir. Şekil 4.41' de (a), (b), (c) ve (d) 5 atkılı sistemde tüm iplikler ilmek çekmesinde önemli oranda kuvvete ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

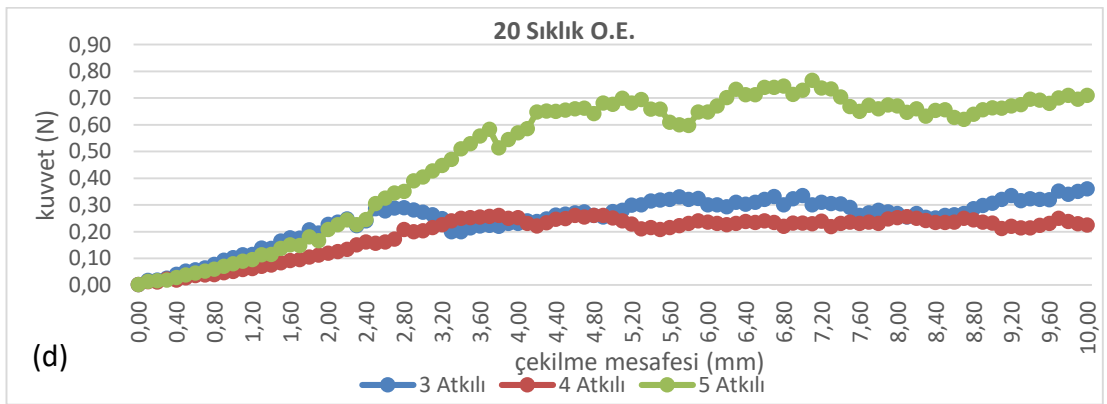
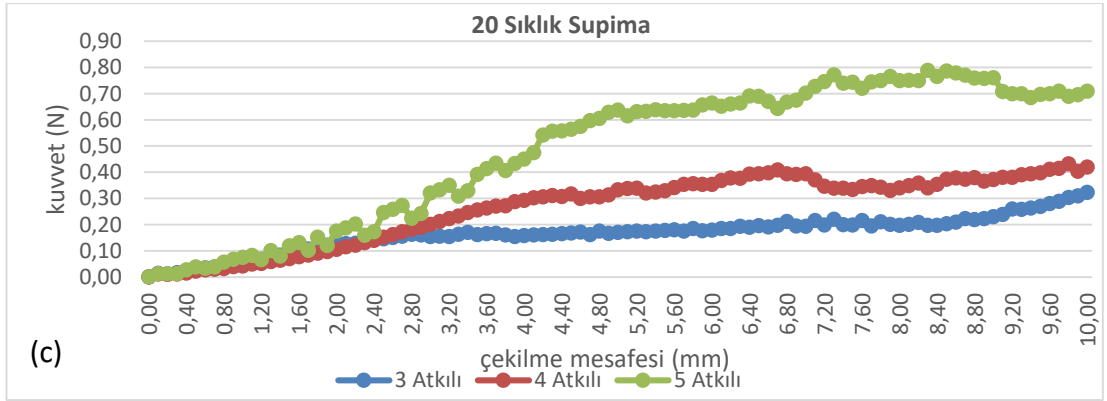
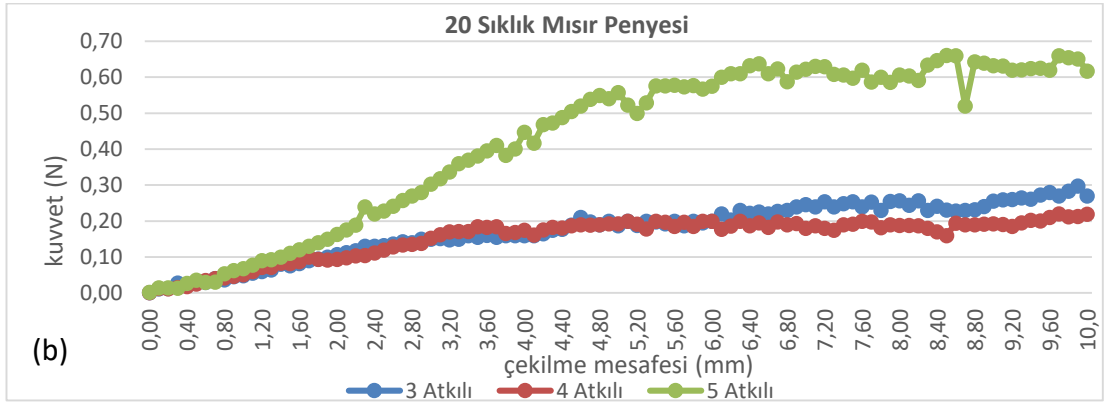
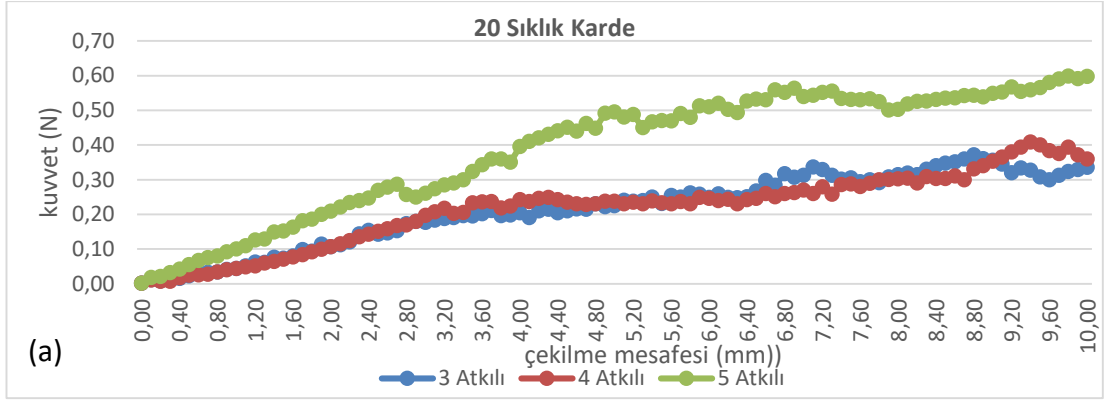
Sıklık sayısı 20 olan numunelerin sonuçlarına bakıldığında 4 farklı kullanılan hammaddelerin yer aldığı Şekil 4.42' de (a), (b), (c) ve (d) grafikleri elde edilmiştir. Şekil 4.40' da (a), (b), (c), (d) ve Şekil 4.41' de (a), (b), (c) ve (d) 5 atkılı sistemde olduğu gibi yüksek kuvvet altında çekilmektedir. Şekil 4.42 (c)' de 2,70 mm çekilmeye kadar iplikler benzer artış gösterirken, bu değerden sonra atkı ile ilişkisi devreye girerek mamul iplikler farklı kuvvet altında çekilmektedir. Şekil 4.42 (a)' da 3 ve 4 atkılı ipliklerin ilme çekim kuvvet değerleri görünür bir şekilde sabit ve artış göstererek ilerlemiştir.



Şekil 4.40:15 sıklık 3/4/5 atkılı a) Karde b) Mısır penyesi c) Supima d) O.E. mamül ipliklerin ilme çekme test sonuç grafikleri



Şekil 4.41:17,5 sıklık 3/4/5 atkılı a) Karde b) Mısır penyesi c) Supima d) O.E. mamül ipliklerin ilme çekme test sonuç grafikleri



Şekil 4.42:20sıklık 3/4/5 atkılı a) Karde b) Mısır penyesi c) Supima d) O.E. mamül ipliklerin ilme çekme test sonuç grafikleri

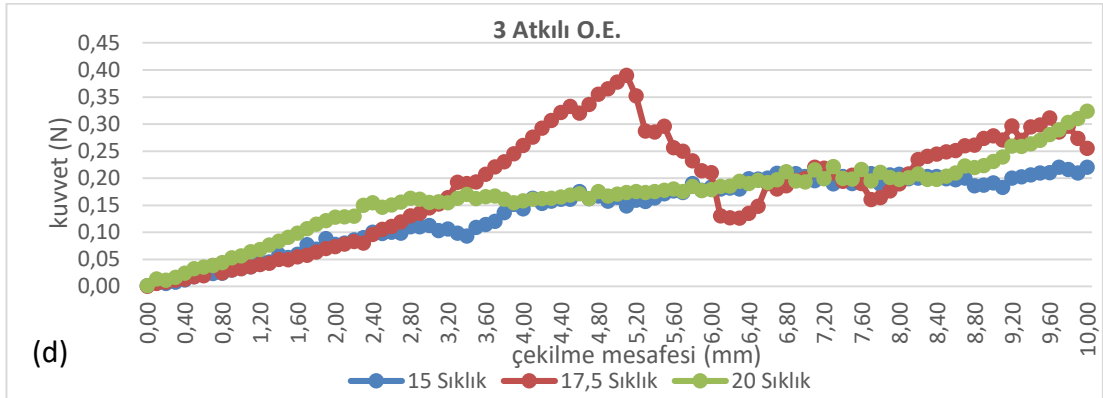
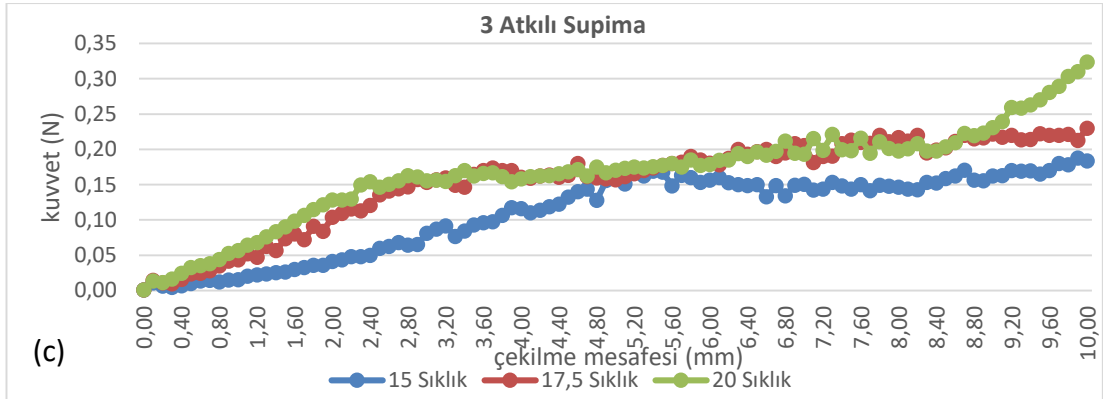
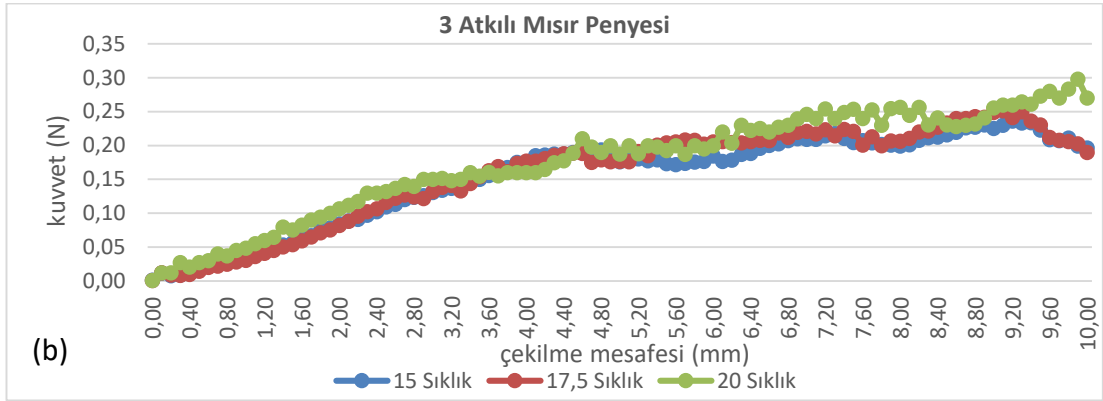
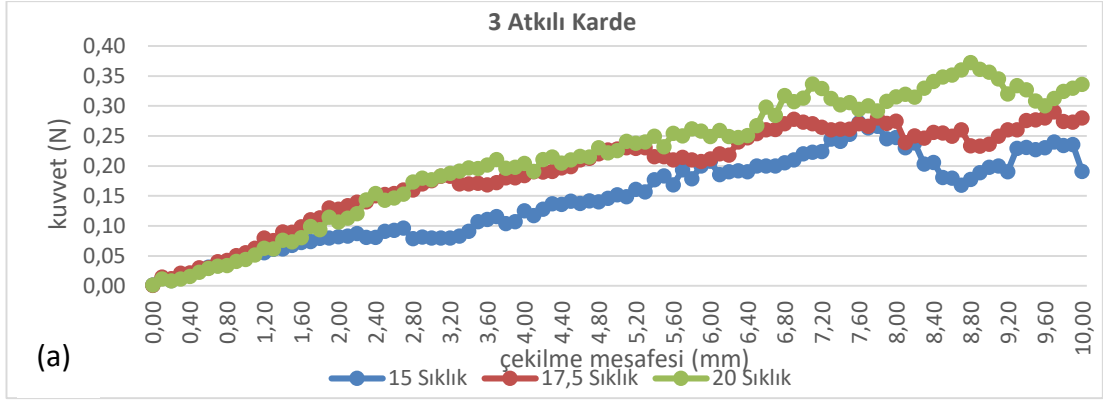
4.1.2.3 Sıklığın Etkisi

Deney planında atkı sayısı (3-4-5) ve kullanılan mamul hammaddelerin (karde-mısır penyesi-Open/End (O.E.)- supima) sabit tutularak değişkenlik gösteren atkı sıklığı (15-17,5-20) incelenmiştir.

