

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Nazan AVCIOĞLU KALEBEK

**DEĞİŞİK YÖNTEMLERLE ELDE EDİLMİŞ DOKUNMAMIŞ
KUMAŞLARIN (NONWOVEN) AŞINMA-SÜRTÜNME VE YÜZEY
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2010

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DEĞİŞİK YÖNTEMLERLE ELDE EDİLMİŞ DOKUNMAMIŞ
KUMAŞLARIN (NONWOVEN) AŞINMA-SÜRTÜNME VE YÜZEY
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Nazan AVCIOĞLU KALEBEK

DOKTORA TEZİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 04/03/2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

.....
.....
Prof.Dr. Osman BABAARSLAN Prof.Dr. R.Tuğrul OĞULATA Prof.Dr. Rızvan
EROL
Danışman Üye Üye

.....
.....
Doç. Dr. Telem GÖK SADIKOĞLU Yrd.Doç.Dr. Pınar DURU BAYKAL
ÜYE ÜYE

Bu tez Enstitümüz Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından
Desteklenmiştir.**

Proje No: MMF.2006.D.24

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

**DEĞİŞİK YÖNTEMLERLE ELDE EDİLMİŞ DOKUNMAMIŞ
KUMAŞLARIN (NONWOVEN) AŞINMA-SÜRTÜNME VE YÜZEY
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Nazan AVCIOĞLU KALEBEK

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof.Dr.Osman BABARSLAN
Yıl : 2010, Sayfa:256
Jüri : Prof.Dr.Osman BABAARSLAN
Prof.Dr.R.Tuğrul OĞULATA
Prof.Dr.Rızvan EROL
Doç.Dr.Telem GÖK SADIKOĞLU
Yrd.Doç.Dr. Pınar DURU BAYKAL

Tüketiciler satın alınacak bir kumaş ya da giysi için karar verirken kumaşa dokunarak değerlendirme yapmaktadırlar. Hızlı ve pratik olan bu yöntem, kumaş üretim sürecinde de kullanılmakta ancak, karar verme şeklinin subjektif olması sebebiyle ciddi kalite varyasyonlarına sebep olabilmektedir. Bu nedenle tutum açısından birbirine benzeyen kumaşlar üretebilmek ve bunun sürekliliğini sağlayabilmek için subjektif değerlendirmeler yapılması ve bunların objektif ölçümlerle desteklenmesi gerekmektedir. Bu noktadan hareketle, kumaş duyuşal özelliklerin objektif değerlendirmelerle belirlenmesi için herkes tarafından aynı şekilde anlaşılıp uygulanabilen, basit ve pratik standart yöntemlerin geliştirilmesi ihtiyacı doğmaktadır.

Bu çalışmada, yatay platform prensiplerine göre çalışan sistemin tasarımı yapılmış ve prototip imalatı gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında tekstilde son yıllarda hızlı bir gelişim gösteren dokunmamış kumaş numunelerinin sürtünme davranışları incelenmiştir. Gramaj, lif cinsi, ve bitim işlemlerine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerine farklı sürtünme yüzeyleri esas alınarak deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Sürtünme özellikleri incelenen dokunmamış kumaşların sürtünme davranışları ile aşınma durumu ve yüzey özellikleri arasındaki ilişkiler incelemeye çalışılmıştır. Elde edilen veriler kullanılarak Design Expert paket programı yardımıyla istatistiksel analizleri gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: lifsi yüzeyler, yüzey özellikleri, tutum, sürtünme kuvveti, sürtünme katsayısı

ABSTRACT

PhD THESIS

INVESTIGATION OF ABRASION-FRICTION AND SURFACE PROPERTIES OF NONWOVEN FABRICS PRODUCED WITH DIFFERENT METHODS

Nazan AVCIOĞLU KALEBEK

**DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF CUKUROVA**

Supervisor : Prof.Dr.Osman BABAARSLAN
Year : 2010, Pages:256
Jury : Prof.Dr.Osman BABAARSLAN
Prof.Dr.R.Tuğrul OĞULATA
Prof.Dr. Rızvan EROL
Assoc.Prof.Dr. Telem GÖK SADIKOĞLU
Asst.Prof.Dr. Pınar DURU BAYKAL

While buying a fabric or cloth, the customer is deciding by touching it. This swift and practical method is also being used in manufacturing period. But because of the decision is being so subjective, this method is influencing the quality variations significantly and also sometimes contradicts the customer expectations from cloth and/or fabric grasp and surface properties. For this reason, to produce same kind of grasp on fabric, it is needed to use subjective determinations and these should be supported with objective measurements. By the way, to create same level of perception for everybody else on the determination of fabric sensorial properties, it is needed to develop simple and practical methods.

In this study, it has been designed and produced a prototype device with horizontal working principle. It has been investigated that frictional behavior of nonwoven fabrics which shows improvement in textile in recent years. It has been carried out experimental studies based on frictional surfaces of nonwoven fabrics gathered into a four distinct group according to fabric weight, fiber type, and finishing treatment. It has been tried to analyze relationship between frictional behavior with abrasion resistance and surface properties of nonwoven fabrics investigated frictional properties. Statistical analyses have been done with the aid of Design Expert packet programme.

KeyWords: fibrous surfaces, surface properties, handle, friction force, coefficient of friction

TEŞEKKÜRLER

Doktora tez çalışmama yön veren, çalışmanın her aşamasında bilgi, görüş ve eleştirilerinden yararlandığım, bilimsel desteği ve katkılarını esirgemeyen, çalışma azmi ve moral veren, çok yoğun olan temposuna rağmen değerli zamanını ayırarak bu çalışmayı sabır ve özenle inceleyen ve katkıları inkar edilemez olan çok değerli danışman hocam Sayın **Prof. Dr. Osman BABAARSLAN**'a

Tez izleme komitesi üyesi olmayı kabul ederek değerli zamanlarını bana ayıran ve çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen Sayın **Prof. Dr. R.Tuğrul OĞULATA**'ya ve Sayın **Prof. Dr. Rızvan EROL**'e saygı ve minnet duygularıyla birlikte ayrı ayrı,

Çalışmada kullanılan dokunmamış kumaşları temin ettiğim **Asnonwovens Akınal Sentetik A.Ş.-Gaziantep**, **Bayteks Tekstil San.ve Tic.A.Ş.-Gaziantep**, **General Nonwoven A.Ş.-Gaziantep**, **Denizli Ekosan Modern Giyim ve Medikal Ürünler San. ve Tic.Ltd.Şti.'ne**,

Çalışma kapsamında yatay platform prensibine göre çalışan deney düzeneğinin tasarımı ve prototip imalatını gerçekleştirme aşamasında özverili yardımlarından dolayı **Elkon Elektrik Ltd.Şti** firması sahibi sayın **Aydemir KALEBEK** ve **M.Kayhan KALEBEK**'e

Çalışmam sırasında manevi desteklerini gördüğüm arkadaşlarım **Arş. Gör. Ebru ÇORUH**, **Arş. Gör. Emel KAPLAN ÇİNÇİK**, **Arş.Gör. Filiz ŞEKERDEN** ve **Arş.Gör. Deniz VURUŞKAN**'a

Çalışmalarım sırasında gösterdikleri ilgi ve desteklerinden dolayı **Tekstil Mühendisliği Bölümü Akademik ve İdari personeline**,

Doktora çalışmam süresince ayrı geçirdiğimiz 6 yıl varlığını hep yanımda hissettiğim, bu zaman zarfında göstermiş olduğu sonsuz anlayışından ve büyük özverisinden dolayı yaşamıma anlam katan sevgili eşim **M.Hakan KALEBEK**'e,

Hayatımın her döneminde maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan aileme ve dünyaya geldiği günden itibaren yaşama sevincim dünya tatlısı biricik kızım **Zeynep Beyza KALEBEK**'e

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜRLER.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı.....	2
1.2. Çalışmanın Kapsamı ve Organizasyonu.....	3
2. DOKUSUZ YÜZEYLER (DOKUNMAMIŞ KUMAŞLAR).....	5
2.1. Dokunmamış Kumaşlar (Nonwoven).....	5
2.2. Dokunmamış Kumaşların Üretimi.....	5
2.2.1. Doku Oluşturma.....	7
2.2.2. Doku Sabitleştirme (Bağlama).....	7
2.2.3. Son İşlemler.....	11
2.2.3.1. Terbiye.....	11
2.2.3.2. Dönüştürme.....	12
2.3. Dokunmamış Kumaşların Kullanım Alanları.....	13
3. TEKSTİLDE SÜRTÜNME.....	15
3.1. Sürtünme ile İlgili Genel Bilgiler.....	15
3.2. Tekstilde Tutum Özellikleri.....	16
4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	19
5. MATERYAL VE METOD.....	41
5.1. Materyal.....	41
5.1.1. Gramaj Grubu Dokunmamış Kumaş Numuneleri.....	41
5.1.2. Lif Cinsi Grubu Dokunmamış Kumaş Numuneleri.....	43
5.1.3. Bitim İşlemi Grubu Dokunmamış Kumaş Numuneleri.....	45
5.1.3.1. Ultraviyole (UV) Bitim İşlemi.....	46
5.1.3.2. Hidrofil Bitim İşlemi.....	49

5.1.3.3. Antibakteriyel Bitim İşlemi.....	50
5.2. Metod.....	52
5.2.1. Tasarımı Yapılan Cihaz.....	52
5.2.2. Kumaşlara Uygulanan Testler.....	58
5.2.2.1. Kalınlık Tayini.....	58
5.2.2.2. Kumaşların Kopma Mukavemeti ve Uzaması.....	59
5.2.2.3. Görüntü Analizi.....	60
5.2.3. İstatistiksel Analiz.....	60
5.2.3.1. Varyans Analizi (ANAVO).....	61
5.2.3.2. Regresyon Analizi.....	63
6. BULGULAR VE TARTIŞMALAR.....	65
6.1. Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Etkileşimi İçin Testler ve Sonuçların Değerlendirilmesi.....	65
6.1.1. Gramaj Grubu Numuneler İçin Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Sürtünme Testleri.....	65
6.1.2. Lif Cinsi Grubu Numuneler İçin Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Sürtünme Testleri.....	77
6.1.3. Bitim İşlemi Grubu Numuneler İçin Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Sürtünme Testleri.....	95
6.1.4. Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	101
6.1.4.1. Gramaj Grubu Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	102
6.1.4.2. Lif Cinsi Grubu Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	105
6.1.4.3. Bitim İşlemi Grubu Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	111
6.2. Kumaş-Ahşap Etkileşimi İçin Testler ve Sonuçların Değerlendirilmesi.....	115
6.2.1. Gramaj Grubu Numuneler İçin Kumaş-Ahşap Sürtünme Testleri.....	115

6.2.2. Lif Cinsi Grubu Numuneler İçin Kumaş-Ahşap Sürtünme Testleri.....	127
6.2.3. Bitim İşlemi Grubu Numuneler İçin Kumaş-Ahşap Sürtünme Testleri.....	144
6.2.4. Kumaş-Ahşap Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	150
6.2.4.1. Gramaj Grubu Kumaş-Ahşap Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	150
6.2.4.2. Lif Cinsi Grubu Kumaş-Ahşap Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	154
6.2.4.3. Bitim İşlemi Grubu Kumaş-Ahşap Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	158
6.3. Kumaş-Metal Etkileşimi İçin Testler ve Sonuçların Değerlendirilmesi.....	163
6.3.1. Gramaj Grubu Numuneler İçin Kumaş-Metal Sürtünme Testleri.....	163
6.3.2. Lif Cinsi Grubu Numuneler İçin Kumaş-Metal Sürtünme Testleri.....	174
6.3.3. Bitim İşlemi Grubu Numuneler İçin Kumaş-Metal Sürtünme Testleri.....	188
6.3.4. Kumaş-Metal Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi	193
6.3.4.1. Gramaj Grubu Kumaş-Metal Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	193
6.3.4.2. Lif Cinsi Grubu Kumaş-Metal Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	196
6.3.4.3. Bitim İşlemi Grubu Kumaş-Metal Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	201
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	207
7.1. Çalışmanın Özeti.....	207
7.2. Çalışmanın Sonuçları.....	209
7.3. Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler.....	213

8. KAYNAKLAR.....	215
ÖZGEÇMİŞ.....	221
EKLER.....	222
EK-1 DOKUNMAMIŞ KUMAŞ SÜRTÜNME DEĞERLERİ.....	222
EK-2 DOKUNMAMIŞ KUMAŞ NUMUNELERİ YÜZEY GÖRÜNTÜLERİ.....	224

ÇİZELGELER DİZİNİ	SAYFA
Çizelge 4.1. Değerlendirme skalası.....	38
Çizelge 5.1. Gramaja göre gruplandırılmış % 100 polipropilen (PP) dokunmamış kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri.....	42
Çizelge 5.2. Gramaja göre gruplandırılmış % 100 poliester (PES) dokunmamış kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri.....	43
Çizelge 5.3. Lif cinsine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri (Gramaj:45-70-100 g/m ²).....	44
Çizelge 5.4. Lif cinsine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri (Gramaj:12-17-100 g/m ²).....	45
Çizelge 5.5. Lif cinsine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri (Gramaj:70-100 g/m ²).....	45
Çizelge 5.6. Bitim işlemine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri.....	46
Çizelge 5.7. UV ürünün özellikleri.....	49
Çizelge 5.8. Hidrofil ürünün özellikleri.....	50
Çizelge 5.9. Antibakteriyel bitim işlemi.....	52
Çizelge 5.10. Dokunmamış kumaş numuneleri için kurulan tasarım.....	62
Çizelge 6.1. Gramaj grubu ANOVA tablosu (kumaş-aşındırıcı kumaş).....	103
Çizelge 6.2. Gramaj grubu model tablosu (kumaş-aşındırıcı kumaş).....	104
Çizelge 6.3. Lif cinsi grubu ANOVA tablosu (kumaş-aşındırıcı kumaş)...	107
Çizelge 6.4. Lif cinsi grubu model tablosu (kumaş-aşındırıcı kumaş).....	108
Çizelge 6.5. Bitim işlemi grubu ANOVA tablosu (kumaş-aşındırıcı kumaş).....	111
Çizelge 6.6. Bitim işlemi grubu model tablosu (kumaş-aşındırıcı kumaş)...	113
Çizelge 6.7. Gramaj grubu ANOVA tablosu (kumaş-ahşap).....	151
Çizelge 6.8. Gramaj grubu model tablosu (kumaş-ahşap).....	152

Çizelge 6.9.	Lif cinsi grubu ANOVA tablosu (kumaş-ahşap).....	155
Çizelge 6.10.	Lif cinsi grubu model tablosu (kumaş-ahşap).....	156
Çizelge 6.11.	Bitim işlemi grubu ANOVA tablosu (kumaş-ahşap).....	159
Çizelge 6.12.	Bitim işlemi grubu model tablosu (kumaş-ahşap).....	160
Çizelge 6.13.	Gramaj grubu ANOVA tablosu (kumaş-metal).....	193
Çizelge 6.14.	Gramaj grubu model tablosu (kumaş-metal).....	194
Çizelge 6.15.	Lif cinsi grubu ANOVA tablosu (kumaş-metal).....	197
Çizelge 6.16.	Lif cinsi grubu model tablosu (kumaş-metal).....	198
Çizelge 6.17.	Bitim işlemi grubu ANOVA tablosu (kumaş-metal).....	202
Çizelge 6.18.	Bitim işlemi grubu model tablosu (kumaş-metal).....	203

ŞEKİLLER DİZİNİ**SAYFA**

Şekil 2.1.	Dokunmamış kumaşların üretim yöntemlerine göre sınıflandırılması.....	6
Şekil 2.2.	Silindir ve Boşluklu Sistem ile Isıl Bağlama.....	9
Şekil 2.1.	Su Jetiyle Bağlama.....	10
Şekil 3.1.	Teorik sürtünme modeli.....	16
Şekil 4.1.	Kumaş sürtünme ve pürüzlülük cihazı şematik görünümü.....	28
Şekil 4.2.	FrictorQ a) cihazı b) metalik gövdesi.....	29
Şekil 4.3.	Pin-on-disk.....	31
Şekil 4.4.	CHS-FY cihazı.....	34
Şekil 4.5.	Eğik düzlem prensibine göre çalışan deney cihazı.....	39
Şekil 5.1.	UV ışınların maruz kaldığı bölgeler.....	48
Şekil 5.2.	Yatay platform sürtünme test düzeneği.....	53
Şekil 5.3.	Deney seti için tasarım ve imalatı yapılan birinci makara.....	54
Şekil 5.4.	İkinci sürtünmesiz makara.....	55
Şekil 5.5.	Kızak yatağı.....	56
Şekil 5.6.	Delrin ve numunelerin yerleştirilmesi.....	57
Şekil 5.7.	Kalınlık ölçüm cihazı.....	58
Şekil 5.8.	Titan universal mukavemet test cihazı (a) cihazın görünümü (b) numunenin cihaza yerleşimi.....	59
Şekil 5.9.	Digital stereo mikroskop.....	60
Şekil 6.1.	% 100 polipropilen dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız:250 mm/dk Kumaş Yönü: MD).....	67
Şekil 6.2.	% 100 polipropilen dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 500 mm/dk, KumaşYönü: MD).....	68
Şekil 6.3.	% 100 polipropilen dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız:250	

	mm/dk, Kumaş Yönü: CD).....	70
Şekil 6.4.	% 100 polipropilen dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız:500 mm/dk Kumaş Yönü: CD).....	71
Şekil 6.5.	% 100 poliester dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 250 mm/dk).....	73
Şekil 6.6.	% 100 poliester dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 500 mm/dk).....	74
Şekil 6.7.	% 100 poliester dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 250 mm/dk).....	75
Şekil 6.8.	% 100 poliester dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 500 mm/dk).....	76
Şekil 6.9.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri(Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 45-70-100 g/m ² , Hız: 250 mm/dk).....	79
Şekil 6.10.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 45-70-100 g/m ² , Hız: 500 mm/dk).....	80
Şekil 6.11.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 45-70-100 g/m ² , Hız: 250 mm/dk).....	81
Şekil 6.12.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaş kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 45-70-100 g/m ² , Hız: 500 mm/dk).....	82
Şekil 6.13.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 12-17-100 g/m ² , Hız: 250 mm/dk).....	84

Şekil 6.14.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 12-17-100 g/m ² , Hız: 500 mm/dk).....	85
Şekil 6.15.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 12-17-100 g/m ² , Hız: 250 mm/dk).....	86
Şekil 6.16.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 12-17-100 g/m ² , Hız: 500 mm/dk).....	87
Şekil 6.17.	Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 250 mm/dk).....	90
Şekil 6.18.	Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 500 mm/dk).....	91
Şekil 6.19.	Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 250 mm/dk).....	92
Şekil 6.20.	Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 500 mm/dk).....	93
Şekil 6.21.	Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 250 mm/dk).....	96
Şekil 6.22.	Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 500 mm/dk).....	97
Şekil 6.23.	Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 250 mm/dk).....	99
Şekil 6.24.	Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların kinetik	

	sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 500 mm/dk).....	100
Şekil 6.25.	Gramaj grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal dağılım grafikleri (kumaş-aşındırıcı kumaş)	105
Şekil 6.26.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal dağılım grafikleri (kumaş-aşındırıcı kumaş)	110
Şekil 6.27.	Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal dağılım grafikleri (kumaş-aşındırıcı kumaş)	115
Şekil 6.28.	% 100 polipropilen dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk).....	117
Şekil 6.29.	% 100 polipropilen dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk).....	118
Şekil 6.30.	% 100 polipropilen dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk).....	119
Şekil 6.31.	% 100 polipropilen dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk).....	120
Şekil 6.32.	% 100 poliester dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk).....	122
Şekil 6.33.	% 100 poliester dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk).....	123
Şekil 6.34.	% 100 poliester dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk).....	124
Şekil 6.35.	% 100 poliester dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk).....	125
Şekil 6.36.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Gramaj: 45-70-100 g/m ² ,	

	Hız: 250 mm/dk).....	129
Şekil 6.37.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Gramaj: 45-70-100 g/m ² , Hız: 500 mm/dk).....	130
Şekil 6.38.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Gramaj: 45-70-100 g/m ² , Hız: 250 mm/dk).....	131
Şekil 6.39.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Gramaj: 45-70-100 g/m ² , Hız: 500 mm/dk).....	132
Şekil 6.40.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Gramaj: 12-17-100 g/m ² , Hız: 250 mm/dk).....	134
Şekil 6.41.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Gramaj: 12-17-100 g/m ² , Hız: 500 mm/dk).....	135
Şekil 6.42.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Gramaj: 12-17-100 g/m ² , Hız: 250 mm/dk).....	136
Şekil 6.43.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Gramaj: 12-17-100 g/m ² , Hız: 500 mm/dk).....	137
Şekil 6.44.	Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk).....	139
Şekil 6.45.	Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk).....	140
Şekil 6.46.	Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk).....	141

Şekil 6.47.	Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk).....	142
Şekil 6.48.	Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk).....	146
Şekil 6.49.	Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk).....	147
Şekil 6.50.	Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk).....	148
Şekil 6.51.	Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk).....	149
Şekil 6.52.	Gramaj grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal dağılım grafikleri (kumaş-ahşap).....	153
Şekil 6.53.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal dağılım grafikleri (kumaş-ahşap)	158
Şekil 6.54.	Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal dağılım grafikleri(kumaş-ahşap).....	162
Şekil 6.55.	% 100 polipropilen dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk).....	165
Şekil 6.56.	% 100 polipropilen dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 500 mm/dk).....	166
Şekil 6.57.	% 100 polipropilen dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk).....	167
Şekil 6.58.	% 100 polipropilen dokunmamış kumaş kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 500 mm/dk).....	168
Şekil 6.59.	% 100 poliester dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk).....	170

Şekil 6.60.	% 100 poliester dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 500 mm/dk).....	171
Şekil 6.61.	% 100 poliester dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk).....	172
Şekil 6.62.	% 100 poliester dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 500 mm/dk).....	173
Şekil 6.63.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Gramaj: 45-70-100 g/m ² , Hız: 250 mm/dk).....	176
Şekil 6.64.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Gramaj: 45-70-100 g/m ² , Hız: 500 mm/dk).....	177
Şekil 6.65.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Gramaj: 45-70-100 g/m ² , Hız: 250 mm/dk).....	178
Şekil 6.66.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Gramaj: 45-70-100 g/m ² , Hız: 500 mm/dk).....	179
Şekil 6.67.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Gramaj: 12-17-100 g/m ² , Hız: 250 mm/dk).....	181
Şekil 6.68.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Gramaj: 12-17-100 g/m ² , Hız: 250 mm/dk).....	182
Şekil 6.69.	Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk).....	184
Şekil 6.70.	Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 500 mm/dk).....	185
Şekil 6.71.	Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış	

	kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk).....	186
Şekil 6.72.	Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 500 mm/dk).....	187
Şekil 6.73.	Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk).....	190
Şekil 6.74.	Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri(Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk)	191
Şekil 6.75.	Gramaj grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal dağılım grafikleri (kumaş-metal).....	196
Şekil 6.76.	Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal dağılım grafikleri (kumaş-metal)	201
Şekil 6.77.	Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal dağılım grafikleri(kumaş-metal).....	205
Şekil 7.1.	Örnek Kuvvet (N)- Uzama (mm) Grafiği.....	208

1. GİRİŞ

Endüstrileşme ve teknolojinin gelişmesinin getirdiği insan ihtiyaçlarındaki artış, diğer tekniklerle üretilen ürünlere nazaran daha ucuz olan dokunmamış kumaşlara olan talebin artmasına neden olmuştur. İnsanların rahatına ve gittikçe hızlanan hayat temposunda yaşamın kolaylaştırılmasına hizmet eden dokunmamış ürünlere her geçen gün yenileri eklenmektedir. Yoğun bir şekilde yürütülen Ar-Ge faaliyetleri sonucu piyasaya çıkan ürünlerin çeşitliliği ve bu denli hızlı gelişmesi ve kullanım olanaklarının artması dokunmamış kumaş sektörünün gelecekte de önemli olacağı sinyali vermektedir. Dokunmamış kumaşların bazı noktalarda dokuma ve örme yüzeylere olan üstünlükleri sebebiyle özellikle de tıp, ulaşım, jeotekstil, temizlik ve konfeksiyon v.b. kullanım alanlarında günümüz ihtiyaçlarına cevap veren bu ürünlerin öneminin her geçen gün daha da artacağı tahmin edilmektedir (Sülar, 2005; Sülar, 2008).

Son yıllarda insan yaşamını koruma ve kolaylaştırma fonksiyonelliği olan ürünlere duyulan ihtiyaç ve tekstil teknolojisindeki gelişmeler dokuma ve örme yüzeyler yanında dokunmamış kumaşlara olan talebi de bir hayli artırmıştır. Bunun sonucu gelişen dokunmamış kumaş üretim teknolojisi ile birlikte, bu tür ürünlerin performans özelliklerinin tayini ve son kullanım noktasında beklenen ihtiyaçlara cevap verip veremeyeceğinin bilinmesi amacıyla birçok kalite kontrol sistemi ve test cihazı geliştirilmesi ve halen geliştirilmeye devam etmektedir. Gerek üretim sürecinde gerekse son kullanım noktasında dokunmamış kumaşlar birçok nesneye temas halinde sürtünmeye maruz kalmaktadır. Bu nedenle dokunmamış yüzeylerin temas halinde göstereceği performans ve yüzey özelliklerini önceden tayin edip belirlemek önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir.

Temas halindeki iki yüzey arasındaki bağıl harekete karşı koyan kuvvetler olarak tanımlayabileceğimiz sürtünme kuvvetleri tekstil teknolojisinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Bir tekstil yüzeyi üzerinde bulunan cisme etki eden kuvvet ya da kuvvetler sonucu ortaya çıkan sürtünme kuvveti lif özellikleri, iplik özellikleri, üretim tipi, bitim işlemleri gibi birçok faktöre bağlıdır. Tekstil endüstrisinde önemli problemlerden biri olan sürtünme; kumaşın kötü görünmesinin yanı sıra, giysilerin

yıpranmasına da sebep olarak kullanma süresini kısaltabilir. Kullanım esnasında sürtünme etkisine maruz kalan tekstil yüzeyinin aşınması sonucu, kumaş yüzey yapısının bozulması ve sonuçta kumaşta deformasyon oluşmaktadır.

1.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı

Son yıllarda hızlı bir gelişim gösteren dokunmamış kumaşlar; hazır giyimden ev tekstiline, temizlikten filtrasyona, inşaattan sağlık sektörüne, otomotivden tarıma kadar birçok alanda farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Günümüzde dokunmamış kumaşlara, düşük fiyat ve yüksek çeşitlilikte uygulama avantajı sunan eşsiz mühendislik ürünleri gözüyle bakılabilir. Kullanım yerinde farklı fonksiyonları yerine getiren bu tip kumaşların kullanım amacına uygun özelliklere sahip olmaları gerekmektedir.

Günümüzde ilerleyen teknolojiyle beraber artan kumaş çeşitliliği hem üreticiler hem de son kullanıcılar açısından kumaşların kullanım amacına yönelik olarak değerlendirilmesini ve seçimini zorlaştırmaktadır. Tüketiciler satın alınacak bir kumaş ya da giysi için karar verirken, kumaşa dokunarak değerlendirme yapmaktadırlar. Hızlı ve pratik olan bu yöntem, kumaş üretim sürecinde de kullanılmakta ancak, karar verme şeklinin subjektif olması sebebiyle ciddi kalite varyasyonuna sebep olabilmekte ve zaman zaman tüketicinin giysiden ve kumaştan beklediği tutum ile çelişebilmektedir. Bu önemli sakıncaya rağmen duyuşal özelliklerin, özellikle de kumaş tutumunun, değerlendirilmesinde tüm dünyada subjektif değerlendirme yöntemleri kullanılmaya devam etmektedir. Bu durumun en önemli sebebi kumaş tutumu gibi duyuşal özellikleri objektif olarak ölçebilen bir cihazın bulunmamasıdır. Bu nedenle tutum açısından birbirine benzeyen kumaşlar üretebilmek ve bunun sürekliliğini sağlayabilmek için subjektif değerlendirmeler yapılması ve bunların objektif ölçümlerle desteklenmesi gerekmektedir. Bu noktadan hareketle, kumaş duyuşal özelliklerin subjektif değerlendirmelerle belirlenmesi için herkes tarafından aynı şekilde anlaşılıp uygulanabilen, basit ve pratik standart yöntemlerin geliştirilmesi ihtiyacı doğmaktadır (Yakartepe, 1995; Yaman, 2004, Sular, 2005).

Tutum, bir kumaşa dokunulduğunda hissedilen her şey ya da tüm hislerin toplamı olarak düşünülürse, bu özelliği tek bir cihazla objektif olarak ölçmenin mümkün olmadığı açıkça görülmektedir. Bu nedenle, en çok bilinen ve akla ilk gelen duyuşal özellik olan tutum, çoğu zaman kişiler tarafından yapılan ve sübjektif olarak adlandırılan testlerle değerlendirilmektedir.

Tutumun objektif olarak belirlenmesi amacıyla, tutumla ilgili olduğu düşünölen özellikler üç şekilde ölçölebilmektedir:

1. Uygun yöntemlerle tutumla ilgili olduğu düşünölen özellikler tek tek ölçölebilir,
2. KESF ya da FAST gibi kumaş özelliklerini belirleyen bir sistem tarafından ölçölebilir,
3. Çekme cihazları kullanarak yeni yöntem veya aparatlar geliştirilerek ölçölebilir.

Yapılan literatür taraması sonucunda, lif, iplik, dokuma ve örme kumaşlara sürtünme testi yapılmış, kumaşların tutum özellikleri sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayısının hesaplanmasıyla tahminlenmeye çalışılmıştır. Dokunmamış kumaşlar alanında yapılan çalışmaların çoğunluğunun üretim yöntemlerinin tanıtımı, bu tip kumaşların özelliklerinin tayini için yeni geliştirilmiş yöntem ve cihazların kullanılabilirliğinin araştırılması, üretim parametrelerinin bazılarının kumaş özelliklerine etkisinin tespiti gibi konuları içerdiği görölmüştür. Buna karşılık dokunmamış kumaşların sürtünme performansları üzerine yeterli çalışmanın yapılmadığı anlaşılmıştır. Bu alanda sürtünme kuvvetinin ve sürtünme katsayısını hesaplayabilmek için henüz standart bir deney aparatının ya da test cihazının mevcut olmadığı ve aynı zamanda sürtünme değerlerinin araştırılmadığı düşünölrse, bu çalışmanın bu alanda literatüre orijinal katkıda bulunacağı kaçınılmazdır.

1.2. Çalışmanın Kapsamı ve Organizasyonu

- Dokunmamış kumaşların sürtünme özelliklerin belirlenebilmesi için bölümümüz iplik laboratuarında bulunan objektif bir yöntem olarak kabul edilen mevcut Titan Universal Mukavemet Test Cihazı'na

monte edilmek üzere ek aparatların modifikasyonu belirlenerek imalatı gerçekleştirilmiştir.

- Denev cihazı üzerinde öncelikle yapılan deneme testlerinin ardından çeşitli değişkenlerle oynanarak sürtünme deneyleri tekrarlanmıştır.
- Materyal olarak seçilen dokunmamış kumaşların hammadde, üretim şekli ve parametreleri esas alınarak numune kumaş temin edilmiştir.
- Dokunmamış kumaşların gramaj, lif cinsi ve bitim işlemlerine göre 3 farklı grupta deneysel tasarımı yapılmıştır.
- Dokunmamış kumaş numunelerine farklı sürtünme yüzeylerini temsil etmesi bakımından kumaş-aşındırıcı kumaş, kumaş-ahşap, kumaş-metal sürtünme testleri yapılarak ölçümler sonucunda sürtünme katsayıları elde edilmiştir.
- Dokunmamış kumaş numunelerinin yüzey yapısını incelemek amacıyla bölümümüz görüntü analizi laboratuvarında bulunan Dijital Kameralı Makroskopi Cihazı kullanılarak görsel olarak incelemeler yapılmıştır.
- Bunun yanı sıra, sürtünme özellikleri incelenen dokunmamış kumaşların sürtünme davranışları ve yüzey özellikleri arasındaki ilişkiler incelemeye çalışılmıştır. Yapılan bu çalışmalarla farklı yöntemlerle elde edilmiş dokunmamış kumaşların sürtünme bakımından son kullanım özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. DOKUSUZ YÜZEYLER (DOKUNMAMIŞ KUMAŞLAR)

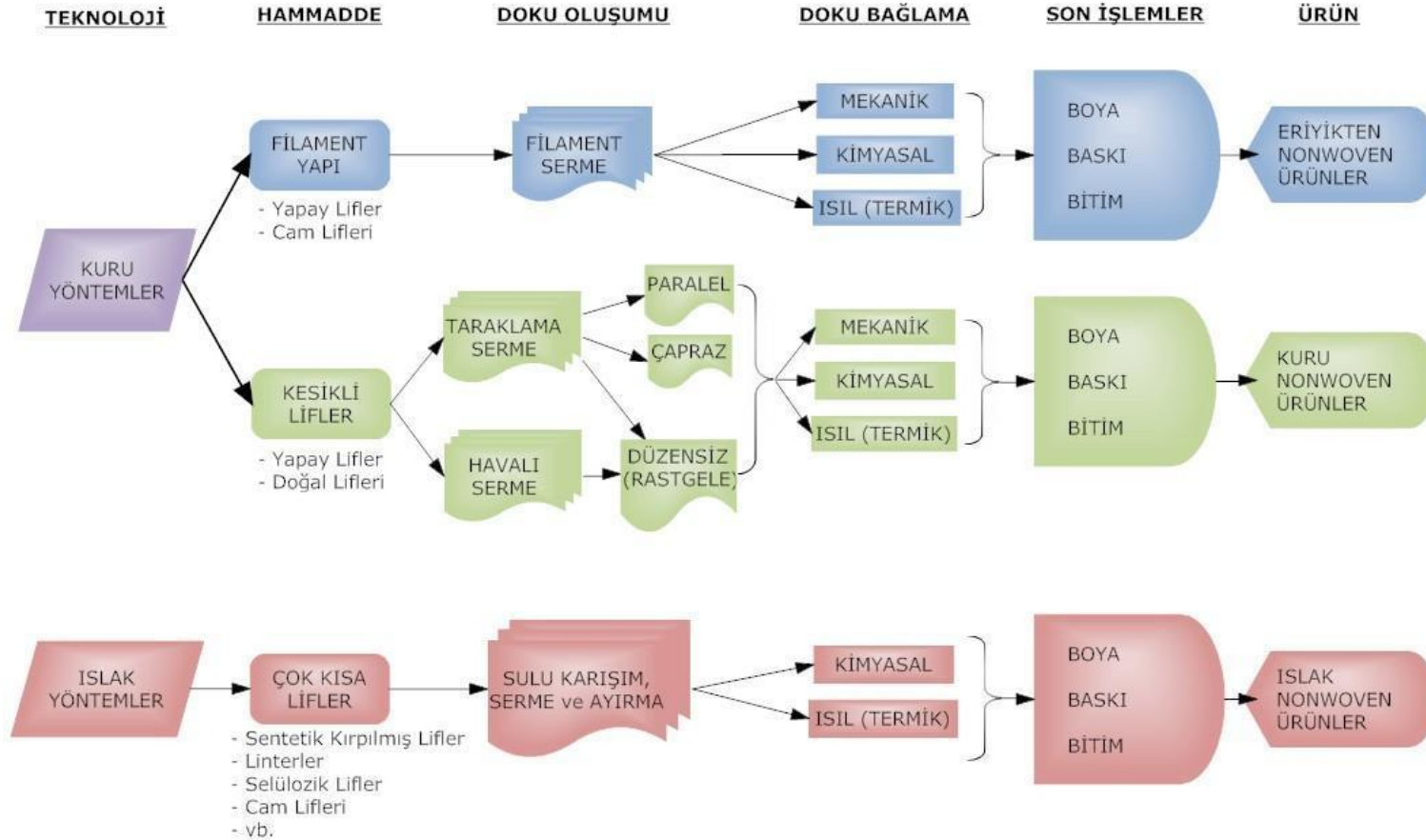
2.1. Dokunmamış Kumaşlar (Nonwoven)

İnsanlar var oldukça örtünme, giyinme, korunma ve barınma ihtiyaçları açısından sürekli arayış içerisinde olmuşlardır. Tekstil adına bu arayışlar sonucu değişik kumaş yapıları ortaya çıkmıştır. Tekstil endüstrisinde mevcut olan dokuma ve örme gibi klasik kumaş üretim metotlarının teknik gelişimi halen devam etmektedir. Ancak klasik metotlarda iplik üretimi ve daha sonra kumaş olarak dokuma ve örme işlemleri pahalı ve uzun zaman alan işlemlerin yapılmasını gerektirmektedir. Bu yüzden verimliliği arttırmak ve maliyeti azaltmak amacıyla kullanımda benzer etkiyi sağlayacak yeni yüzey oluşturma yöntemleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Bunun sonucunda adına genel olarak “Dokunmamış Kumaşlar/Nonwoven” denilen yeni yüzey oluşum şekli geliştirilmiştir.