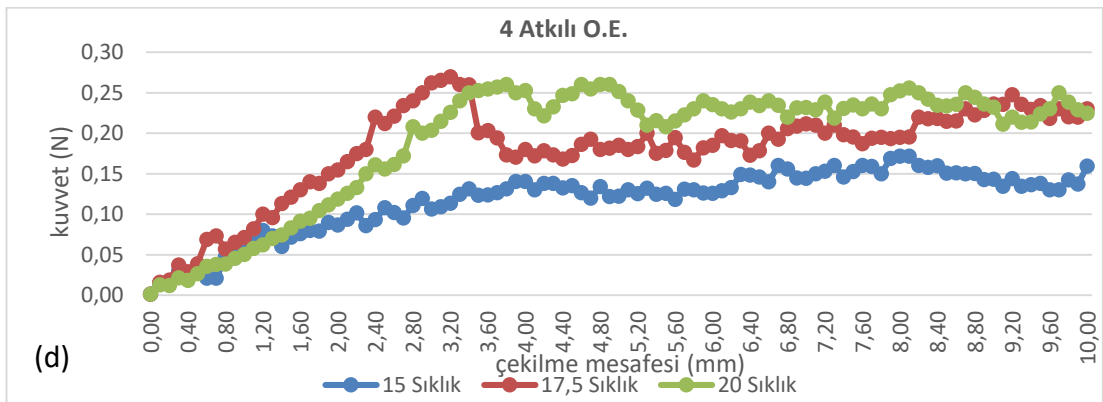
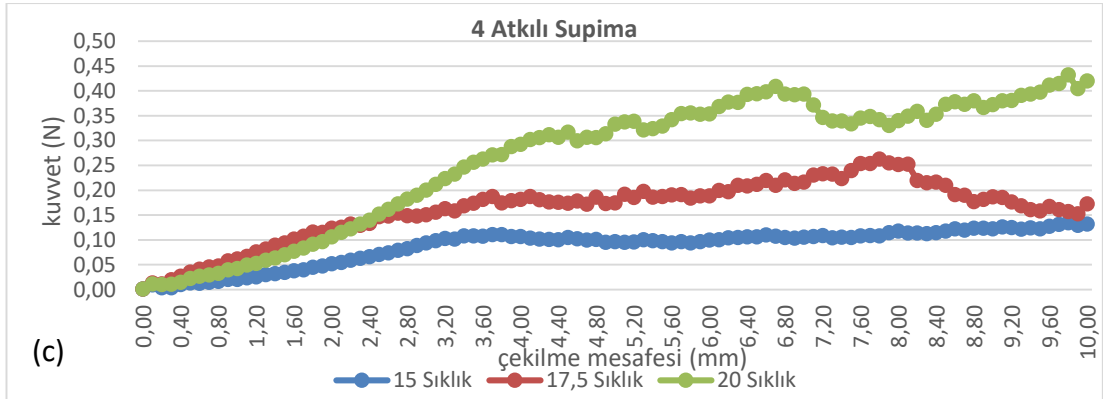
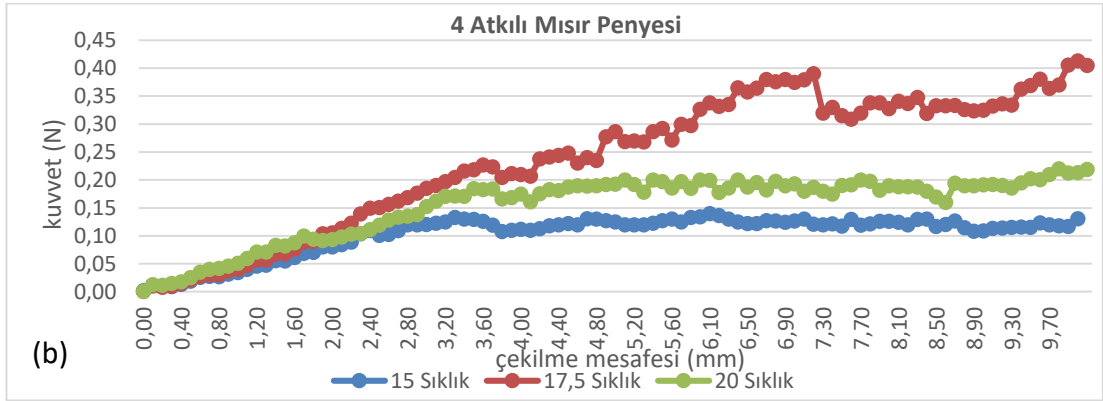
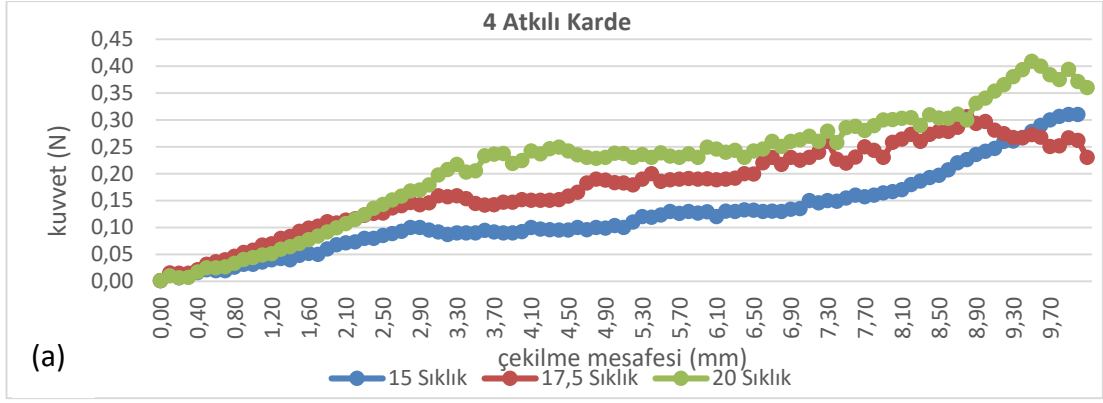
Atkı sayısı 3 olan numunelerin sonuçlarına bakıldığında 4 farklı kullanılan mamul hammaddelerin 3 farklı sıklıktaki etkisi incelenmiştir Şekil 4.43 (b)' de mısır penyesi ipliklerin çekilmeye bağlı olarak ilme çekme kuvvetinde lineer bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4.43 (d)' de 17,5 sıklıklı Open/End hav ipliğinde yüzey düzgünlüğün olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Atkı sayısı 4 olan numunelerin sonuçlarına bakıldığında 4 farklı kullanılan mamül hammaddelerin 3 farklı sıklıktaki etkisi incelenmiştir. Şekil 4.44 (b)' de 17,5 sıklıklı mısır penyesi ipliklerin çekilmeye bağlı olarak ilme çekme kuvvetinde lineer bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4.44 (c) ve (d)' de sıklığın etkisi görülmektedir, değişen ilme çekme kuvvet etkisinde çekilmeler gerçekleşmektedir.

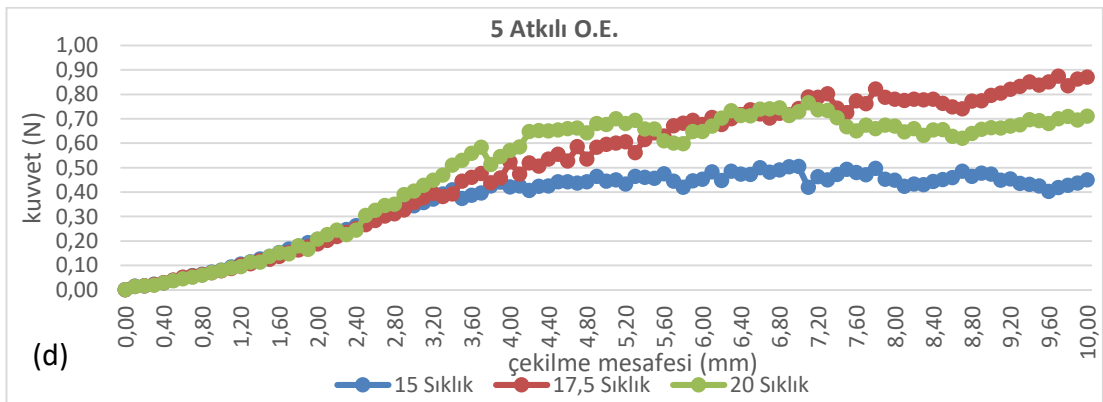
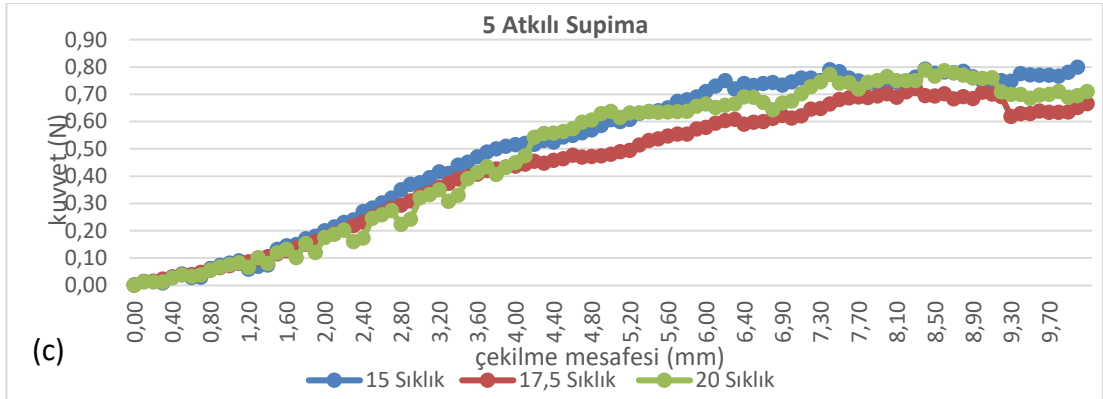
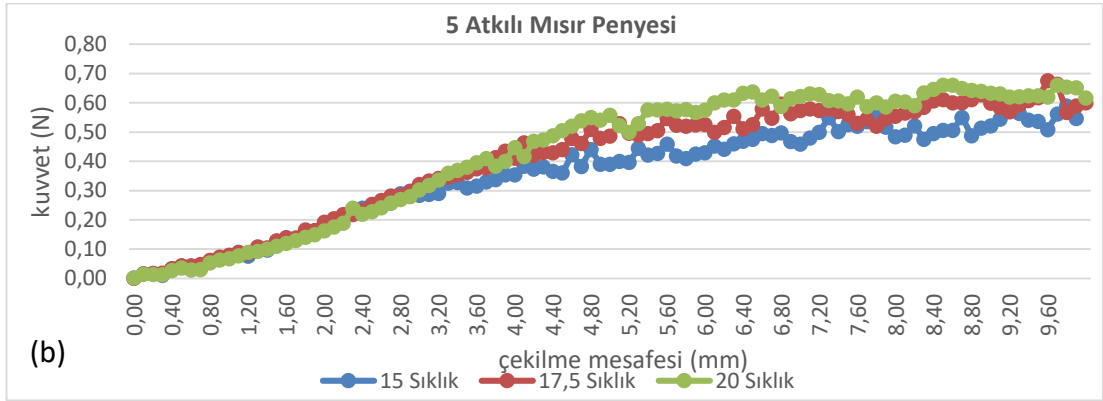
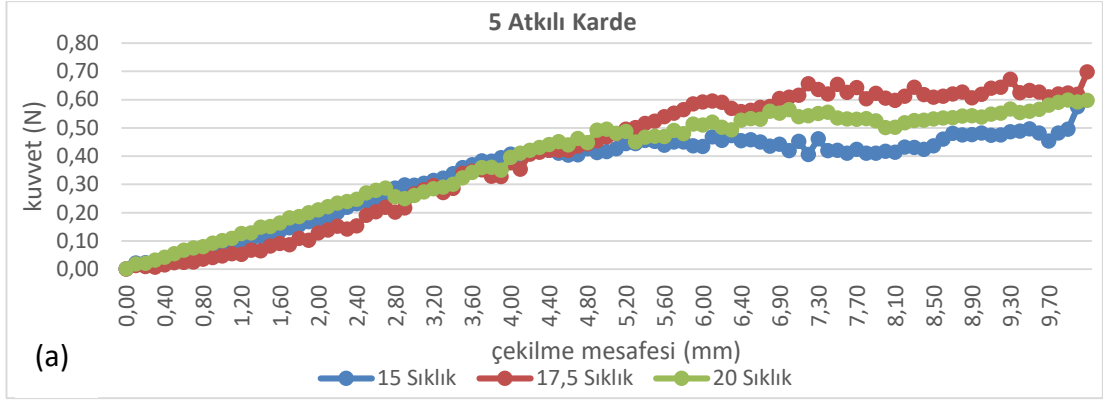
Atkı sayısı 5 olan numunelerin sonuçlarına bakıldığında 4 farklı kullanılan mamül hammaddelerin 3 farklı sıklıktaki etkisi incelenmiştir. Şekil 4.45 (a), (b), (c)' deki mamül ipliklerin birbirlerine benzer eğilimlerde ve 2 mm çekilme mesafesinden sonra yüksek kuvvet altında çekme eğilimi gösterdiği gözlemlenmiştir. Şekil 4.45 (d)' de mamül ipliğin 15 sıklıkta 4 mm çekilmeden sonra 17,5 ve 20 sıklığa göre daha düşük kuvvet altında çekme eğilimi göstermektedir.



Şekil 4.43:3 atkılı 15/17,5/20 sıklık a)Karde b)Mısır penyesi c)Supima d)O.E. mamül ipliklerin ilme çekme test sonuç grafikleri



Şekil 4.44: 4 atkılı 15/17,5/20 sıklık a)Karde b)Mısır penyesi c)Supima d)O.E. mamül ipliklerin ilme çekme test sonuç grafikleri



Şekil 4.45: 5 atkılı 15/17,5/20 sıklık a)Karde b)Mısır penyesi c)Supima d)O.E. mamül ipliklerin ilme çekme test sonuç grafikleri

4.1.3 Ham-Mamül Karşılaştırılması

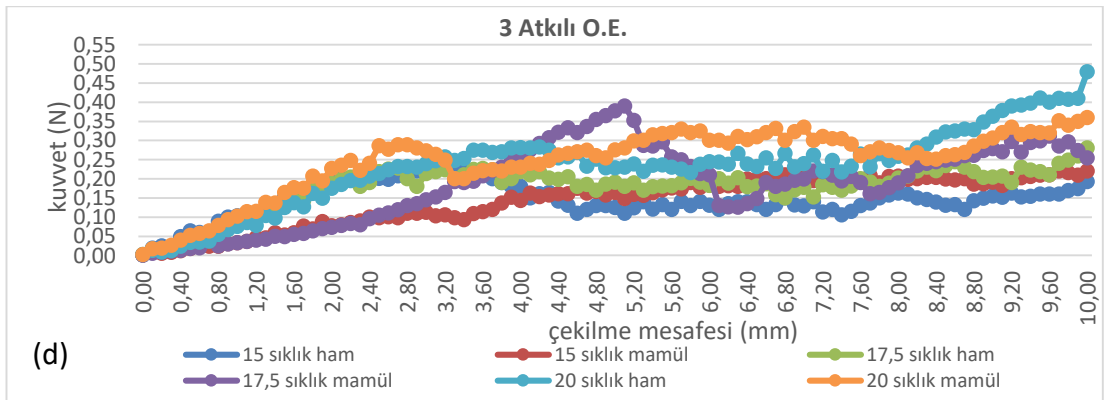
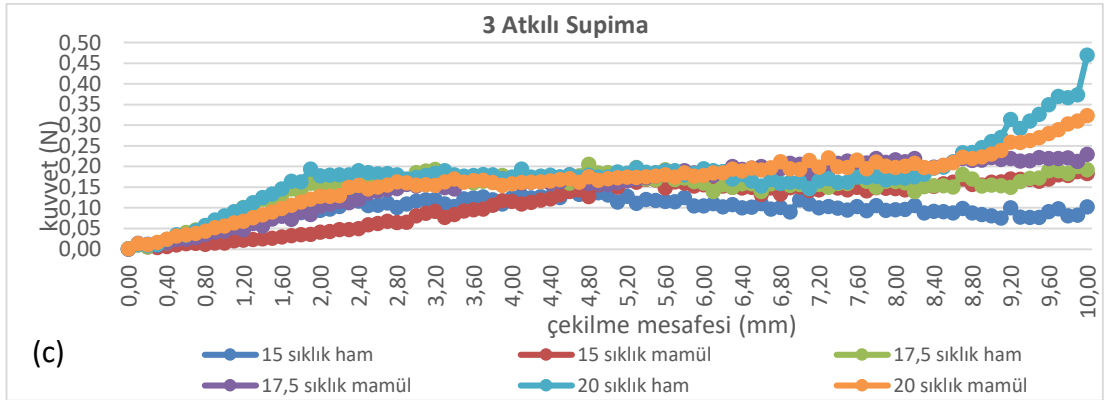
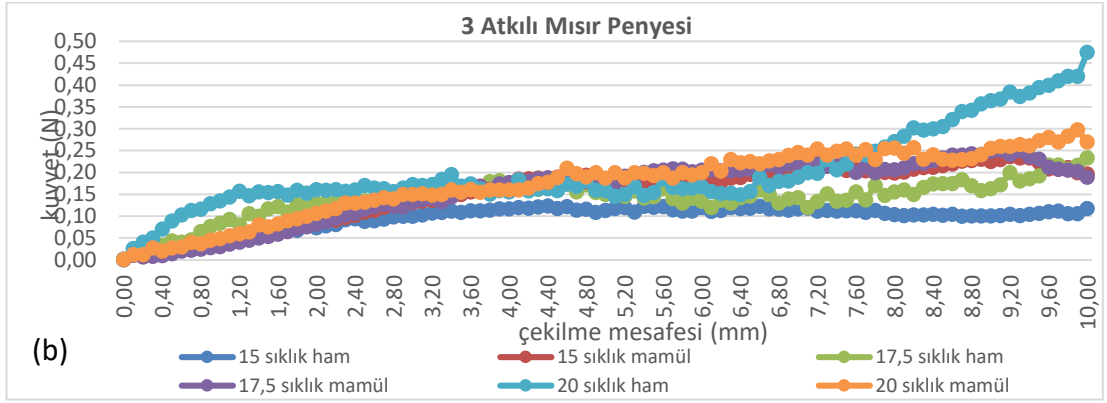
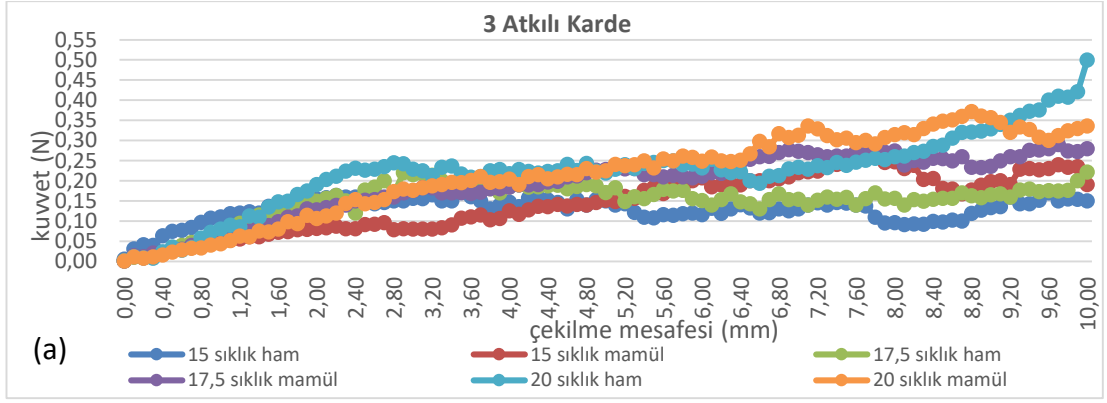
4.1.3.1 3 Atkılı

Şekil 4.46' da atkı sayısı sabit tutularak (3 atkılı) ham ve mamul numunelerin farklı sıklıklarda (15-17,5-20) her bir iplik elde etme yöntemindeki ilme çekme test sonuç ve grafiklerini göstermektedir.

Şekil 4.46 (a) grafiğinde karde ipliklerin 3 atkılı yapıda farklı sıklıklarda kullanımı ile ham ve mamül ilme çekme test değerleridir. Karde ipliklerde, ilme çekme test grafikleri, birbirine yakın değerlerde öncelikle kuvvetin artışı ile ipliğin çekilmesi görülmekte, ardından düşük kuvvetler ilme çekilmesi nispeten düşük çekme mesafe değerlerinde olduğu görülmektedir. En düşük değer 15 sıklık ham numunelerinde gerçekleşirken en yüksek değer 20 sıklık ham ve mamulde gerçeklemiştir ki, beklenen sonuçlardır.

Şekil 4.46 (b) mısır penyesi ve (c) supima ipliklerinin de elde edilen sonuçlar karde iplikler ile elde edilen sonuçlar birbirine benzerlik göstermektedir. Bu benzerlik grafikleri kuvvet ve çekilme değerlerinde de görülmektedir. Şekil 4.46 (b) Mısır penyesi ipliğin ham ve mamülde birbirine yakın değerlerde ilme çekilmesi gerçekleştirirken 20 sıklık ham mısır penyesi ipliklerin 8,10 mm çekilmeden sonra çekme kuvvetinde artış olduğu görülmektedir

Şekil 4.46 (d) Open/End iplikler kullanıldığında grafikteki eğilim her bir sıklık değişimi için dalgalı bir eğilim göstermektedir. Buna rağmen, ham kumaşlarda çekilme düşük kuvvetlerde gerçekleşirken mamul kumaşlarda nispeten daha yüksek değerler almaktadır.



Şekil 4.46:3 atkılı a)Karde b)Mısır penyesi c)Supima d)O.E. 15/17,5/20 sıklık ham- mamül ipliklerin

ilme çekme test sonuç grafik karşılaştırması

4.1.3.2 4 Atkılı

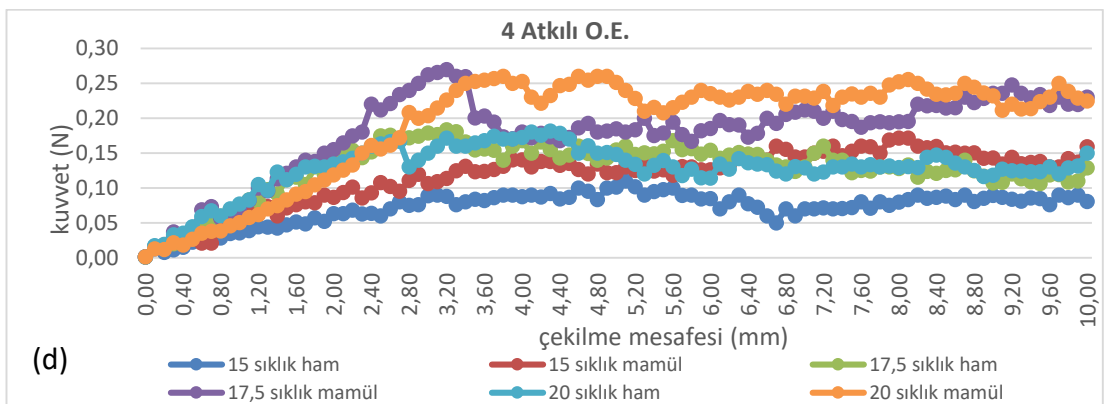
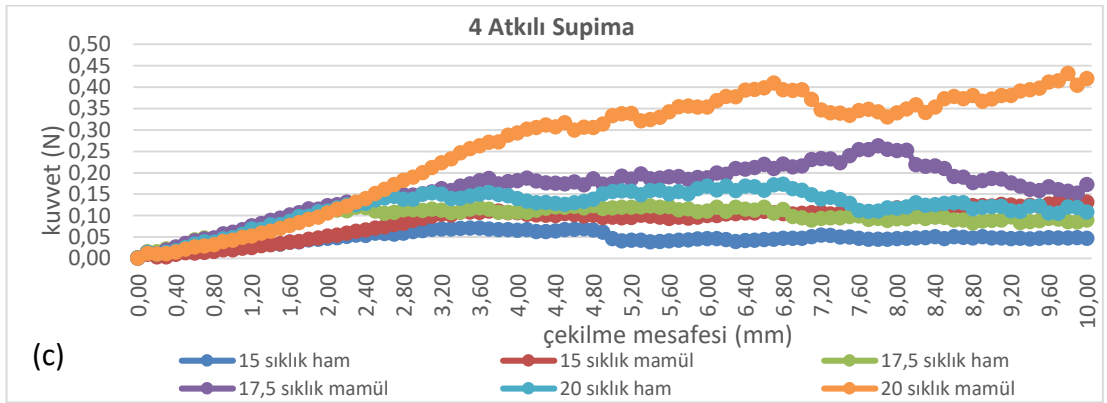
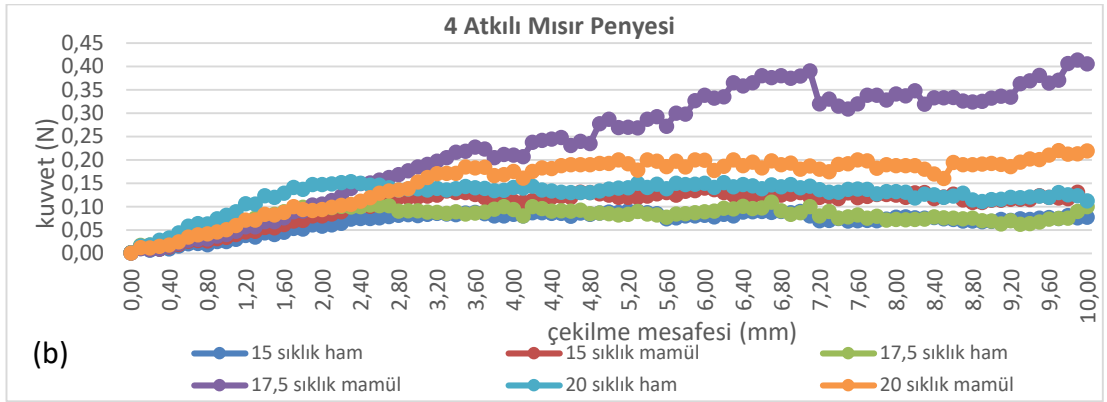
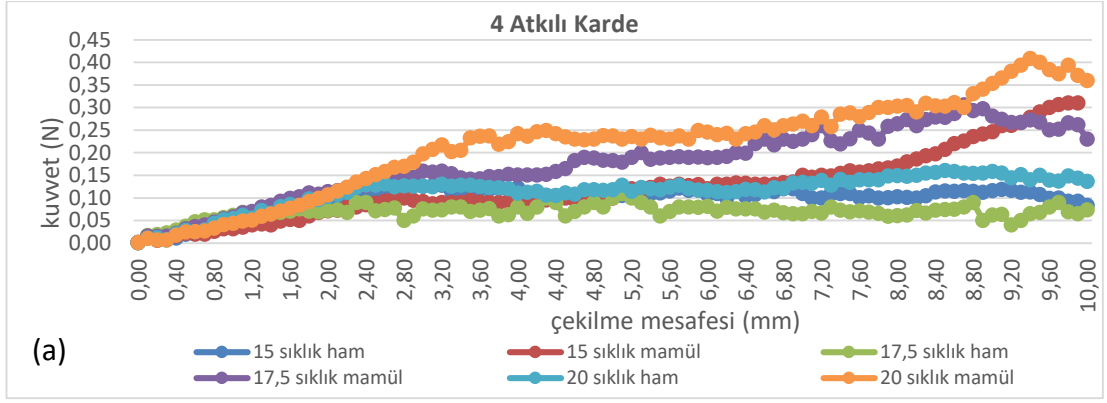
Şekil 4.47' de 4 atkılı kumaş yapısı sabit tutularak ham ve mamul numunelerin farklı sıklıklarda (15-17,5-20) ve farklı iplik türlerine (mısır penyesi-supima- karde-Open/End (O.E.)) göre ilme çekme test sonuç ve grafiklerini göstermektedir.

Şekil 4.47 (a) Karde (b) Mısır penyesi (c) Supima (d) O.E ipliklerinde farklı çekilme kuvvet değerlerine sahip grafikler olduğu görülmektedir. Karde ipliklerde en yüksek kuvvet değeri 20 sıklık mamul kumaşta görülür iken en düşük kuvvet değeri 17,5 sıklık ham kumaşta görülmektedir.

Şekil 4.47 (b) Mısır penyesi ipliklerin kullanımında mamul kumaşlardan 17,5 sıklık gözle görülür şekilde farklı bir eğilim ortaya koymuştur. Çekilme mesafe değeri 3,60 mm değerine kadar her bir sıklık değerleri benzer eğilim gösterirken, çekilme değerleri artırdığında 17,5 sıklık mamul kumaş dışında kalan sıklıklar çok yakın değerler almaktadır.

Şekil 4.47 (c) Supima iplik kullanıldığında (b) de elde edilen grafiğe benzer değerler olmakla birlikte farklı olan 20 sıklık mamul numuneleridir. Çekilme mesafe değerleri 3,00 mm de olağan değerler görülürken aynı kuvvet değerlerinde çekilmesi devam etmekte, sadece 20 sıklık mamul kumaşta supima hav ipliği 3,00 mm çekilmeden sonra daha yüksek kuvvet değerleri almaktadır.

Şekil 4.47 (d) Open/End ipliklerinin kullanımında hav çekilme değerleri aynı ipliğin kullanıldığı 3 atkılı numunelerde ki sonuçlar benzerlikler göstermektedir. Diğer bir ifade ile çekilme mesafesi 2,40 mm değerine kadar bir artış söz konusu iken son değeri kadar mamul numuneler ham numunelerden çekilme kuvveti olarak daha yüksek değerler almaktadır. Bununla birlikte tüm sıklık değerlerinde elde edilen sonuçlarda önemli değişimler göze çarpmaktadır.