Dokunmamış kumaşlar (nonwoven); kağıt hariç yönlendirilmiş veya tesadüfi oryante edilmiş liflerin sürtünme, kohezyon veya adezyon kuvvetleri ile bağlanmasıyla üretilmiş tabaka, ağ veya tülbentlerdir. En eski dokunmamış kumaşlardan biri, % 100 yün liflerinin sıcaklık ve nemle muamele edilip sıkıştırılarak form kazandırılan keçeleştirilmiş yapılardır. Dokunmamış kumaş endüstrisi son yıllarda klasik tekstil ürünleri ile benzer özelliğe sahip olan ürünleri üretmek amacı ile geliştirilmiş bir tekstil dalı olarak yerini almıştır. Geleceğin en önemli üretim dallarından biri olan teknik tekstillerin önemli bir bölümünü dokuma ve örmenin dışında kalan dokunmamış kumaşlar oluşturmaktadır (Sadıkoğlu, 1999).

2.2. Dokunmamış Kumaşların Üretimi

Dokunmamış kumaşlar üretim teknolojisi bilindiği gibi doku oluşturma, dokuyu sabitleme ve son işlemler olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır (Russell, 2007; Babaarslan, 2009). Dokunmamış kumaş üretiminde, her ürünün üretim aşamasında aşağıdaki proses takip edilir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Dokunmamış Kumaşların Üretim Yöntemlerine Göre Sınıflandırılması (Babaarslan, 2009)

2.2.1. Doku Oluşturma

Ürünlerin tül veya doku haline gelebilmesi için ilk adım; kullanılacak lifin uzunluğu, kalınlığı, kıvrımı, kimyasal yapısı ve diğer özellikleri de dikkate alınarak harman yapılmasıdır. Doku oluşturma bölümünde, lif veya filament yoğun bir tabaka haline getirilir. Kullanılan hammadde kesik lif, sürekli filament, granüle tanecikler veya çözelti şeklinde olabilir. Hammaddenin bu yapısal konumuna bakılarak uygulanacak doku oluşturma tekniğinin seçimi yapılabilir. Örneğin; lif belirli sınırlar dahilinde kesikli formda ise; bu takdirde kuru işlem olarak ifade edilen tekniklerden birisi veya kombine halde de kullanılabilir. Hammadde çok kısa liflerden (2-10 mm) oluşuyorsa bu durumda da sulu işlem tekniği tercih edilir.

Dokunmamış kumaş üretiminde ilk aşama olan doku oluşumu dört farklı işlem ile gerçekleştirilir. Bu işlemler kuru serme, ıslak serme, sonsuz elyafli işlem ve diğer tekniklerdir. Oluşturulacak ürünün son kullanım özelliklerine göre bu dört yöntemlerden biri seçilerek doku oluşumu gerçekleştirilir.

2.2.2. Doku Sabitleştirme (Bağlama)

Dokuyu sabit hale getirme kimyasal, mekanik ve termal veya çözücüler kullanılarak dokunun bağlanması işlemini içerir. Bağlama derecesindeki temel faktörler; son üründen istenilen mukavemet, geçirgenlik, gevşeklik, yumuşaklık ve yoğunluktur. Bağlama işlemi genellikle doku oluşturma işleminden hemen sonra uygulanmakla birlikte, bağımsız bir operasyon şeklinde de uygulanmaktadır. Doku oluşturma yöntemlerinde olduğu gibi, doku sabitleme yöntemlerinin seçilmesinde de ekonomiklik, çok yönlülük ve istenilen ürün özellikleri (emicilik, mukavemet, yumuşaklık, hacim ve safsızlık) temel rol oynamaktadır. Kullanılan bütün bu yöntemler arasında rekabet daha çok enerji sarfiyatı, çevresel etkiler ve üründe kazandırdıkları özellikler bakımından gerçekleşmektedir.

Dokunun sabitleştirilmesi endüstride üç temel metotla yapılmaktadır. Bunlar;

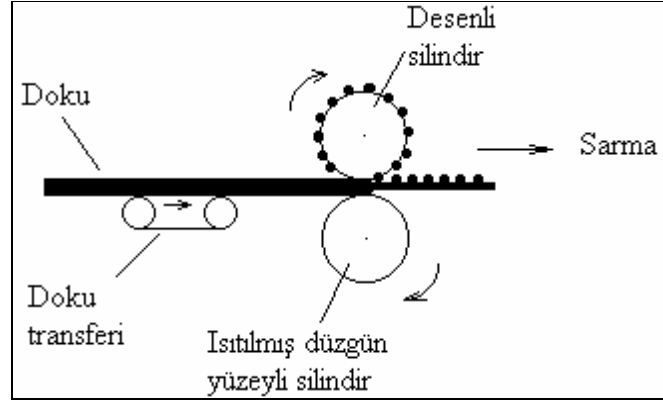
- Kimyasal Bağlama,
- Isıyla Bağlama ve
 - a) Sıcak Silindirlerle Isıl Bağlama (calender bonding)
 - b) Sıcak Hava ile Isıl Bağlama (through air bonding)
 - c) Silindir ve Boşluklu Sistem ile Isıl Bağlama (calender point bonding)
 - d) Ses Dalgalarıyla Isıl Bağlama (ultrasound bonding)
- Mekanik Bağlama
 - a) İğneleme (felting, needle punching)
 - b) Su Jetiyle Bağlama (spunlacing)
 - c) Dikerek Bağlama (stich bonding)

Bu çalışma kapsamında ısı bağlama yöntemiyle elde edilmiş numuneler silindir ve boşluklu sistem ile ve mekanik bağlama tekniği ile üretilmiş numuneler ise su-jetiyle bağlanarak üretilmiştir. Bahsedilen bu yöntemler hakkında daha detaylı bilgi aşağıda verilmektedir.

Silindir ve Boşluklu Sistem ile Isıl Bağlama(calender point bonding)

Isı ve noktasal (bölgesel) basınç altında gerçekleştirilen ısı doku bağlama işlemidir (Şekil 2.2). Bu sistemle bölgesel bağlama yerlerinde boşluklu silindirin dizaynına göre değişik desenler elde etmek (oluşturmak) mümkündür. Desen tipine göre bölgesel, noktasal veya kabartma tipli olmak üzere üç farklı yöntem mevcuttur. Isı, basınç, geçiş hızı, silindir deseni ve soğutucu silindirlerin yeri önmlü bir faktördür. Ayrıca bu teknikle desen türüne göre oldukça sağlam dokular elde edilebilir.

Bu yöntemle başta tela üretimi olmak üzere, çocuk bezleri, kadın bağları, ayakkabı iç kaplaması, suni deri-flok zemini gibi birçok birçok dokunmamış yapı çeşidi üretilmektedir.

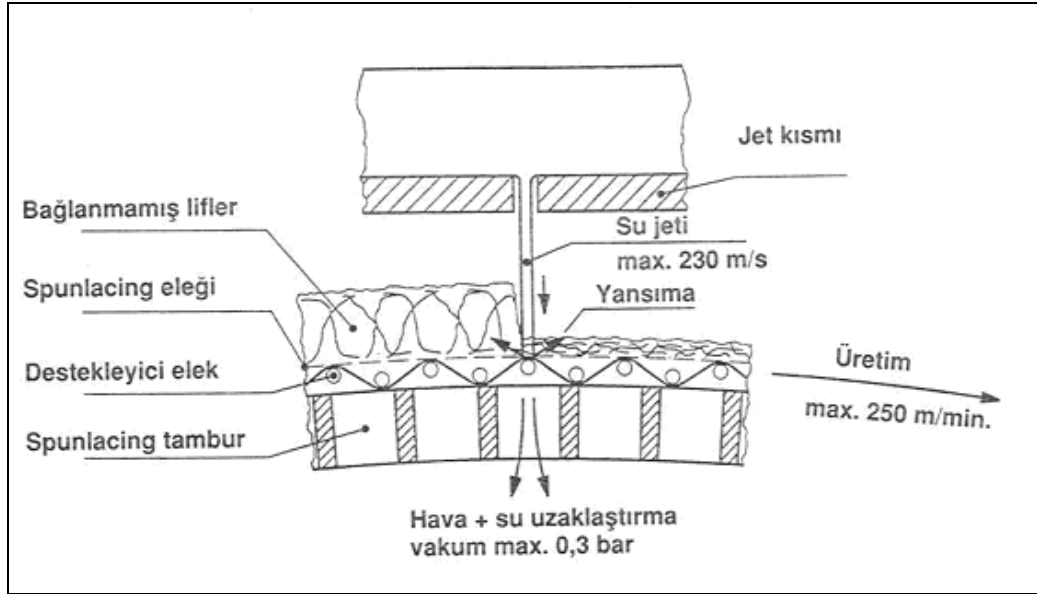


Şekil 2.2. Silindir ve Boşluklu Sistem ile Isıl Bağlama

Su Jetiyle Bağlama (spunlacing)

Su jetiyle bağlama işlemi daha çok taraklama ve havalı serme sistemleriyle hazırlanan dokulara uygulanır. Dokuyu oluşturan elyafların birbirine bağlanması için ince ve yüksek basınçlı su jeti kullanılır. Jet tarafından verilen su basıncı dokunun sağlamlığı ile yakından ilgilidir. Su jeti delikli ve desenli bir zemine uygulanırsa mükemmel bir kapatma ve dokuma görüntüsü oluşturulabilir. Atlatan vakum uygulanarak yüzeydeki fazla su uzaklaştırılır (Şekil 2.3). Daha sonra hava veya silindirli kurutma işleminden geçirilerek kurutulur. En önemli özelliği maliyetin azalmasına karşın ters orantılı olarak üretim hızının artmasıdır. Kullanılan suyun pH'nın nötr olması, sert olmaması, bakteri ve organik madde içermemesi gerekir.

Bu teknikle bağlanarak üretilen dokunmamış ürünler tıbbi paketler, önlükler, başlıklar gibi ürünlerin üretilmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca temizlik bezleri, tıbbi süngerler, makyaj temizlik pedleri, koruyucu endüstriyel giysiler, yatak dolgu malzemesi, suni deri-folk zemin malzemesi, ev tekstilleri, duvar kağıtları, filtre malzemesi gibi daha birçok sahada kullanılmaktadır.



Şekil 2.3. Su Jetiyle Bağlama (Aquajet Yöntemi) [www.fleissner.de, 2009]

2.2.3. Son İşlemler

2.2.3.1. Terbiye

Dokunmamış ürünlerin son işlem kademesi olarak, klasik tekstil uygulamalarında olduğu gibi terbiye (finishing/bitim) işlemlerinden bahsetmek mümkündür. Herhangi bir işlem ile sabitleştirilen dokuya tuşe yüzey görüntüsü, hacim, desen, su iticilik, geç tutuşurluk, hava geçirgenliği gibi istenilen özelliklerin kazandırılması işlemleri olarak değerlendirilebilir.

Müşterinin isteklerine göre artı özellikler eklemek veya özelliklerini iyileştirmek için yapılan işlemlerdir. Bağlama işlemlerinden sonra sık sık uygulanan bir işlemdir. Dokunmamış ürünün tuşesinin, yüzey görüntüsünün değiştirilmesi, hacminin değiştirilmesi ve desen verme gibi işlemler uygulanır.

Dokunmamış kumaşlara en çok uygulanan terbiye işlemleri aşağıda verilmektedir.

- Tekstil mamullerindeki statik elektriklenmeyi önlemek veya azaltmak için antistatik bitim işlemi uygulanır. Statik elektriklenme, hidrofob yapıları nedeniyle sentetik liflerde daha fazla görülür. Bu lifin üretim aşamasında ortamdaki nem oranını artırarak veya düzelerden çekilen polimer içerisine nem tutucu kopolimer madde eklenerek statik elektriklenme önlenir.
- Dokunmamış kumaşlara uygulanan bir diğer terbiye işlemi de su iticilik bitim işlemidir. Bu işlemin esası, tekstil mamulünün lif veya ipliklerinin üzerinde, çok ince hidrofob bir zar oluşturmaktır. Bir maddenin suyla teması halinde, ıslanması veya suyu itmesi, sınır yüzey kuvvetleriyle ilgilidir. Değişik kimyasal maddeler kullanılarak kumaşa yıkamaya dayanıklı ve yıkmaya dayanıksız su iticilik özelliği kazandırılabilir. Su iticilik bitim işlemi genellikle çadır, tente ve brandalarda kullanılan kumaşlara uygulanmaktadır.
- Antibakteriyel terbiye işlemi; tekstil liflerini her türlü mikroorganizmaya karşı koruyan, mikroorganizmaların tekstil veya

insan derisi üzerinde gelişmesini ve üremesini durduran veya öldüren kimyasal bir bitim işlemidir. Özellikle hastane, huzurevleri, çocuk yuvası gibi toplu yaşamın söz konusu olduğu yerlerde kullanılan dokunmamış kumaşlara uygulanmaktadır.

- Laminasyon işlemi, farklı türdeki kumaşları birbirine yapıştırmak ve ütülemektir. Laminasyon işlemi ile yapıştırma ürünlerin kullanım alanları arasında kompozitler, ultrafiltrasyon ürünler, temizlik ürünleri, ambalaj maddeleri ve steril bandajlar bulunur.
- Poliüretan içeren solüsyonların dokunmamış kumaşlara emdirilmesi ve sürülmesi yoluyla suni deriler oluşturmaktadır. Yani poliüretanın dokunmamış ürünler içinde çöktürülmesi ile suni deri görünümü elde edilmektedir.
- Bu poliüretan yüzeyin kumlanmasıyla veya çok ince liften üretilip kimyasal malzemeler emdirilmiş dokunmamış kumaşların fırçalanmasıyla suni suedler üretilmektedir.

2.2.3.2. Dönüştürme

Mamulün tüketicinin eline geçmesinden önce olan dönüştürme işlemi de terbiye işlemlerine dâhil edilmektedir. Bu işlemde dokunmamış ürünlerin alıcının istediği ende, boyda kesilmesi, katlanması, dikilmesi, tekrar sarılması, ambalajlanması, gerekirse sterilize edilmesi, bir losyonla işleme tabi tutulması gibi aşamalardan geçerek satışa hazır hale getirilmesi sağlanmaktadır.

Bu şekilde kullanıma hazır hale getirilmiş, dokunmamış kumaşlar günlük hayatımızda birçok alanda karşımıza çıkmaktadır (Cevahiroğlu, 1994).

- Doğarken ameliyat masasının üzerindeki hijyenik örtüden, doktorun ve hemşirenin kullandığı önlük, başlık ve ağızlığı kadar,
- Çocukken altımıza bağlanan bezlerden, önlüğümüze, oyuncuğımıza, patiğimize kadar,
- Yetişkin iken yorganımız, yatağımız, evimizdeki halımız, üzerimizdeki monttan, ayağımızdaki ayakkabıya kadar,

- Orta yaşlarda üzerinde araba sürdüğümüz otoyollardan evimizin temeline kadar,
- Yaşlandığımızda bulunduğumuz ortamdaki tozlardan arınmadan, hastanelerdeki yatak örtülerine kadar,
- Ölürlen üzerimizdeki örtülen bezlerden, cenaze arabasının döşeme ve izolasyonuna kadar, daha aklımıza gelebilecek birçok alanda günlük hayatımızın bir parçası olmuştur.

2.3. Dokunmamış Kumaşların Kullanım Alanları

Dokunmamış kumaşlar, son yıllarda kaydettiği büyüme oranıyla, tekstil ve konfeksiyon sanayinin önemli bir bölümünü oluşturmaya başlamıştır. Dokunmamış kumaşlar tekstil endüstrisinin en dinamik ve en ümit verici alanı olarak görülmektedir. Gün geçtikçe bu alanda yeni ürünler, yeni süreçler, yeni malzemeler üretilmekte ve pazara sunulmaktadır. Dokunmamış kumaşlarda yeni ürünlerin keşfi, yeni ihtiyaçları karşılaması ve geleneksel ürün ve malzemelerin yerine ikame edilmesi nedeniyle büyük kullanım potansiyeline sahiptir.

Dokunmamış kumaşların kullanım alanları aşağıda sunulan ana başlıklar altında toplanabilir (www.davidrigbyassociates.co.uk, 2009; www.itkib.org.tr, 2009);

Konfeksiyon

Konfeksiyon yardımcı ürünleri (tela)

Sıcak tutan ürünler (vatkalar)

Sütyen ve kol askısı

Tek kullanımlık ürünler

Yatak Takımları

Battaniyeler, çarşafklar

Yatak örtüleri, yastık yüzleri

Minderler, toz koruma kumaşları, dekorasyon kumaşları, yatağın etek kısmı telaları

Mobilya

Hahılar, perdeler

Duvar kâğıtları

Mobilya dolgu malzemeleri

<u>Ayakkabı, Çanta Ürünleri</u>	Üst deri, süet İç astarlar Yağmurluk malzemeleri Çanta astarları
<u>Endüstriyel Malzemeler</u>	Klima malzemeleri, sıvı, hava toz tutucu filtreler Elektronik malzemeler (izolasyon malzemeleri, bantlar, pil ayırıcılar, kablo kaplamalar ve disket kaplamaları)
<u>Geotekstilller</u>	Asfalt kaplamalar; toprak stabilize ürünleri, filtre malzemeleri, takviye malzemeleri, yapay çimler
<u>Yapı Malzemeleri</u>	Çatı kaplamaları, yer döşemeleri, ses geçirmez ürünler ve paketleme malzemeleri, akustik tavanlar, yalıtım kumaşları, ev ve boru yalıtım kumaşları
<u>Ziraat ve Bahçe Malzemeleri</u>	Isıya dayanıklı ürünler, güneş perdesi malzemeleri, meyve koruma malzemeleri, zararlı böceklere karşı koruma malzemeleri, fidanlık malzemeleri
<u>Günlük Yaşam</u>	Paketleme malzemeleri, mutfak eşyaları, kozmetik mendiller, çadırlar, zarflar, haritalar, tuvalet eşyaları, kitap ciltleri, paspaslar
<u>Tıbbi Koruma Malzemeleri</u>	Yara bantları, nezle maskeleri, cerrahi başlık, maske, galoş, sünger, ortopedik pedler, bandajlar, önlük
<u>Hijyenik Ürünler ve Temizlik Malzemeleri</u>	Çocuk bezi, kadın bağı, tampon, yetişkinler için idrar tutma ürünleri, kuru ve ıslak temizlik bezleri, kozmetik temizleyici kumaşlar, elektrik süpürgesi torbaları, temizlik bezi

3. TEKSTİLDE SÜRTÜNME

3.1. Sürtünme ile İlgili Genel Bilgiler

Genel olarak temasta olan ve izafi hareket eden iki cismin temas yüzeylerinin harekete veya hareket ihtimaline karşı gösterdikleri direnç sürtünme olarak tarif edilir. Bir cisim diğer bir cisim üzerinde kayarken birbirlerine kayma yüzeyine paralel bir kuvvet uygularlar. Bu kuvvet sürtünme kuvveti olarak tanımlanır ve cisimlerin izafi hareketine ters yöndedir.

Amontons 1699 yılında, birbirleriyle sürtünen cisimler arasındaki sürtünme kuvvetlerinin varlığını ilk olarak incelemiş ve bazı bağıntılar bulmuştur. Amontons'a göre cismi hareket ettiren kanun aşağıda verilmiştir.

Kanun; basit sürtünme kuvveti formülü

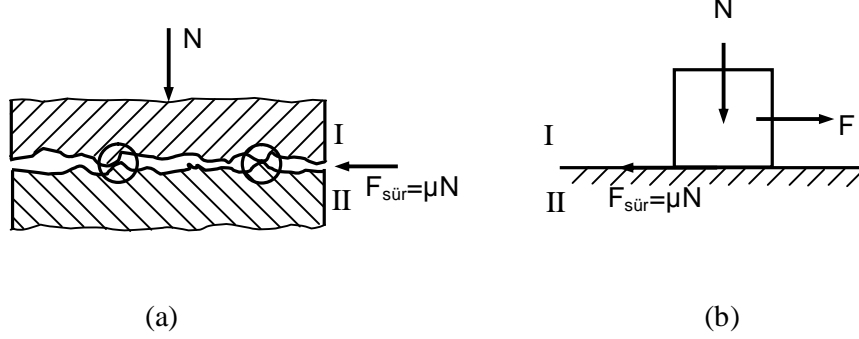
$$F_{\text{sür}} : \mu * N \quad (3.1)$$

Burada; $F_{\text{sür}}$: Sürtünme kuvveti (N),
 μ : Sürtünme katsayısı ve
 N : Normal kuvvet (N) dir.

İzafi hareket halinde olan iki parça temas noktalarında/yüzeylerinde sürtünme halinde olup, yüzeyler birbiri üzerinde pürüzleri temas ederek kayar. Teorik olarak sürtünme modeli Şekil 3.1'de gösterilmiş olup, Coulomb Kanunu esas alınırsa izafi hareket yapan ve N normal kuvveti etkisinde bulunan iki cismin temas yüzeyleri arasında harekete ters şekilde tanımlanan bir sürtünme kuvvetinin oluştuğu görülür.

Şekil-3.1a ve 3.1b'den görüldüğü gibi katı cisimlerin birine (W ağırlığındaki bloğa) bir F kuvveti uygulanırsa (çekme veya itme şeklinde), iki durum incelenebilir. Birinci durum, kuvvete rağmen cisimlerin birbirleri üzerinde kayma hali (sabit kalmaları) olup bu durumda yüzeyler arasında statik veya durgun sürtünme şeklinde tanımlanan bir direnç oluşmaktadır. Bu hal için kuvvetlerin dengesinden $F_{\text{sür}}=F$ yazılır. İkinci durumda, F etkisinde yüzeyler birbiri üzerinden kaymaktadır. Kinetik

sürtünme denilen bu durumda, $F_{\text{sür}}$ sürtünme kuvveti F kuvvetinden daha küçük ve harekete ters yöndedir.



Şekil 3.1. Teorik sürtünme modeli (a) uygulanan kuvvetler, (b) kuvvet dağılımı

Coulomb 1788'de, Amontons tarafından geliştirilen formülün yeterli olmadığını ve cismin hareketli olup olmadığına göre iki farklı sürtünme kuvvetinin olduğunu belirtmiştir. Cisim hareketsiz iken sürtünme kuvveti, statik sürtünme kuvveti (F_s) ve cisim hareketli iken sürtünme kuvveti de kinetik sürtünme kuvvetidir (F_k). Coulomb, statik ve kinetik sürtünme kuvvetlerini aşağıdaki formüllerle ifade etmiştir.

$$F_s : \mu_s * N \quad (3.2)$$

$$F_k : \mu_k * N \quad (3.3)$$

Burada; F_s : Statik sürtünme kuvveti (N),
 F_k : Kinetik sürtünme kuvveti (N),
 μ_s : Statik sürtünme katsayısı,
 μ_k : Kinetik sürtünme katsayısı, ve
 N : Normal kuvvet (N) dir.

3.2. Tekstilde Tutum Özellikleri

Giysi ya da giysilik kumaş seçimi sırasında kumaş kalitesini değerlendirmek ve kumaşın son kullanım yerine uygunluğuna karar vermek için kumaşa dokunmak bir tüketicinin yaptığı ilk davranıştır. Tüketici kumaşa dokunarak bir değerlendirme

yapmakta ve bu şekilde duygularını ifade edebilmektedir. Tutum, kumaşın sahip olduğu fiziksel ve mekanik özellikler tarafından belirlenmektedir. Teknik alanlarda kullanılacak kumaşlar doğrudan kopma mukavemeti, uzama yeteneği, patlama mukavemeti, çeşitli kimyasallara ve çevre etkilerine direnç gibi performans özelliklerine göre seçilmektedirler. Fakat giysi yapılması düşünülen kumaşlar seçilirken genellikle teknik özelliklerinden önce parlaklık, yüzey düzgünlüğü veya pürüzlülüğü, yumuşaklık-sertlik, dolgunluk, dökümlülük gibi görünüm ve tutum özelliklerine dikkat edilmektedir. Bu özellikler kumaşların işlenerek giysi haline getirilmesi sürecini, ayrıca o giysiyi kullanan kişinin görünüm ve konforunu da etkilemektedir. Kumaşların tutum özellikleri sürtünme davranışları sonucu ortaya çıkan sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayısının hesaplanmasıyla belirlenmeye çalışılmaktadır.

4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ayrıntılı tez çalışmalarına başlamadan önce yapılan literatür taraması aşamasında, kumaş yüzey özellikleri, kumaşların aşınma-sürtünme davranışları ve bunlarla ilişkili olarak kumaş tutum özellikleri üzerinde daha önce yapılmış olan çalışmalara ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu alanda, daha önce yapılmış olan çalışmaların kumaş yüzey yapısını dolayısıyla tutum özelliklerini belirlemede objektif yöntemlerin yanında subjektif yöntemlerin halen kullanıldığı, dokuma ve örme kumaşlara uygulandığı gibi dokunmamış kumaşlara da uygulandığı, kuru-ıslak olmak üzere iki farklı ortamda yapıldığı, kumaş-kumaş sürtünmesinin yanında kumaş-metal, kumaş-ahşap, kumaş-deri gibi farklı yüzeylere uygulandığı ve konuyu derinleştirme adına yapay insan parmağı geliştirmeye varan çalışmaların olduğuda gözlenmiştir.

Ulaşılan çalışmalardan araştırma konusu için önemli bulunanlar ve konuya ışık tutabileceği düşünülen bazı çalışmaların özeti aşağıda verilmiştir.

Shuck ve Loeb (1970), “Technique for Comparative Frictional Measurements on Wet Fabrics” başlıklı çalışmalarında, %100 pamuk ve % 65/35 polyester/pamuk karışımı gömleklik poplin dokuma kumaşlar kullanmışlardır. Instron G6310 model mukavemet cihazına ek aparatlar ilave edilerek yeni bir sürtünme test ortamı hazırlamışlardır. Instron Mukavemet Cihazı'nın üst çenesine bağlantı kablosu, alt çenesine ise sürtünmesi önemsiz derecede sayılabilecek makara monte edilmiştir. Yatay platform üzerinde 2.5 inch çapında kızak kayarak hareket etmektedir. Kayma sonucunda hareketteki meydana gelen titreşimler mukavemet cihazından algılanıp sürtünme kuvveti olarak elde edilmektedir. Denemeye tabi tutulacak 5x20 inch boyutunda, 4 inch çapında kesilen numuneler atkı-atkı, çözü-çözü yönlerinde sürtünmeye maruz bırakılmıştır. Sürtünme deneyleri ıslak şartlarda yapılmıştır. Deterjan solüsyonu 0.158 % olacak şekilde hazırlanan sıvı ortamda, deney numuneleri en az 24 saat 23±1 °C sıcaklıkta bekletilerek ölçümler yapılmıştır. Sonuçta, uygulanan kuvvet arttıkça lineer olarak sürtünme kuvvetinin de arttığı bulunmuştur. Pamuklu kumaşlardaki sürtünme kuvveti değerleri, karışım kumaşlardaki sürtünme kuvveti değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Kalyanaraman (1987), “Yarn Friction Studies with the Sitra Friction-Measuring Devices” başlıklı çalışmasında, sürtünmenin tekstil üreticileri için önemli bir parametre olduğundan hareketle, iplik sürtünme değerini ölçebilmek için yeni bir deney cihazı geliştirmiştir. Yeni geliştirilen bu test cihazı ipliğin hem statik hem de kinetik sürtünme katsayısını belirleyebilmektedir. İki farklı test hızında (58.3 ve 83.3 mm/sn) % 100 pamuklu ring ve open-end ipliklerin sürtünme davranışlarını incelemiştir. Sonuç olarak, yüksek test hızında, iplik başlangıçta hız arttıkça, sürtünme direncinin de düştüğü gözlemlenmiştir. Bunun sebebi iplik yüzeyindeki kısa liflerin ipliğin içine doğru çekileceğinden dolayı, temas ettiği alan artmakta ve dolayısıyla sürtünmesinin de arttığı görülmüştür.

Clapp ve ark. (1991), “The Frictional Behaviour of Textile Fabrics” başlıklı çalışmalarında, tekstil kumaşlarının sürtünme karakteristiğinin belirlenmesi kumaşın estetik ve giyimdeki rahatlığı açısından önemli olduğu, lif, iplik ve kumaş yüzey özelliklerin sürtünmeye etkisinin ne kadar olduğu konusunda bilgi eksikliğini gidermek amacıyla pamuk, viskon, polyester, ipek, keten, yün liflerinden farklı iplik numaraları kullanılarak değişik gramajlarda dokunmuş bezayağı, dimi ve saten örgü tiplerindeki kumaşlara bitim işlemleri uygulanarak, kumaş-kumaş sürtünme kuvvetini ölçmek için yeni bir deney aparatı geliştirmişlerdir. Günümüz konfeksiyon giyiminde sıkca tercih edilen kumaşlar kullanılarak lif tipinin ve kumaş yapısının sürtünme davranışlarına olan etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda, uygulanan basınç arttıkça sürtünme katsayısının azaldığı, kesikli filament ipliklerden yapılmış kumaşlarının sürekli filamentlerden yapılmış kumaşlara oranla daha yüksek sürtünme katsayısına sahip oldukları görülmüştür.

Ajayi (1992), “Effects of Fabric Structure on Frictional Properties” başlıklı çalışmasında, farklı gramajlarda (83g/m^2 - 584g/m^2), kalınlıkta (0.22mm-2.56mm), tüylülükte, sıklıklarda (11 tel/cm-40 tel/cm), bezayağı, dimi, dokuma, örme ve 584g/m^2 ağırlığında, 2.56 mm kalınlığında dokunmamış kumaşların sürtünme davranışlarını incelemiştir. Instron marka 1122 model mukavemet test cihazına takılan ek aparatlar ile statik ve kinetik sürtünme direnci ölçülmüştür. Sonuç olarak, lif cinsi, iplik, kumaş yapısı ve bitim işlemleri yanı sıra kumaş sürtünme deney koşullarının da deney sonucunu etkilediği belirtilmiştir. Aynı zamanda kalın ve tüylü

numuneler, ince pamuklu kumaşlara oranla daha yumuşak his verdiği ve dolayısıyla sürtünme katsayısı değerlerinde o kadar küçük değerde olduğu sonucuna varılmıştır.

Hosseini Ravandi ve ark. (1994), “Spectral Analysis of Stick-Slip Motion of Dynamic Friction in the Fabric Surface” başlıklı çalışmalarında, dokuma kumaşların sürtünme özelliklerini incelemişlerdir. Deneysel düzeneği olarak mukavemet test cihazı modifiye edilmişlerdir. Deneysel materyali olarak ise atkı sıklığı (17 tel/cm) ve çözgü sıklığı (36 tel/cm), farklı üretim tiplerinde üretilmiş (penye, karde, open-end ve air-jet) pamuklu dokuma kumaşlar kullanmışlardır. Kumaş sürtünme özellikleri test edilmeden önce Uster Tester 3 düzgünlük cihazında CV, düzgünlük, ince-kalın yer, neps ve tüylülük v.b. iplik kalite değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, open-end ve penye ipliklerden dokunmuş kumaşların, air-jet ve karde ipliklerden dokunmuş kumaşlara oranla daha fazla atkı boşluk değişimi olduğu ve bu özelliğinde kumaşın sürtünme karakterini etkilediği bulunmuştur.