Şekil 4.47: 4 atkılı a)Karde b)Mısır penyesi c)Supima d)O.E. 15/17,5/20 sıklık ham- mamül ipliklerin ilme çekme test sonuç grafik karşılaştırması

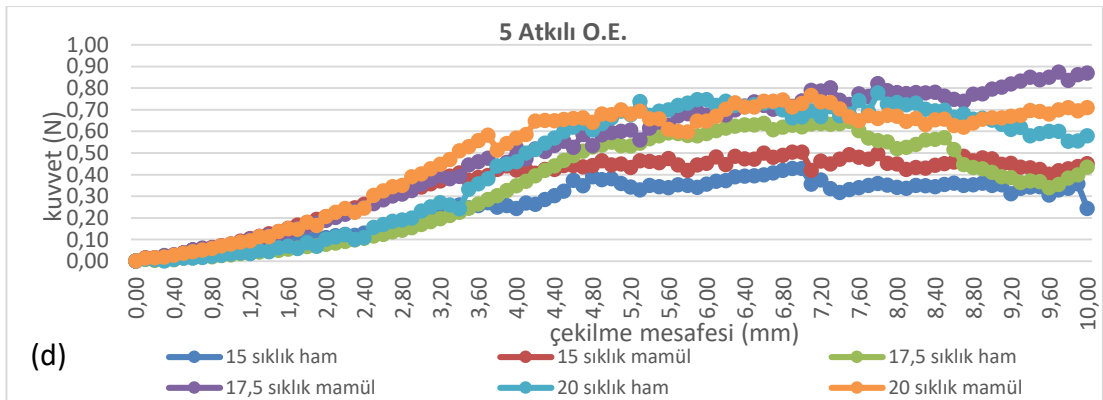
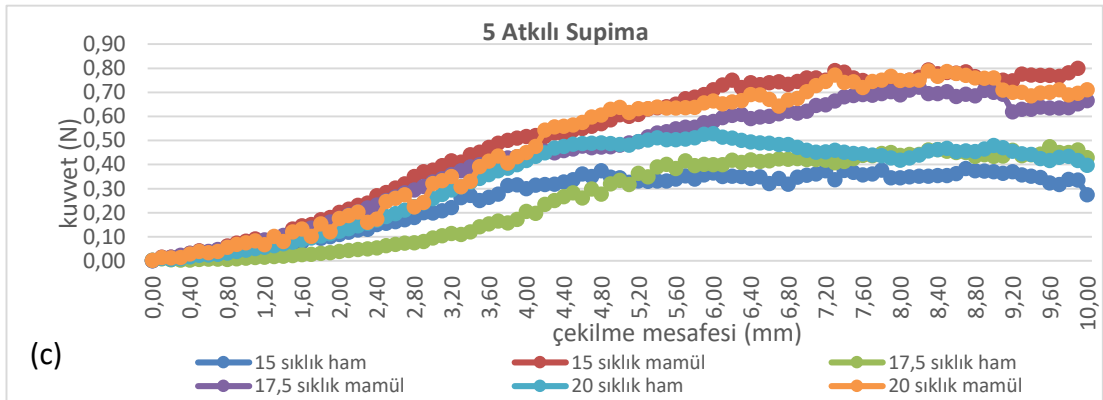
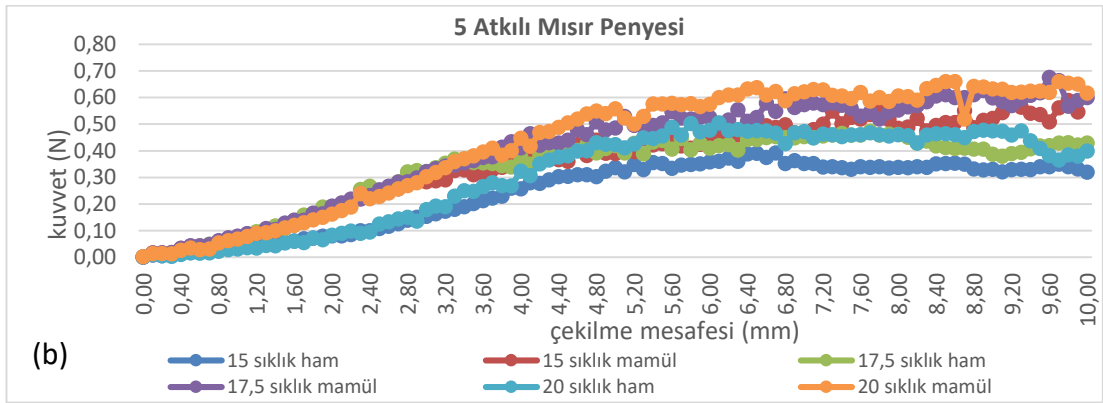
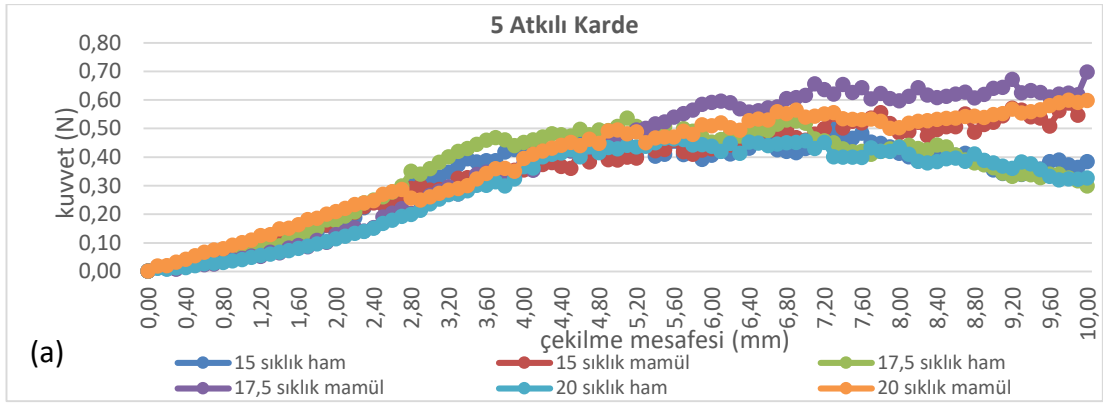
4.1.3.3 5 Atkılı

Şekil 4.48 havlu kumaş yapısı olarak 5 atkılı numunelerden oluşmaktadır. 5 atkılı kumaşlarda (a) Karde (b) Mısır penyesi (c) Supima (d) Open/End ipliklerin hav olarak kullanıldığı numunelerin ilme çekilme değerleridir.

Şekil 4.48 (a) karde ipliklerde çekilme mesafe değeri 5,10 mm değerine kadar kuvvet çekme mesafesi arasında lineer bir ilişki görünmekte, ardından benzer kuvvet değerlerinde çekme mesafesi devam etmektedir. Diğer 3 ve 4 atkılı numunelere göre çekme kuvvet değerleri yaklaşık 2 kat fazla olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.48 (a) karde ipliklerde 8,70 çekilme mesafesinden sonra çekme kuvvetinin düştüğü görülmektedir.

Şekil 4.48 (b) mısır Penyesi ve (c) supima ipliklerden üretilen numunelerde (a) karde ipliklerine benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Bu değerlerde aynı şekilde kuvvet değerleri nispeten yüksek, çekme mesafe değerleri ise 5,00 mm'den sonra daha stabil eğriler göstermektedir. Şekil 48 (b) Mısır Penyesi iplik sonuçlarında 6,30 mm çekilmeden sonra mamül ipliklerin yüksek çekilme kuvvetinde stabil ilerlerken, ham kumaşlar düşük çekme kuvvet altında stabil ilerlemektedir.

Şekil 4.48 (d) Open/End ipliklerden elde edilen numunelerin grafikleri diğer sistemlerde elde edilen değerler ile benzerlik göstermektedir. Kısacası, çekilme mesafesi 3,90 mm değerine kadar kuvvet ile çekme mesafesi arasında lineer bir ilişki söz konusu iken bu değerden sonra mamul ve ham numune değerlerinde değişimler görülmüştür. Bu değişimler Open/End ipliklerinin yüzeysel düzgünsüzlüğünün ürünü olarak değerlendirilebilir. Kuvvet değeri olarak yaklaşık 0,90 N değeri olan Open/End iplikler en yüksek kuvvet değerlerinde çalışmaktadır.



Şekil 4.48: 4 atkılı a)Karde b)Mısır penyesi c)Supima d)O.E. 15/17,5/20 sıklık ham- mamül ipliklerin ilme çekme test sonuç grafik karşılaştırması

4.2 Sürtünme Testi Sonuçları

4.2.1 İplik-İplik Sürtünme Testi Sonuçları

İplik- iplik ve iplik-metal test yöntemiyle hav ipliklerin zemin çözgü ve atkı ipliği arasındaki sürtünme katsayısı gözlemlenmiştir. İplik-iplik sürtünme katsayısı dokuma hazırlık ve dokuma işlemlerindeki performansı göstermektedir.

Tablo 4.4: Asılacak olan T_1 ağırlığın tablosu

Ne	Nm	Tex	mN/tex	gr
20/2	16,90	59,17	591,72	60,32
16/1	27,04	36,98	369,82	37,70

ASTM D 3412 standardına göre asılacak olan iplik türlerin ağırlıklarına göre Tablo 4.4’de hesaplanarak belirlenmiştir.

4.2.1.1 180° Sarım Açısı ile Ham İpliklerin Sonuçları

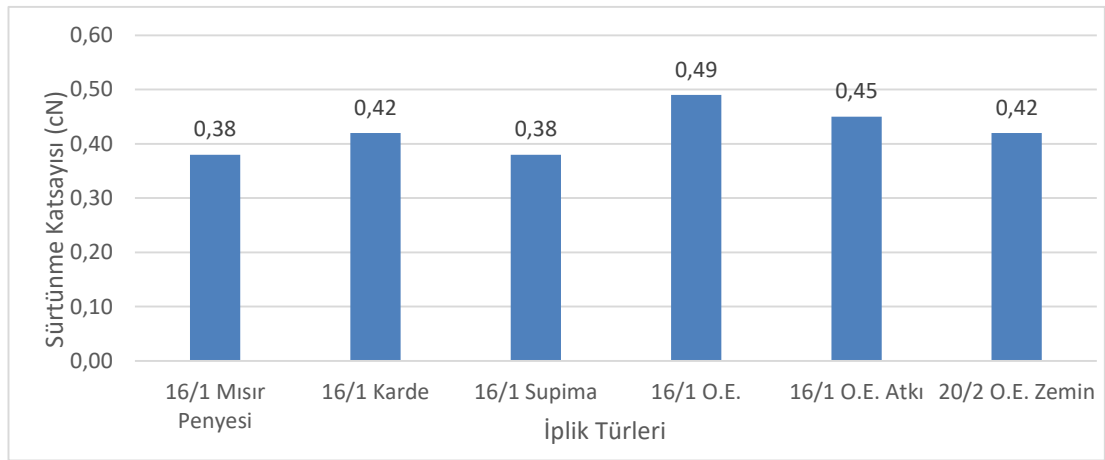
Numune üretiminde kullanılan ipliklerin kopma mukavemetleri düşük olduğundan, iplik türleri gözetmeksizin kopma mukavemetlerin %10 nu geçmeyecek şekilde standart T_1 ağırlığı asılmıştır. ASTM D 3412 standardına göre ham numune havlu üretiminde kullanılan iplikler 180° sarım açısı ile sarılarak Tension View DTMX-500 iplik tansiyon cihazı yardımıyla T_2 değerleri elde edilmiştir. Elde edilen T_2 değeri ile iplik-iplik sürtünme katsayıları (μ) denklem (1.2) ile hesaplanmıştır. Tablo 4.5’ de numune üretimindeki kullanılan ham ipliklerin 180° sarım açısı ile elde edilen giriş gerginliği (T_1) , çıkış gerginliği (T_2) ve sürtünme katsayısı (μ) gösterilmektedir.

T_1 : 4,51mN/tex

Süre : 7 dk

Tablo 4.5: 180° sarım açısı ile ham ipliklerin T_2 ve μ değerleri

İplik Türü	Giriş Gerginliği (T_1)	Çıkış Gerginliği (T_2)	Sürtünme Katsayısı (μ)
Ne 16/1 Mısır Penyesi	4,51	14,95	0,38
Ne 16/1 Karde		17,25	0,42
Ne 16/1 Supima		15,12	0,38
Ne 16/1 O.E.		21,07	0,49
Ne 16/1 O.E Atkı		18,34	0,45
Ne 20/2 O.E. Zemin		17,41	0,42



Şekil 4.49:180°sarım açısıyla ham iplik türlerin sürtünme katsayı grafiği

Yukarıdaki Şekil 4.49 incelediğinde en yüksek iplik-iplik sürtünme katsayı değerinin Open/End hav ipliğinde olduğu görülmektedir. Mısır penyesi ve supima ham hav ipliklerin 180° sarım açılı sürtünme katsayı değerlerinin aynı olduğu belirlenmiştir.

4.2.1.2 180° Sarım Açısı ile Mamül İpliklerin Sonuçları

Numune üretiminde kullanılan ipliklerin kopma mukavemetleri düşük olduğundan, iplik türleri gözetmeksizin kopma mukavemetlerin %10 nu geçmeyecek şekilde standart T_1 ağırlığı asılmıştır ASTM D 3412 standardına göre mamül numune havlu üretiminde kullanılan ipliklerin 180° sarım açısı ile sarılarak Tension View DTMX-500 iplik tansiyon cihazı yardımıyla T_2 değerleri elde edilmiştir. Elde edilen T_2 değeri ile iplik-iplik sürtünme katsayıları (μ) denklem (1.2) ile hesaplanmıştır.

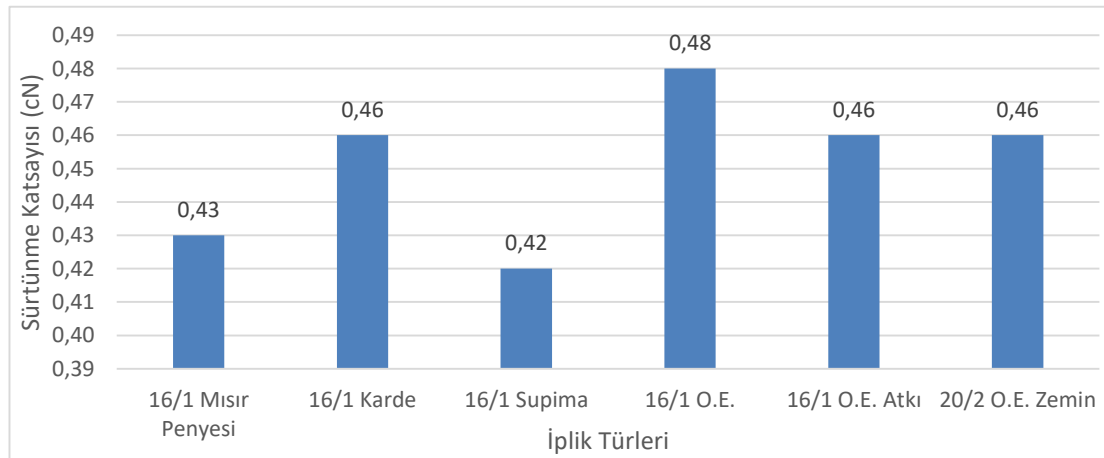
Tablo 4.6’ da numune üretimindeki kullanılan mamül ipliklerin 180° sarım açısı ile elde edilen giriş gerginliği (T_1), çıkış gerginliği (T_2) ve sürtünme katsayısı (μ) gösterilmektedir.