Şansal (1997), “Sürtünme Katsayısı Yöntemi ile Tekstil Yüzeylerinin Analizi” başlıklı çalışmada, tekstil yüzeylerinin sürtünme katsayısının tespitine yarayan ve eğik düzlem teorisine dayanan bir cihazın tasarımını yapmıştır. Bu cihaz başlıca; eğik düzlem, elektronik kontrol ve kumanda devresi, tahrik mekanizması, motor tur sayısı göstergesi ve ortam koşullarındaki denetleyicilerden oluşmaktadır. Eğik düzleme yerleştirilen kumaşın üzerindeki ağırlık tahta bir bloğun kaymaya başladığı açı tespit edilmiş ve bu açı yardımı ile sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayısı hesaplanmıştır. Çalışmada, Yünisan A.Ş. fabrikasında üretilen yünlü dokuma kumaşlar (Nm:40/2, 44/2, 48/2, 52/2, 60/2; Sıklık(tel/10cm):190, 255, 310, 312, 340, 390; Büküm: 550, 560, 625, 650, 680, 700) numune olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak, kumaş tuşesi ve yumuşaklığı ile sürtünme kuvvetinin ters orantılı olarak değiştiği, sürtünme katsayısı değerinin ne kadar düşük ise kumaş tutumunda o kadar yumuşak oldukları görülmüştür. Ayrıca kumaşın yumuşaklık derecesi arttıkça, tuşesi iyileştikçe ve yüzey gerginliği azaldıkça, sürtünme kuvveti değerinde düştüğü belirtilmiştir.

Ajayi ve Elder (1997), “Effects of Finishing Treatments on Fabric Friction” başlıklı çalışmalarında, farklı konstrüksiyonda olan pamuklu ve yün dokuma

(bezayağı, dimi), pamuklu örme (düz ve rib örgü) ve dokunmamış kumaşlar (yün) kullanılarak statik ve kinetik sürtünme katsayılarını belirlemiştir. Test cihazı olarak 1122 model Instron Mukavemet Cihazı'na ek aparatlar takılarak yeni bir deney cihazı oluşturmuşlardır. Kumaş-kumaş sürtünme özellikleri, alt ve üst zemine dokuma kumaşlarda çözgü-çözgü, atkı-atkı, örme kumaşlar için enine ilmek-enine ilmek, boyuna ilmek-boyuna ilmek, dokunmamış kumaşlarda makine yönü-makine yönü (MD-MD) ve karşı yön-karşı yön (CD-CD) şeklinde yerleştirilerek teste tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda, deney hızının ve yüzeye uygulanan bitim işlemleri sürtünme direncini azalttığı vurgulanmıştır. Aynı zamanda uygulanan kuvvet, temas eden süre ve hız gibi deneysel değişiklikler kumaşın sürtünme değerlerinde büyük değişikliklere uğrattığı görülmüştür.

Ramkumar ve ark. (1999), "A Study of the Frictional Properties of 1x1 Rib Knitted Cotton Fabrics" başlıklı çalışmalarında, pamuklu örgü kumaşların (İplik No(tex): 14, 16.4, 18.4, 22.7, 29.5; Gramaj (g/m^2): 126.3-287.4; Sıklık ($tex^{0.5}cm^{-1}$): 11.7-19.0) yüzey özelliklerin belirlenmesi amacıyla, sürtünme katsayısı incelemiştir. Yüzey yapısının pamuklu örgü kumaşlarda sürtünme özelliklerini nasıl etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır. Test cihazı olarak Instron Mukavemet Test Cihazı'na ek aparatlar takılarak yeni bir sürtünme test ortamı hazırlamışlardır. Çalışma sonucunda, ilmek uzunluğu ve iplik numarasının kumaş-kumaş sürtünme özelliklerini etkilediği görülmüştür. Ayrıca ilmek uzunluğu arttıkça sürtünme katsayısının arttığı sonucuna varılmıştır.

Jeong ve ark. (2001), "The Evaluation of Nonwovens Using Image Anaysis Methods" başlıklı çalışmalarında, dokunmamış kumaş numunelerinin tarayıcı vasıtasıyla yüzey özelliklerinin analizini yapmışlardır. Bu analiz yöntemi numunelerin büyük çoğunluğundan kolayca görüntü alınabildiğinden ve bilgisayarda saklanabildiğinden dolayı hem zaman hem de işçilik açısından birçok avantajlara sahiptir. Dokunmamış kumaş numunelerinin düzgünlük tayininin yapılması kumaşların fiziksel özellikleri ve son kullanım yerinin belirlenmesi açısından önemli bir rol oynamaktadır. Teknolojisinin hızlı gelişimi ile bilgisayar görüntü analizi, hata tespiti, lekelenme ve boya kalite kontrol analizi gibi tekstilin birçok alanında kullanılmaktadır. Çalışmada, 14.7-150.3 g/m^2 gramajlarında, 0.21-0.72 mm

kalınlıkta, beyaz renk üzerine desenli ve desensiz olmak üzere 2 gruba ayrılmış dokunmamış kumaşlar numune olarak kullanılmıştır. UMAX S-12 marka tarayıcı parlaklık, renk kontrastı ve keskinlik:0 ve ışık:255, resim boyutu:196x196 piksel ve 72 DPI gibi gerekli ayarlar yapılarak numunelerin yüzey analizini yapmışlardır. Değişim Katsayısı (% CV) değeri düzgünsüzlüğü gösteren bir parametre olarak alınmıştır. Değişim katsayısı % CV değeri yüksek ise daha az düzgünsüzlük olduğunu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, desenli dokunmamış kumaşlarda gramaj arttıkça, % CV değerinin de uniform şekilde azaldığı görülmüştür.

Hirai ve Gunji (2001), “Slipperiness and Coefficient of Friction on the Carpets” başlıklı çalışmalarında, yedi farklı tipte halı kullanılarak kayganlık ve sürtünme katsayısı değerleri incelemiştir. Dr. H.Ono Tokyo Teknoloji Enstitüsü tarafından geliştirilen prototip imalatı yapılmış O-Y Pull Slip Meter deney aleti ile kayganlık, JSMA (Japan Shoe Manufactures Association- Japan Ayakkabı İmalat Şirketi) tarafından geliştirilen bir cihaz ile sürtünme katsayısı tespiti üzerine bir çalışma yapmışlardır. Geliştirilen bu deney aletinin kaymayı tespit ettiği alt zemine (8x7 cm²) ayakkabı dış malzemesi monte edilmiştir. 18° açı yapacak şekilde yukarı doğru diyagonal hareket ettirilerek CSR (Coefficient of Slip Resistance) Kayma Dayanımı Katsayısı değeri $CSR = P_{max} / V$ (P_{max} = Maksimum Çekilen Yük (N), ve V =Çekme Hızı (785N/s)) elde edilmiştir. Çalışmada, ayakkabının halıya uyguladığı temas alanı arttıkça sürtünme katsayısı değerinde artış olduğu gözlenmiştir. Sürtünmenin aynı zamanda ayakkabı alt zemin materyal yapısına bağlı olduğu vurgulanmış ve sentetik kauçuk ile yapılmış alt zeminin deri alt zemine göre daha düşük sürtünme değerine sahip olduğu belirtilmiştir.

Yokura ve Niwa (2003), “Objective Hand Measurement of Nonwoven Fabrics Used for the Top Sheets of Disposable Diapers” başlıklı çalışmalarında, polipropilen ve poliester karışımı dokunmamış kumaşların mekanik ve yüzey özelliklerine bağlı tutum ve tuşe özelliklerini incelemiştir. Çalışmada sağlık, hijyen, içgiyim ve tela yapımında kullanılan farklı özellikteki numuneler kuru ve ıslak olmak üzere 25 farklı kişi tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirme dokunmamış kumaş numunelerine tamamen subjektif olarak dokunularak ve hissedilerek yapılmıştır. Tutum ve tuşe özelliklerine ek olarak, mukavemet ve

kıvrılmaya karşı dayanımı testleri uygulanmıştır. Yüzeyin yumuşaklığına göre 1’den 5’e kadar derecelendirme (1= Çok Zayıf, 2= Zayıf, 3= Orta, 4= İyi, 5= Mükemmel) yapılmıştır.

Roedel ve Ramkumar (2003), “Surface and Mechanical Property Measurement of H1 Technology Needle-Punched Nonwovens” başlıklı çalışmalarında, iğneleme yöntemi ile üretilmiş dokunmamış kumaşlara gramaj, kalınlık, mukavemet ve sürtünme testleri uygulamışlardır. Çalışmada, farklı pamuk/polyester karışimli dokunmamış kumaşlar numune olarak kullanılmıştır. Sürtünme testlerine ek olarak dokunmamış kumaşların mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla gramaj, kalınlık ve mukavemet testleri uygulamışlardır. Gramaj tayini 4x4 inch ebatlarında kesilen 10 numunenin ortalaması alınarak, kalınlık testi ASTM D1777-60T standardına göre ve mukavemet testleri ise ASTM 5034 standardına göre tespit edilmiştir. Sürtünme deneyleri ise yatay platform prensibine göre çalışan CRE mukavemet cihazının modifikasyonu sonucu tasarımı yapılmış deney aletinde ölçülmüştür. Bu deney cihazı 5 cm uzunluğunda ve 4 cm genişliğinde PTFE kızak, makara, esnemeyen ip, yatay platform ve mukavemet cihazından oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan numunelerde polyester oranı arttıkça, dokunmamış kumaşlardaki sürtünme değerlerindeki artma eğiliminde olduğu sonucuna varılmıştır.

Ramkumar ve ark. (2003), “Developing a Polymeric Human Finger Sensor to Study the Frictional Properties of Textile, Part 1: Artificial Finger Development” başlıklı çalışmalarında, kumaşların yüzey özelliklerini belirleyebilmek amacıyla polimerik insan parmağı sensörü geliştirmişlerdir. Kumaşların duyuşal özelliklerinin subjektif olarak değerlendirilmesi, araştırmacıların yıllardır üzerinde çalıştığı önemini yitirmeyen ve gelişmeye açık bir konudur. Bu değerlendirme tekniğine göre jüri üyesi en çok kullandığı eline aldığı kumaşı başparmağı ile diğer parmakları arasına sıkıştırır veya parmak uçlarını kumaş yüzeyinde serbestçe gezdirerek hissettiği tutuma göre karar vermektedir. Bu noktadan hareketle insan parmak yapısına uygun polyvinylsiloxane hammaddeden parmak sensörü geliştirmişlerdir. Yapay insan parmağına benzeyen kızak 25 mm uzunluğunda ve 10 mm kalınlığında polyvinylsiloxane hammaddeden geliştirmişlerdir. Yapay insan parmak kızıağın bir

ucu esnemeyen iple mukavemet cihazına diğer ucu ise ağırlık konularak serbest bırakılmıştır. Öne ve arkaya doğru her iki yönde de hareket sağlanırken mukavemet cihazından elde edilen verilerle sürtünme katsayıları elde edilebilmektedir.

Fujimoto ve ark. (2003), “Development of Artificial Finger Skin to Detect Incipient Slip for Realization of Static Friction Sensation” başlıklı çalışmalarında, kumaşların tutum özelliklerinin tespiti için yapay parmak parçasının tasarımını amaçlanmışlardır. Tasarımı ve imalatı yapılan yapay parmak aynı insan parmağı gibi cisimleri dokunduğunda hissedebilmekte, şekilleri algılayabilecek kabiliyete sahiptir. Yapay parmağın tasarımı 3 adımdan oluşmuştur.

- 1) FAI Alıcı: PVDF film tabakası- dinamik gerilim oran özelliği içermektedir
- 2) Şekil ve ebat olarak parmak şekline benzemektedir. Tasarımı yapılmadan önce insan parmağı dikkatlice incelenmiş, parmağın şekli, ebatı, parmak üzerine etki eden gerilimler ve kuvvetler hesaplanarak insan parmağına en yakın model ortaya konulmuştur.
- 3) Yapay parmak üretimi gerçekleştirilip üzerinde oluşan kayma hareketinin mekanizması analiz edilmiştir.

Hermann ve ark. (2004), “Frictional Study of Woven Fabrics: The Relationship Between the Friction and Velocity of Testing” başlıklı çalışmalarında, farklı deney hızlarında (250, 400, 600, 750 ve 1000 mm/dk) ve yüklerde (min:39.58, max:89.58 g) pamuklu bez ayağı dokuma kumaşların sürtünme özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, sürtünme hızının artmasıyla, statik sürtünme katsayısı artarken, kinetik sürtünme katsayısı değerlerinde önemli bir değişikliğin olmadığı görülmüştür.

Yaman (2004), “Bebek Bezlerinde Objektif Tutum Değerlerinin Farklı Yöntemler ile Ölçülmesi” başlıklı çalışmasında, bebek bezlerinden beklenen özelliklerden idrar emmesi, bebek cildini kuru tutması, bebek cildini enfeksiyonlardan koruması, kullanım kolaylığı ve gürültü yapmaması gibi konfor ve kullanım özelliklerine değinmiş ve piyasada en çok kullanılan 5 ticari bebek bezin kuru ve ıslak durumdaki davranışlarını incelemiştir. Sürtünme katsayısı ve

pürüzlülük ölçümü Instron 4411 Mukavemet Cihazı'nda, Sıkıştırma testleri UTEST Universal Test Cihazı'nda, Isı İletim Katsayısı Shoterm Qtm-D2 Isı İletim Katsayısı Ölçme Cihazı'nda belirlemiştir. Bebek bezleri hem objektif hem de subjektif yöntemlerle değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, ıslak sürtünme katsayısı, kuru sürtünme katsayısı değerinin ortalama 3 katı kadar olduğu belirtilmiştir. Pürüzlülük değerlerinde ise, pürüzlülük kuvvetlerinin (maksimum sürtünme kuvveti ile minimum sürtünme kuvveti arasındaki fark) 0.002-0.008 N arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda farklı markaların üst yüzey materyallerinin pürüzlülüklerinin çok farklı olduğu anlaşılmış ve değer arttıkça pürüzlülüğünde arttığı sonucuna varılmıştır. Sıkıştırma ölçümlerinde bebek bezinin emici bölgesine 150 cN kuvvet değerinde baskı uygulanmıştır. Islak numunelerde sıkıştırma enerjisi arttığı, bunun sebebinin absorbanların şişmesi nedeni ile alınan yolun artması şeklinde belirtilmiştir. Isı iletim ölçümlerinde kullanılan Hot-Wire yönteminde ise 2.16 kPa'lık basınçla çalışılmıştır. Malzeme sıkışıkça kalınlığı azalmakta ve yoğunluğu artmakta dolayısıyla hava boşlukları azalmaktadır. Hava boşluğunun azalması da ısı iletimini azalttığı sonucuna varılmıştır.

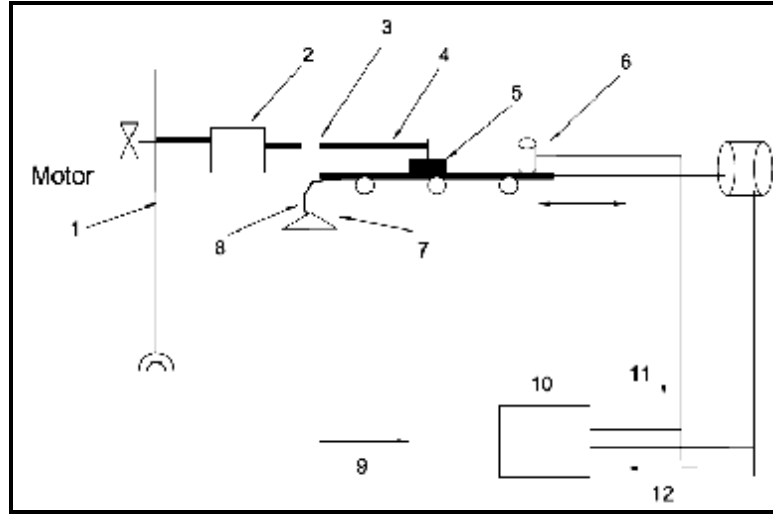
Ramkumar ve ark. (2004), "Study of the Effect of Sliding Velocity on the Frictional Properties of Nonwoven Fabric Substrates" başlıklı çalışmalarında, test hızının dokunmamış kumaşlardaki sürtünme özelliklerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, iğneleme yöntemi ile üretilmiş % 100 polyester dokunmamış kumaş numuneleri kullanılmıştır. Sürtünme testleri yatay platform prensibine göre çalışan 1.5mm kalınlıkta 20 cm² yüzey temas alanına sahip ahşap kızak, naylon iplik, makara ve mukavemet cihazından oluşmaktadır. Altı farklı yük altında 100, 500, 750 ve 1000 mm/dk hızlarda sürtünme testleri uygulanmıştır. Sonuçta, gramajı yüksek olan dokunmamış kumaş numuneleri hafif gramajlı numunelere oranla daha yüksek sürtünme katsayısı değerlerine sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca sürtünme hızı arttıkça, dokunmamış kumaş numunelerindeki sürtünme değerlerinin de artma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Yine sonuçlar gösteriyor ki, uygulanan kuvvet arttıkça sürtünme katsayısı değerlerinin de düşmekte olduğu görülmüştür.

Fontaine ve ark. (2005), "Characterization of Roughness-Friction: Example with Nonwovens" başlıklı çalışmalarında, birçok teknik uygulamalarda, materyalin

yüzeysel yapısının tam olarak belirlenmesi gerektiğinden hareketle, yeni bir metot geliştirilmişlerdir. Bu metot pürüzlülük sürtünme kriterlerini blade-disk prensibine göre çalışan tribometer olarak adlandırılan bir deney düzeneği kurmuşlardır. Bu deney düzeneğinde numune dönen bir tutucunun üzerine monte edilmiş ve 50 µm kalınlığında çok ince metallik bıçak ile dokunmamış kumaşların yüzeyi test edilmiştir. Temas süresi boyunca, bıçak kumaş yüzeyinin pürüzlerine takıldıkça dalgalanmakta ve bu dalgalanmada sensör tarafından algılanıp titreşim modları frekansa çevrilmektedir. Çalışmada farklı gramajlarda spunbond ve su-jeti yöntemleriyle üretilmiş dokunmamış kumaşlar kuru olarak test edilmiştir. Sonuç olarak, gramaj azaldıkça aynı cins hammaddelerle üretilmiş kumaşlar için yüzey pürüzlülüğü azaldığı vurgulanmıştır. Bunun sebebinin kumaş yüzey durumu, sıkıştırma yoğunluğu ve kullanılan polimer tipine bağlı olduğu belirtilmiştir.

Das ve ark. (2005), “A Study on Frictional Characteristics of Woven Fabrics” başlıklı çalışmalarında, farklı karışım oranlarında poliester/viskon dokuma kumaş numuneleri kullanmışlardır.

Kumaş-kumaş ve kumaş-metal yüzeyleri kullanılarak kumaşların atkı ve çözgü yönleri kullanılarak statik ve kinetik sürtünme katsayısını belirlemişlerdir. Sürtünme deneylerini yapabilmek amacıyla yeni bir deney aparatı tasarlanmışlardır (Şekil 4.1).

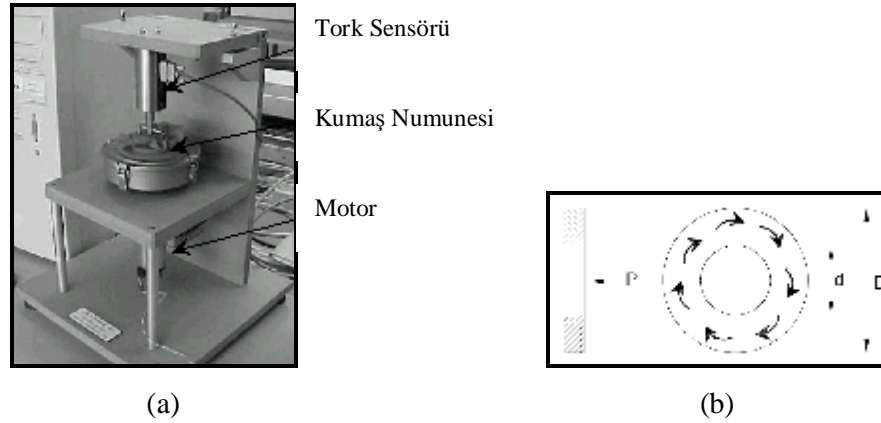


Şekil 4.1. Kumaş sürtünme ve pürüzlülük cihazı şematik görünümü (1. Bağlantı Noktası, 2.Load Cell, 3.Taşıma Noktası, 4.Düzeç, 5.Normal Yük, 6.LVDT, 7. Gerginlik Ayarlayıcı Ağırlık, 8. Numune, 9. Load Cell'den Gelen Sinyal, 10. Bilgisayar, 11. LVDT den Gelen Sinyal, 12. Motordan Gelen Sinyal)

Geliştirilen bu cihaz 3 ölçüm aygıtından–load cell, doğrusal değişken diferansiyel transformatör (LVDT) ve kodlayıcıdan–oluşmaktadır. Load cell üst yüzeyin alt yüzey ile sürtünmesinden dolayı ortaya çıkan sürtünmeyi algılamaktadır. LVDT kumaş yüzeyindeki dikey yer değişiminden kaynaklanan yüzey pürüzlülüğünü ölçmekte ve kodlayıcı ölçüm yapılan numunenin monte edildiği plakanın hızını ve yer değişimini ölçmektedir. Numune, cihaza deney esnasında kıvrılmayacak şekilde düzgün ve gergin bir şekilde yatay platforma tutturulmuştur. Kumaşa uygulanan germe kuvveti deney esnasında farklı germe ağırlıkları kullanılarak ayarlanabilmektedir. İki yüzeyin sürtünmesi sonucunda elde edilen sinyaller ADC çevirici kart sayesinde analog veriden dijital forma çevrilip grafik ve sayısal veriler bilgisayardan sürtünme kuvveti (g), pürüzlülük (mikrons) ve yer değişimi (mm) olarak elde edilmektedir. Sonuç olarak, tüm kumaşlarda kinetik sürtünme katsayısı değerlerinin statik sürtünme katsayısı değerlerinden daha düşük olduğu bulunmuştur. lif tipi, lif karışım oranı, lif karışım şekli, iplik yapısı, kumaş yapısının sürtünmeyi etkilediği gözlemlenmiştir.

Lima ve ark. (2005), “FrictorQ, Accessing Fabric Friction With A Novel Fabric Surface Tester” başlıklı çalışmalarında, farklı gramajlarda pamuklu dokuma

kumaşlara, standart metalik yüzey-kumaş ve kumaş-kumaş sürtünme deneylerini, FrictorQ olarak adlandırılan yeni geliştirilen bir cihaz kullanarak uygulamışlardır. Geliştirilen bu cihazın üst kısmına Şekil 4.2a ve Şekil 4.2b’de gösterildiği gibi tork sensörü yerleştirilmiştir. Bu sensörün mil kısmına deneye tabi tutulacak numunenin monte edilebilmesi için metalik gövde yer almaktadır. Bu gövde sürtünmeyi minimuma indirecek, hassas hareketi kaldıracak kadar hafif bir element olan alüminyumdan yapılmıştır. Hareket DC dişli motor ve minyatür zaman kayışı tarafından sağlanmaktadır. Eğilme moment sensörünün bulunduğu üst yüzey sabit, alt kısım hareketlidir. Deney zamanı 20 saniyeye ayarlanmıştır, 20 saniye sonra cihaz otomatik olarak durmaktadır. Cihazın üst kısmında bulunan sensör veriyi kaydeder ve diyagram halinde ekranda göstermektedir.



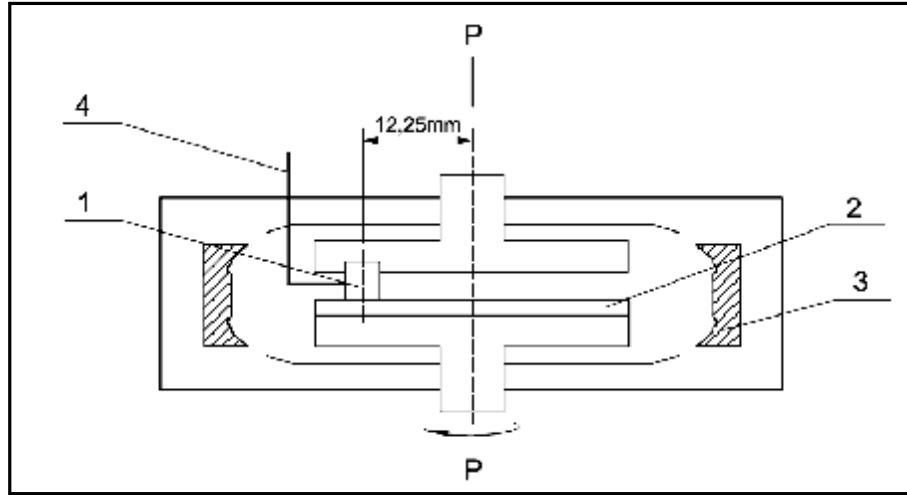
Şekil 4.2. FrictorQ (a) cihazı, (b) metalik gövdesi

Sonuç olarak, standart metalik yüzey-kumaş sürtünme katsayısı değerleri, kumaş-kumaş sürtünme katsayısı değerinden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Das ve ark. (2005), “Frictional Characteristics of Woven and Nonwoven Wipes” başlıklı çalışmalarında, pamuklu bezayağı (12 çözgü/tel ve 18 atkı/tel, çözgü no: 25 tex, atkı no: 59 tex, çözgü krimp: 2.66 %, atkı krimp: 5.5 %, gramaj: 120 g/m², çözgü ipi ring ve atkı ipi rotor) ve su-jeti (gramaj: 80 g/m²) kumaşlar numune olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan numuneler televizyon ekranı, bilgisayar monitörü, cam eşyalar gibi hassas yüzeyler ile masa, araba gibi daha sert yüzeyleri temizleme amacıyla kullanılmaktadır. Sürtünme deneyleri beş farklı ortamda (kuru, su, petrol, bitkisel yağ, sabun çözeltisi) ve dört değişik hızda (50, 100,

150, 200 mm/dk) her adımda 25'şer gram arttırılarak yapılmıştır. Sıvı ortamda yapılan deneylerde numuneler 2 dakika ıslatıldıktan sonra 45° açı yaptırılarak 5 dakika fazla suyu üzerinden uzaklaştırılması sağlanmıştır. Sonuçta, cam yüzeylerdeki sürtünme katsayısı değerleri, ahşap yüzeylerdeki sürtünme katsayısı değerlerinden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Kuru numunelerinin sürtünme değerleri ıslak numunelere oranla daha yüksek bulunmuş ve en düşük sürtünme katsayısı değerleri bitkisel yağ ile muamele edilmiş numunelerde gözlemlenmiştir. Dokunmamış kumaş numunelerin yüzey yapısının dokuma kumaşlara oranla daha pürüzlü olduğundan dolayı sürtünme katsayısı değerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Su ve ark. (2005), “Friction and Wear Properties of Karbon Fabric Composites Filled With nano- Al_2O_3 ve nano- Si_3N_4 ” başlıklı çalışmalarında, karbon kumaşlara uygulanan nano- Al_2O_3 ve nano- Si_3N_4 parçacıklarının sürtünme ve aşınma özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Karbon lifi yüksek mukavemet ve mükemmel ısı dayanıklılık özellikleri ile çok geniş kullanım alanına sahiptir. Karbon kumaşlara eklenen nano- Al_2O_3 ve nano- Si_3N_4 parçacıkları sayesinde tribiyolojik özellikleri iyileştirilebilmektedir. Otomotiv, uzay, makina gibi birçok endüstri alanında kullanılan karbon kumaşların sürtünme ve aşınma özelliklerin belirlenmesi gerekmektedir. Karbon kumaşlar Şangai Karbon Materyal Fabrikası'nda-Çin poliakrilnitril karbon lifi kullanılarak üretilmiştir. Al_2O_3 (50 nm) ve Si_3N_4 (20 nm) parçacıkları elektron mikroskobu (TEM) yardımı ile görüntülenebilmektedir. Sürtünme ve aşınma testleri pin-on-disk cihazı ile ölçülmüştür (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Pin-on-disk

Bu cihaz paslanmaz çelik disk (2), elektrikli fırın (3), termocouple (4) ve pimden (1) oluşmaktadır. Çapı 3 mm, uzunluğu 19 mm AISI 1045 çelik pim (1), paslanmaz çelik disk (2) yüzeyine monte edilmiştir. Pim (1) testten önce yüzey pürüzlülüğü $R_a=0,15 \mu\text{m}$ olacak şekilde sırasıyla 350, 700 ve 900 numara kum kağıt ile zımparalanmıştır. Hızı 0,256 m/s ve 256.8-400.0 N arasında değişen yüklerde testler uygulanmıştır. Çevre sıcaklığının kontrolü diskin üzerinde yer alan elektrikli fırın (3) aracılığı ile kontrol edilmekte ve termocouple (4) değerleri görüntülenmektedir. Her bir deney 3 kez tekrarlanarak ortalama değerleri alınmıştır. Her bir test sonucunda disk (2) temizlenip, kurutulur, herhangi bir hacim kaybına karşı $\pm 0,0001$ mm hassaslığında mikrometer ile yüzey alanı ölçülmüştür. Sürtünme katsayısı değeri cihaz üzerinde yer alan load cell ile elde edilmektedir. Aşınmış karbon kumaşların yüzeyi ve paslanmaz çelik disk (2) JSM-5600 LV model elektron mikroskobu kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, karbon kumaşlardaki nano- Al_2O_3 ve nano- Si_3N_4 içeriği arttıkça, sürtünme katsayısı değerinin de azaldığı tespit edilmiştir.

Lima ve ark. (2005), “FrictorQ, A Novel Fabric Surface Tester: A Progress Report” başlıklı çalışmalarında, tekstil kumaşların sürtünme katsayısı değerini tespit etmek amacıyla tasarlamış olduğu FrictorQ olarak adlandırdığı cihazı tanımlamışlardır. Yeni tasarlanan bu deney aletinin dikey eksen etrafında aynı hızla dönen biri sabit biri hareketli yüzeyin birbiri ile teması sonucu titreşimleri algılaması

prensibine göre çalışmaktadır. Testler genellikle kumaş-kumaş ve standart yüzey-kumaş sürtünmesi esas alınarak yapılmıştır. İnce kumaşlardaki basınç değeri 3.5, 10 kPa, kalın kumaşlardaki ise 20 kPa olarak uygulanmaktadır. Standart yüzey olarak ise pürüzlü metalik yüzey ve pürüzsüz metalik yüzey kullanılmaktadır. Sonuç olarak, standart pürüzlü metalik yüzey-kumaş sürtünme katsayısı değeri, standart pürüzsüz metalik yüzey-kumaş sürtünme katsayısı değerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

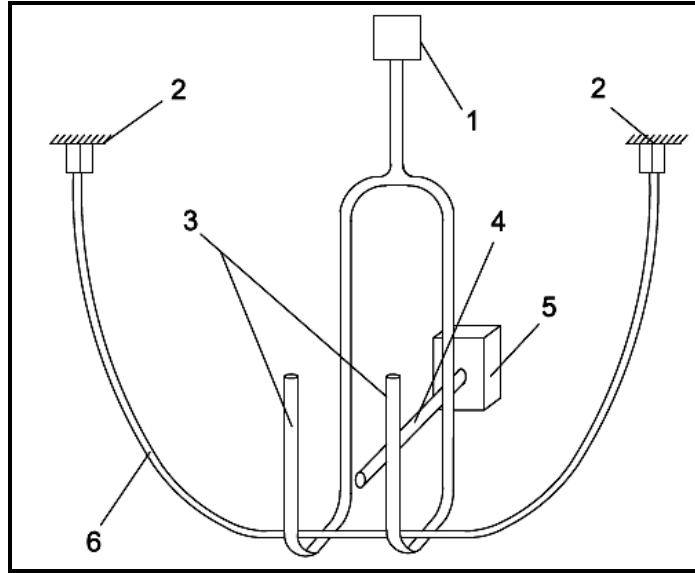
Sülar (2005), “Kumaş Tutumunun Ölçülebilir Kumaş Özelliklerinden Tahminlenmesi Üzerine Bir Araştırma” başlıklı çalışmada, yünlü takım elbiselik kumaşların tutum özelliklerini subjektif yöntemlerle belirlemiştir. Değerlendirme kriterleri olarak incelik-kalınlık, yumuşaklık-sertlik, pürüzlülük-düzgünlük olarak tanımlamıştır. Tanımlanan bu kriterlerin değerlendirilmesi için standart yöntemler oluşturulmaya çalışılmıştır. Deneysel çalışmanın tamamı Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde bulunan Tekstil Kalite Kontrol Laboratuvar 2’de gerçekleştirilmiştir. Tüm kumaşlardan 15x15 cm² ebatlarında kare örnekler kesilmiş ve deneysel çalışma öncesi kondisyonlanmıştır. Değerlendirme jüri üyesi olarak yaşları 23-65 arasında değişen 13 bayan ve 5 erkek tekstil mühendisliği bölümü öğretim üyesi, araştırma görevlisi ve lisansüstü öğrencisi yer almaktadır. Her numune farklı zamanlarda üçer tekrar yaparak 12 defa subjektif değerlendirme oturumuna katılmıştır. Sonuçlar gösteriyor ki; değerlendirmeler arası uyumun tesadüf olmadığı ve jüri üyelerinin aynı yöntemi izleyerek standartları uyguladıklarını ve tekrarlanabilir sonuçlar elde ettiklerini söylemek mümkündür. Bu çalışmada ortaya konan değerlendirme tekniklerinin subjektif değerlendirmeler yaparak gerek üretim, gerek satın alma gerekse tasarım aşamasında karar verme durumunda olan kişiler tarafından kullanılmasının yararlı olacağı belirtilmiştir.