T_1 : 4,51 mN/tex

Süre :7 dk

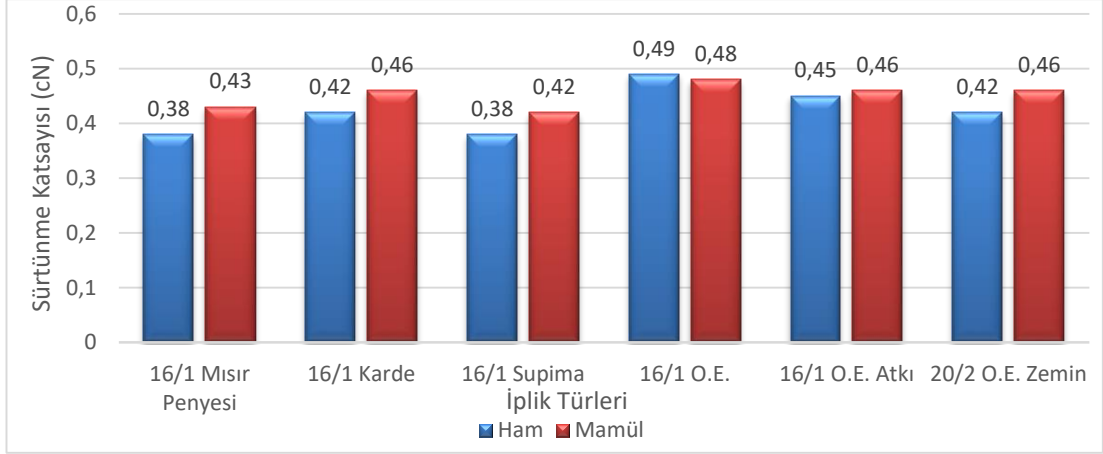
Tablo 4.6: 180° sarım açısı ile mamül ipliklerin T_2 ve μ değerleri

İplik Türü	Giriş Gerginliği (T_1)	Çıkış Gerginliği (T_2)	Sürtünme Katsayısı (μ)
Ne 16/1 Mısır Penyesi	4,51	17,58	0,43
Ne 16/1 Karde		19,57	0,46
Ne 16/1 Supima		16,96	0,42
Ne 16/1 O.E.		20,45	0,48
Ne 16/1 O.E. Atkı		19,68	0,46
Ne 20/2 O.E. Zemin		19,27	0,46



Şekil 4.50: 180° sarım açısıyla mamül iplik türlerin sürtünme katsayı grafiği

Yukarıdaki Şekil 4.50 grafik incelediğinde en yüksek iplik- iplik sürtünme katsayı değerinin Open/End hav ipliği olduğu görülmektedir. İplik numaraları farklı olmasına rağmen atkı ve zeminde kullanılan ipliklerin sürtünme katsayı değerleri eşittir.



Şekil 4.51: 180° sarım açısıyla ham-mamül iplik türlerin sürtünme katsayı grafiği

180° sarım açısıyla ham ve mamül ipliklerin karşılaştırması Şekil 4.51'deki iplik-iplik sürtünme katsayı değerleri incelendiğinde; Open/End hav ipliğinin sürtünme katsayı değerinin yüksek olduğu görülmüştür. İpliklerin sürtünme katsayıları da yüzey özelliklerine farklılık göstermektedir. Yüzey özellikleri tüylülük, lif uç çıkıntıları ve iplik çap değişimleri diğerlerine göre daha fazladır. Mısır penyesi ve supima mamül ipliklerin sürtünme katsayı değeri ham hallerine göre yüksek oranda artmıştır. Yüzey özellikleri tüylülük, lif uç çıkıntıları ve iplik çap değişimleri diğerlerine göre daha fazladır.

4.2.1.3 90° Sarım Açısı ile Ham İpliklerin Sonuçları

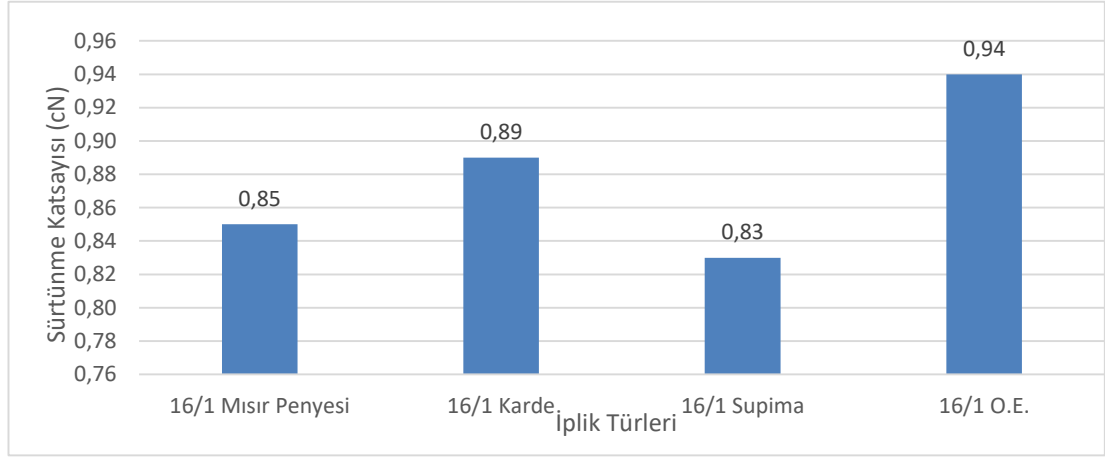
Numune üretiminde kullanılan ipliklerin kopma mukavemetleri düşük olduğundan, iplik türleri gözetmeksizin kopma mukavemetlerin %10 nu geçmeyecek şekilde standart T_1 ağırlığı asılmıştır İplik-iplik sürtünme katsayısının ölçümünü için 1,5-9 cm ebatın da ham 16/1 Open/End (O.E.) atkı ipliği ile sarılmış Şekil 3.27' deki kartonlar teker teker cihazın silindir üzerine monte edilir. Monte edilen kartonun üzerine denk gelecek şekilde ham hav iplikleri asılır ve Tension View DTMX-500 iplik tansiyon cihazı yardımıyla T_2 değerleri bulunur. Elde edilen T_2 değeri ile iplik-iplik sürtünme katsayıları (μ) denklem (1.2) ile hesaplanmıştır. Tablo 4.7' da numune üretimindeki kullanılan ham ipliklerin 90° sarım açısı ile elde edilen giriş gerginliği (T_1), çıkış gerginliği (T_2) ve sürtünme katsayısı (μ) gösterilmektedir.

T_1 : 4,51mN/tex

Süre : 7 dk

Tablo 4.7: 90° sarım açısı ile ham ipliklerin T_2 ve μ değerleri

İplik Türü	Giriş Gerginliği (T_1)	Çıkış Gerginliği (T_2)	Sürtünme Katsayısı (μ)
Ne 16/1 Mısır Penyesi	4,51	17,32	0,85
Ne 16/1 Karde		18,32	0,89
Ne 16/1 Supima		16,61	0,83
Ne 16/1 O.E.		19,93	0,94



Şekil 4.52: 90°sarım açısıyla ham iplik türlerin sürtünme katsayı grafiği

Yukarıdaki Şekil 4.52 grafiği incelediğinde en yüksek iplik-iplik sürtünme katsayı değerlerinin Open/End (O.E.) hav ipliğidir.

4.2.1.4 90° Sarım Açısı ile Mamül İpliklerin Sonuçları

Numune üretiminde kullanılan ipliklerin kopma mukavemetleri düşük olduğundan, iplik türleri gözetmeksizin kopma mukavemetlerin %10 nu geçmeyecek şekilde standart T_1 ağırlığı asılmıştır İplik-iplik sürtünme katsayısının ölçümünü için 1,5-9 cm ebatın da mamül 16/1 Open/End (O.E.) atkı ipliği ile sarılmış Şekil 3.27' deki kartonlar teker teker cihazın silindir üzerine monte edilir. Monte edilen kartonun üzerine denk gelecek şekilde mamül hav iplikleri asılır ve Tension View DTMX-500 iplik tansiyon cihazı yardımıyla T_2 değerleri bulunur. Elde edilen T_2 değeri ile iplik-

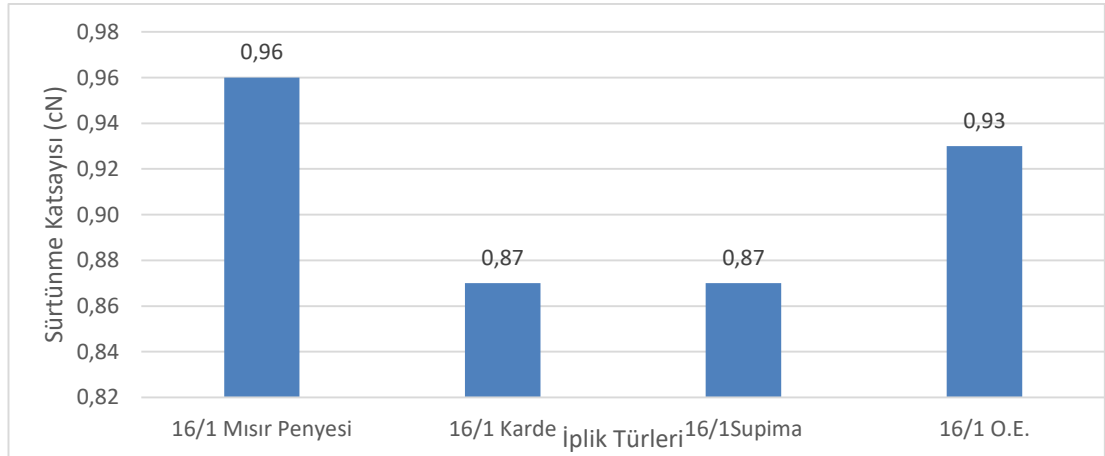
İplik sürtünme katsayıları (μ) denklem (1.2) ile hesaplanmıştır. Tablo 4.8' de numune üretimindeki kullanılan mamül ipliklerin 90° sarım açısı ile elde edilen giriş gerginliği (T_1), çıkış gerginliği (T_2) ve sürtünme katsayısı (μ) gösterilmektedir.

T_1 :4,51 mN/tex

Süre : 7 dk

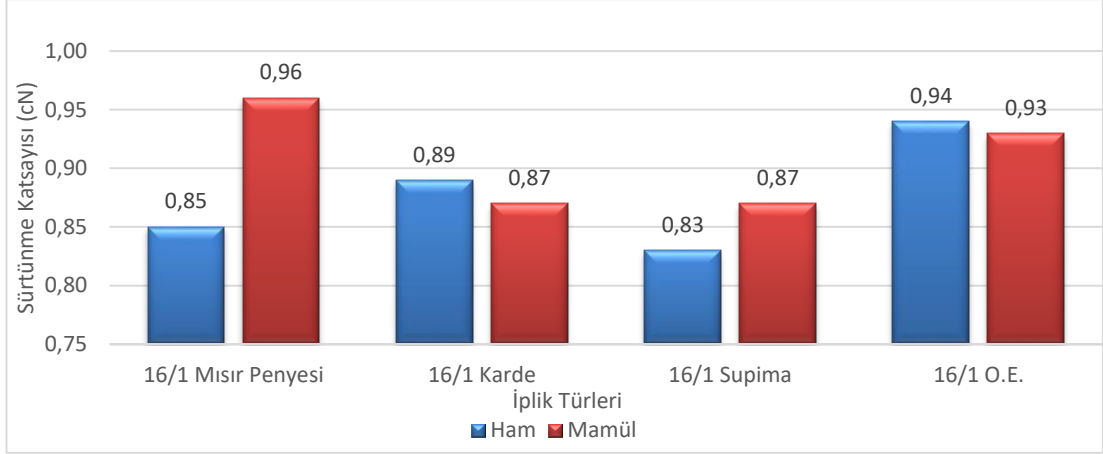
Tablo 4.8: 90° sarım açısı ile mamül ipliklerin T_2 ve μ değerleri

İplik Türü	Giriş Gerginliği (T_1)	Çıkış Gerginliği (T_2)	Sürtünme Katsayısı (μ)
Ne 16/1 Mısır Penyesi	4,51	20,52	0,96
Ne 16/1 Karde		17,88	0,87
Ne 16/1Supima		17,65	0,87
Ne 16/1 O.E.		19,67	0,93



Şekil 4.53: 90° sarım açısıyla mamül iplik türlerin sürtünme katsayı grafiği

Yukarıdaki Şekil 4.53 grafiği incelediğinde en yüksek iplik-iplik sürtünme katsayı değerinin mısır penyesi hav ipliğinin olduğunu, karde ve supima mamül ipliklerin 90° sarım açılı sürtünme katsayı değerlerin eşit olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.54:90° sarım açısıyla ham-mamül iplik türlerin sürtünme katsayı grafiği

90° sarım açılı ham ve mamül iplik-iplik sürtünme katsayı değerleri Şekil 4.54'de gösterilmiştir. Kıyaslanacak olursa sürtünme katsayı değerlerin birbirlerine yakın ve 180° sarım açılı iplik- iplik sürtünme katsayı değerlerine göre yüksek olduğu görülmektedir. Ham da en yüksek Open/End (O.E.) hav ipliğinin mamül de ise mısır penyesi hav ipliğin sürtünme katsayı değeri daha yüksektir.

4.2.2 İplik- Metal Sürtünme Testi Sonuçları

İplik-metal sürtünme katsayı değeri ipliğin yüzey yapısı ve pürüzlülüğünü göstermektedir.