Hong ve ark. (2005), “Effect of Abrasion and Absorbed Water on the Handle of Nonwovens for Disposable Diapers” başlıklı çalışmalarında, tek kullanımlık dokunmamış kumaş yapısına sahip bebek bezlerinde; aşınma ve su emme özelliklerinin tutuma etkisini incelemiştir. Çalışmada materyal olarak;

- A; %100 pamuklu su-jeti ile bağlanmış,
- B; %100 Tensel su-jeti ile bağlanmış, delikli şekilde
- C; %100 Polipropilen, sıcak silindirlerle bağlanmış,
- D; %100 Polipropilen, sıcak hava ile bağlanmış

dört farklı bebek bezi malzemesi olan dokunmamış kumaş numuneleri kullanmışlardır. Sürtünme katsayısı, su nakil kabiliyeti, patlama ve kopma mukavemeti değerlerini belirlemek amacıyla söz konusu numunelere ıslak ve kuru halde testler uygulamışlar, test sonuçlarını SAS paket programında varyans analizi (ANOVA) uygulayarak değerlendirmişlerdir. Çalışmaya göre, sürtünme katsayısı C kumaşında en büyük, B’de en küçük değeri almıştır. Selüloz esaslı numunelerin sürtünme katsayısı ıslanınca yüksek oranda artmıştır. Buna karşın; polipropilen esaslı numuneler, pamuk ve tensel esaslılara oranla daha yüksek su transferi ve aşınma dayanımı göstermişlerdir. Ayrıca; su ile bağlama yöntemiyle üretilen numuneler daha iyi kopma ve patlama dayanımı sergilemişlerdir.

Du ve ark. (2006), “Analysis of Friction Properties Between Fabrics/ Yarns and Surface” başlıklı çalışmalarında, farklı sıklıklarda, gramajlarda dokuma yün kumaşlar numune olarak kullanmışlardır. Yeni geliştirdikleri deney aparatı ile hem iplik hem de kumaş yüzeyindeki sürtünme kuvvetleri ölçülebilmektedirler. CHS-FY (Characterization of the **H**andle Properties of **F**abrics and **Y**arns- Kumaş ve İpliklerin Tutum Özellikleri) olarak adlandırılan bu cihaz sensör (1,4), bir çift çene (2), U-şeklinde dairesel pim(3), silindirik sabit pim (5) ve kumaş ya da ipliğin yerleştirildiği çubuktan (6) oluşmaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. CHS-FY cihazı

İplik ya da kumaş numunesi çeneler tarafından tutturulmakta ve U-şeklindeki pim etrafında step motor vasıtası ile hareket ettirilmektedir. Numune U-şeklindeki pim etrafından geçerken yaptığı sürtünme kuvveti ve açı vasıtasıyla Amontons'un sürtünme kanunu kullanılarak sürtünme katsayısı değeri hesaplanmaktadır.

Bhuvana ve Raghunathan (2006), "Studies on Frictional Behaviour of chitosan-Coated Fabrics" başlıklı çalışmalarında, anti-mikrobiyel bitim işlemi uygulanmış dokuma yün kumaşların sürtünme davranışlarını incelemişlerdir. Çalışmada dokuma kumaşların atkı ve çözgü numarası 10 tex, sıklığı 56 tel/cm olup dört farklı konsantrasyonda (0,0.5,1,1.5 %) anti-mikrobiyel bitim işlemine tabi tutulmuştur. Instron Mukavemet Cihazına ek aparatlar ilave edilerek yeni bir sürtünme test ortamı hazırlanmıştır. Deney esnasında yatay düzlem üzerindeki kızak 5-25 mm/dak hızda hareket etmektedir. Çalışma sonucunda, anti-mikrobiyel bitim işleminin konsantrasyonu arttıkça sürtünme değerlerinin azaldığı görülmüştür. Bunun sebebinin kumaş yüzey geometrik yapısının düzgünleşmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Feng-Hua ve ark. (2006), "Study on the Frictional and Wear Properties of the Composites Made of Surface Modified-Nomex Fabrics" başlıklı çalışmalarında, Şekil 4.5'de verilen deney düzeneğini kullanarak ısıya ve aleve karşı koruma

sağlayan kumaşların sürtünme ve aşınma değerlerini incelemişlerdir. Pin-on-disc adı altında geliştirilen bu deney düzeneği paslanmaz çelik disk ve bu diskin üzerinde 3mm çapında AISI-1045 çelikten yapılmış pimden oluşmaktadır. Sonuçta, ısıya ve aleve karşı koruma uygulanmış kumaşların daha düşük sürtünme katsayısı ve aşınma değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Sul ve ark. (2006), “Surface Roughness Measurement of Nonwovens Using Three-dimensional Profile Data” başlıklı çalışmalarında, bebek bezi yapımında kullanılan dokunmamış kumaş numuneleri kullanmışlardır. Çalışma kapsamında KES-FB (Kawabata Evaluation System) Kawabata Değerlendirme Sistemi yardımıyla MIU(Average Coefficient of Friction) Ortalama Sürtünme Katsayısı, MMU(Mean Deviation of μ) Ortalama Sürtünme Katsayısı Sapma ve SMD(Mean Deviation of Thickness) Ortalama Kalınlık Sapma değerleri elde edilmiştir. Ayrıca numunelere Martindale Aşınma Cihazı’nda 9 kPa yük altında ıslak ve kuru ortamlarda aşınma deneyleri uygulanmıştır. Sonuçta, polipropilen hammaddeden (PP) üretilmiş dokunmamış kumaşların 500 devirden fazla aşınmaya karşı dayanım gösterdiği gözlenirken, pamuklu numunelerin 110 ila 332 devir aşınma değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. KES-FB ölçümleri sonucu elde edilmiş MIU değerlerinin aşınma değerleri arasında çok az bir etkide olduğu gözlemlenmiştir.

Eugenija ve Matas (2006), “The Peculiarities of New Textile Hand Evaluation Methods” başlıklı çalışmalarında, kırk çeşit %100 pamuk, % 50/50 Pamuk/Viskon, %95/5 Pamuk/Likra, polyester ve yün dokuma ve örme kumaşların tutum özelliklerini ıslak ve kuru ortamlarda incelemişlerdir. Kumaşlara ait tutum özellikleri KTU-Griff Tester adını verdikleri yeni geliştirilen bir deney cihazı ile tespit edilmiştir. Geliştirilen deney düzeneğinin bir ucu mukavemet test cihazına mengene yardımı ile monte edilmiştir. Uygulanan çekme kuvveti 100 N’den az olmayacak ve hızı 100 mm/dk olacak şekilde ayarları yapılmıştır. Kumaşların tutum özelliklerini belirleme kriteri olarak maksimum kuvvet (P_{max}), eğim açısı ($tg\alpha$), çekme işi (A) ve maksimum çekme yüksekliği (H_{max}) alınmıştır. Sonuçta, yumuşatma maddesi ile yıkama uygulanmış kumaşların P_{max} , $tg\alpha$ ve A değerleri saf su ile muamele edilmiş kumaşlardan daha düşük değerlerde bulunmuştur. Ayrıca sonuçlar gösteriyor ki; KTU-Griff Tester deney cihazı hem basit hem de tekstil

materyallerinin tutum özelliklerini belirlemede güvenilir sonuçlar vermediği belirtilmiştir.

Michielsen (2006), “Device for Measuring Sliding Friction on Highloft Nonwovens” başlıklı çalışmasında, frictionmeter olarak adlandırdığı yeni bir test cihazının tasarımını yaparak sürtünme testleri uygulamıştır. Deney cihazı 12x15x2,5 cm³ ebatlarında paslanmaz çelikten imal edilmiştir. Cihaz konvensiyonel kızak, ip, uygulanan yükü ölçmeye yarayan tansiyon yük çeviricisi, sıkıştırma yük çeviricisi, motor (1 rpm, Merkle Korff Endüstrisi, Des Plaines, II), 10:1 dişli kutusu (Gam Gear, Chicago, II), A/D Kart (CIO- DAS801 Omega Mühendislik, Stamford, CT), LabView'den (Ulusal Endüstri, Austin, TX) oluşmaktadır. Çalışmada transparan film, alüminyum yüzey, 200 g/m² polietilen çift iğne Jersey kumaş ve 102 g/m² düz örgü beyazlatılmış pamuk dokuma kumaşlar numune olarak kullanılmıştır. Ara malzeme olarak 1.5 cm kalınlığında, 124 g/m² ağırlığında polietilen, 4.14 kPa basınç altında 7.4 ± 0,9 mm kalınlığa kadar % 50 sıkıştırılarak kullanılmıştır. Sonuç olarak kumaşlara uygulanan ara kaplama malzemesi arttıkça sürtünme katsayısının arttığı gözlemlenmiştir.

Yaman ve Şenol (2007), “Hacimli Materyallerin Sürtünme Testleri İçin Alternatif Ölçüm Metodu Üzerine Bir Araştırma” başlıklı çalışmalarında, numune olarak beş farklı tipte ticari bebek bezi kullanmışlardır. Kumaşların sürtünme testleri pek çok tekstil laboratuvarında bulunan Instron 4411 Mukavemet Cihazı modifiye edilerek yapılmıştır. Optimum ölçüm parametrelerini belirlemek amacıyla iki farklı kızak materyali (çelik, deri kaplı kızak), iki tip kızak büyüklüğü (6-10 cm²), dört farklı hız (6,10,15,20 mm/dk) ve yedi farklı ağırlıkta (50, 75, 85, 105, 120,140, 175 gr) ölçümler yapılmıştır. Sonuç olarak, cilde uygun hale getirilmesi açısından deri kaplı kızak ile daha yüksek sürtünme katsayısı değerleri ölçülmüştür. Farklı alanlarda aynı basınçta yapılan sürtünme katsayısı ölçüm sonuçları birbirine yakın çıkmakta, ancak büyük kızak kullanıldığı durumlarda standart sapmanın daha düşük olduğu görülmüştür. Uygulanan yük arttıkça sürtünme katsayısı değerlerinde de bir artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Derler ve ark. (2007), “Tribology of Human Skin and Mechanical Skin Equivalents in Contact with Textiles” başlıklı çalışmalarında, kumaşların ıslak ve

kuru cilde teması sonucu ortaya çıkan sürtünme davranışlarını incelemişlerdir. Test cihazı olarak 3 parçalı dinometre (Kistler 9254), test sonucu ortaya çıkan verileri kaydetmek için kaydedici PC panosu (Bakker, Type BE490) ve normal kuvvet çeviricisinden oluşmaktadır. Yaşları 24-64 arasında değişen, altı bay ve altı bayandan oluşan oniki kişilik ekip tarafından 20 sn boyunca tekstil materyaline yükler uygulanmıştır. Bütün deneyler $20 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $65 \pm 2\%$ nem ortamında gerçekleştirilmiştir. En az 10 dak laboratuvar şartlarında kondüsyonlanmış fakat cilt modelleri (Lorica® Soft(0,9 mm), PUR Levhası, Silikon Levha, vinylpolysiloxane-düzgün yüzeyli, vinylpolysiloxane-donuk yüzeyli, vinylpolysiloxane Lorica ile aynı yüzeyli, vinylpolysiloxane-pürüzlü yüzeyli) herhangi bir işlemde geçmemiştir. Sonuç olarak; en düşük sürtünme katsayısı değerleri silikon ve lorica yüzeyde, en yüksek ise vinylpolysiloxane-lorica ile aynı yüzeyli, vinylpolysiloxane-donuk yüzeyli, vinylpolysiloxane-pürüzlü yüzeyde ortaya çıkmıştır. Ayrıca, nem oranı arttıkça sürtünme katsayısı değerlerinin de arttığı gözlemlenmiştir.

Lima ve ark. (2008), “Comparative Study of Friction Coefficient in Nonwovens Applied for Non Active Medical Devices” başlıklı çalışmalarında, Minho Üniversitesi Makine Mühendisliği ve Tekstil Mühendisliği ortak çalışması sonucu FrictorQ olarak adlandırdıkları yeni bir test cihazının tasarımını yapmışlardır. Patenti alınmış yeni test cihazı kullanılarak tek kullanımlık dokunmamış kumaş numunelerine sürtünme testleri uygulanmışlardır. Test materyali olarak; 45/55 % poliester/wood pulp (gramaj: 70 g/m^2 , kalınlık: 0.35 mm, üretim şekli: su jeti) ve 100 % polipropilen (gramaj: 35 g/m^2 , kalınlık: 0.29 mm, üretim şekli: ısı işlem) dokunmamış kumaşlar kullanılmıştır. Çapı 30 mm boyutunda kesilen numuneler standart laboratuvar şartlarında kondüsyonlandıktan sonra iç yüzeyi (IF) ve dış yüzeyi (OF) olmak üzere sürtünme testleri uygulamışlardır. Sürtünme testleri sonucu elde edilen veriler SPSS (versiyon 14.0 Windows) programı kullanılarak istatistiksel analizi yapılmıştır. Sonuç olarak;

1. Su jeti yöntemi ile üretilmiş dokunmamış kumaş numunelerde pamuk oranı arttıkça sürtünme katsayısı değerinin arttığı,

2. Su jeti ve ısı işlem yöntemleriyle üretilmiş numunelerde test sonuçlarına baktığımızda gözle görülür kabul edilebilir istatistiksel farklılığın olmadığı,

3. Su jeti ile üretilmiş numunelerde iç yüzeyinde daha yüksek sürtünme katsayısı elde edilmiştir.

Sülar ve Okur (2008), “Handle Evaluation of Men’s Suitings Produced in Turkey” başlıklı çalışmalarında, kumaşların sübjektif değerlendirme tekniklerinden sertlik, kalınlık ve yumuşaklık gibi tutum özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada, Türkiye’de erkek dış giyiminde tercih edilen yünlü ve yün/polyester karışımı yetmişüç adet parça kumaş yaşları 23-65 arasında değişen, öğretim üyesi, araştırma görevlisi ve tekstil mühendisliği öğrencisi olan onüç bayan ve beş erkekten oluşan juri vasıtasıyla üç farklı zamanlarda kumaş tutumuna ait oniki özellik (kumaşa dokunulduğunda hissedilen, kumaşı gördüğünde ve dokunulduğundaki fikir, kalınlık, incelik, yumuşaklık, sertlik, kayganlık, pürüzlülük, sıkılık, dolgunluk, ve dökümlülük) incelenmiştir. Değerlendirme kriteri olarak aşağıdaki Çizelge 4.1 dikkate alınmıştır.

Çizelge 4.1. Değerlendirme skalası

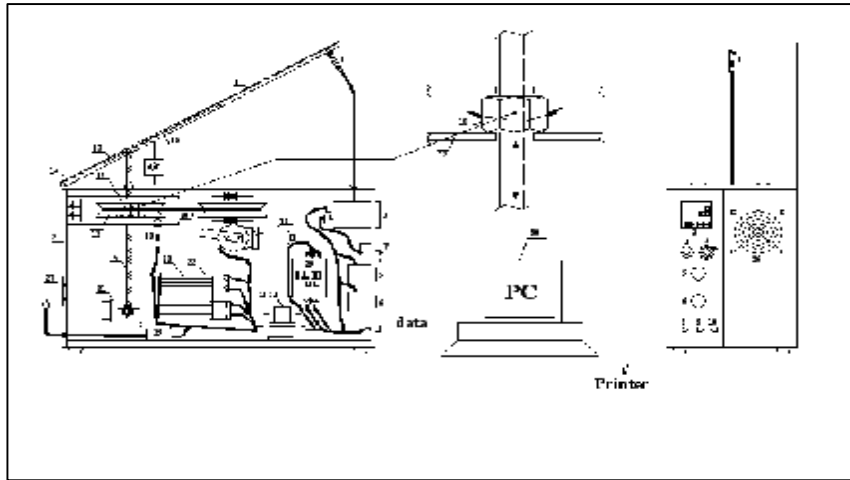
Özellik	Değerlendirme Skalası			Zaman
Kalınlık-İncelik	1 İncelik	5 Orta	10 Kalınlık	15
Yumuşaklık-Sertlik	1 Yumuşaklık	5 Orta	10 Sertlik	20
Pürüzlülük-Düzgünlük	1 Düzgünlük	5 Orta	10 Pürüzlülük	15
Toplam Tutum	1 Uygun Değil	3 Orta	5 En Uygun	15

Sonuç olarak; düşük gramajlı (100-200 g/m²) yünlü ve yün/polyester karışımı kumaşlarda sertlik, yumuşaklık ve kalınlık, orta gramajlı (200-320 g/m²) numunelere oranla daha düşük değerlerde olduğu gözlemlenmiştir .

Kalebek ve Babaarslan (2009), “Isıl Bağlama (Spunbond) ve Su-Jeti (Spunlace) Yöntemleriyle Üretilmiş Dokusuz Yüzeylerin Sürtünme ve Yumuşaklık Davranışlarının İncelenmesi” başlıklı çalışmalarında, ısıl bağlama ve su-jeti yöntemleriyle üretilmiş dokunmamış kumaş numunelerinin sürtünme özellikleri ile yumuşaklık özellikleri incelenmiştir. Yapılan çalışmanın amacına uygun konvensiyonel yapıda universal bir mukavemet test cihazı modifiye edilerek yeni bir test ortamı hazırlanmıştır. Deney materyali olarak ısıl bağlama tekniği ile üretilmiş

polipropilen ve havalı serme ile doku oluşturulan su jeti ile mekanik doku sabitleme işlemlerinden geçmiş poliester dokunmamış kumaş numuneleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, benzer fiziksel özelliklere sahip dokunmamış kumaşlar için sürtünme katsayısı yüksek olanların daha yumuşak bir tutuma sahip oldukları görülmüştür.

Babaarslan ve Kalebek (2009), “Inclined Plane Experiment Device For Determination Of Friction Coefficient On Fibrous Textile Surfaces” başlıklı çalışmalarında, eğik düzlem prensibi ile çalışan ve lifsi tekstil yüzeylerin sürtünmeye maruz kalması durumunda sürtünme katsayısını ve dolayısıyla yüzey yapı ve özelliklerini belirlemek için kompakt bir sistemin tasarımını yapmışlardır (Şekil 4.5). Tekstil yüzeylerinin sürtünme katsayısı ile olan ilişkisini açıklayan bu tasarım, eğik düzlemde yüzeydeki cismin kumaş yüzeyi üzerinden kaydırılması prensibi ile çalışmaktadır. Eğik düzleme yerleştirilen kumaşın üzerindeki ağırlığa göre delrin kızıağın kaymaya başladığı açı tespit edilmekte ve bu açı yardımı ile sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayısı hesaplanmaktadır.



Şekil 4.5. Eğik düzlem prensibine göre çalışan deney cihazı

- (1. Platform, 2. Ana Gövde, 3. Programlanabilir İmpulse Sayıcı, 4. Reset Tuşu, 5,6. Yukarı, Aşağı Kontrol Kumanda Tuşları, 7. Motor Hız Ayarlayıcı Reosta, 8. Kumanda Sigortası, 9. İmpulse Sayıcı Sigortası, 10. Motor Sigortası, 11. Metal Detektör $\phi 12$ mm, 12. Kasnak, 13. Metal Detektör $\phi 8$ mm, 14. Miknatıs, 15. Vida, 16. Kanal, 17. Metal, 18. Somun, 19. Motor, 20. Kayış, 21. Motor Trafo 100 VA, 22. Motor Trafo 50 VA, 23. Role Ry, 24. Role Ra, 25. Alt Limit Switch, 26. Hava Giriş Penceresi, 27. Fan, 28. Alimünyum Soğutucular, 29. Elektronik Devre, 30. Bilgisayar)

5. MATERYAL ve METOD

5.1. Materyal

Çalışma kapsamında deney materyali olarak spunbond (filament serme ve ısırl bağlama) ve spunlace (havalı serme ve su jeti ile bağlama) teknikleri ile üretilmiş dokunmamış kumaş numuneleri 3 gruba ayrılmıştır. İncelemeye alınan bu değişkenlerin kumaşlardaki sürtünme davranışını etkileyen faktörlere bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir. İncelemeye alınacak değişkenler şu şekilde gruplandırılmıştır.

- Gramaj
- Lif Cinsi
- Bitim İşlemi

Üç grup altında toplanan numunelere ait değerlendirmeler ve numune özellikleri aşağıda ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

5.1.1. Gramaj Grubu Dokunmamış Kumaş Numuneleri

Bayteks Tekstil San.ve Tic.A.Ş.- Gaziantep'ten spunbond tekniğı ile üretilmiş % 100 polipropilen (PP) ve Asnonwovens Akınal Sentetik A.Ş.-Gaziantep'ten su-jeti tekniğı ile üretilmiş % 100 poliester (PES) dokunmamış kumaş numuneleri temin edilmiştir. Uygulamada çoğunlukla filament serme ve ısırl bağlama işlemlerine karşılık gelen "spunbond" tekniğıyle filament çekme ve bu filamentleri belli bir düzene göre bir yüzey üzerine sererek doku oluşturma ve devamında doku bağlama işlemleri yapılmaktadır. Bu şekilde yapılacak bir üretim için eriyik ya da granül (cips) formundaki polimer madde (çoğunlukla PP ve PES) özelliklerine göre uygun viskozitede bir düze sisteminden basılarak filament telcikleri halinde çekilmekte ve devamında soğutulularak birbirlerine yapışmayacak şekilde katılaşmakta, gerekiyorsa ilave bir çekime tabi tutularak istenilen yapı ve forma getirilmekte ve devamında doku formu kazandırılmak üzere hareketli bir band (doku bandı) üzerine

serilmektedir. Oluşan bu dokunun bağlanması (sağlamlaştırılması) için devamında bağlama işlemine (çoğunlukla ısı bağlama) tabii tutularak üretim sürekli bir hat üzerinde tamamlanmaktadır.

Bu numuneler; koruyucu örtü, bir defa kullanılıp atılabilen çocuk bezi, hijyenik bayan pedi, ameliyat örtüsü gibi tıbbi malzemeler ve ayrıca mobilya-yatak örtüleri, halı sırtı, geotekstil, tarım ürünleri ve endüstriyel koruyucu giysi olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu kullanım yerlerinin çoğunda dokunmamış kumaşların sürtünme davranışı önemli bir etken olarak ortaya çıkmaktadır.

Numuneler Tekstil-Dokusuz Yüzey Test Metodu-Bölüm 3: Kopma Mukavemeti ve Uzama Tayini; ISO 9073-3; 1989, ve Tekstil- Dokusuz Yüzey Test Metodu-Bölüm 2: Kalınlık Tayini; ISO 9073-2; 1995 standartlarına uygun şartlarda test edilerek Çizelge 5.1 ve 5.2’de verilen değerler elde edilmiştir. Bu testler numune amaçlı kullanılan dokunmamış kumaşların önemli fiziksel özelliklerinden bazılarını belirlemek için uygulanmıştır.

Çizelge 5.1. Gramaja göre gruplandırılmış % 100 polipropilen (PP) dokunmamış kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri

Gramaj (g/m ²)	Hammadde	Üretim Şekli	Kalınlık (mm)	Kopma Mukavemeti (N/5 cm)		Uzama (%)	
				MD	CD	MD	CD
17	Polipropilen (PP)	Spunbond	0.11	45.0	40.0	65.0	65.0
20			0.15	65.0	52.0	65.0	66.0
30			0.20	90.0	76.0	70.0	65.0
50			0.30	88.0	61.7	107.4	134.4
70			0.36	167.7	143.5	49.1	49.6
100			0.49	200.0	163.0	70.0	71.0

Çizelge 5.2. Gramaja göre gruplandırılmış % 100 poliester (PES) dokunmamış kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri

Gramaj (g/m ²)	Hammadde	Üretim Şekli	Kalınlık (mm)	Kopma Mukavemeti (N/ 5 cm)		Uzama (%)	
				MD	CD	MD	CD
45	Poliester (PES)	Su-Jeti	0.31	89.1	72.2	103.7	95.8
70			0.40	145.7	235.9	48.4	44.8
100			0.75	312.2	355.1	49.7	49.6
120			0.82	123.5	123.7	65.0	45.1
150			0.75	188.9	303.8	59.5	52.1
200			0.96	357.4	754.6	78.1	59.9
250			0.94	385.1	756.1	60.8	61.9

5.1.2. Lif Cinsi Grubu Dokunmamış Kumaş Numuneleri

Asnonwovens Akınal Sentetik A.Ş., Gaziantep firmasından elde edilen numuneler taraklama yöntemi ile çapraz serilen doku su jeti yöntemiyle doku sabitleme işlemlerinden geçmiştir. Taraklama elyafın hazırlanması ve harman yapılması ile başlayan mekanik bir prosestir. Elyafın kimyasal yapısı, uzunluğu, kalınlığı, sertliği, yumuşaklığı, kıvrım gibi özellikleri göz önüne alınarak son ürüne göre bir harman hazırlanır. Lifler bir seri silindir üzerinde özel dizayn edilmiş dişli tellerin bulunduğu tarak makinesinde taraklanarak doku oluşturulur. Tülbentlerin tarak makinası çıkışında paralel tülbentlerin serici yardımıyla çapraz olarak yönlendirilmesi sağlanmaktadır. Çapraz serme makinesinde bulunan ve içinden tülbent dokusu geçen silindir çifti istenen doku genişliğine göre sağa ve sola hareket ederek tülbent dokusunu hareketli bant üzerine sermektedir.

Çalışmamızda kullanılan numune grubunun bir kısmı taraklama tekniği ile doku oluşturulduktan sonra su-jeti ile bağlama tekniğine göre sağlamlaştırılarak dokunmamış yüzey formuna dönüştürülmüştür. Doku bağlamada çok ince düze deliklerinden geçen yüksek basınçlı (250-600 bar) su kullanılarak dokuyu oluşturan liflerin birbirlerine bağlanması sağlanmıştır. Üretilen dokunmamış kumaşların

kalınlığı ve fiksaj derecesi su basıncının ayarlanması ile sağlanmaktadır. Su basıncı ilk jetten sonuncu jete kadar kademeli olarak arttırılmıştır. Sonuncu jet yüzeyin bütünlüğünün sağlanması açısından daha az bir basınçla tutulmuştur. Alttan vakum uygulanarak önce ortamda bulunan fazla su uzaklaştırılmış ve ardından hava yardımı ile asıl kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle elde edilen dokular esnek ve yumuşak bir tutuma sahiptir.

Bu numuneler tıbbi paketler, önlükler, temizlik bezleri, makyaj temizlik pedleri, koruyucu giysiler, ıslak mendil, ev tekstili gibi geniş kullanım alanına sahiptir. Aşağıda Çizelge 5.3-5.5'de bu grupta kullanılan numunelerin çalışma öncesi ölçülmüş bazı özellikleri verilmiştir.

Çizelge 5.3. Lif cinsine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri (45-70-100 g/m²)

Gramaj (g/m ²)	Hammadde	Üretim Şekli	Kalınlık (mm)	Kopma Mukavemeti (N/5cm)		Uzama (%)	
				MD	CD	MD	CD
45	Poliester (PES)	Su-Jeti	0.31	89.1	72.2	103.7	95.8
	Viskon (Cv)		0.22	90.2	76.8	112.2	102.1
70	Poliester (PES)		0.40	123.6	123.6	95.4	93.1
	Viskon (Cv)		0.34	132.9	136.2	96.4	101.2
100	Poliester (PES)		0.75	123.8	123.8	47.3	47.8
	Viskon (Cv)		0.34	156.2	176.5	52.3	54.9

Çizelge 5.4. Lif cinsine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri (12-17-100 g/m²)

Gramaj (g/m ²)	Hammadde	Üretim Şekli	Kalınlık (mm)	Kopma Mukavemeti (N/5 cm)		Uzama (%)	
				MD	CD	MD	CD
12	Polipropilen (PP)	Spunbond	0.10	23.0	11.0	40.0	40.0
17			0.11	45.0	40.0	65.0	65.0
100			0.49	200.0	163.0	70.0	71.0
12	Poliester (PES)		0.07	20.0	10.0	15.0	19.0
17			0.09	30.0	14.0	18.0	21.0
100			0.75	114.0	150.5	45.3	21.4

Çizelge 5.5. Lif cinsine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri (70-100 g/m²)

Gramaj (g/m ²)	Hammadde	Üretim Şekli	Kalınlık (mm)	Kopma Mukavemeti (N/5cm)		Uzama (%)	
				MD	CD	MD	CD
70	Polipropilen (PP)	Spunbond	0.36	178.0	138.0	70.0	70.0
	Poliester (PES)	Su-Jeti	0.40	220.0	310.0	32.0	24.0
100	Polipropilen (PP)	Spunbond	0.49	200.0	163.0	70.0	71.0
	Poliester (PES)	Su-Jeti	0.75	123.8	123.8	47.3	47.8

5.1.4. Bitim İşlemi Grubu Dokunmamış Kumaş Numuneleri

Çalışmanın bu bölümünde, ülkemizde yeni yeni önem kazanan ultraviyole, hidrofil ve antibakteriyel bitim işlemi uygulanmış ve uygulanmamış dokunmamış kumaş numuneleri kullanılmıştır. Hidrofilli ve ultraviyole kumaş numuneleri Gaziantep General Nonwoven A.Ş. ve antibakteriyel özellikteki numuneler ise

Denizli Ekosan Modern Giyim ve Medikal Ürünler San. ve Tic.Ltd.Şti, temin edilmiştir. Bu numunelere ait özellikler Çizelge 5.6’da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Bitim işlemine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri

Gramaj (g/m ²)	Hammadde	Üretim Şekli	Bitim İşlemi	Kalınlık	Kopma Mukavemeti (N/5 cm)		Uzama (mm)	
					MD	CD	MD	CD
17	PP	Spunbond	Ultraviyole	0.12	46.0	42.0	65.0	66.0
			Ultraviyolesiz	0.11	45.0	40.0	65.0	65.0
18	PP	Spunbond	Hidrofilli	0.15	41.7	18.8	36.3	38.4
			Hidrofilsiz	0.14	19.8	47.1	40.3	45.6
55	Cv	Su-Jeti	Bakteriyel	0.24	20.0	43.2	82.1	89.6
			Antibakteriyel	0.25	42.4	22.8	45.0	46.9

Uzun dönemde çok işlevli akıllı tekstil ürünlerinin ciddi boyutlu pazar payı alacağı beklenmektedir. Ar-Ge çalışmaları sonucu geliştirilecek bu ürünlerin üretimi, uzun yıllar güçlü Ar-Ge imkânlarına sahip bilgi toplumu ülkelerin tekelinde kalacak ve dolayısıyla buradan sağladıkları katma değer de yüksek olacaktır. Tekstil sektörünün bugünkü konumunu daha da güçlendirerek sürdürebilmesi ise, teknolojisini çağın önünde tutabilecek düzeyde geliştirmesine ve bilgi yoğunluğu ve katma değeri yüksek ürünlere yönelmesine bağlıdır. Bunun için, tekstil sektörünün faaliyet gösterdiği iplik, örme, dokunmamış kumaş, dokuma, tekstil terbiyesi ve hazır giyim alanlarında teknoloji geliştirme ve Ar-Ge çalışmalarına önem vermesi ve kaynak ayırması gerekmektedir.

5.1.4.1. Ultraviyole (UV) Bitim İşlemi

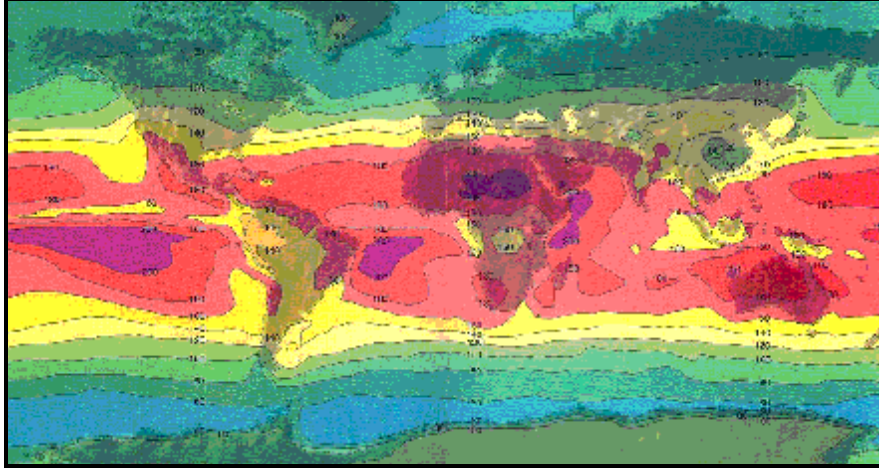
Yeryüzüne yakın güneş ışınlarının yaklaşık % 6 UV ışınları (mor ötesi ışınları, kısaca UV diye adlandırılır) içermektedir. UV ışınların hemen hemen tüm nesnelere ve canlı formları üzerinde etkileri benzerlik göstermektedir. Bilindiği üzere,

morötesi ışınlar, dalga boylarına göre UV-a (320-400 nanometre arası) ve UV-b (290-320 nanometre arası) olmak üzere ikiye ayrılıyor. UV-a ışınları, belirli bir dereceye kadar olumlu etkiye sahipken, UV-b ışınları hasar verici özellik gösteriyor. UV-b, DNA ve RNA yapısında değişimlere neden olmasının yanı sıra, daha birçok biyolojik molekülü de bozunmaya uğratmaktadır.

Çalışmada kullanılan UV özellikteki dokunmamış kumaş numuneleri sera örtüsü olarak kullanılmaktadır. Sera örtüsü üzerine etki eden ışınların mahsul üzerindeki etkisi çok büyüktür. UV ışını bitkilerin büyümesini sağlar. Sebze ve çiçeklerde renk gelişimini etkiler. UV ışını aynı zamanda bitki hastalıkları ve böcek hareketleri üzerinde de etkilidir. Çoğu böceklerin hedefleri olan bitkileri görebilmek için UV ışınına ihtiyaçları vardır. UV ışınının yokluğu böcekleri şaşırır. Böcekler emiş yolu ile bitkilerin öz suyundan yararlanırlar. Bunun için özellikle sebze ve çiçeklerin genç yapraklarını sever ve tercih ederler. Eğer UV ışınının sera içerisine girişi sera filmine karıştırılan katkı maddelerinin yardımı ile engellenirse, beslenmeleri bu bitkilere bağlı olan beyaz sinek ve diğer bir kısım böceklerin sera içerisindeki faaliyetleri de engellenmiş olur. [www.lenzing.com,2009; www.yoncaplastik.com.tr,2009; www.jwocky.gsfc.nasa.gov,2008].