4.2.2.1 Ham İpliklerin Test Sonuçları

İplik-iplik ve iplik- metal sürtünme katsayısının ölçümü yapılan cihazın silindiri metal olduğundan direk ham iplikler asılarak ölçüme başlanır. ASTM D 3412 standardına göre asılacak olan iplik türlerin ağırlıklarına göre Tablo 4.4'de hesaplanarak belirlenmiştir. Numune üretiminde kullanılan ipliklerin kopma mukavemetleri düşük olduğundan, iplik türleri gözetmeksizin kopma mukavemetlerin %10 nu geçmeyecek şekilde standart T_1 ağırlığı asılmıştır. Metal kısma asılan ham iplikler Tension View DTMX-500 iplik tansiyon cihazından geçirilerek T_2 değerleri bulunur. Elde edilen T_2 değeri ile iplik-iplik sürtünme katsayıları (μ) denklem (1.2) ile hesaplanmıştır. Tablo 4.9' da numune üretimindeki kullanılan ham ipliklerin iplik-

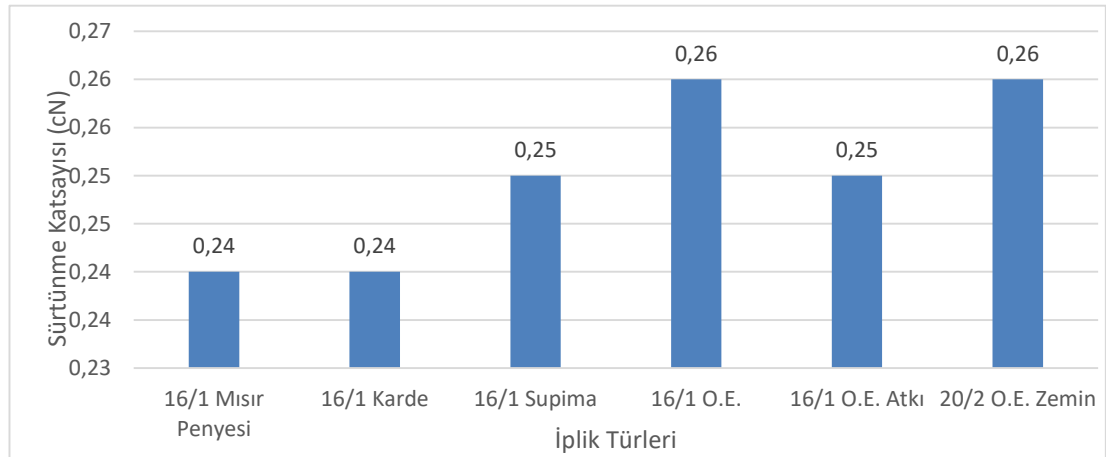
metal için giriş gerginliği (T_1), çıkış gerginliği (T_2) ve sürtünme katsayısı (μ) gösterilmektedir.

T_1 : 4,51mN/tex

Süre : 4 dk

Tablo 4.9: İplik-metal ham ipliklerin T_2 ve μ değerleri

İplik Türü	Giriş Gerginliği (T_1)	Çıkış Gerginliği (T_2)	Sürtünme Katsayısı (μ)
Ne 16/1 Mısır Penyesi	4,51	9,74	0,24
Ne 16/1 Karde		9,83	0,24
Ne 16/1 Supima		10,17	0,25
Ne 16/1 O.E.		10,25	0,26
Ne 16/1 O.E. Atkı		10,14	0,25
Ne 20/2 O.E. Zemin		10,42	0,26



Şekil 4.55:Ham iplik türlerin iplik-metal sürtünme katsayısı grafiği

Şekil 4.55 grafiği incelediğinde ham ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayı değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. En yüksek iplik-metal sürtünme katsayısı değerinin Open/ End (O.E.) hav ipliği ile zemin ipliği olduğu görülmektedir. En düşük iplik-metal sürtünme katsayısı değeri ise mısır penyesi ve karde hav iplikleridir.

4.2.2.2 Mamül İpliklerin Test Sonuçları

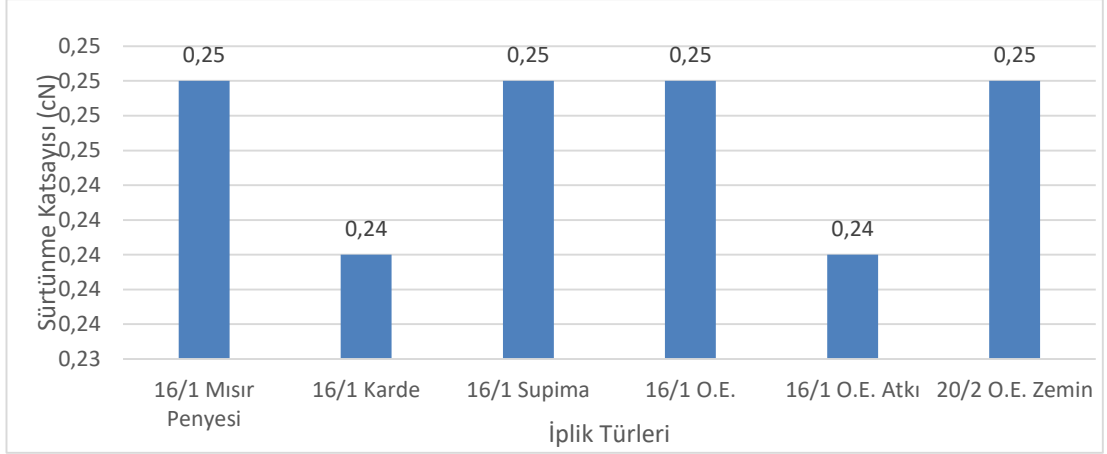
İplik-iplik ve iplik- metal sürtünme katsayısının ölçümü yapılan cihazın silindiri metal olduğundan direk mamül iplikler asılarak ölçüme başlanır. ASTM D 3412 standardına göre asılacak olan iplik türlerin ağırlıklarına göre Tablo 4.4'de hesaplanarak belirlenmiştir. Numune üretiminde kullanılan ipliklerin kopma mukavemetleri düşük olduğundan, iplik türleri gözetmeksizin kopma mukavemetlerin %10 nu geçmeyecek şekilde standart T_1 ağırlığı asılmıştır. Metal kısma asılan mamül iplikler Tension View DTMX-500 iplik tansiyon cihazından geçirilerek T_2 değerleri bulunur. Elde edilen T_2 değeri ile iplik-iplik sürtünme katsayıları (μ) denklem (1.2) ile hesaplanmıştır. Tablo 4.10' da numune üretimindeki kullanılan mamül ipliklerin iplik-metal için giriş gerginliği (T_1), çıkış gerginliği (T_2) ve sürtünme katsayısı (μ) gösterilmektedir.

T_1 : 4,51mN/tex

Süre : 4 dk

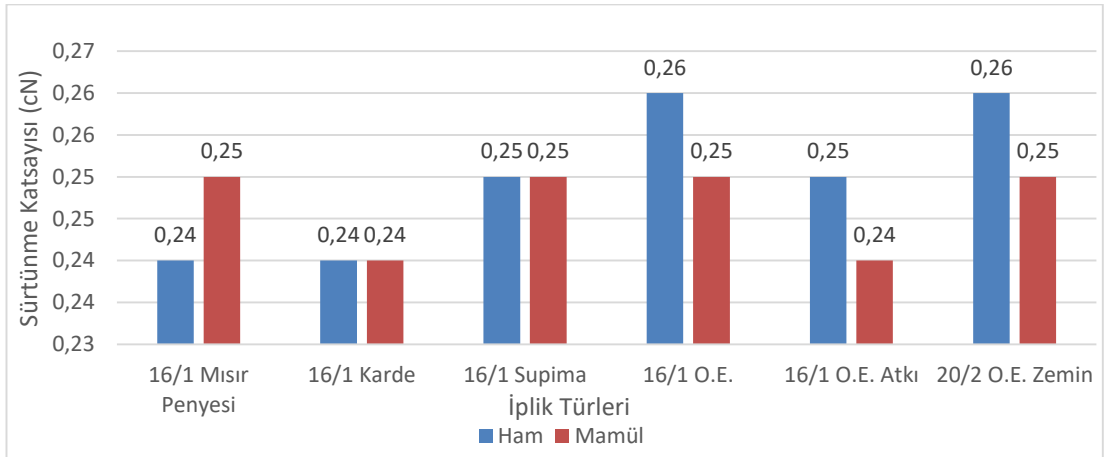
Tablo 4.10: İplik-metal mamül ipliklerin T_2 ve μ değerleri

İplik Türü	Giriş Gerginliği (T_1)	Çıkış Gerginliği (T_2)	Sürtünme Katsayısı (μ)
Ne 16/1 Mısır Penyesi	4,51	9,89	0,25
Ne 16/1 Karde		9,84	0,24
Ne 16/1 Supima		10,00	0,25
Ne 16/1 O.E.		9,99	0,25
Ne 16/1 O.E. Atkı		9,78	0,24
Ne 20/2 O.E. Zemin		10,09	0,25



Şekil 4.56:Mamül ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayı grafiği

Yukarıdaki Şekil 4.56 grafiği incelediğinde mamül iplik-metal sürtünme katsayı değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir.



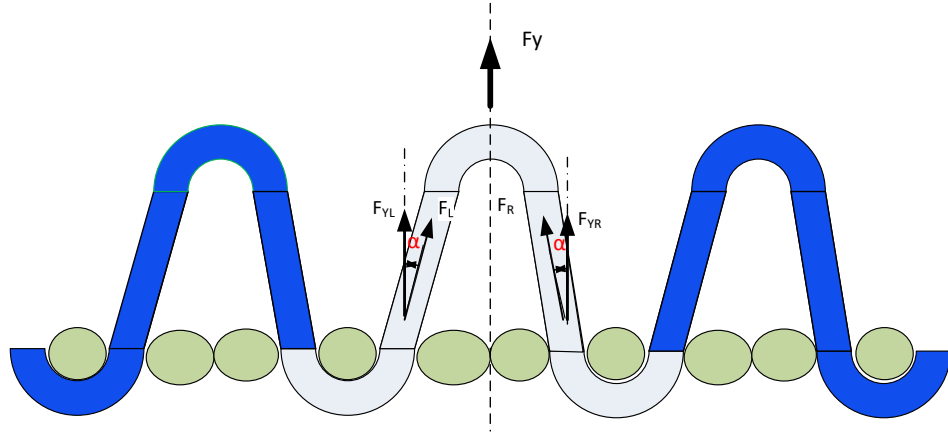
Şekil 4.57:İplik-metal ham-mamül iplik türlerin sürtünme katsayı grafiği

Şekil 4.57' diye bakıldığında: numune üretiminde kullanılan ham ve mamül olmak üzere ipliklerin iplik-metal sürtünme katsayı değerlerinin birbirine yakın olduğu küçük farkla ham ve mamül en yüksek sürtünme katsayı değerinin Open/End (O.E.) hav ipliği ile 20/2 Open/End zemin ipliğindedir.

4.3 Hav İpliğine Uygulanan Kuvvetin Teorik Yaklaşımı

Standartlara uygun olarak havlu kumaş örneklerinde hav ipliğine kuvvet uygulanmıştır. Uygulanan kuvvet analiz edildiğinde;

Hav ipliğine çekilme mesafesi sabit tutularak uygulanan F kuvveti aşağıdakilere etkilere göre değer alacaktır.



Şekil 4.58:3 atkılı havlu kumaşa hav modellemesi

Koordinat düzleminde F kuvveti y ekseninin doğrultusunda hareket edecektir Şekil 4.58’ de görüldüğü üzere. F_Y kuvveti olarak tanımlanmıştır. Kuvvetin uygulandığı havın her iki yönünde aynı olduğu diğer bir ifade ile simetrik olduğu varsayımıyla F_Y kuvveti ilmenin (havin) sağında ve solunda eşit olarak etki gösterir. Bu durumda F_Y kuvveti havın 2 ayağın üzerinde uygulanan $F \cdot \cos \alpha$ kuvvetlerinin toplamına eşittir. α Açısı atkı iplik çaplarına, atkı sıklığına ve ilme zemin oranına göre değişiklik gösterir. Denklem (4.7), (4.8) ve (4.9) da gösterilmiştir.

$$F_{YL} = F_L \times \cos \alpha \quad (4.7)$$

$$F_{YR} = F_R \times \cos \alpha \quad (4.8)$$

$$F_Y = F_{YL} + F_{YR} \quad (4.9)$$

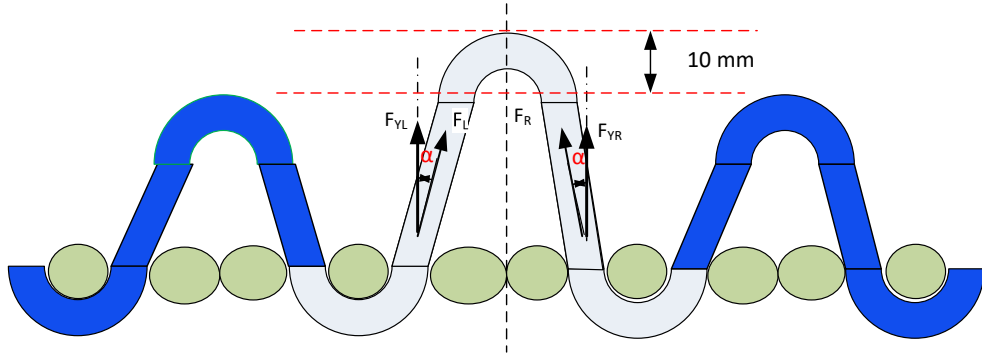
F_Y : hav ipliğine uygulanan çekme kuvveti

F_L : hav ipliğine uygulanan çekme kuvvetinin sol bacağına etkisi

F_R : hav ipliğine uygulanan çekme kuvvetinin sağ bacağına etkisi

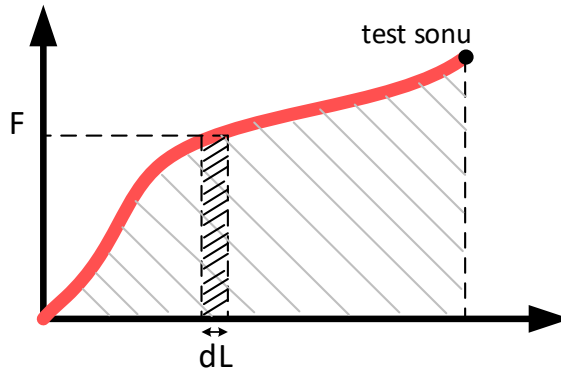
Bu çalışmada, standartta uygun ilme çekme kuvveti uygulandı, çekilme mesafe miktarı 10 mm de test tamamlandı. Şekil 4.59’ da testin tamamlandığı uzunluk görülmektedir. Hav ipliği yatay ekseninde 10 mm hareket etmiş, ilmenin her iki bacağında yer an uzunluklarda 10 mm hareket etmiştir. Hav ipliği yanda yer alan

komşu hav ipliklerinden 10 mm uzunluk almıştır, diğer bir ifade ile komşu hav iplikleri 10 mm azalmıştır.



Şekil 4.59:3 atkılı havlu yapısı

Hav ipliğine uygulana kuvvet ile gerçekleşen çekilme mesafe eğrisi altında kalan yapılan işi göstermektedir. Bir önceki bölümde verilen grafiklerde eğrinin altında kalan alanın hesaplanması ile hesaplanan iş farklı olacaktır. Farklılığın nedeni üretilen havlunun özellikleri ile ilgilidir. Standartlara uygun yapılan teste, sabit çekilme mesafe prensibi ile çalışan mukavemet cihazında hav ipliğine uygulanan kuvvet değişiklik gösterirken çekilme mesafe değeri 10 mm değere ulaştığında test tamamlanacaktır.