Tekstil materyallerine U.V. özellik 3 temel faktöre göre seçim yapılarak uygulanmaktadır.

1. Dünyanın hangi bölgesinde kullanılacak
2. Ne kadar süre için gerekli
3. Bina içi/Bina dışı



Şekil 5.1. UV ışınların maruz kaldığı bölgeler [www.lenzing.com, 2009]

Şekil 5.1’de verilen haritada kırmızı, pembe ve mor renkler UV ışınlarına daha fazla maruz kalan bölgeleri, sarı, yeşil ve mavi renkler ise UV ışınların daha az etkilediği bölgeleri göstermektedir. Bu haritayı ülkemiz açısından değerlendirecek olursak sarı renkte olduğunu yani güneş ışınlarının ne çok fazla ne de çok az olduğu ortalama bir değerde olduğunu görmekteyiz. Bu demek oluyor ki; tekstil materyaline çok fazla oranda UV özellik kazandırmak gerekmemektedir.

Bu çalışmada kullanmış olduğumuz numunelere UV özellik eriyikteki polipropilen lifi ile birlikte belli oranlarda karıştırılmak suretiyle kumaşa eklenmiştir. UV özellikteki ürün Ciba Özel Kimyevi Ürünler San. ve Tic. Ltd. Şti ‘den elde edilmiştir. Ultraviyole ışınlarının zararlı etkisini azaltarak iplik mukavemetinin düşmesini geciktiren ve polipropilen’in yapısını koruyarak direncini arttıran ve dokunmamış kumaşlarda tercih edilen polipropilen esaslı bir üründür. Bu ürüne ait özellikler aşağıda Çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7. UV ürünün özellikleri [www.ciba.com, 2009]

Ürün Kodu	CIBA® CHIMASSORB® 2020 FDL	
Görünüm	Açık sarı granül şeklinde	
Moleküler Ağırlık (g/mol)	2600-3400	
Karışım Oranı (%)	0.6Aktif Ürün-3Masterbatch (Boyarmadde)	
Erime Sıcaklığı (°C)	120-150	
Özgül Ağırlık (g/cm³)	1.01	
Buhar Basıncı (Pa)	7E-10	
Çözünürlük (20°C) (% ağırlık/ağırlık)	Water	< 0.0001
	n-Heksan	> 50
	Tetrahidrofuran	> 15
	Diklorometan	> 15
	Ethanol 95/5	> 2.5
	n-Octanol	> 1.0
	Izoproponal	> 0.2

5.1.4.2. Hidrofil Bitim İşlemi

Tekstil mamullerinin kullanım amacına ve yerine uygun olarak sahip olmaları gereken önemli özelliklerden biri su emicilik veya hidrofilitedir. Hidrofilite, malzemenin suyu emme özelliğidir. Su geçirmezlik veya su iticilik bitim işlemi uygulanarak hidrofob (su itici) karakter kazandırılmış olan tekstil ürünleri dışında kalan mamullerin hemen hemen hepsinin iyi bir emicilik yeteneğine sahip olması istenmektedir. Ayrıca özellikle bebek bezi iç tabakası, hijyenik kadın bağı üst tabakası, temizlik bezi gibi ürünlerinin iyi bir yumuşaklık derecesine de sahip olmaları istenen bir durumdur. Özellikle doğrudan cilde temasın söz konusu olduğu mamullerin hidrofil ve yumuşak olmaları gerekmektedir.

Mamullerin hidrofilite özellikleri kullanılan dokunun yapısı ve hammadde özellikleri parametrelerden etkilenebilmektedir. Bunun yanısıra apre işlemleri esnasında kullanılan kimyasallar ve özellikle yumuşatıcı maddeler de söz konusu özellikleri önemli ölçüde etkilemektedir. Bazı yumuşatıcı maddeler kimyasal

yapılarından dolayı tutumu iyileştirirken kumaşın hidrofilitasını olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Bu çalışmada kullanmış olduğumuz numunelere hidrofil özellik tekstil terbiyesi şeklinde kumaşa eklenmiştir. Bu ürüne ait özellikler aşağıda Çizelge 5.8'de verilmiştir.

Çizelge 5.8. Hidrofil ürünün özellikleri [www.ciba.com, 2009]

Ürün Kodu	CIBA® IRGASURF® HL 560
Görünüm	Ufak Tanecik Formunda
Renk	Kirli Beyaz
Karışım Oranı (%)	2-3
Erime Sıcaklığı (°C)	160-165
Özgül Ağırlık (g/cm³)	0.45-0.55

Bu gruptaki numunelere istenen özellikleri kazandırabilmek için uygulanan işlemlerin numunelerin sürtünme özelliklerini nasıl etkilediğinin bilinmesi, bu aşamada yapılan çalışmanın amacını teşkil etmektedir.

5.1.4.3. Antibakteriyel Bitim İşlemi

Antibakteriyel özellik, geleneksel tekstil yapılarında olduğu kadar dokunmamış tekstil yüzeyinde de kullanılmaktadır. Geleneksel tekstil yapılarında antibakteriyel özellik, çoraplarda, spor giysileri, çalışma elbiseleri, yatak takımları, yer kaplamaları gibi normal günlük kullanımda hijyenik problemlerle karşı karşıyadır. Bu nedenlerden dolayı, antibakteriyel uygulamalara gerek duyulmuştur. İnsanların bin yıldır doğal maddeler kullanarak hastalıklarla mücadele etmesine rağmen ve yüzyıldır bakteri ve mikropların hastalıklara neden olduğu bilinmesine rağmen, antibakteriyel maddeler sadece 20. yüzyılda üretilmeye başlanmış ve tekstil materyallerine eklenmeye başlanmıştır.

Antibakteriyel özellik kazandırılmış dokunmamış kumaş numunelerin vücuda uyumluluğu esas alındığından %100 viskon malzemeden üretilmiştir. Dokunmamış

kumaş numunelerinin hammaddesinden dolayı emicilik özelliği pamuğa göre daha fazladır. Normal şartlarda % 11-14 oranında nem toplamakta, şişme oranı çok yüksek olduğu için % 80-120'ye kadar su emebilmektedir. Ayrıca numune kızarıklık, mantar, kötü koku ve alerji gibi hastalıklara sebep olmaması açısından anti-bakteriyel bitim işlemi uygulanmıştır. Sürtünmeye tabi tutulan dokunmamış kumaş numuneleri, öğrenci yurtları, askeri tesisler, hastaneler, oteller, cezaevleri v.b. yapıda olan çamaşır yıkamanın sorun olduğu ve temizliğin ön plana çıktığı, tek kullanımlık iç çamaşırları (boxer, slip, tanga v.b.), çarşaf ve yastık kılıfı, hasta önlüğü, doktor/hemşire önlüğü, havlu ve terlik olarak kullanılmaktadır.

Mekanik yöntemler ile taraklarda tülbent elde etmek için, lifler açma ve harmanlama işlemlerinden geçmiştir. Üretim sırasında liflerin sevki boruların içerisindeki hava akımı yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Lifler açıldıktan sonra tarak makinası yardımı ile taranmış ve taraklardan tülbent halinde alınmıştır. Elde edilen bu tülbentler düzelerden gelen yüksek basınç ile püskürtülen su içneleri yardımıyla tülbent içerisindeki lifler birbirlerine bağlanarak, düğümlenerek sabit bir tekstil yüzeyi oluşturulmuştur.

Antibakteriyel bitim işlemlerinde tekstil ürününe çektirme, emdirme, vakumla aplikasyon, maksimum flotte aplikasyonu, aktarma, püskürtme, köpükle aplikasyon ve kaplama yöntemlerinden birinin yardımıyla antibakteriyel maddeler aktararak mikroorganizmaların etkinlikleri durdurulmaktadır. Bu çalışmada kullanmış olduğumuz numunelere antibakteriyel özellik tekstil terbiyesi şeklinde kumaşa eklenmiştir (Çizelge 5.9).

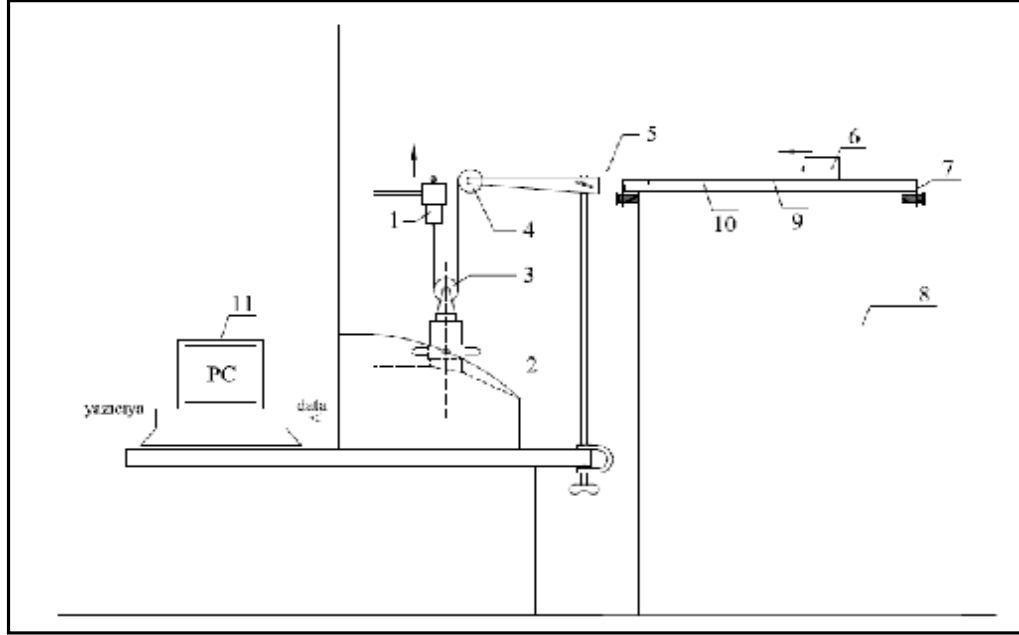
Çizelge 5.9. Antibakteriyel bitim işlemi [www.microban.com, 2007]

Uygulama Şekli	Fulard Banyosu
Reçete	% 0,5 * 100\ 80 ≈ % 0,63 6,3 g\l Microban Likid Formülasyonu 9200-200 <u>Yumuşatma ve antibakteriyel uygulama için:</u> 10-20 g\l Adasil SM 10 g\l Adalin NI 20 g\l Belfasin 2015 7 g\l Microban Likid Formülasyonu 9200-200 1 g\l Fluidol W 100
Uygulama Miktarı	% 0,5 Microban Likit Formülasyonu (non-iyonik-% 80 pick up)
Uygulama pH'ı	5-6
Kurutma	Ön kurutmadan sonra esas kurutma işlemi ile en az 1 dakika kurutma işleminden geçmektedir.

5.2. Metod

5.2.1. Tasarımı Yapılan Cihaz

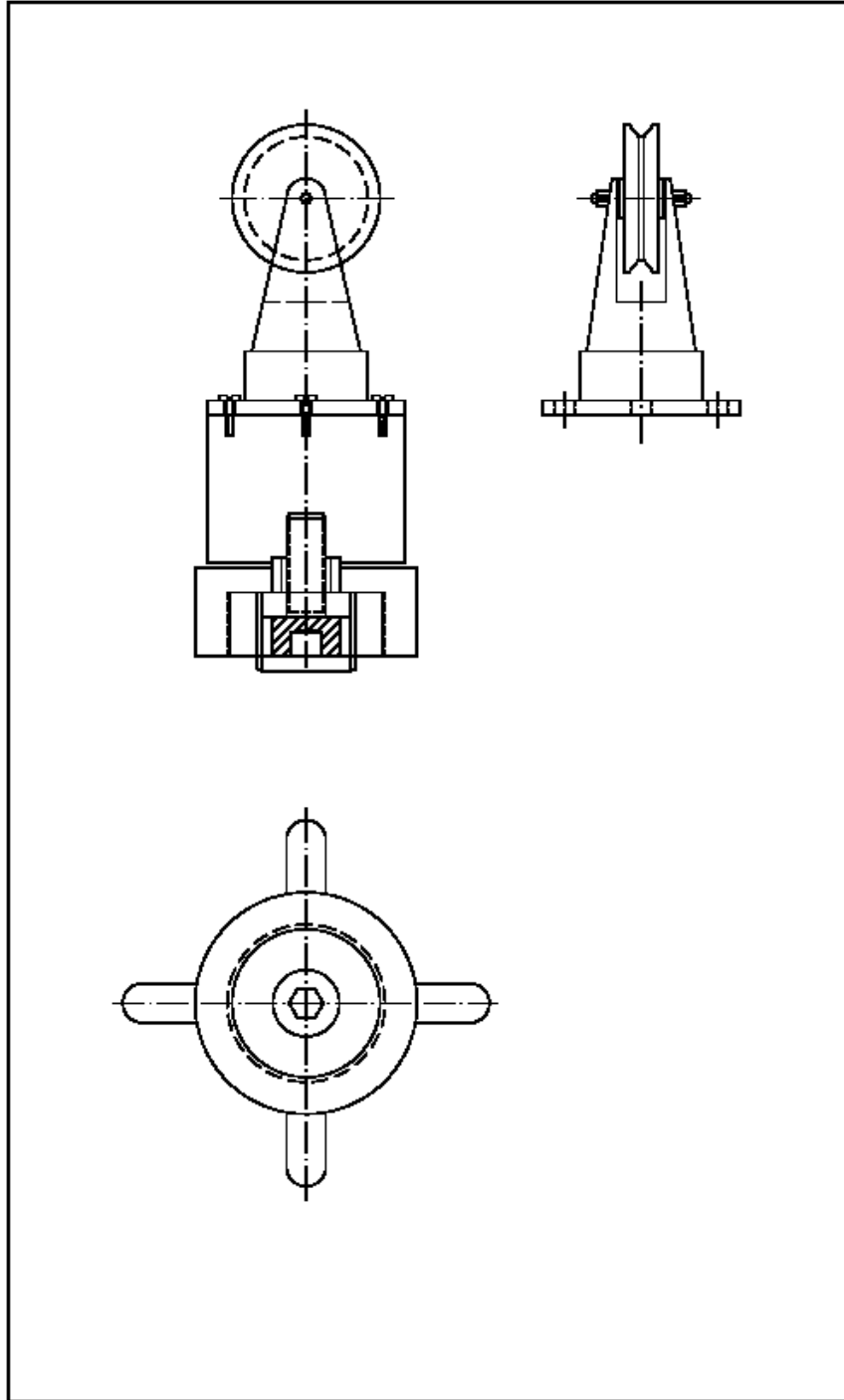
Öncelikle çalışma amacına uygun olarak, Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü İplik Laboratuvarı'nda bulunan Titan Universal Mukavemet Test Cihazı'nda yapılması gereken değişiklikler belirlenmiştir. (Şekil 5.2). Yapılması gereken değişikliklerin teknik çizimleri tamamlanarak, gerekli aksam ve ünitelerin imalatı yaptırılmıştır. Bu ekipmanların mukavemet test cihazı üzerine montajı yapıldıktan sonra, gerekli düzeltmeler yapılarak dokunmamış kumaş endüstrisinde çok kullanılan kumaşlara sürtünme testleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.2. Yatay platform sürtünme test düzeneği (Babaarslan ve Kalebek, 2008; Kalebek ve Babaarslan, 2009)

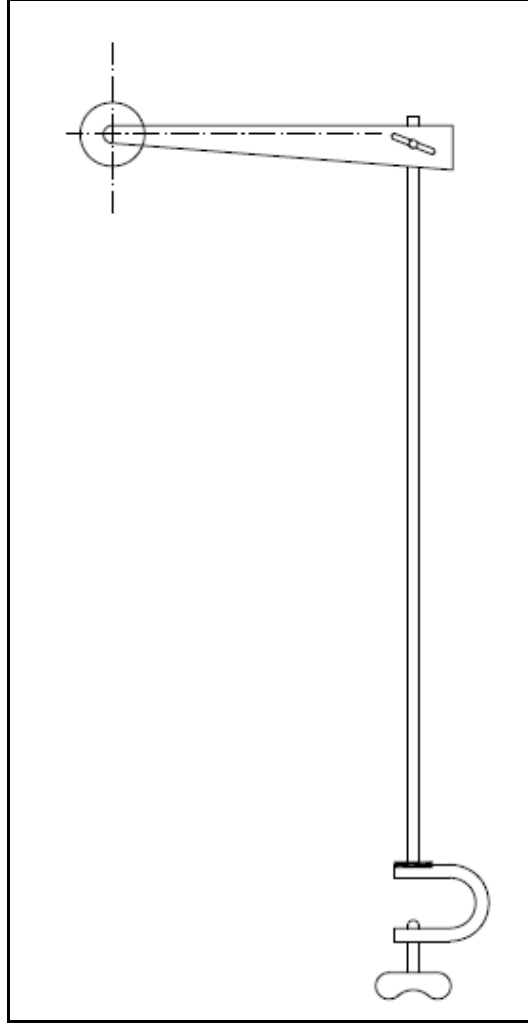
(1. Taşıyıcı Üst Çene, 2. Load Cell, 3,4. Makara, 5. İp, 6. Delrin Kızak, 7. Kızak Yatağı, 8. Deney Masası, 9. Sünger, 10. Kumaş, 11. Bilgisayar)

Çalışma kapsamında modifikasyonlar dâhilinde Tasarım ve imalatı yapılmış olan bu deney düzeneği sürtünmesiz makaralar, esnemeyen çırpı ipi, kızak ve kızak yatağından oluşmaktadır. Titan Universal Mukavemet Cihazı'nın alt çenesinde yer alan load cell'in bulunduğu kısım çıkartılarak sürtünmesiz makara yerleştirilmiştir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Deney seti için tasarım ve imalatı yapılan birinci makara

Makaralardan geçirilen iplik boyunca uygulanan kuvvetin eşit olması için ikinci bir sürtünmesiz makara (Şekil 5.4) imal edilmiştir. Bu aksam makaranın altında yer alan mengene ile mukavemet cihazının bulunduğu masaya sabitlenmiştir.

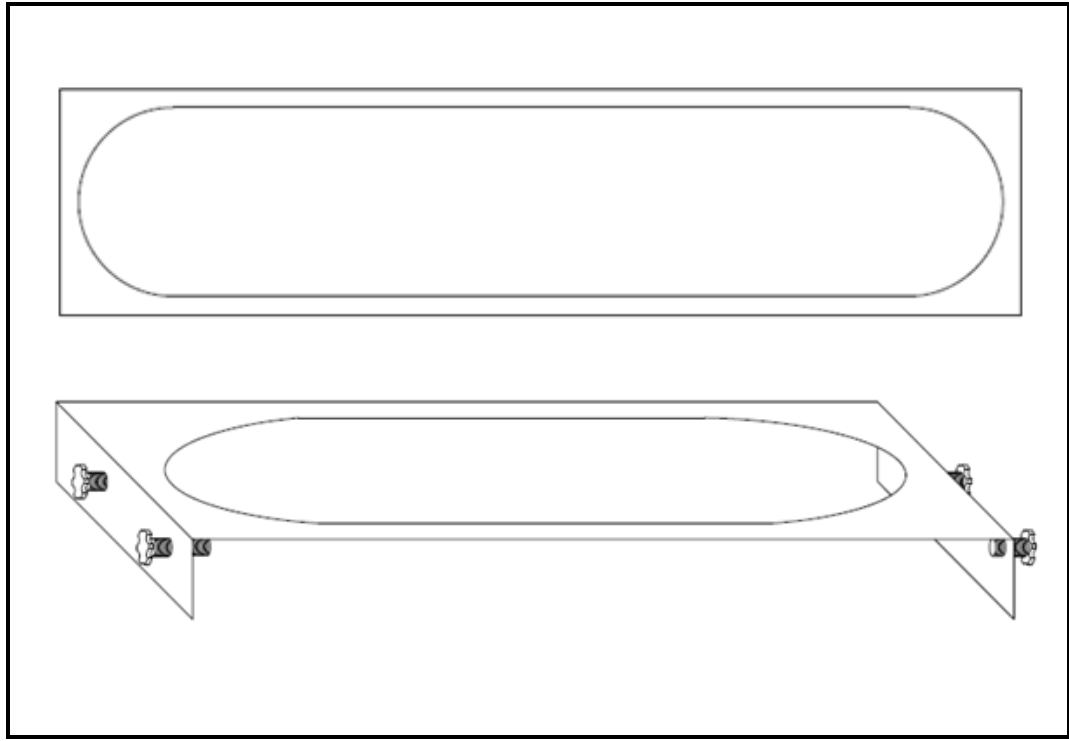


Şekil 5.4. İkinci sürtünmesiz makara

Mukavemet cihazının üst çenesine esnemeyecek şekilde bir ip takılarak, makaralardan geçirilmiştir. Uygun ebatlardaki kelepçe yardımı ile dairesel 50 mm² ebatlarındaki delrin kızığa Martindale Aşınma ve Boncuklanma Cihazı'na (TS EN ISO 12947-1/AC) uygun olması açısından önce standart keçe ve üzeri ise standart aşındırıcı yün kumaş ile kaplanarak ve farklı sürtünme yüzeylerini temsil etmesi

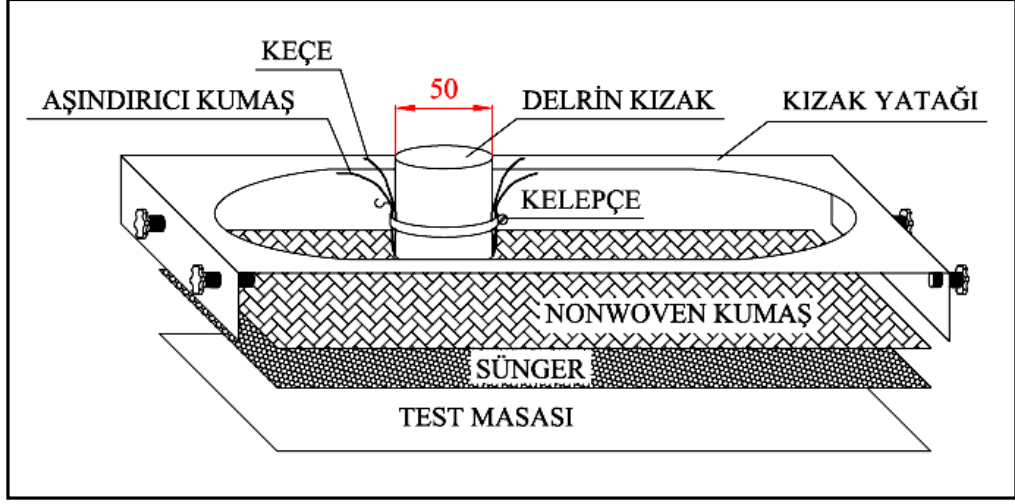
bakımından ahşap ve metal (alüminyum) ile sürtünme testleri uygulanmıştır. Farklı temas yüzeylerinin seçilmesinin sebebi cisimlerin üretim ve kullanım aşamasında kumaş-kumaş ve kumaş-tekstil olmayan yüzeylerle sürtünme etkisinde kalmasından dolayıdır.

Numunenin deney masasına hafif gergin şekilde durması ve deney esnasında kaymaması, kıvrılmaması, bükülmemesi veya toplanmaması için numuneyi sabit tutacak Şekil 5.5’de görülen kızak yatağı aparatı tasarlanmıştır.



Şekil 5.5. Kızak yatağı

Delrin kızak deney esnasında kızak yatağı boyunca yatay pozisyonda doğrusal hareket etmektedir. Deney masası üzerine sürtünmenin gerçekleştiği platform kısmına ise yine Martindale Aşınma ve Boncuklanma Cihazı'na (TS EN ISO 12947-1/AC) uygun olması açısından 1 mm kalınlığında sünger ve dokunmamış kumaş numunesi yerleştirilmiştir (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. Delrin ve numunelerin yerleştirilmesi

Belirlenen hızda mukavemet cihazının üst çenesi hareket ederken tahta parçasını da çekmekte ve iki yüzey arasında sürtünme gerçekleşmektedir. Bu sırada harekette meydana gelen, dokunmamış kumaş yüzey yapısından kaynaklanan yük değişimleri, mukavemet cihazının Universal Strength Tester Version 6.1.2 yazılımı kullanılarak kumaşın sürtünme davranışının incelenmesini sağlayacak grafik ve sayısal değerler olarak elde edilmektedir.

Sürtünme testleri beş farklı yük (7.4, 10.2, 14.5, 17.3, 20.2 N) altında, iki farklı hızlarda (250, 500 mm/dk), numunelerin Makine Yönü (MD), Çapraz Yönü (CD) için kumaşın 3 farklı noktasından gerçekleştirilmiştir. Tüm testler 20 ± 2 °C sıcaklık, % 65 ± 5 bağıl nem koşullarında ve kumaşlar en az 24 saat süre ile kondüsyonlandıktan sonra yapılmıştır. Sürtünme testleri sonucunda hareketin başlangıcındaki en yüksek değeri statik sürtünme direnci ve devamında okunan değerlerin ortalaması ise, kinetik sürtünme direnci olarak kabul edilmiştir.

5.2.2. Kumaşlara Uygulanan Testler

5.2.2.1. Kalınlık Tayini

Çalışmada kullanılan dokunmamış kumaşların kalınlığı, ISO 9073-2; 1995, “Tekstil- Dokusuz Yüzey Test Metodu-Bölüm 2: Kalınlık Tayini” standardı esas alınarak tayin edilmiştir. Numuneler, standart atmosfer şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%65\pm 2$ bağıl nem) 24 saat süreyle kondüsyonlandıktan sonra, kumaş kalınlığı tayini yapılmıştır. Kumaş kalınlığı, numunenin yüzeyine belli bir basınç uygulayan dairesel baskı ayağı arasındaki mesafeyi milimetre olarak ölçen tekstil kalınlık ölçüm cihazı (Şekil 5.7) ile yapılmıştır.

Kalınlık ölçümü yapılırken kumaşın eni boyunca 5 tane ölçüm yapılmış, ölçüm işlemi kumaş boyunca 2 kez tekrar edilmiştir. Bu şekilde her kumaş için toplam 10 tane kalınlık ölçümü yapılmıştır. Ölçülen 10 tane değerın ortalaması alınarak kumaş kalınlığı hesaplanmıştır.

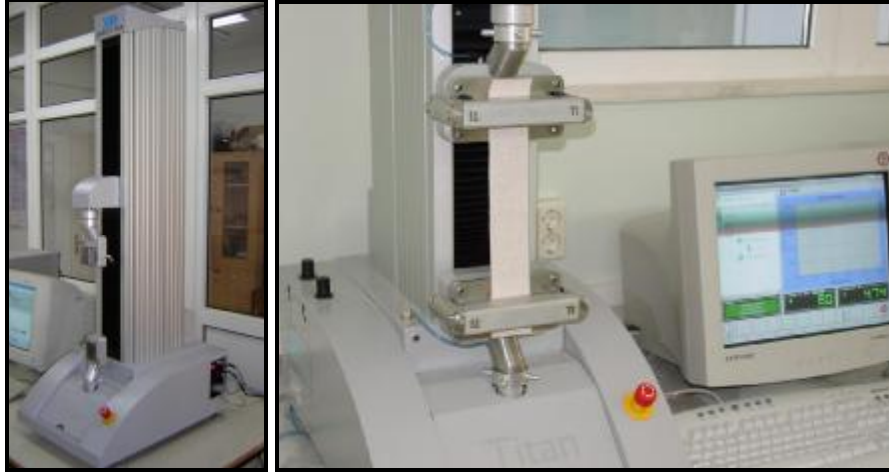


Şekil 5.7. Kalınlık ölçüm cihazı (www.aatcc.com, 2009)

5.2.2.2. Kumaşların Kopma Mukavemeti ve Uzaması

Kumaşların kopma mukavemeti ve uzaması ISO 9073-3;1998 “Tekstil-Dokusuz Yüzey Test Metodu-Bölüm 3: Kopma Mukavemeti ve Uzama Tayini” standardına göre Titan Marka Universal Mukavemet Test Cihazı (Şekil 5.8) yapılmıştır. Cihaz standart bir bilgisayar ile bağlantılı olarak özel yazılımı vasıtasıyla çalıştırılmaktadır. Mukavemet testi için numunelerin sıkıştırıldığı çeneler yüksek basınçla çalışmaktadır. Test esnasında elde edilen kuvvet/uzama diyagramı bilgisayar ekranından görüntülenebilmekte ve test verileri ile birlikte yazıcıda yazdırılabilmektedir.

Deneyde “Sabit Uzama Hızı” prensibi esas alınmıştır. Sabit Uzama Hızı prensibi, CRE-Constant Rate of Extension olarak da isimlendirilmektedir. Kumaşların kopma mukavemeti tayini Kavrama (Grab) veya şerit (Strip) metoduna göre yapılabilmektedir. Bu deneyde, kumaşların kopma mukavemeti-uzaması testinde, şerit metodu esas alınarak uygulanmıştır.



(a) (b)
Şekil 5.8. Titan universal mukavemet test cihazı (a) cihazın görünümü
(b) numunenin cihaza yerleşimi

Numuneler, deneyden önce standart atmosfer şartlarında (20 ± 2 °C sıcaklık ve $\%65 \pm 2$ izafi rutubet) 24 saat kondüsyonlanmıştır. Her bir deney numunesinin eni $50 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ ve boyu 200 mm olarak hazırlanmıştır. Her bir deney numunesi, uzun kenarı kumaşın MD ve kısa kenarı CD yönü doğrultusuna paralel olacak şekilde kesilmiştir.

5.2.2.4. Görüntü Analizi

Çalışmada kullanılan dokunmamış kumaş numunelerin yüzey görüntüleri Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Görüntü Analiz Laboratuvarı'nda bulunan Dijital Stereo Mikroskop (Şekil 5.9) ve mikroskoba bağlı bulunan bilgisayar kullanılarak çekilmiş ve incelenmiştir.



Şekil 5.9. Digital stereo mikroskop

Kullanılan mikroskop, dijital kameralı, büyütme oranı (10x~40x) aralığında olan, netlik ayarı yapılabilen, dijital kamera ile çekilen görüntülerin bilgisayara aktarılabilirdiği ve bilgisayara aktarılan toplam büyütmenin, objektifin büyütme oranının 12.5 katı olduğu (125x~500x) bir cihazdır (www.sdlatlas.com, 2009).

5.2.3. İstatistiksel Analiz

Güncel yaşamda veya sanayide karşılaşılan problemleri çözmek için problemi çok yönlü olarak ele almak gerekmektedir. İncelenen bir olayı etkileyen sayısız faktör bulunabilmektedir. Bu nedenle incelemeye alınan tüm faktörleri dikkate alarak incelemek ve çözüm önerilerini ortaya koymak gerekmektedir.

Elde edilen test sonuçlarının değerlendirilmesi için Design Expert 6.0.1 istatistik programından yararlanılmıştır. Programda $\alpha = 0.05$ anlamlılık seviyesinde varyans analizi yapılmıştır.

5.2.3.1. Varyans Analizi (ANOVA)

Varyans analizi aynı şartlarda elde edilen veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olup olmadığını tespit etmeye yönelik bir analiz tipidir. ANOVA analizi bağımsız değişkenlerin kendi aralarında nasıl etkileşime girdiklerini ve bu etkileşimlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini analiz etmek için kullanılır (Montgomery, 1990).

Bu çalışmada, statik ve kinetik sürtünme katsayısı değerlerinin, gramaj, uygulanan kuvvet, deney hızı, kumaş yönü, lif cinsi, bitim işlemlerinin faktörünün hangi düzeyde etkilediği ve yapılan etkinin anlamlılık seviyesi varyans analizi metodu ile incelenmiştir. Bu amaçla, gramaj, uygulanan kuvvet, deney hızı, lif cinsi, kumaş yönü, bitim işlemine bağlı olarak kumaşın sürtünme katsayısı (statik ve kinetik) değerlerini tahmin eden regresyon analizi yapılmıştır.

İstatistiksel analiz yapılırken, fiziksel ve mekanik özellikleri etkileyen kumaş yönü, lif cinsi ve bitim işlemi kategorik (isimsel), gramaj, uygulanan kuvvet ve hız ise nümerik (sayısal) faktör olarak alınmıştır (Çizelge 5.10).

Çizelge 5.10. Dokunmamış kumaş numuneleri için kurulan tasarım

Gramaj Grubu				
	Bağımsız Değişken	Seviyeler		Bağımlı Değişken
Polipropilen (PP) ve Poliester (PES)	Gramaj (g/m ²)	6	17-20-30-50-70-100, 45-70-100-120-150-200-250	Statik ve kinetik sürtünme katsayısı
	Uygulanan Kuvvet (N)	5	7.3, 10.2, 14.5, 17.3, 20.2	
	Hız (mm/dk)	2	250, 500	
	Kumaş Yönü	2	MD-CD	
Lif Cinsi Grubu				
45-70-100 12-17-100 70-100	Gramaj (g/m ²)	3	(45-70-100, 12-17-100, 70-100)	Statik ve kinetik sürtünme katsayısı
	Uygulanan Kuvvet (N)	5	7.3, 10.2, 14.5, 17.3, 20.2	
	Hız (mm/dk)	2	250, 500	
	Kumaş Yönü	2	MD-CD	
	Lif Cinsi	2	PES-CV, PES-PP	
Bitim İşlemi Grubu				
UV Hidrofil Anti-bakteriyel	Uygulanan Kuvvet (N)	5	7.3, 10.2, 14.5, 17.3, 20.2	Statik ve kinetik sürtünme katsayısı
	Hız (mm/dk)	2	250, 500	
	Kumaş Yönü	2	MD-CD	
	Bitim İşlemi	2	Bitim İşlemi Uygulanmış- Bitim İşlemi Uygulanmamış	

Design Expert paket programında yer alan Faktoriyel (Factorial) menüsünden “General Factorial” tasarımı çalışmada yer alan faktörlerin seviyelerinin farklı olmasından dolayı seçilmiştir. Çoğu deneyler iki yada daha fazla faktörlerin etkisi altındadır. Genel olarak faktöriyel design birçok etki altında kalan deney tiplerinde kullanılması daha etkilidir. Bağımsız değişkenler (gramaj, uygulanan kuvvet, deney hızı, kumaş yönü, lif cinsi, bitim işlemi) programa girildikten sonra tepki değerleri olarak deneysel çalışmalar sonucu elde edilen sürtünme katsayısı değerleri (statik ve kinetik) programa girilmiştir. Program ile varyans analizi (ANOVA) yapılarak hangi modelin kullanılması gerektiği belirlendikten sonra oluşturulan modelden regresyon analizi yapılmıştır.

5.2.3.2. Regrasyon Analizi

Regrasyon Analizi değişkenler arasındaki bağintıyı temsil eden matematik modeli belirlemeye ve modelin yeterlilik düzeyini araştırmaya yönelik, etkin ve değişik bilim alanlarında yaygın şekilde kullanılan bir yöntemdir. Polinom şeklindeki bir regrasyon modeli aşağıda gösterilmiştir.

$$y(t) = a + b_1x(t) + b_2x^2(t) + \dots + b_{nb}x^{nb} + e(t) \quad (t = 1, 2, \dots, N) \quad (5.1)$$

Burada $y(t)$ bağımlı değişken vektörü (çıkış büyüklüğü), $x(t)$ bağımsız değişken vektörü (giriş büyüklüğü), nb modelin derecesi, N ölçü sayısı, a , b_1 ve b_2 model katsayıları, $e(t)$ hata değişkenidir.

Belirlilik Katsayısı (R^2); Belirlilik katsayısı, kullanılan $x(t)$ değişkenlerinin $y(t)$ 'deki toplam değişimi açıklayabilme oranını vermektedir. R^2 0-1 aralığındadır. Bu katsayı aşağıdaki ifade ile hesaplanmaktadır.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^N e(t)}{\sum_{t=1}^N (y(t) - \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N y(t))^2} \quad (5.2)$$

Düzeltilmiş Belirlilik Katsayısı (R^2_d);

İstatistiksel analiz sonucunda, modellerinden en uygun olan seçilir. Doğrusal (Lineer), 2FI (İkili etkileşim), Kuadratik (Kare) ve Kübik modelleri arasından uygun olan seçilir. Deneysel sonuçlar için uygun olan model seçilirken sadece R^2 değerine bakılmaz. R^2 'nin büyük çıkması her zaman modelin iyi olduğu sonucunu göstermemektedir. Çünkü modele konu ile ilgili veya ilgisiz bir değişkenin eklenmesi R^2 'nin değerini artırmaktadır. Dolayısıyla R^2 'si büyük olan modeller her zaman tahmin yapmada en iyi model olmamaktadır. R^2 değerinin 0.7 ile 1.0 aralığında olması modelin doğru kabul edilebilirliği hakkında bilgi vermektedir

(Montgomery, 1990). Ayrıca tahmin edilen R_2 (P_{pre}) ise modelin yeni olayları tahmin edebilme yeteneğini gösteren bir değer olmaktadır.

Design Expert 6.0.1 paket programında yer alan Lineer, 2FI (İkili etkileşim), Kuadratik (Kare) ve Kubik Modellerinin denklemleri sırayla (5.3)-(5.6) formül numaraları ile verilmiştir.

$$f(x) = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \quad (5.3)$$

$$f(x) = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1x_2 + b_5x_1x_3 + b_6x_2x_3 \quad (5.4)$$

$$f(x) = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2 + b_6x_3^2 + b_7x_1x_2 + b_8x_1x_3 + b_9x_2x_3 \quad (5.5)$$

$$f(x) = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2 + b_6x_3^2 + b_7x_1x_2 + b_8x_1x_3 + b_9x_2x_3 + b_{10}x_1^3 + b_{11}x_2^3 + b_{12}x_3^3 + b_{13}x_1^2x_2 + b_{14}x_1^2x_3 + b_{15}x_1x_2^2 + b_{16}x_1x_3^2 + b_{17}x_2^2x_3 + b_{18}x_2x_3^2 + b_{19}x_1x_2x_3 \quad (5.6)$$

Burada x_1 , x_2 , x_3 , bağımsız değişkenler, a , b_1 , b_2, \dots, b_{18} ise bilinmeyen katsayılardır. Modelin kullanılabilirliği açısından mümkün olduğu kadar basit, az değişken içermesine dikkat etmek gerekmektedir.

Design Expert 6.01 programı, girilen deneysel sonuçlar üzerinden sistem için en uygun olan model eşitliğini belirlemektedir. Programın tavsiye ettiği modelin yanı sıra diğer modeller de tek tek denenmiş, bağımsız değişkenler tek tek girilmiş, modele çok fazla etkili olmayan değişkenler denklemden çıkarılmıştır. Modelin kullanılabilirliği açısından mümkün olduğu kadar model basite indirgenmeye çalışılmıştır.

Artık Analizi

Regrasyon analizi ile elde edilen modelin ortaya çıkardığı hata terimleri analiz edilerek modelin tahminlemede kullanılıp kullanılmayacağı karar verilir. Modelden elde edilen hataların dağılımı normal dağılıma uygun olmalıdır. Söz konusu hatalar normal dağılıma uygun bir dağılım gösteriyorsa oluşturulan model tahminlemede kullanılabilir olacaktır.

6. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

“Değişik Yöntemlerle Elde Edilmiş Dokunmamış Kumaşların (Nonwoven) Aşınma-Sürtünme ve Yüzey Özelliklerinin İncelenmesi” konulu tez çalışmasıyla ilgili olarak, dokunmamış kumaş numunelerinin yüzey özelliklerini belirlenebilmesi amacıyla aşağıda belirtilen kapsamda çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmalar;

- Sürtünme katsayısı tayini çalışmaları (μ),
- Görüntü analizleri çalışmaları

şeklinde sıralanabilir.

Tez çalışması kapsamında, sürtünme davranışı incelenecek numuneler 3 farklı gruba ayrılarak deneysel tasarımı yapılmıştır. Bu gruplar gramaj, lif cinsi ve bitim işlemleri şeklindedir. Kumaşlardaki sürtünme davranışının 6 faktöre bağlı olacağı düşünülmektedir. Bu faktörler gramaj, uygulanan kuvvet, test hızı, kumaş yönü, temas yüzeyi, statik ve kinetik sürtünme katsayısıdır. Bu beş temel faktörün kumaşların yüzey özelliklerine etkisi yukarıda bahsedilen testlerin gerçekleştirilmesi ile elde edilmiştir. Tüm sürtünme davranışı test sonuçları ve görüntü analizi fotoğrafları tezin sonunda Ek-1 ve Ek-2 kısmında verilmiştir. Bu bölümde test sonuçlarının değerlendirilmesine yer verilmektedir.

6.1. Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Etkileşimi İçin Testler ve Sonuçların Değerlendirmesi

6.1.1. Gramaj Grubu Numuneler İçin Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Sürtünme Testleri

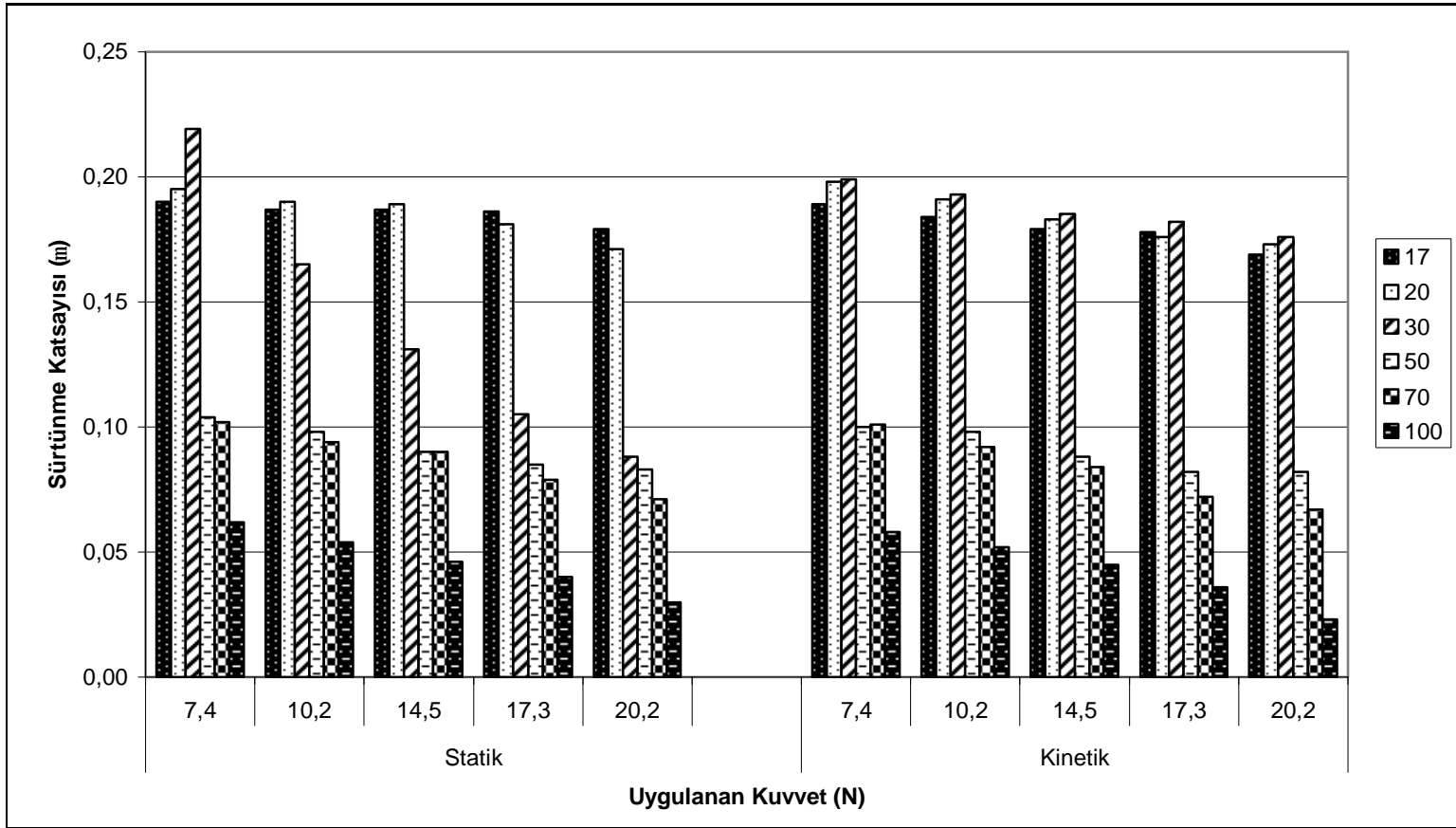
Gramaj grubu dokunmamış kumaşlara ait kumaş-aşındırıcı kumaş numuneleri üzerinde yapılan sürtünme test sonuçları tezin sonunda ek olarak (Ek 1.1 ve 1.2) verilmiştir. Bu veriler kullanılarak elde edilen değişkenlerin yer aldığı şekiller (grafikler) ise bu bölümde değerlendirilmiştir (Şekil 6.1-6.8).

Şekil 6.1 ve 6.2’de, 6 farklı gramajdaki % 100 PP esaslı dokunmamış kumaşların 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk) makine yönlerinde (MD) yapılmış sürtünme testleri sonucu elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının uygulanan kuvvette (yüke) karşı değişimi görülmektedir.

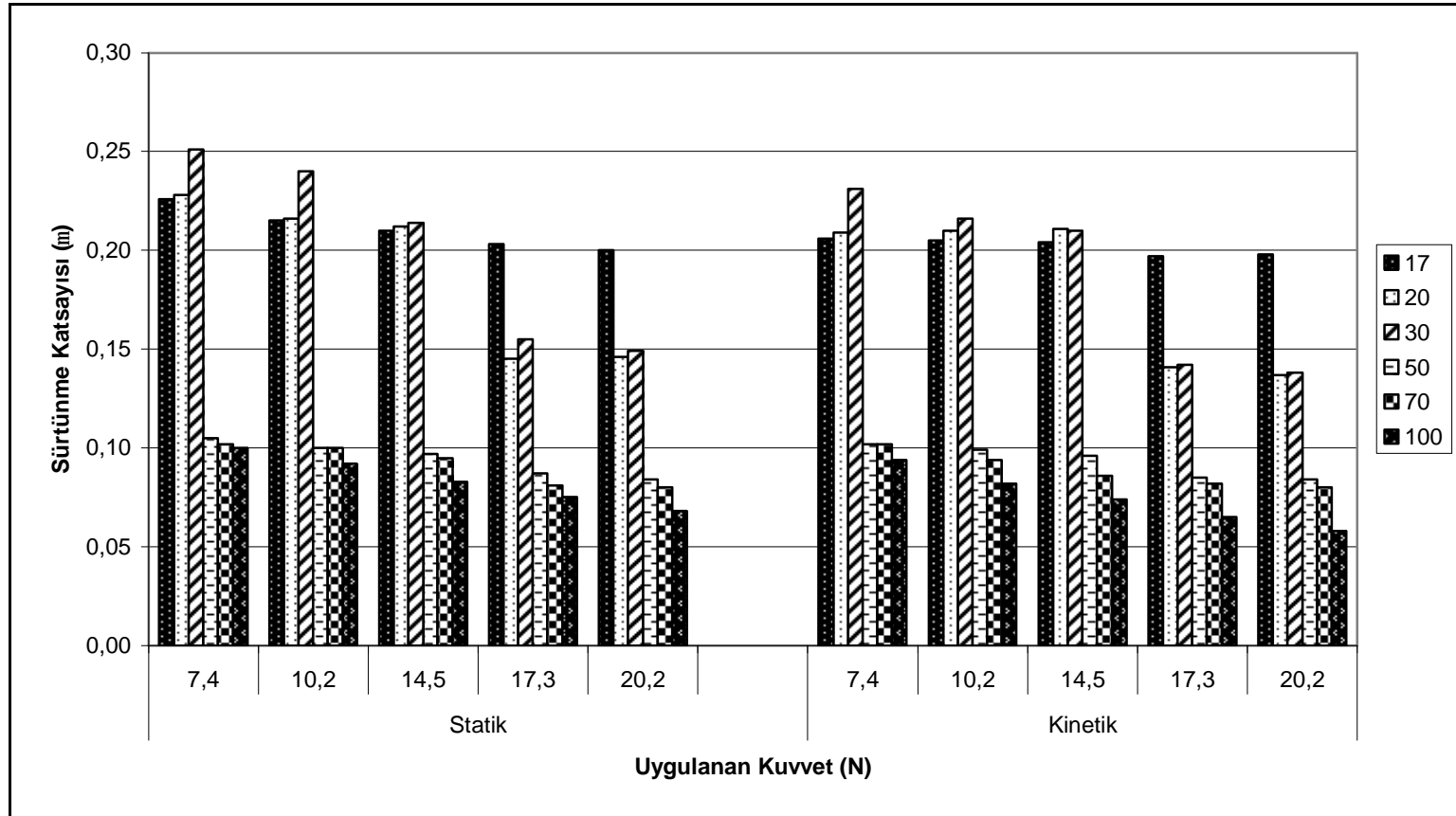
Şekiller incelendiğinde aynı cins numunede gramaj ve numune üzerine uygulanan normal yöndeki (düşey yön) kuvvet arttığında hem statik hem de kinetik sürtünme katsayısı değerlerinde bir azalma eğiliminin olduğu gözlenmektedir. Bunun sebebi artan gramaj ve yükle birlikte kumaş-aşındırıcı kumaş sürtünme etkileşiminin daha düzenli düzgün (uniform) kumaş yüzeyinde gerçekleştiği ve bunun sonucunda sürtünme katsayılarının azalan yönde bir eğilim gösterdikleri şeklinde yorumlanmıştır.

Şekil 6.1’de verilen sonuçlar aynı kumaş yönünde (MD) 250 mm/dk’da gerçekleşirken, Şekil 6.2’de sonuçları verilen testler 500 mm/dk test hızında gerçekleşmiştir. Şekillerden yüksek hızlarda yapılan test sonuçlarından elde edilen sürtünme katsayılarının düşük hızlarda yapılan testlerden elde edilen sonuçlara göre bir miktar daha yüksek değerlerde değiştiği görülmektedir. Bu durumun açıklaması artan test hızlarında iki yüzey arasında ortaya çıkan sürtünme kuvveti direncinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı şeklinde yapılmıştır.

Ayrıca elde edilen sonuçlardan her yüke karşılık numunelerde gramajın artmasıyla iki farklı test hızında da sürtünme katsayılarında (statik ve kinetik) farkedilir düzeyde bir azalma eğiliminin olduğu da görülmektedir. Düşük gramaj ve düşük yükler altında yapılan testlerde sonuçların artma-azalma yönünde tutarsız davranış sergiledikleri, ancak tüm yüklerde gramajın artmasıyla (özellikle 30 g/m²’den sonra) her iki test hızında da sürtünme katsayılarının düzenli azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Farklı gramajlardaki dokunmamış numunelerdeki sürtünme katsayısı değerlerindeki değişimin, kumaş kalınlığının ve yoğunluğunun da etkili olduğu düşünülmektedir.



Şekil 6.1. % 100 polipropilen dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız:250 mm/dk, Kumaş Yönü: MD)



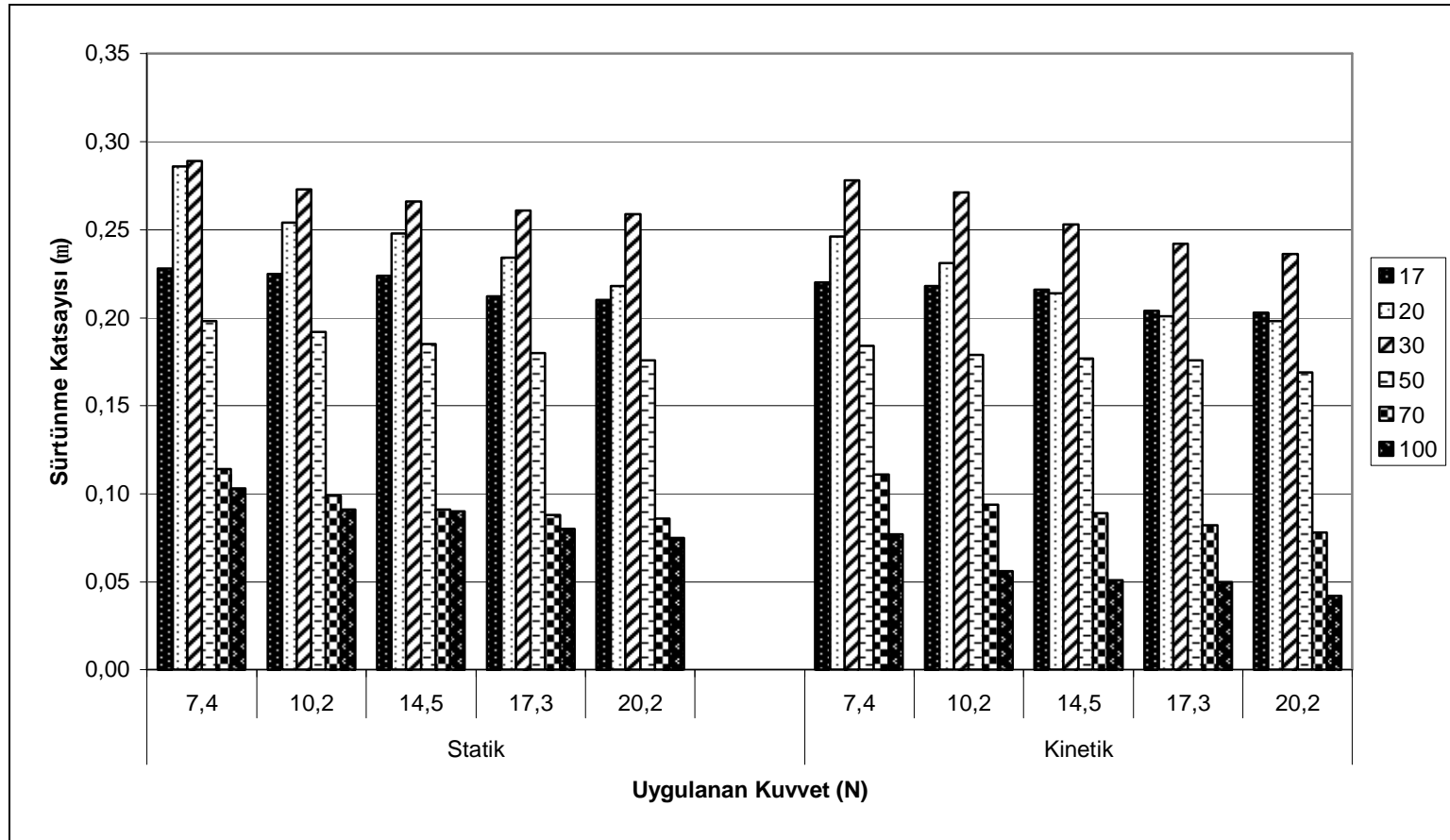
Şekil 6.2. % 100 polipropilen dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 500 mm/dk, KumaşYönü: MD)

Şekil 6.3 ve 6.4’de 6 farklı gramajda % 100 PP esaslı spunbond dokunmamış kumaşlara çapraz yönde (CD) 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk) uygulanmış sürtünme testleri sonucunda elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının, düşey yönde artan kuvvette karşı değişimleri verilmektedir.

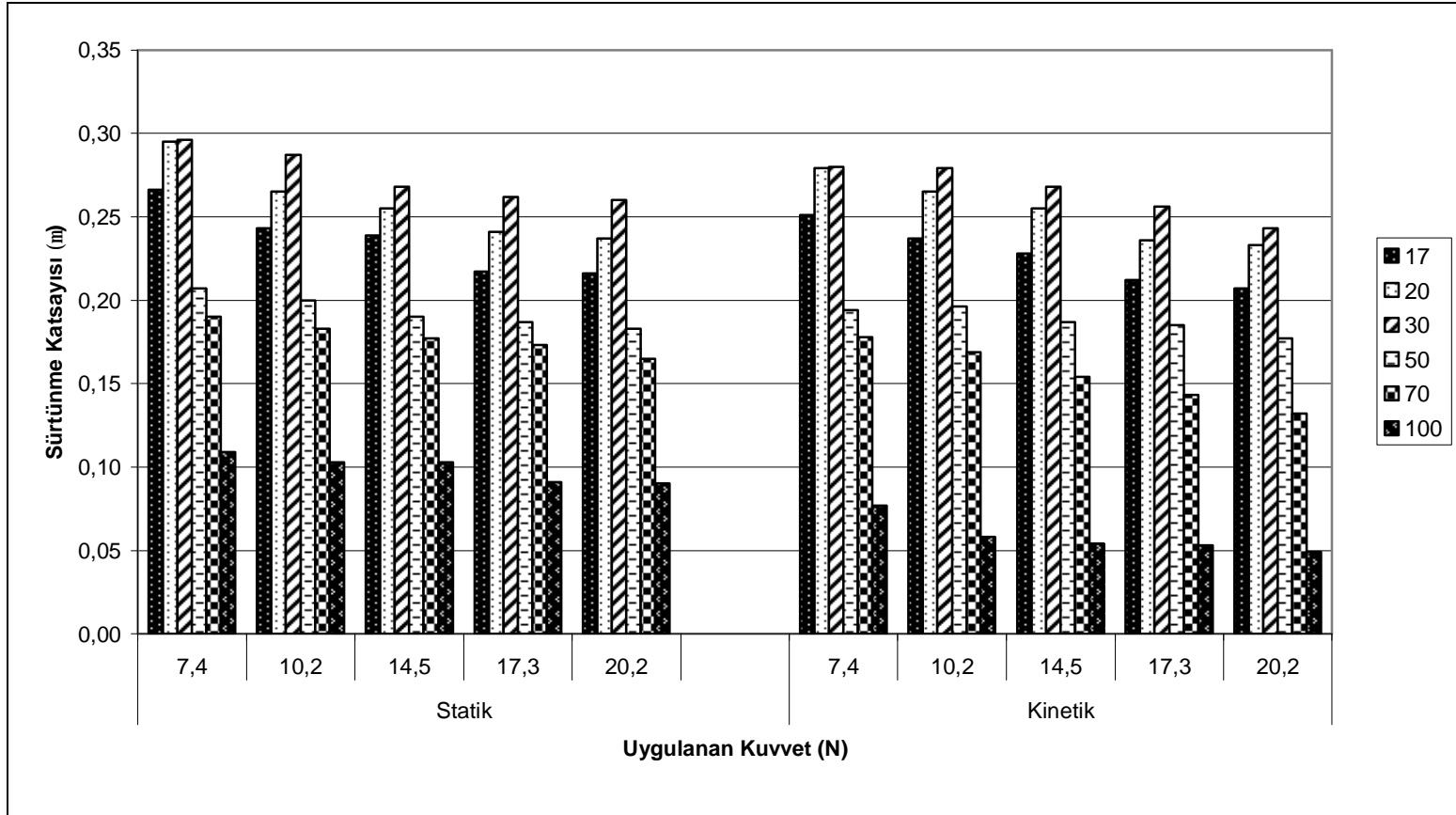
Şekillerden artan test hızı ile ölçülen sürtünme katsayısı değerlerinin az da olsa artmakta olduğu ve her iki test hızında da tüm gramajlar için artan yüklerde bir azalma eğiliminin olduğu görülmektedir. Her yük grubu kendi içinde değerlendirildiğinde, hem statik hem de kinetik sürtünme katsayılarının önce belli bir gramaja kadar (genelde 30 g/m²) artış gösterdiği, bu değerden sonra gramajın artmasıyla azalma eğilimi gösterdikleri tespit edilmiştir.

Testlerde gramaj artışına karşılık gelen değişmeler, gramajı fazla olan numunelerde lif yerleşiminin daha iyi olduğu ve dolayısıyla yüzeyin daha düzgün ve pürüzsüz olmasının bir sonucu olarak yorumlanmaktadır. Numunelerin görüntü analizlerinden de bu durum belirgin bir şekilde fark edilmektedir.

Ayrıca test hızı artarken sürtünmeyi gerçekleştiren kızak ile sürtünen dokunmamış kumaş numunesi arasında hızlı bir yüzey etkileşimi gerçekleşmektedir. İki yüzey arasında daha az temas etme zamanı olmasına karşın, numune yüzeyindeki girinti ve çıkıntıları daha sert algılanmakta ve sonuçta artan test hızında sürtünme katsayısının artmasına sebep olmaktadır.



Şekil 6.3. % 100 polipropilen dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız:250 mm/dk Kumaş Yönü: CD)



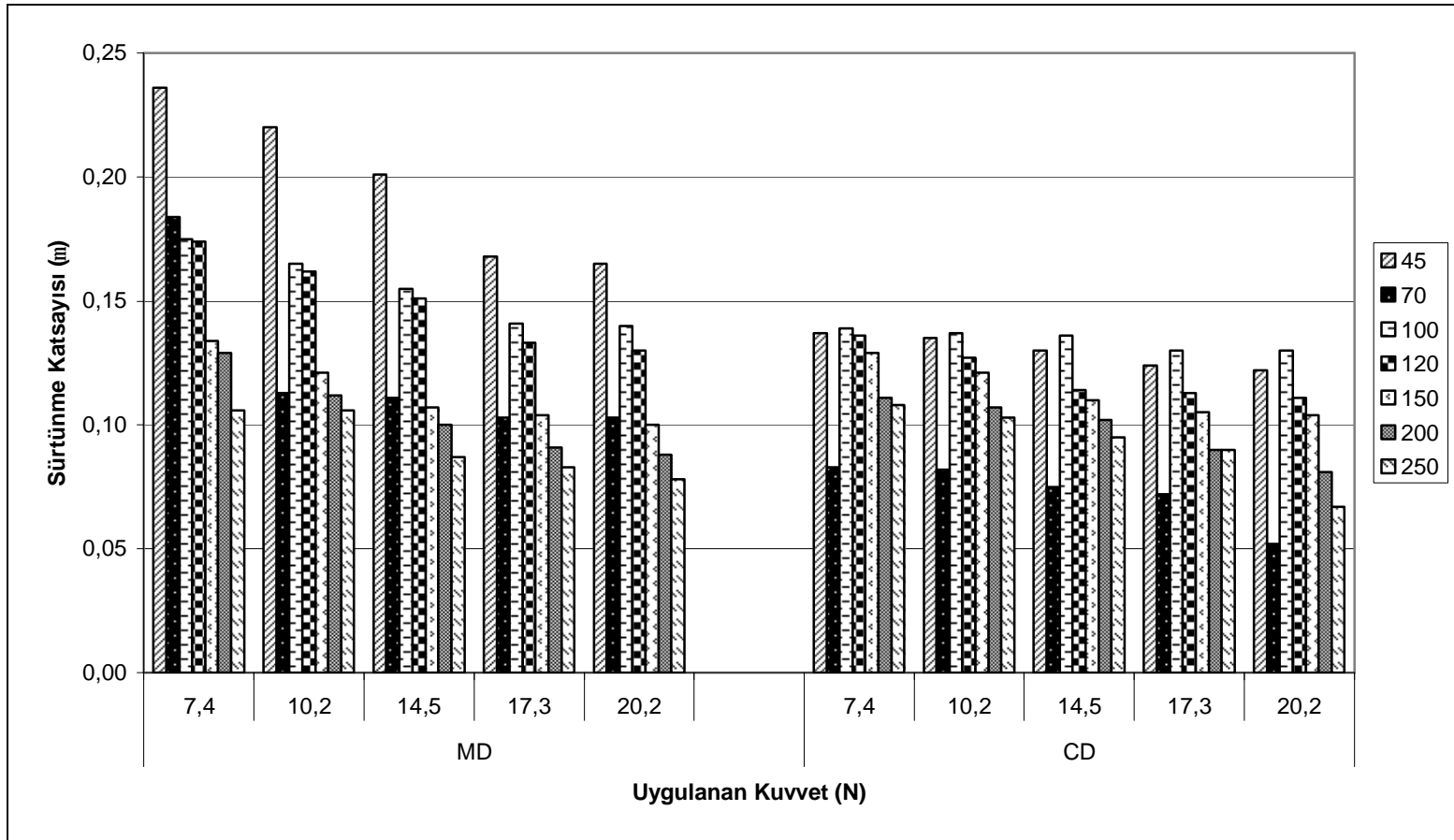
Şekil 6.4. % 100 polipropilen dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız:500 mm/dk Kumaş Yönü: CD)

Şekil 6.5-6.8'de, 7 farklı gramajdaki % 100 PES esaslı su jeti dokunmamış kumaşların 2 farklı test hızlarında (250 ve 500 mm/dk) statik ve kinetik sürtünme katsayısı değerlerinin kumaş yönüne (Makine Yönü-MD ve Çapraz Yön-CD) göre değişimi görülmektedir.

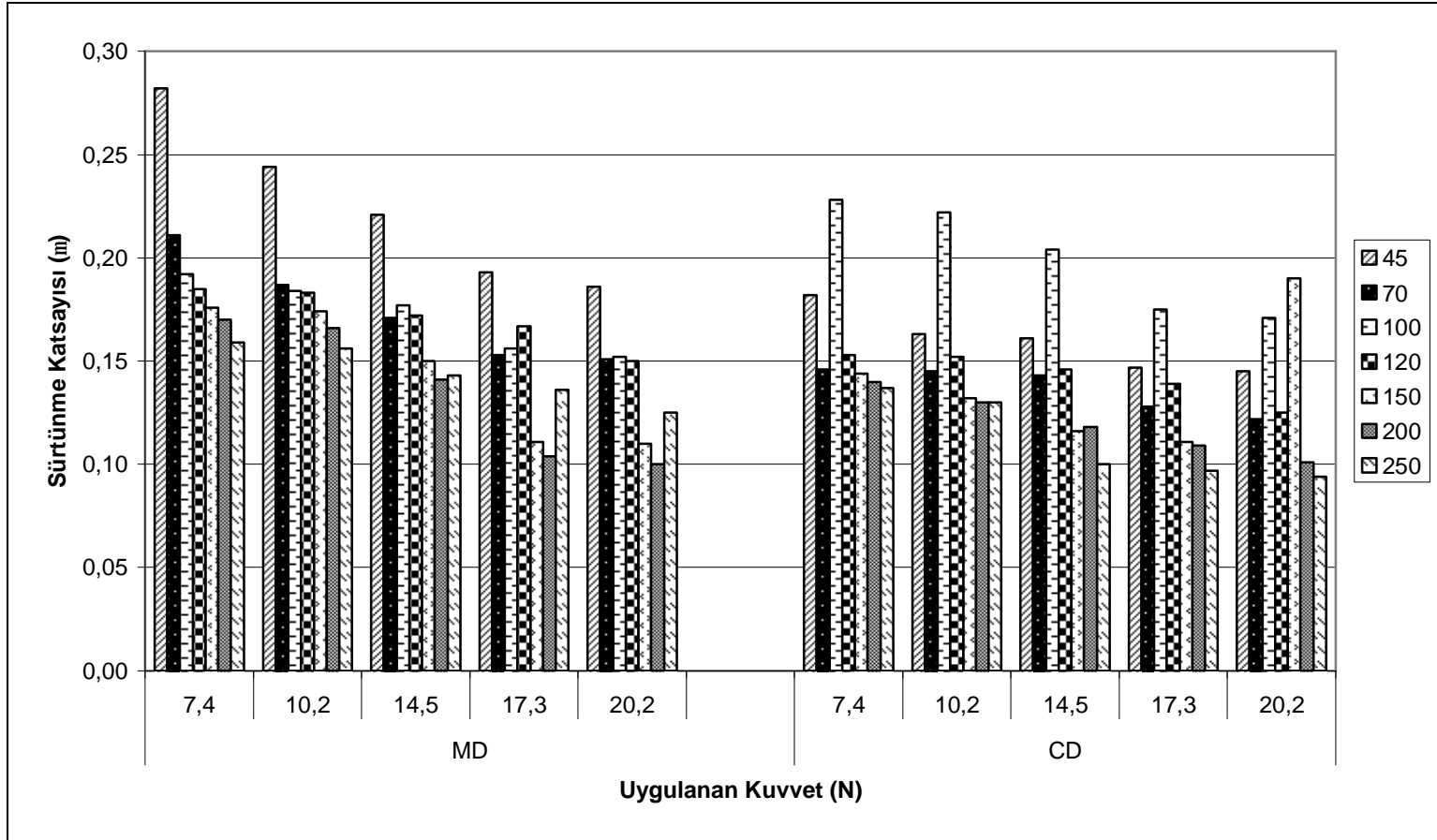
Buradan kumaş gramajlarının sürtünme değerleri üzerinde önemli bir etkinin olduğunu görmekteyiz. Gramajı hafif olan dokunmamış kumaşlarda lif yerleşiminin düzgün olmamasından dolayı artma ve azalma yönünde tutarsız davranış sergiledikleri ve yüksek sürtünme katsayısına sahip oldukları görülmüştür. Ancak gramaj, kalınlık ve yoğunluk arttıkça dokunmamış kumaş yüzeyi üzerindeki lif yerleşiminin daha stabil/düzgün olmasından dolayı sürtünme katsayısı değerlerinin azaldığı saptanmıştır. Kumaş numunelerine ait ekte verilen (Ek-2.6-2.7 ve 2.12) mikroskop görüntüleri incelendiğinde, gramajı düşük olan numunelerde lif yerleşimin pek düzenli olmadığı, kumaş gramajı arttıkça (Ek 2.8-2.11) yüzey düzgünlüğünün arttığı ve pürüzlülüğünün azaldığı görülmektedir.