Şekil 4.60:Yapılan iş grafiği

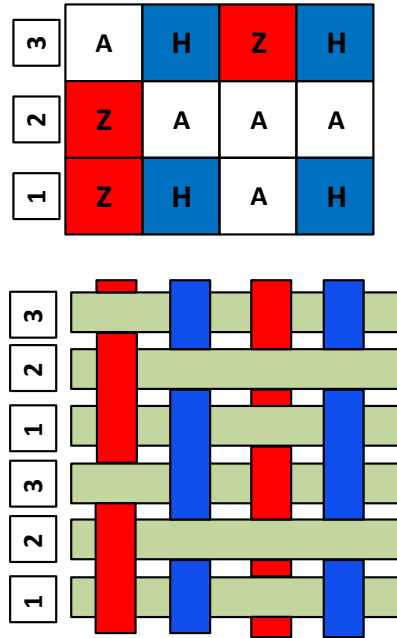
$$W = F_{YL} \times Y \quad (4.10)$$

Havın 10 mm çekilme işi;

$$W = \int_0^{test\ sonu} Fx dL \quad (4.11)$$

W : yapılan iş (N.mm)

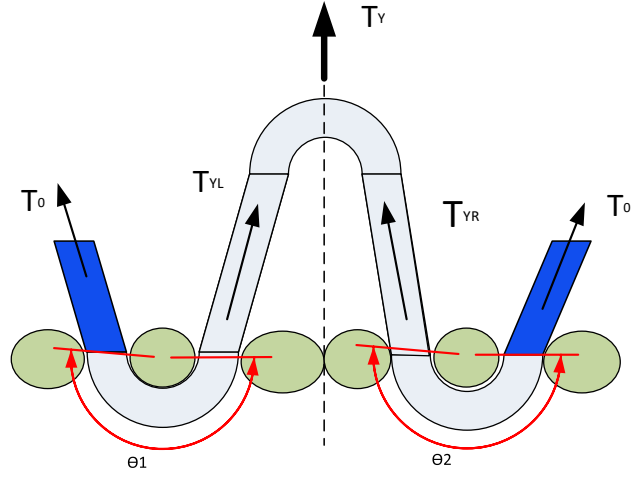
Birim model olarak bir hav ipliği ve bu hav ipliğine her iki yönde komşu olan hav iplikleri alınır. Hav ipliğine uygulanan kuvvete karşı atkı iplikleri üzerinden geçtiği yol ve çözgü iplikleri ile temas ettiği bölgeler etkili olacaktır. Bu durumda her iki yön ayrı irdelenir.



Şekil 4.61:3 atkılı havlunun örgü raporu

Atkı ipliği ile ilişkisi incelendiğinde;

Bir hav ipliğinin dokuma konstrüksiyonuna bağlı olarak atkı iplikleri ile sarmal temas vardır. Hav ipliği çekildiğinde atkı ipliklerinin çekilme kuvvetine karşı sürtünme kuvveti ile karşılaşacaktır. Sürtünme kuvveti Amontos Kanunu ile tanımlanır. Hav ipliğinin bir başka atkı ipliği üzerinden geçmesi durumunda Amontos Kanunu Capstan problemi olarak tanımlanır. Şekil 4.62' de hav ipliğine uygulanan kuvvete karşı atkı yönünde gösterdiği etki gösterilmiştir.



Şekil 4.62: Hav ipliğine uygulanan kuvvete karşı atkı yönünde gösterdiği etki

$$T_{YL} = T_0 \times e^{\mu\theta} \quad (4.12)$$

$$T_Y = T_0 \times e^{\mu(\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n)} \quad (4.13)$$

T_0 : ortalama giriş gerginlik değeri

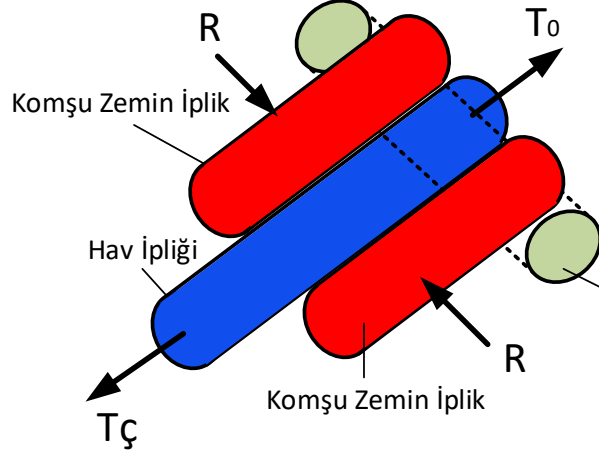
T_Y : ortalama çıkış gerginlik değeri (atkı yönünde)

μ : sürtünme katsayısı

θ : sarım açısı

Çözümlü ipliği ilişkisi incelendiğinde;

Hav ipliğine kuvvet uygulandığında ipliğin çekilmesi sırasında her iki yönde bulunan komşu ipliklerin etkisi de yer almaktadır. Komşu iplik, kumaş konstrüksiyonunun da hav ipliğinin her iki yönünde yer alan çözgü boyunca zemin ve diğer hav çözgü iplikleridir. Hareket halinde olan hav ipliğine komşu iplikler sürtünme kuvveti etki edeceklerdir. Şekil 4.63' de görüldüğü üzere hav ipliği atkı ipliği etrafına belirli açı ile sarılmış iken komşu iplikler tarafından çekilmeye karşı yanıl olarak etki ederler.



Şekil 4.63: Hav ipliğine uygulanan kuvvete karşı çözgü yönünde gösterdiği etki

$$T_{\text{ç}} = T_0 + 2\mu R \quad (4.14)$$

T_y : ortalama çıkış gerginliği (çözgü yönünde)

R : tepki kuvveti

denklemleri elde edilir.

Her iki durum için elde edilen denklemler ile hav ipliğine etki eden kuvvetin hesaplanmasında her iki yöndeki kuvvetlerin toplamına eşittir.

$$T_{\text{hav}} = T_y + T_{\text{ç}} \quad (4.15)$$

Bu formül uygulandığında iplik kesitleri yuvarlak veya yuvarlağa yakın, havlu kumaştaki atkı ve çözgü sıklıkları eşit kabul edilmiş, olası açısal değerler sıfıra yakın olmasından dolayı ihmal edilmiştir.

Hav ipliği çekilmesi sırasında T_{hav} kuvvetini etkileyen oldukça karmaşık etkiler vardır. $T_{\text{ç}}$ kuvveti iplik düzgünsüzlüğü ile yakından ilişkilidir. Komşu ipliklerin düzgünsüzlüğü $T_{\text{ç}}$ kuvvetini değiştirir, dolayısıyla hav çekme kolaylaşır veya zorlaşır. İplik düzgünsüzlüğü artarsa hav çekilme kolaylaşır, tersi durumda $T_{\text{ç}}$ büyüyeceğinden hav çekilme zorlaşır.

T_{hav} kuvveti, iplik özelliklerine ve kumaş konstrüksiyon özelliklerine bağlıdır, bu özellikler farklılaştığında hav çekilme kuvveti de değişecektir.

4.4 Teorik Yaklaşım Hesaplamaları

Numune havlu üretiminde kullanılan iplikler Grosssberg denklemi ile çapları hesaplanmıştır. Tablo 4.11’ de numune üretiminde kullanılan iplik türleri verilmiştir. Numunede kullanılan iplik kalınlığına göre Grosssberg denklemi ile hesaplanan iplik çap değerleri Tablo 4.12’de gösterilmektedir.

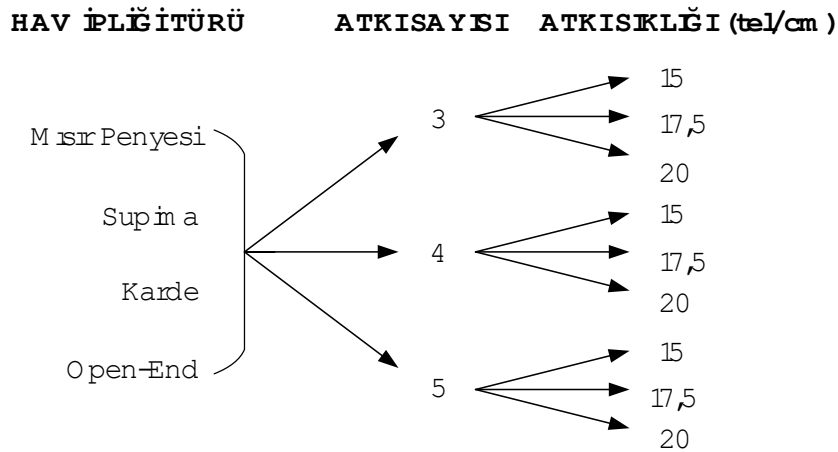
$$d = 4,44 \times 10^{-3} \sqrt{\frac{tex}{\theta}} \quad (4.16)$$

Tablo 4.11: Numune havluların üretiminde kullanılan iplikler türleri

Zemin Çözüğü	Ne 20/2 O.E.
Zemin Atkı	Ne 16/1 O.E.
Hav	Ne 16/1 Mısır Penyesi
	Ne 16 /1 Supima
	Ne 16/1 Karde
	Ne 16/1 O.E.

Tablo 4.12: Numune havluların üretiminde kullanılan iplikler çapları

Ne	Nm	Tex	d(mm)
20/2	16,90	59,17	0,27
16/1	27,04	36,98	0,21



Şekil 4.64:Numune kumaşa değişen faktörler

Numune havluların üretiminde kullanılan iplik türlerin çapları Grosssberg formülü ile hesaplanmıştır. Farklı atkı sayısında (3-4-5) üretilen numune havlular, atkı sayısına göre bir havın oluşturulmasında kullanılan iplik türleri ve miktarları belirlenmiştir. Bir havın oluşması için atkı sayısına göre kullanılan iplik türleri ve miktarların toplamı ünite olarak ifadeleştirildi. Atkı sayısına göre bir havın oluşması için gerekli olan bir ünitedeki toplam iplik çapları görselleri ve hesaplamaları Şekil 4.65' de 3 atkılı, Şekil 4.66' da 4 atkılı ve Şekil 4.67' de 5 atkılı olarak gösterilmiştir.

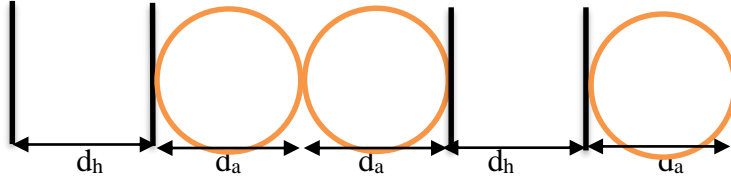
Tablo 4.13, Tablo 4.14 ve Tablo 4.15' de havlu numunelerin üretiminde değişkenlik gösteren atkı sıklığı (15-17,5-20) atkı sayısının etkisi (3-4-5) ile ilme çekme testinde havları 10 mm çekme mesafesi uygulandığında kaç üniteye etki edeceği belirlenmiştir. Numune havlular 5 cm de ki ilme zemin oranları 15 sıklıkta 33,9 , 17,5 sıklıkta 32,6, ve 20 sıklıkta 31,3, olarak üretilmiştir. Üretilen havlu numunelerin atkı sıklığına bağlı olarak 5 cm' deki ilme zemin oranı Tablo 4.13, Tablo 4.14 ve Tablo 4.15'de iplik çap ve çekilen mesafe birimine çevrilerek mm cinsinden verilmiştir. Numune havlularda değişken faktör olan atkı sıklığı dikkate alınarak hava 10 mm ilme çekme mesafesi uygulandığında atkı sayısının mesafe olarak ne kadar (mm) etkilendiği hesaplanmıştır. Yani bir havın oluşmasında iplik çapları ve boşluklar dahil olmak üzere bir ünitedeki toplam mesafe hesaplanmıştır. Hesaplanan toplam mesafeden, atkı sayısına göre bir ünitedeki iplik çap toplamı farkı bize bir ünitedeki yüzdesel boşluk miktarı vermektedir. Atkı sıklığına göre 50 mm deki ilme zemin oranının bir ünitedeki toplam mesafe uzunluğundaki oranı bize bir ünitedeki toplam mesafe uzunluğundaki ilme zemin oranını verir. Kısacası atkı sıklığına bağlı bir havın ilme zemin oranını vermektedir. İlme çekme testinde 10 mm çekilme sonucunda bir ünitedeki toplam mesafe uzunluğundaki ilme zemin oran farkı uygulanan ilme çekme mesafesi (10 mm) , çekilme sonucunda etkilediği mesafeyi bize vermektedir. Tablo 4.13, Tablo 4.14 ve Tablo 4.15'de verilmiştir.

d_h : hav iplik çapı

d_a : zemin atkı iplik çapı

$d_h = d_a = 0,21$ mm

Şekil 4.65’ de 3 atkılı havlu dokuma sisteminde bir ünite de bulunan iplikler gösterilmektedir.



Şekil 4.65: 3 atkılı havlu dokuma sistemi

3 atkılı havlu dokuma yapısında bir ünite de bulunan iplik çap toplamı;

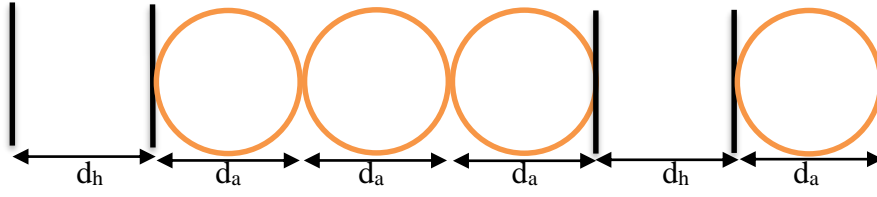
$$2 d_h + 3 d_a = 1.05 \text{ mm}$$

Tablo 4.13: 3 atkılı hav boy uzunluğu

Atkı Sayısı	3					
Atkı Sıklığı	50 mm deki İlme Zemin Oranı	Bir Ünite deki Toplam Mesafe Uzunluğu (mm)	Bir Ünite deki İplik Çap Toplamı (mm)	Bir Ünite deki Boşluk Oranı (%)	Bir Ünite deki Toplam Mesafe Uzunluğund aki İlme Zemin Oranı (mm)	10 mm Çekilme Sonucu Etkilediği Mesafe (mm)
15	339	2,00	1,05	48	13,56	3,56
17,5	326	1,71		39	11,14	1,14
20	313	1,50		30	9,39	-0,61

Yukarıdaki Tablo 4.13’de 3 atkılı 15-17,5-20 sıklıklı havlu numunelerin bir havın boy uzunluğu ve bu havın 10 mm çekilmesi sonucu etkilediği mesafe hesaplanmıştır.