Şekil 6.5-6.8'de, her iki test hızında (250 ve 500 mm/dk) elde edilen test sonuçları incelendiğinde, numunelerin MD yönündeki sürtünme katsayısı değerleri genelde CD yönüne göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun açıklaması doku oluşumunda lif yerleşiminin önemi dışında aşındırıcı kumaş faktörünün daha çok ön plana çıkmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Aşındırıcı kumaş yüzeyinin ahşap ve metal yüzeye göre daha pürüzlü olmasından dolayı kaynaklanmaktadır.

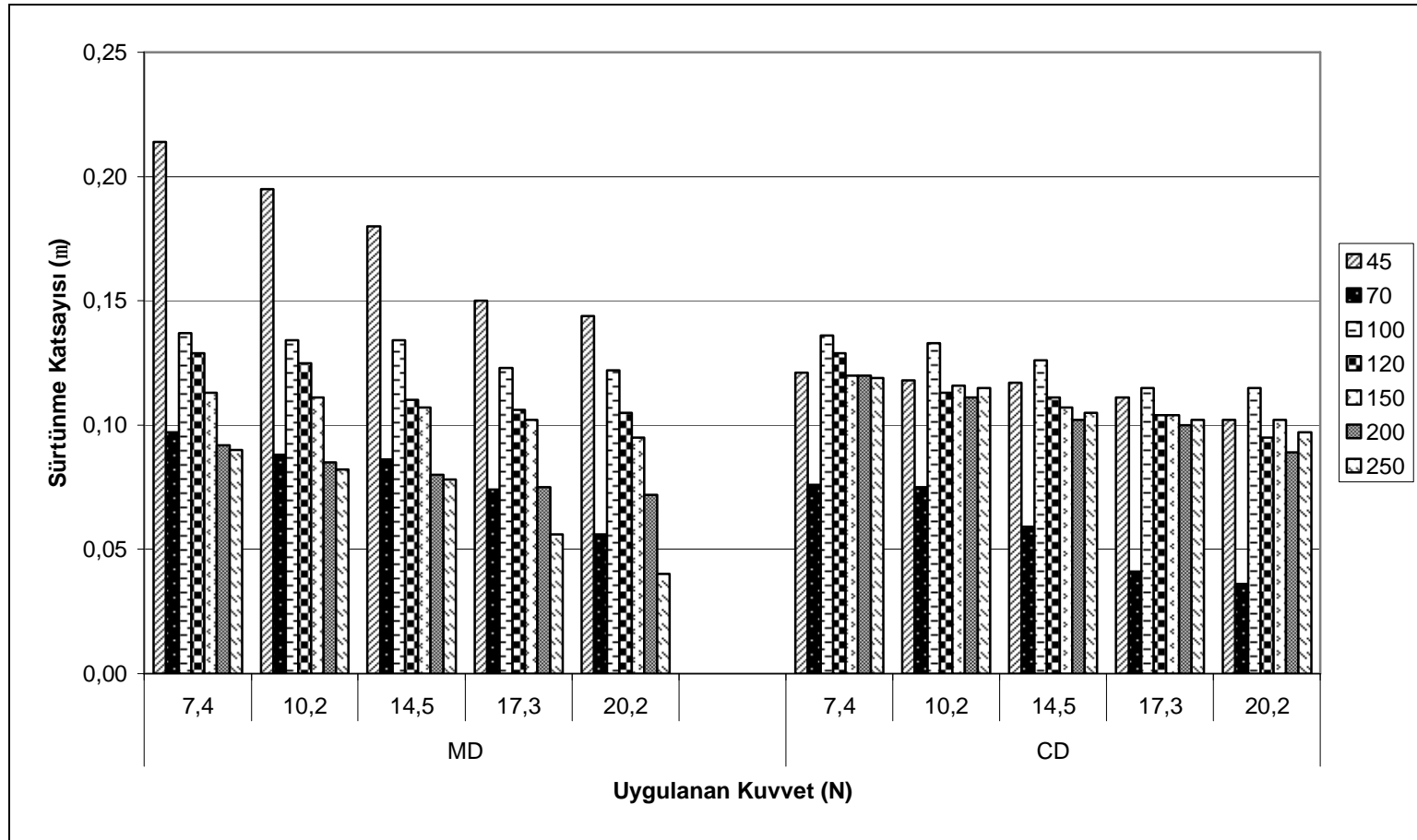
Ayrıca şekillerde, yüksek test hızında yapılan testlerde hem statik hem de kinetik sürtünme katsayılarının bir miktar yüksek ölçüldüğü ve her iki test hızında da numuneye etkileyen artan yöndeki normal yüke karşılık azalma eğiliminin olduğu da tespit edilmiştir.



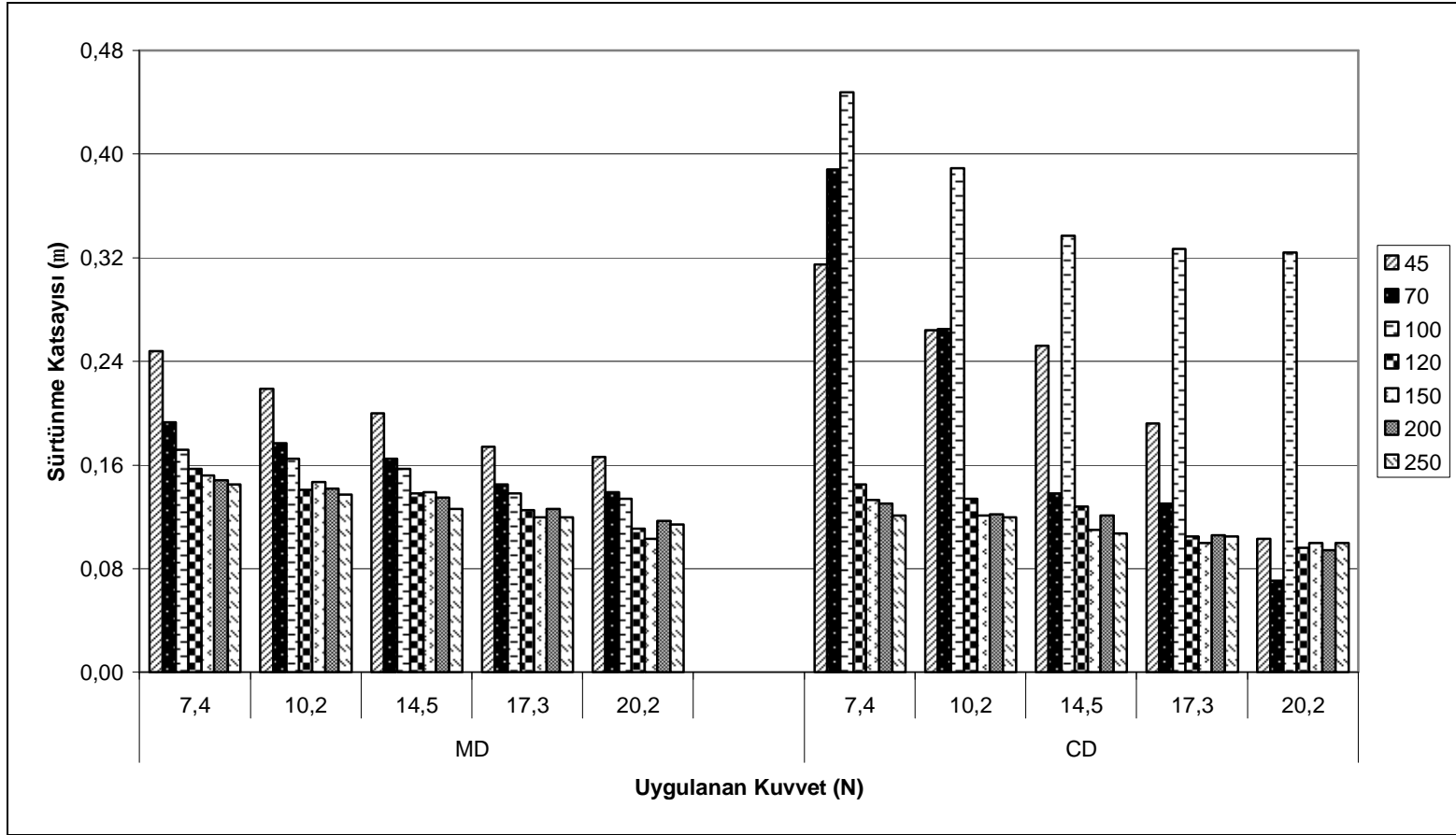
Şekil 6.5. % 100 poliester dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız:250 mm/dk)



Şekil 6.6. % 100 poliester dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız:500 mm/dk)



Şekil 6.7. % 100 poliester dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız:250 mm/dk)



Şekil 6.8. % 100 poliester dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 500 mm/dk)

Özetle bu grup içerisinde verilen sonuçlar incelendiğinde, aşağıda verilen genel değerlendirmeler yapılabilmektedir.

- Gramaj, uygulanan kuvvet, test hızı ve kumaş yönü sürtünme katsayısını etkileyen parametreler olarak görülmüştür.
- Genelde statik sürtünme katsayıları, kinetik sürtünme katsayılarından da büyük bulunmuştur.
- Test hızı arttıkça sürtünme katsayısı değerlerinin de artma eğiliminde olduğu açıktır.
- Uygulanan kuvvet arttıkça, buna karşı konulan sürtünme katsayısının da azaldığı belirtilmiştir. Amontons'un 1.Kanunu olan sürtünme formülüne bakacak olursak ($\mu=F/N$), numuneler üzerine uygulanan yük (normal kuvvet, N) arttıkça hem MD, hem de CD yönlerinde yapılan testlerde statik ve kinetik sürtünme katsayısı değerlerinin azalma eğiliminde oldukları söylenebilir. Bunun başlıca sebebi kumaş numunesi üzerine uygulanan baskı arttırıldıkça sıkıştırma, yassılaşıma ve dolayısıyla nispeten kumaş yüzeyinin düzgünleşmesinden kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanmaktadır.
- Kumaş gramajlarının sürtünme değerlerine etkisi, gramajı fazla olan dokunmamış kumaşların gramajı hafif olan kumaşlara oranla daha düşük sürtünme katsayısına sahip oldukları şeklindedir. Bunun sebebi düşük gramajlı numunelerdeki lif yerleşiminin düzgün olarak dağılmamasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir.

6.1.2. Lif Cinsi Grubu Numuneler için Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Sürtünme Testleri

Lif cinsine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerine ait kumaş-aşındırıcı kumaş sürtünme davranışı test sonuçları Ek 1.3-1.5'de verilmiştir. Bu veriler kullanılarak elde edilen değişkenlerin yer aldığı şekiller ise bu bölümde değerlendirilmiştir (Şekil 6.9-6.20).

Şekil 6.9 ve 6.12'de 3 farklı gramajda ve 2 farklı lif grubundan üretilmiş su jeti dokunmamış kumaşların 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk) makine yönü

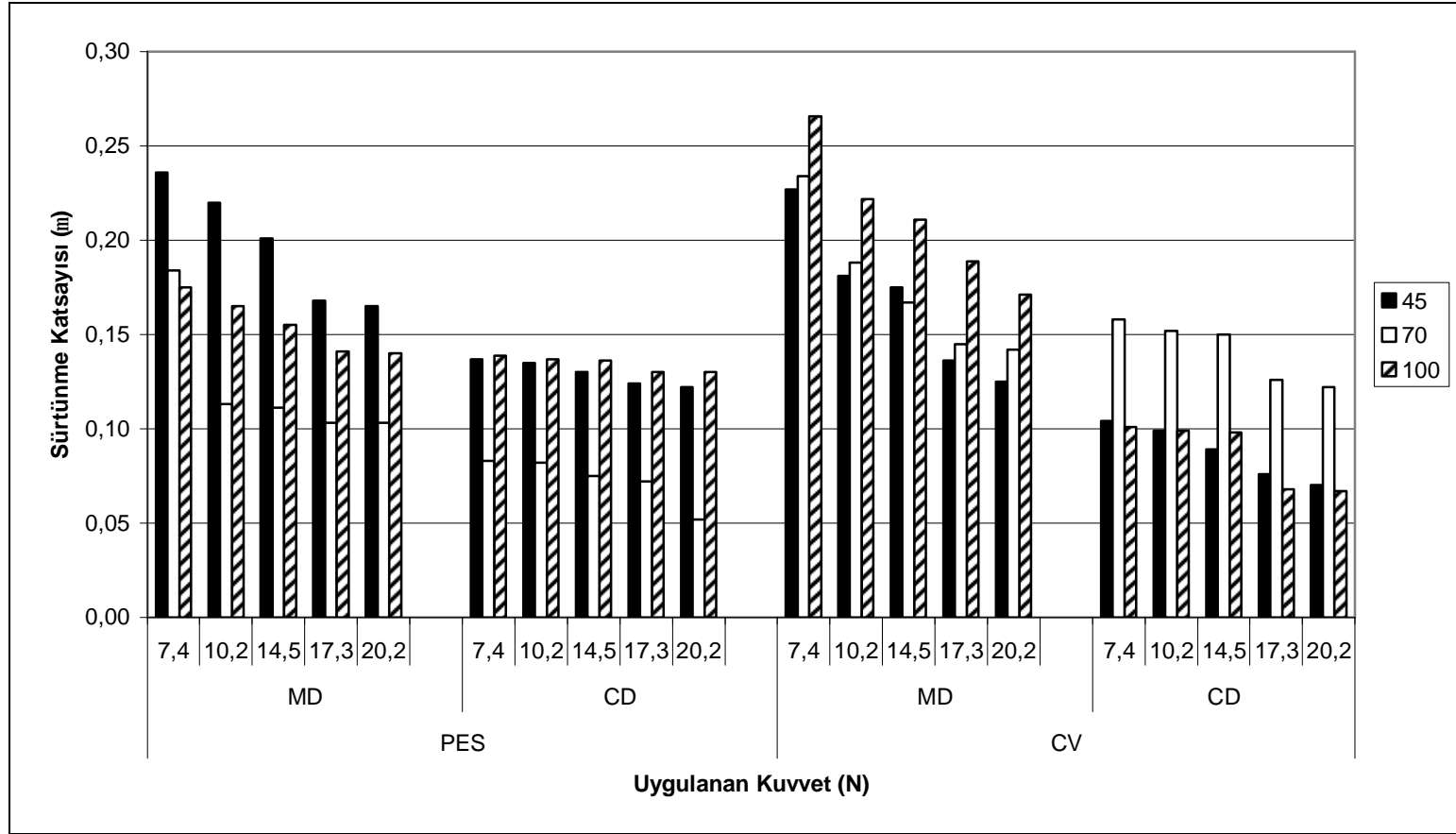
(MD) ve çapraz yönünde (CD) yapılmış sürtünme testleri sonucunda elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının, numuneler üzerine uygulanan kuvvette karşı değişimi verilmektedir.

Şekil 6.9-6.11 arasında verilen şekiller incelendiğinde, numunelerin CD yönündeki sürtünme katsayısı değerleri, MD yönüne göre daha düşük bulunmuştur. Burada kullanılan numuneler incelendiğinde ve daha önce bu numunelerle ilgili bilgiler göz önünde bulundurulduğunda bu durumun doku oluşumunda lif yerleşiminin bir sonucu olarak yorumlanmıştır.

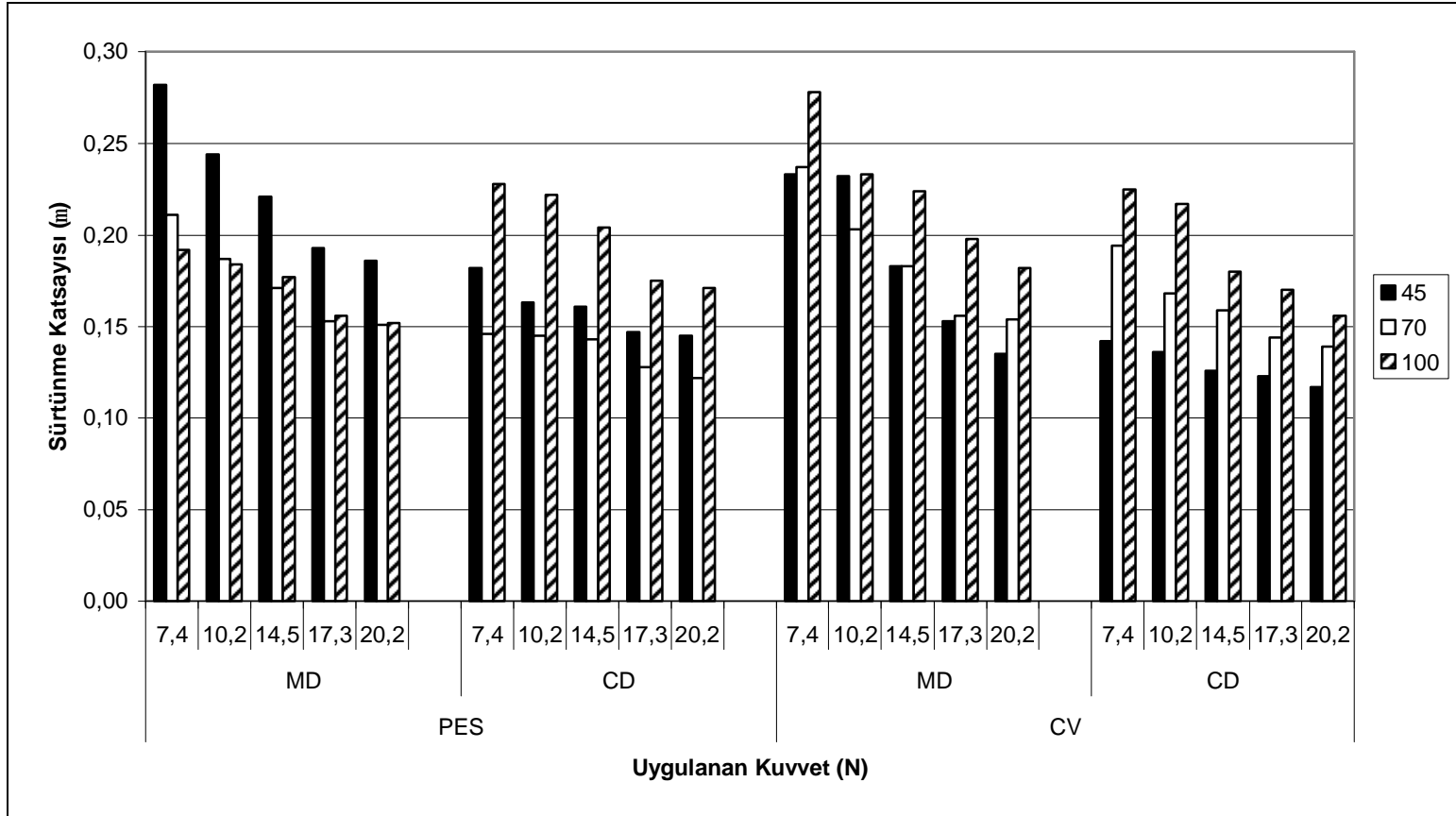
Hız arttıkça sürtünme katsayısı değerleri de artmıştır. Kayma hızı artarken sürtünmeyi gerçekleştiren kızak ile sürtünen dokunmamış kumaş numunesi arasında hızlı bir yüzey etkileşimi gerçekleşmektedir. Sürtünme esnasında, numune yüzeyindeki girinti ve çıkıntılar daha sert algılanmakta ve dolayısıyla bu durum sürtünme katsayısı değerlerinin artmasına sebep olmaktadır.

Lif cinsinin sürtünme katsayısı üzerindeki etkisine bakacak olursak, viskon (CV) esaslı dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri poliester (PES) esaslı numunelere oranla daha yüksek değerde bulunmuştur. Bunun sebebi, CV esaslı numunelerin daha hacimli ve daha yumuşak olmasından kaynaklanmakta olduğu düşünülmektedir. Kayma esnasında kızak numune üzerine daha fazla baskı uygulamakta ve kayma yönüne karşı hareket etmeye yönelik daha fazla bir kuvvet gerektirmektedir.

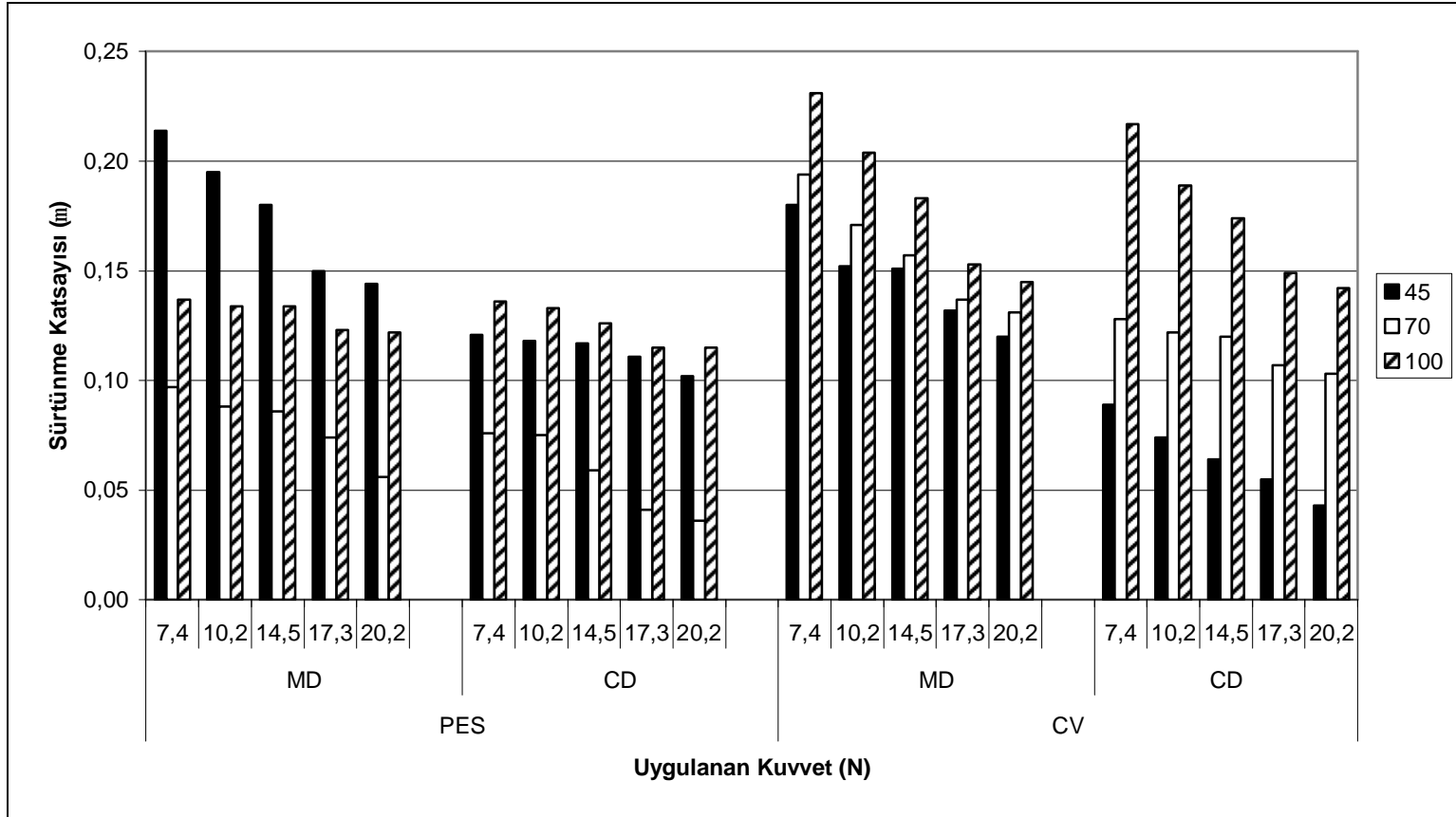
Elde edilen sonuçlardan, her yüke karşılık numunelerde gramajın artmasıyla 2 farklı test hızında da sürtünme katsayılarında (statik ve kinetik) azalma eğiliminin olduğu görülmektedir. Bazı numunelerde (özellikle 70-100 g/m²) her iki test hızında yapılan testlerde sonuçların artma-azalma yönünde tutarsız davranış sergiledikleri, ancak tüm numuneleri kendi aralarında değerlendirdiğimizde sürtünme katsayılarının, uygulanan yüklerle birlikte düzenli bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir.



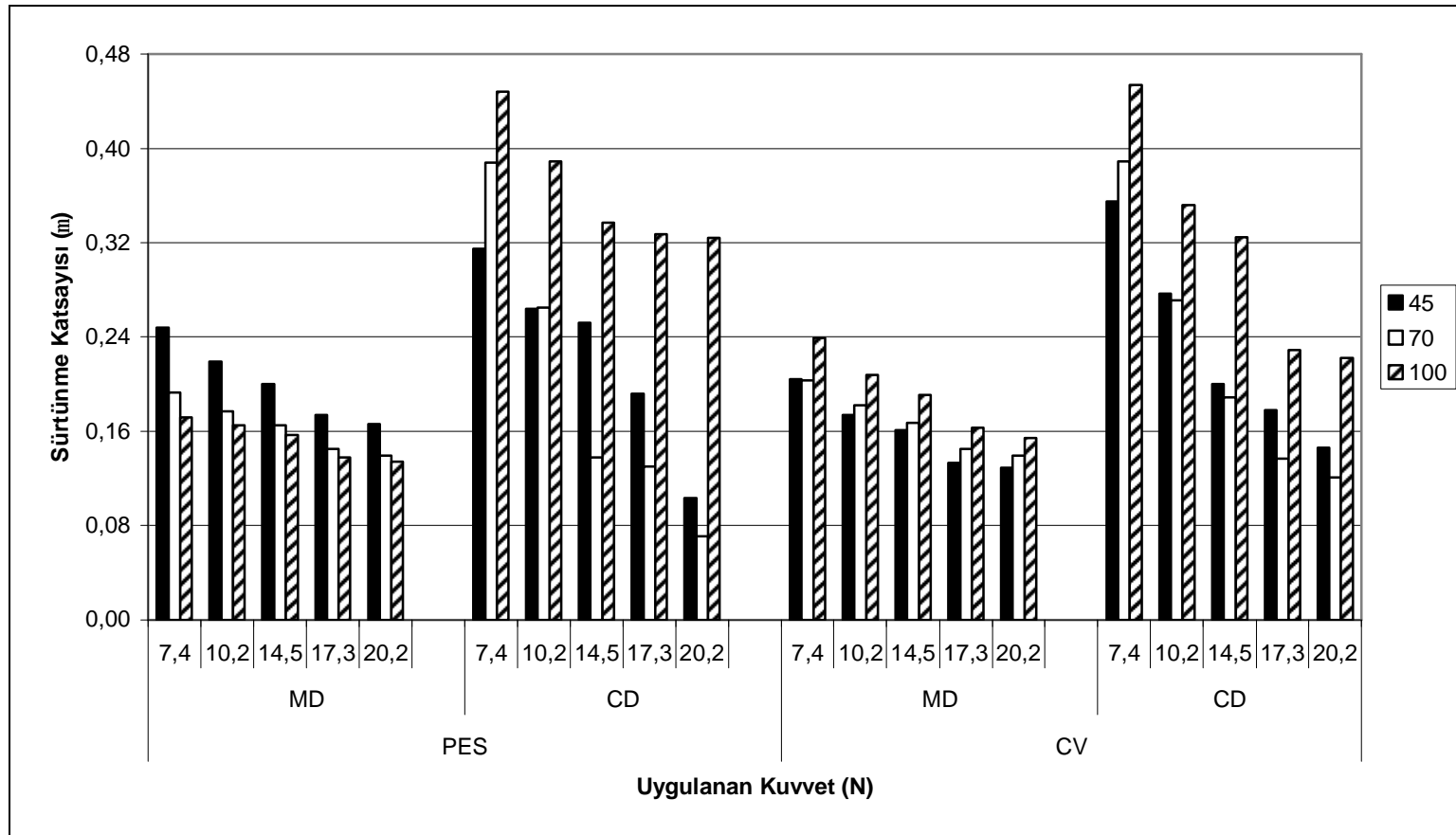
Şekil 6.9. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 45-70-100 g/m², Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.10. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 45-70-100 g/m², Hız: 500 mm/dk)



Şekil 6.11. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 45-70-100 g/m², Hız: 250 mm/dk)



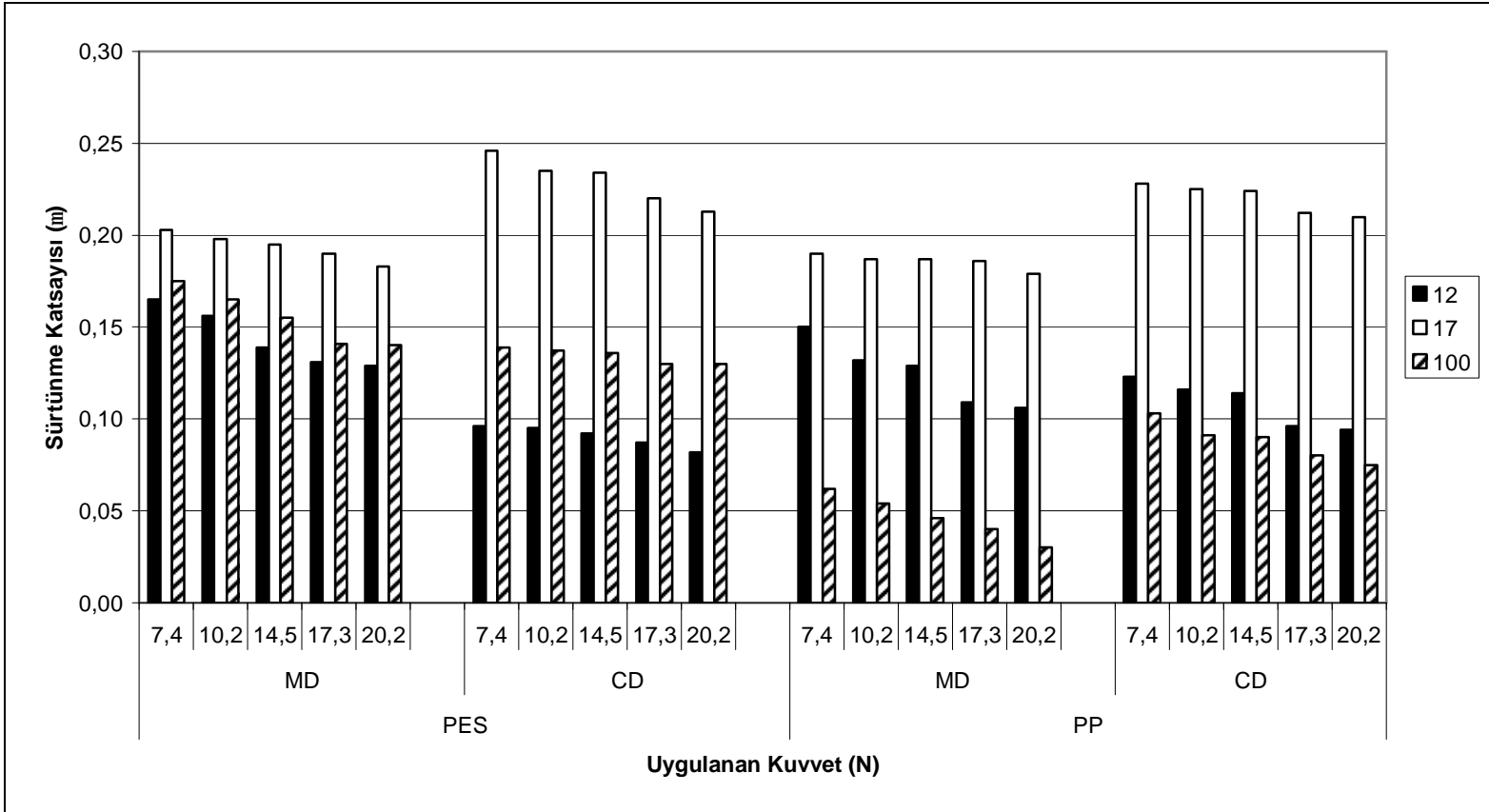
Şekil 6.12. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 45-70-100 g/m², Hız: 500 mm/dk)

Şekil 6.13-6.16'da; 3 farklı gramajda ve 2 farklı lif grubunda üretilmiş dokunmamış kumaşların 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk) makine yönü (MD) ve çapraz yönünde (CD) yapılmış sürtünme testleri sonucunda elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının, numuneler üzerine uygulanan kuvvette karşı değişimi verilmektedir.