Şekil 4.66’ da 4 atkılı havlu dokuma sisteminde bir ünite de bulunan iplikler gösterilmektedir.



Şekil 4.66:4 atkılı havlu dokuma sistemi

4 atkılı havlu dokuma yapısında bir ünitedeki iplik çap toplamı;

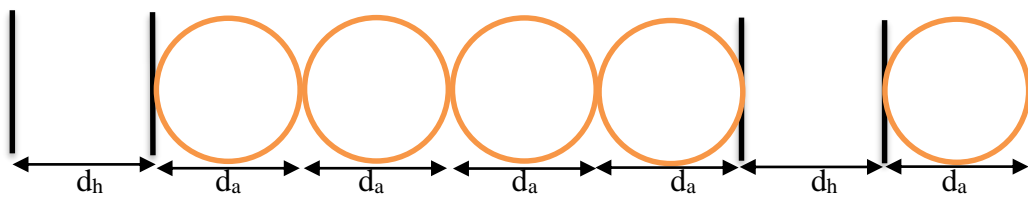
$$2 d_h + 4 d_a = 1,26 \text{ mm}$$

Tablo 4.14: 4 atkılı hav boy uzunluğu

Atkı Sayısı	4					
Atkı Sıklığı	50 mm deki İlme Zemin Oranı	Bir Ünitedeki Toplam Mesafe Uzunluğu (mm)	Bir Ünitedeki İplik Çap Toplamı (mm)	Bir Ünitedeki Boşluk Oranı (%)	Bir Ünitedeki Toplam Mesafe Uzunluğundaki İlme Zemin Oranı (mm)	10 mm Çekilme Sonucu Etkilediği Mesafe (mm)
15	339	2,66	1,26	53	18,03	8,03
17,5	326	2,29		45	14,93	4,93
20	313	2,00		37	12,52	2,52

Yukarıdaki Tablo 4.14’de 4 atkılı 15-17,5-20 sıklıklı havlu numunelerin bir havın boy uzunluğu ve bu havın 10 mm çekilmesi sonucu etkilediği mesafe hesaplanmıştır

Şekil 4.67’ de 5 atkılı havlu dokuma sisteminde bir ünite de bulunan iplikler gösterilmektedir



Şekil 4.67:5 atkılı havlu dokuma sistemi

5 atkılı havlu dokuma yapısında bir ünitedeki iplik çap toplamı;

$$2 d_h + 5 d_a = 1,47 \text{ mm}$$

Tablo 4.15: 5 atkılı hav boy uzunluğu

Atkı Sayısı	5					
Atkı Sıklığı	50 mm deki İlme Zemin Oranı	Bir Ünitedeki Toplam Mesafe Uzunluğu (mm)	Bir Ünitedeki İplik Çap Toplamı (mm)	Bir Ünitedeki Boşluk Oranı (%)	Bir Ünitedeki Toplam Mesafe Uzunluğundaki İlme Zemin Oranı (mm)	10 mm Çekilme Sonucu Etkilediği Mesafe (mm)
15	339	3,33	1,47	56	22,58	12,58
17,5	326	2,86		49	18,64	8,64
20	313	2,50		41	15,65	5,65

Yukarıdaki Tablo 4.15’de 5 atkılı 15-17,5-20 sıklıklı havlu numunelerin bir havın boy uzunluğu ve bu havın 10 mm çekilmesi sonucu etkilediği mesafe hesaplanmıştır

Havlu numunelerin havlarına 10 mm ilme çekme mesafesi uygulandığında; Tablo 4.13, Tablo 4.14 ve Tablo 4.15’deki 15-17,5 sıklık 3-4-5 atkılılarda ve 20 sıklık 4-5 atkılı havlu numunelerinde uygulanan mesafenin bir ünitedeki toplam mesafe uzunluğundaki ilme zemin oranından düşük olduğu görülmektedir, sadece bir üniteyi yani bir havı etkilediği görülmektedir. 20 sıklık 3 atkılı havlu numunelerin havlarına 10 mm ilme çekme mesafesi uygulandığında; uygulanan çekme mesafesinin bir ünitedeki toplam mesafe uzunluğundaki ilme zemin oranından fazla olduğundan yan üniteye çekmeden etkilendiği gözlemlenmiştir. Yani yan üniteye havın ilme zemin oranında azalma olmasına ve hav ipliğinin atkı ipliğine yaklaşarak sürtünme meydana gelmektedir. Bulunan bu bulgu sonuçlarını ilme çekme ve sürtünme test sonuçlarında da görmekteyiz.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İlmeli yapılarda ilme çekim kuvveti üzerine yapılan çalışmaların kısıtlı olduğunu literatür çalışması ile gösterilmiştir. İlmeli yapılardan havlu kumaşlarda ilme çekim kuvveti bu çalışmada incelenmiş, elde edilen sonuçlar ile tasarım, üretim ve kullanımda dikkat edilmesi gereken parametreleri ortaya konmuştur.

İlme çekim kuvveti ile ilgili çalışma için planlanan ve üretilen kondisyonlu numuneler üzerinde laboratuvar koşullarında testleri standartlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada amaç ilme çekim kuvvetine etki eden faktörleri ortaya koymaktır. Teorik yapılan inceleme de, ilme çekim gerçekleştiğinde ilmeli ipliğe etki eden kuvvetler ipliğin yanal ve dikey yönlerinde etki eden ipliklerdir. Yanal yön kuvvetler hav ipliği çekilme sırasında temas halinde bulunan atkı ipliklerinden gelmektedir. İlme çekilmeyi yüksek oranda etkileyen kuvvetler atkı iplikleri ile olan temaslarıdır. Bu durum, çalışmada 3 atkılı, 4 atkılı ve 5 atkılı yapılarda ortaya konulmuştur. Bu çalışmada kullanılan konstrüksiyon, iplik numaraları, sıklıklar (atkı, zemin) dikkate alınarak birim ünite tanımlanmış ve bu ünitelerde hav ipliğine kalan alanlar hesaplanmıştır. Birim alanda kalan boşluk miktarı arttıkça hav ipliğinin hareketi temasın azalmasından dolayı daha kolay çekilme olur iken boşluk miktarı azaldıkça hav ipliği hareketi temasın artmasından dolayı daha zor veya diğer bir ifade ile ilme çekim kuvveti artacaktır. Bununla birlikte ilme zemin oranına bağlı olarak hav ipliğinin çekilmesi birim üniteye yakın olan üniteleri de etkilemektedir. İlme zemin oranı azaldıkça diğer bir ifade ile hav boyu kısaldığında hav ipliğinin çekilme uzunluğuna bağlı olarak bir çok ünite ile temas artacak, ilme çekilme kuvveti kaçınılmaz olarak yükselecektir. Ters bir durumda ilme zemin oranı arttığında hav ipliğinin çekilmesi en azında komşu ünite ile kısıtlı kalacaktır. Nitekim, bu çalışma kullanılan veriler ile hav ipliği çekilmesi komşu üniteler ile düzeyinde kalmıştır ve teorik kurgusu elde edilen sonuçlar ile ilişkilidir.

İlme çekim kuvvetini etkileyen diğer faktör hav ipliğine dikey yönde etkileyen kuvvetlerdir. Bu kuvvetler hav ipliği ile yan yana olan çözgü yönünde ki ipliklerinden

gelmektedir. Çekilen hav ipliğine yan yana olan, zemini oluşturan çözgü iplikleri veya diğer hav ipliği iplikleri ters yönde etkilemektedir. Benzer şekilde havlunun temel özelliklerine bağlı olarak konstrüksiyon, çözgü yönündeki sıklıklar, iplik numaraları vb. temas miktarını belirler. Temas miktarı artıkça sürtünmeden kaynaklı olarak ilme çekilme kuvvetine daha fazla ihtiyaç duyur iken temas azaldıkça ilme çekim kuvvetine duyulan ihtiyaç azalacaktır. Bu çalışmada elde edilen veriler ile dikey yönde etki eden kuvvetler arasındaki ilişki belirlenmiştir.

Hav ipliği olarak karde, mısır penyesi, supima, Open/End (O.E.) iplikleri kullanılmış ve ilme çekilme kuvvetine etkileri incelenmiştir. Tüm ipliklerin hammaddesi pamuktur, ancak ipliklerin yüzey özellikleri farklıdır. Dolayısıyla ipliklerin sahip oldukları yüzey özellikleri sonuçlara yansımıştır. İpliklerin boyuna çap değişimleri minimum düzeyde olan ve yüzeye bağlı sürtünme katsayısı değeri düşük olan ipliklerde hav çekilme değerleri düşük, tam tersinde ise yüksektir. Bu durumda göstermiştir ki ipliklerin yüzey özellikleri ilme hav çekilme kuvveti değerleri ile yakından ilişkilidir.

Bu çalışmanın devamında teorik denklemlerde ihmal edilen açısız değerlerin dikkate alınması gereklidir. Bu durumda yapılan çalışma detaylandırılabilir, olası yapılacak modelleme ile sonuçlar tahmini yüksek oranda belirlenebilir. Havlu kumaş içerisinde atkı ipliklerinin sıklığının oluşturabileceği dağılımın eşit olması ve iplik/boşluk oranlarının dikkate alınması, oluşturulan denklemler ile matematiksel çözümün yapılarak teorik ve uygulama sonuçlarının karşılaştırılması tavsiye edilir.

Bu çalışmada iplik kesitleri yuvarlağa yakın, atkı ve çözgü sıklıkları eşit kabul edilmiş, olası açısız değerler sıfıra yakın olmasından dolayı ihmal edilmiştir. Sonraki yapılacak çalışmalarda açısız değerler hesaplanması ve ipliklerin enine kesit geometrik şekilleri dikkate alınarak elde edilen formüllerin geliştirilmesi tavsiye edilir.

Benzer çalışma, hammaddeleri ve iplik üretim yöntemleri farklı iplikleri hav ipliği olan kullanılarak havlular üretebilir, üretilen havlular üzerinde çalışmalar gerçekleştirilerek farkı hammaddelerin ve ipliklerin etkileri incelenebilir.

6. KAYNAKLAR

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

Ala, M. D., “An Experimental Study on Selected Performance Properties of 100% Cotton Terry Fabrics” *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1(31), (2021).

Ala, M.D. ve İkiz, Y., “Ham Bornozluk Havlu Kumaşlarda Dokuma Üretimi Süresince Oluşan Kumaş Hatalarının Belirlenmesine Yönelik İstatiksel Bir Araştırma”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(7), 244-252, (2014).

Balcı, G., ve Sülar V., “İpliklerde Sürtünme Özelliği: Önemi ve Ölçüm Yöntemleri”, *The Journal of Textiles and Engineer*, 73-74, (2016).

Bali, Y., “Dokuma Hazırlık İşlemleri I-II Teknolojisi”, *Emel Akın Meslek Yüksekokulu*, 283, (1999).

Barış, B. ve Özek, Z. H., “Dokuma Kumaş Hatalarının Sistematik Sınıflandırılması Üzerine Bir Çalışma”, *Tekstil ve Mühendis*, 26 (114), 156-167, (2019).

Bozgeyik. K., “Havlularla İlgili Kalitatif Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, (1991).

Demiral, S., “Havlu Dokuma Makinelerinde Optimum Çözgü Gerginliği ve Havlu Kumaşlar Üzerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2008).

Elmurod, M. M. and Ganievna, D. A., “Investigation of The Unevenness of The Pile Height Length in Complex Fabrics” *General Mechanics and Mechanical Engineering*, 4(30), (2021).

Erden, C.,Nazarov, M., “İplik Sürtünme Özelliklerinin İncelenmesinde Kaba Kümeler Yaklaşımı” *Journal of Science and Technology*, 9,(1),75-86, (2016).

Eren, R., Alpay, H.R. ve Karahan, M., “Havlu Dokuma Teknolojisi Üretim Parametreleri ve Son Gelişmelerin Değerlendirilmesi”, *Tekstil & Teknik Dergisi*, 188-202, (2004).

Frontczak-Wasiak,I. ve Snycerski, M., “Use Properties of Terry Woven Fabrics”, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 1(12), 45, (2004).

Ghosh, A.,Patanaik, A., Anandjiwala, R.W., and Rengasamay, R.S., “ A Study on Dynamic Friction of Different Spun Yarns”, *Journal of Applied Polymer Science*, 108, 3233-3238.

Göksel , I., “Havlu Dokuma Kumaşların Yapısı”, *Tekstil ve Teknik Dergisi*, 30-36, (1987).

Hong, J.,and Jayanaraman, S., “Friction in Textiles”, *The Textile Institute*, (2003).

Kadıoğlu, H., ve Altaş, S., “İplik-İplik ve İplik-Metal Sürtünme Katsayısı ile Bazı İplik Özellikleri Arasındaki İlişki”, *The Journal of Textiles and Engineer*, 73-74, (2016).

Kalyanaraman, A. R., and Prakasam, R., “A Method to Measure Static and Kinetic Friction of Yarns”, *Textile Research Journal*,57(5), 307-309, (1987).

Kibayashi, Y.,Yokura, H. and Sugikara, S., “Compression Propertiesof Pile Fabrics in the Presence of Water” *Textile Research Journal*, 1-9, (2020).

Koo,Y., and Kim, H., “Friction of Cotton Yarn in Relation to Fluff Formation on Circular Knitting Machines”, *Textile Research Journal*, 1(72),17-20, (2002)

Okur, A., “Kumaşların Sürtünme Davranışları Üzerine Bir Araştırma Bölüm I: Aynı Cins Kumaşlar Arasındaki Statik ve Kinetik Sürtünme Dirençlerinin İncelenmesi”, *Tekstil Maraton*, 12(59), 47-57, (2002).

Özmen,B. “Bambu ve Pamuk Elyafından Üretilen Havlu Kumaşların Kullanım Özellikleri Açısından Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, El Sanatları Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, (2010).

Petrulyte, S., Dapsauskaite, D., Velickiene, A.,and Petruleis, D., “Investigation of the Resistance to Pile Loop Extraction of Linen and Ramie Fabrics”, *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, 21, 54-58, (2013).

Saville, B. P., *Physical Testing of Textiles*, Manchester UK: Woodhead / The Textile Institute, (1998).

Sing,J.B. and Behera, B.K., “Compression Behaviour of Woven Terry Fabrics”, *The Journal of The Textile Institute*, 9(106), 953-962, (2015).

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

Wu, R., Yu, J., Rahn, C.D. and Goswami, B.C., “Measuring Yarn/ Package Friction During Over-End Unwinding”, *Textile Research Journal*, 4(70),321-327, (2000).

Yılmaz, N.D., Powell, N.B. and Durur, G., “The Techonology of Terry Towel Production,” *JTATM*,4, (4),1-43, (2005).

Zervent, B. Çelik, N. ve Koç, E., “Havlu Dokuma İşlemi ve Üretim Planlaması”, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(1), 15-27, (2004).