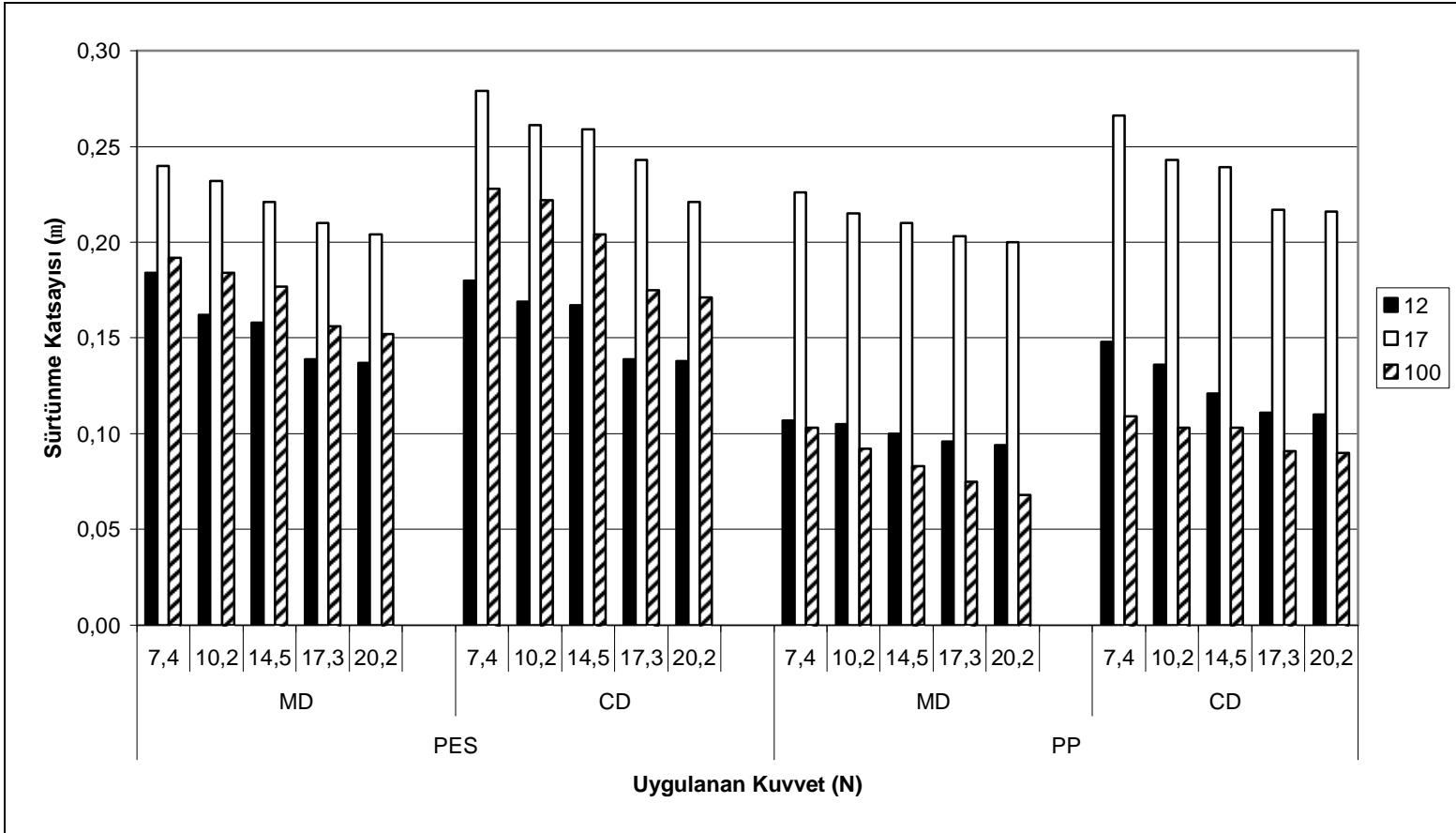
Kumaş gramajlarının sürtünme değerlerine etkisine bakacak olursak, gramajı fazla olan dokunmamış kumaşların gramajı hafif olan kumaşlara oranla daha düşük sürtünme katsayısına sahip oldukları görülebilir. Özellikle 17 g/m² gramaja sahip dokunmamış kumaş numunesinde, diğer numunelere oranla daha yüksek sürtünme katsayısı değerleri bulunmuştur. Bunun sebebi, düşük gramajlı numunelerde doku içerisine lif yerleşiminin düzgün/düzenli olmamasının bir sonucu olarak yorumlanmıştır. Numune bilgileri ve görüntü analizleri de bu durumu desteklemektedir.

Lif cinsinin sürtünme katsayısı üzerindeki etkisine bakacak olursak, polipropilen (PP) esaslı dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri poliester (PES) esaslı numunelere oranla daha düşük değerde bulunmuştur. Bu durum polipropilen esaslı numunelerin daha sert bir yüzeye sahip olmasının sonucu olarak değerlendirilmiştir. Hareket edebilmek için yüzeyin daha düzgün olmasından dolayı poliester esaslı dokunmamış kumaş numunelerine nazaran, polipropilen esaslı numunelerde kayma hareketi için daha az bir kuvvet gerekmektedir. Bu durumda, sürtünme katsayısı değerleri daha düşük ölçülebilmektedir.

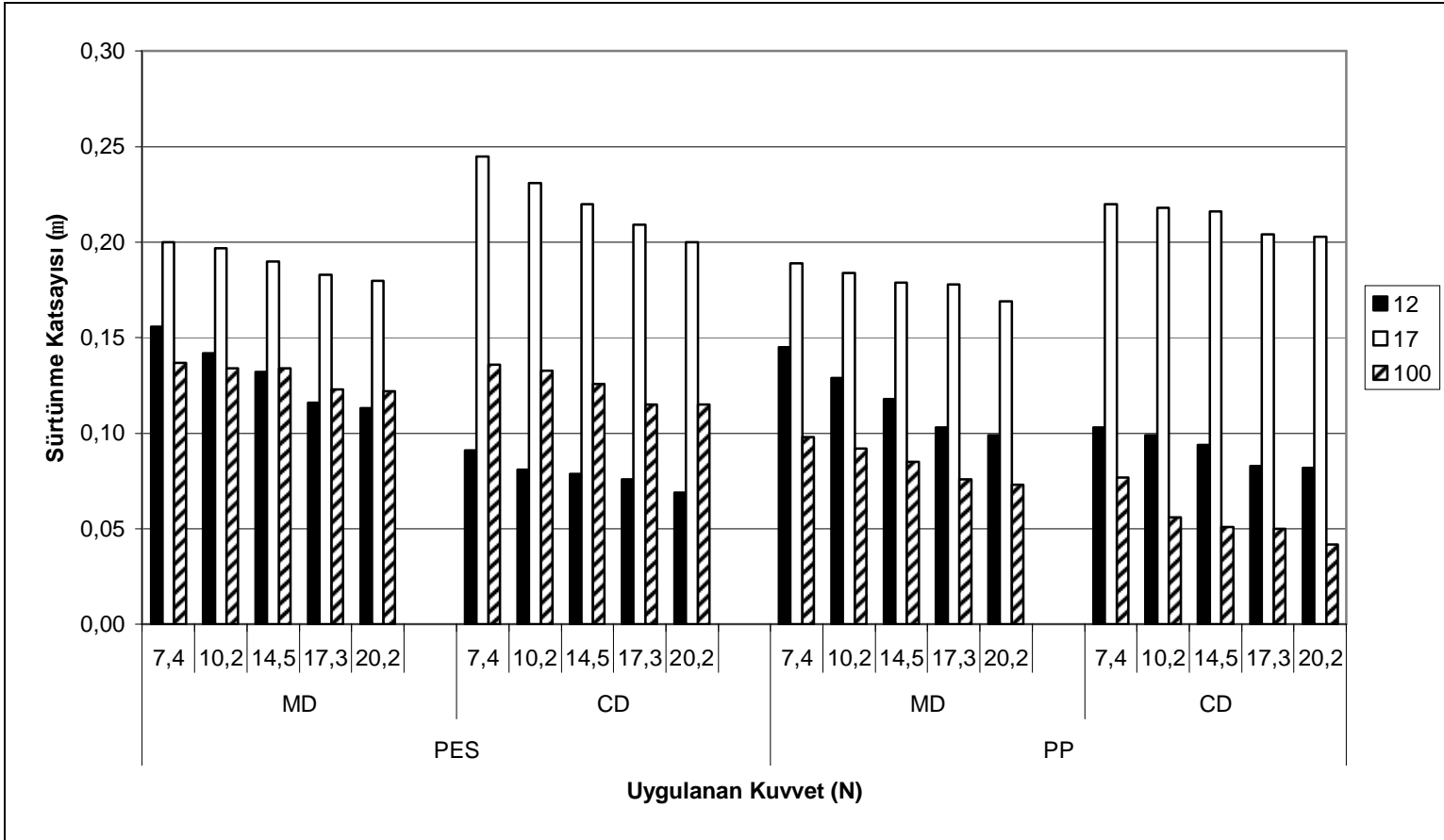
Şekil 6.13-6.16'da, her iki test hızında (250 ve 500 mm/dk) elde edilen sonuçlar incelendiğinde, numunelerin CD yönündeki sürtünme katsayısı değerleri, MD yönüne göre bir miktar daha yüksek bulunmuştur. Buna gerekçe, numunelerin oluşumunda CD yönündeki lif yerleşiminin sürtünme hareketini engelleyici yöndeki etkisinin fazla olması gösterilebilir.



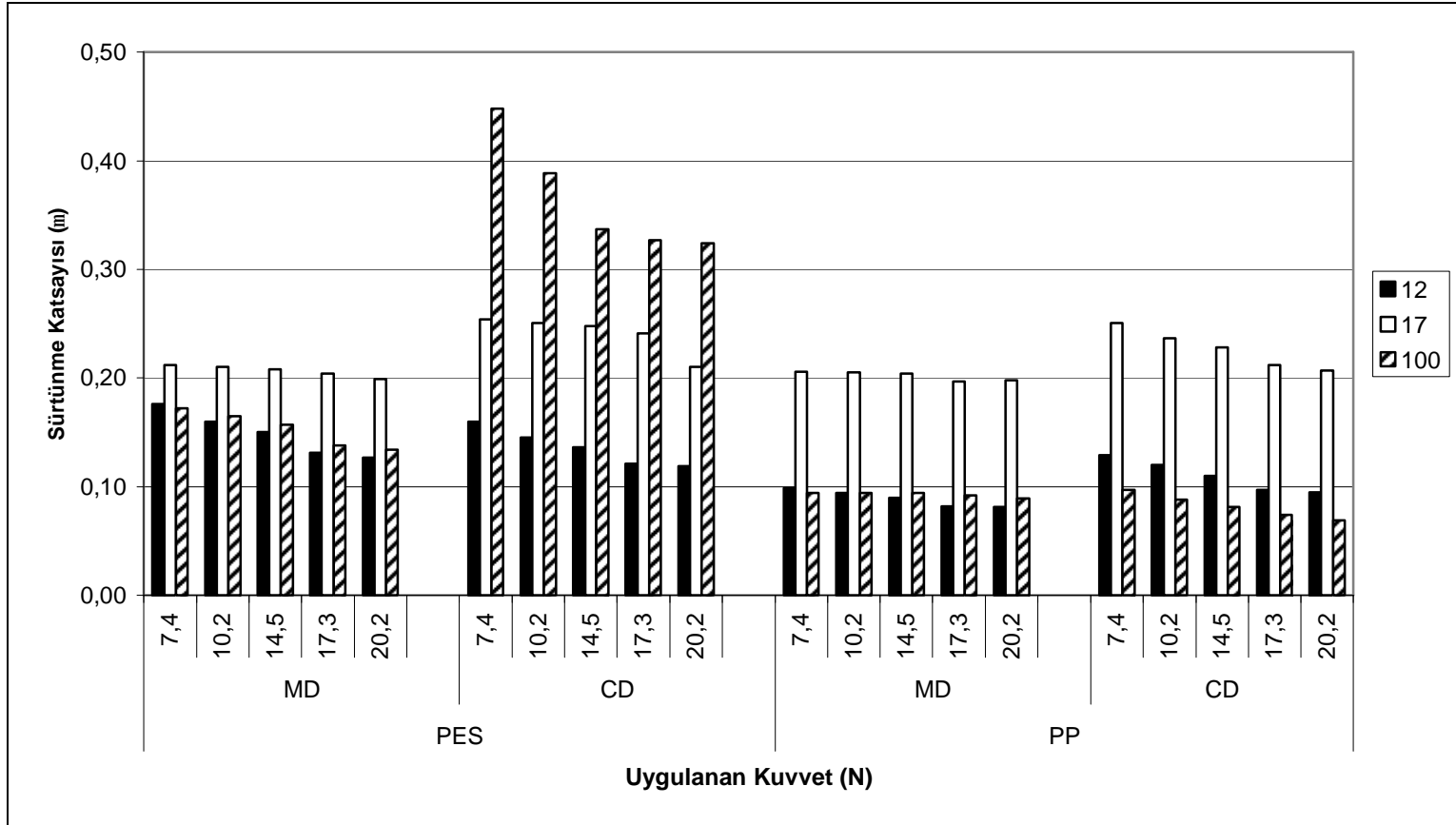
Şekil 6.13. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 12-17-100 g/m², Hız: 250 mm/dak)



Şekil 6.14. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 12-17-100 g/m², Hız: 500 mm/dak)



Şekil 6.15. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 12-17-100 g/m², Hız: 250 mm/dak)



Şekil 6.16. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Gramaj: 12-17-100 g/m², Hız: 500 mm/dk)

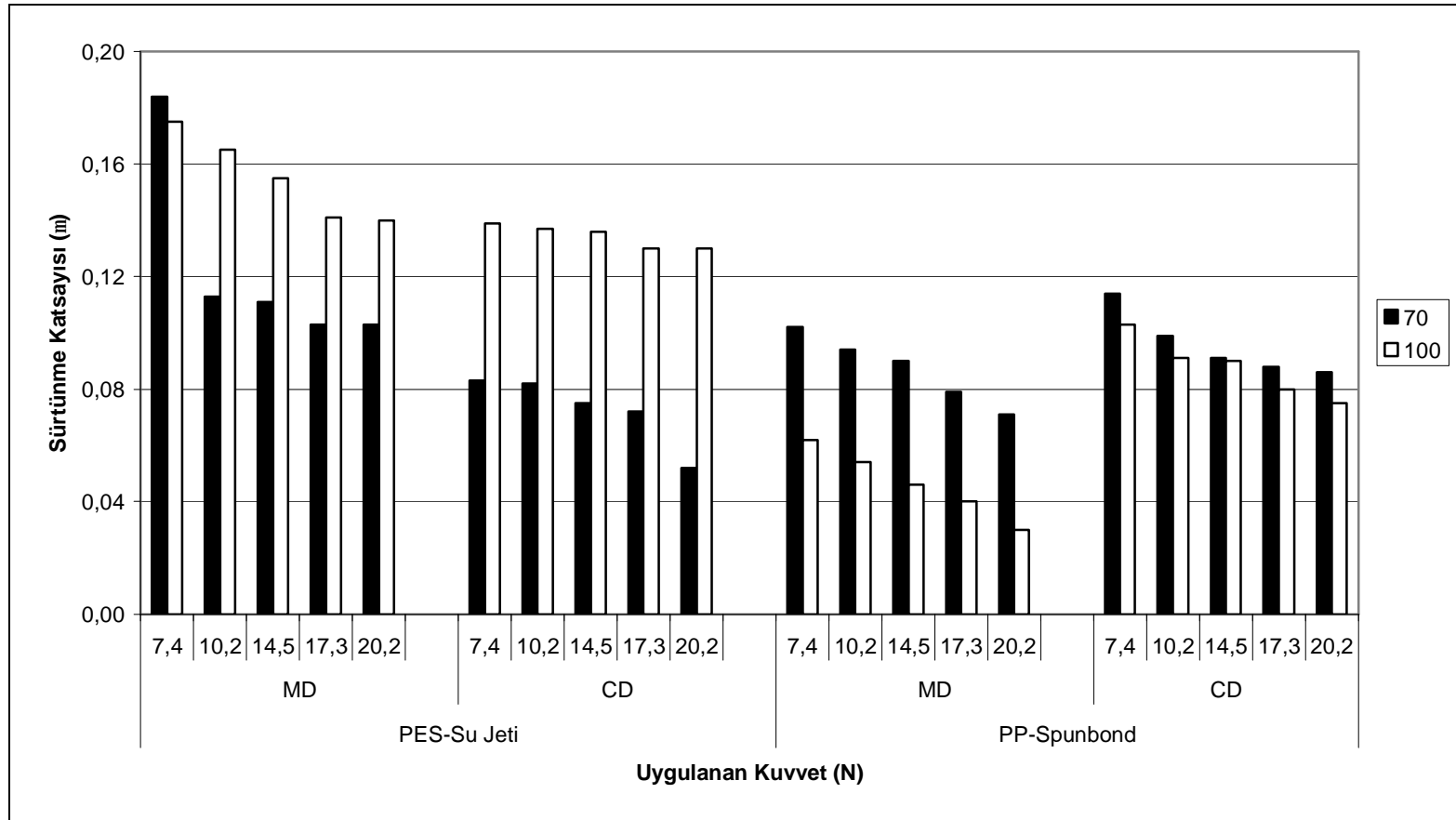
Şekil 6.17-6.20’de 2 farklı gramaj, 2 farklı lif ve 2 farklı üretim yöntemi ile üretilmiş dokunmamış kumaşların 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dak) makine yönü (MD) ve çapraz yönünde (CD) yapılmış sürtünme testleri sonucunda elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının numuneler üzerine uygulanan kuvvette karşı değişimi verilmektedir. Şekillerde yer alan hammaddesi polipropilen olan numuneler spunbond, poliester numuneler ise su-jeti yöntemi ile üretilmiştir.

Şekil 6.17- 6.20’de verilen sonuçlara bakıldığında, test hızı artışı ile statik ve kinetik sürtünme katsayılarının tüm durumlarda artış gösterdiği görülebilir. Kayma hızı artarken sürtünmeyi gerçekleştiren kızak ile sürtünen dokunmamış kumaş numunesi arasında hızlı bir yüzey etkileşimi gerçekleşmektedir. Sürtünme esnasında, numune yüzeyindeki girinti ve çıkıntılar daha sert algılanmakta ve sonuçta sürtünme katsayısı değerlerinin artmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

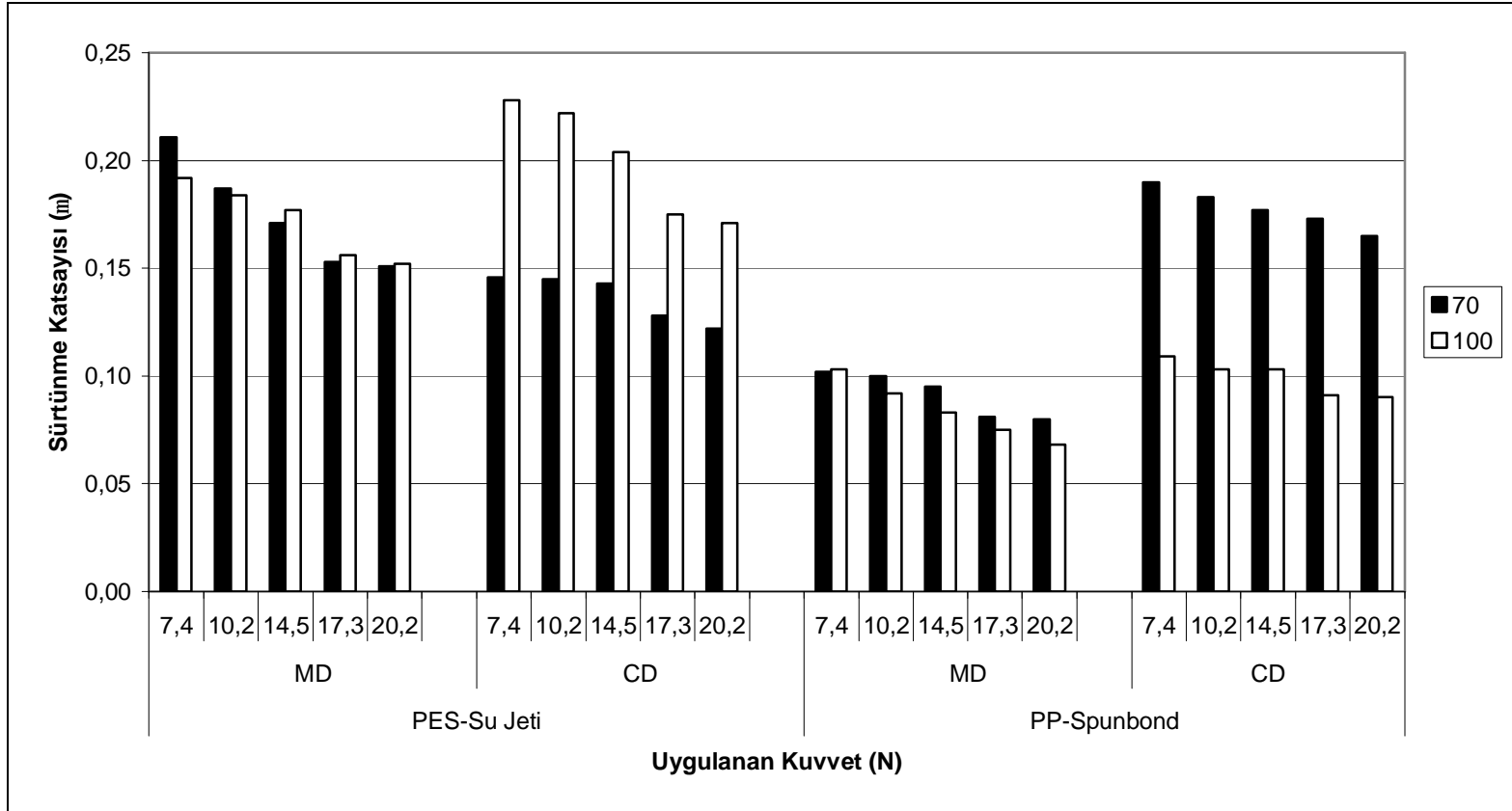
Lif cinsinin sürtünme katsayısı üzerindeki etkisine bakacak olursak, genelde poliester (PES) esaslı dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri polipropilen (PP) esaslı numunelere oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Bunun sebebi, PES esaslı numunelerin daha yumuşak ve hacimli bir yüzey yapısına sahip olmasından kaynaklandığı şeklinde düşünülmektedir. Kumaşın tutumu ne kadar yumuşak olursa kızığın kumaş yüzeyi üzerinde hareketi de o kadar zor olmaktadır.

Genelde su-jeti yöntemi ile elde edilmiş dokunmamış kumaş numunelere ait sürtünme katsayısı değerleri spunbond numunelere oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Çünkü spunbond yöntemi ile elde edilmiş numunelerde sabitleştirme işleminde uygulanan ısı devamlı filamentlerin birbirine iyice yapışmasını sağlamış böylelikle daha sert, sıkı ve kaygan bir yüzey yapısı oluşturmuştur. Birbirine yüzeyel olarak temas eden iki yüzey, kumaşın yüzey yapısından kaynaklanan düzgünlük sayesinde daha az direnç göstererek kaymaktadır. Su-jeti yöntemi ile üretilmiş dokunmamış kumaşlarda spunbond yöntemiyle üretilmiş kumaşlara oranla yüzeyin daha yumuşak ve hacimli yapıda olması sürtünme katsayılarının artmasına sebep olmaktadır.

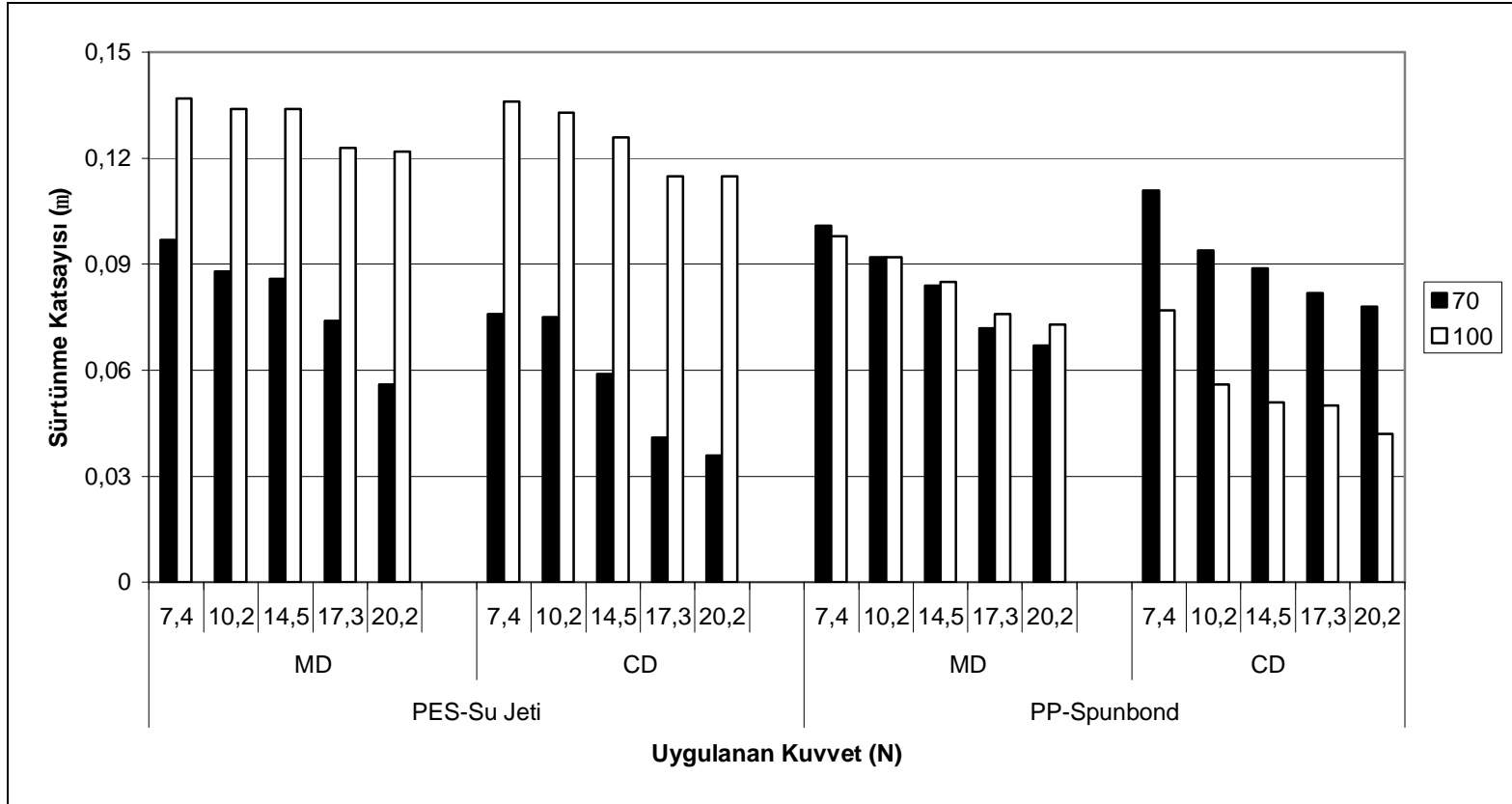
Ayrıca su jeti yöntemi ile elde edilmiş numunelerde gramajın artmasıyla elde edilen hacimli ve yumuşak yüzey yapısından dolayı sürtünme katsayı değerlerinin de artmakta olduğu, buna karşın spunbond yöntemi ile elde edilmiş numunelerde gramajın artmasıyla elde edilen sıkı ve sert yüzey yapısından dolayı sürtünme katsayısı değerlerinin de azalmakta olduğu tespit edilmiştir.



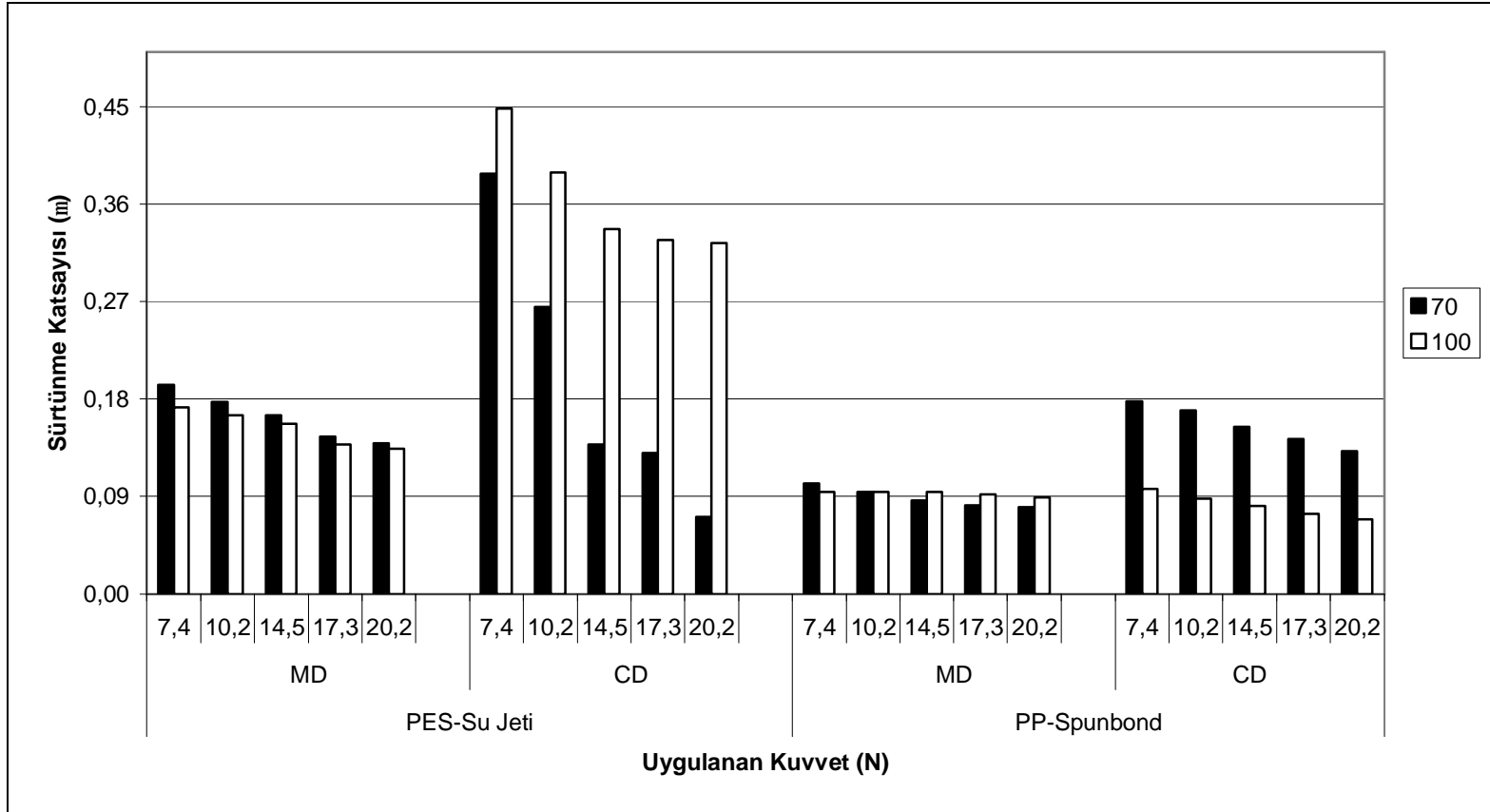
Şekil 6.17. Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 250 mm/dak)



Şekil 6.18. Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 500 mm/dak)



Şekil 6.19. Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 250 mm/dak)



Şekil 6.20. Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 500 mm/dak)

Şekil 6.9-6.20 arası verilen ve Ek 1.3-1.5’de verilen tablo değerleri incelendiğinde;

- Bu grupta incelenen numunelerde statik sürtünme katsayıları, kinetik sürtünme katsayılarından genelde büyük bulunmuştur.
- Poliester (PES) ve Viskon (CV) hammaddesi ile elde edilmiş olan numuneleri birbirleriyle karşılaştığımızda, CV numunelerdeki sürtünme katsayısı değerleri PES esaslı numunelere oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur. CV dokunmamış kumaş numunelerinin tutum açısından daha yumuşak ve hacimli bir yapıya sahiptir. Bu durum sürtünme esnasında daha fazla direnç göstermekte ve dolayısıyla sürtünme katsayısı değerini artırmaktadır. Poliester (PES) ve Polipropilen (PP) hammaddeli numunelere bakıldığında ise, PES esaslı numunelerde PP lifinden üretilmiş numunelere oranla daha yüksek sürtünme katsayıları elde edildiği görülmektedir. PP lifi poliester lifine nazaran üretim aşamasından kaynaklanan sebeplerden dolayı daha sıkı ve sert yapıya sahiptir. Bu nedenle sürtünme esnasında yüzey üzerindeki cisim daha az bir güç harcayarak hareket etmektedir.
- Su-jeti yöntemi ile elde edilmiş dokunmamış kumaş numunelere ait sürtünme katsayısı değerleri spunbond numunelere oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Su-jeti yöntemi ile üretilmiş dokunmamış kumaşlarda spunbond yöntemiyle üretilmiş kumaşlara oranla yüzeyin daha yumuşak ve hacimli yapıda olmasının elde edilen sonuca sebep olacağı düşünülmektedir.
- Kumaş numunesi üzerine uygulanan kuvvetin artmasıyla kumaş yüzeyinin sıkılaşması ve yassılaşmasından dolayı tüm numunelerde sürtünme katsayısı değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.
- Çalışmamızda kullanmış olduğumuz numunelerin yapı ve özellikleri göz önünde bulundurularak bu grup için yukarıdaki değerlendirilmeler yapılmıştır.

6.1.3. Bitim İşlemi Grubu Numuneler için Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Sürtünme Testleri

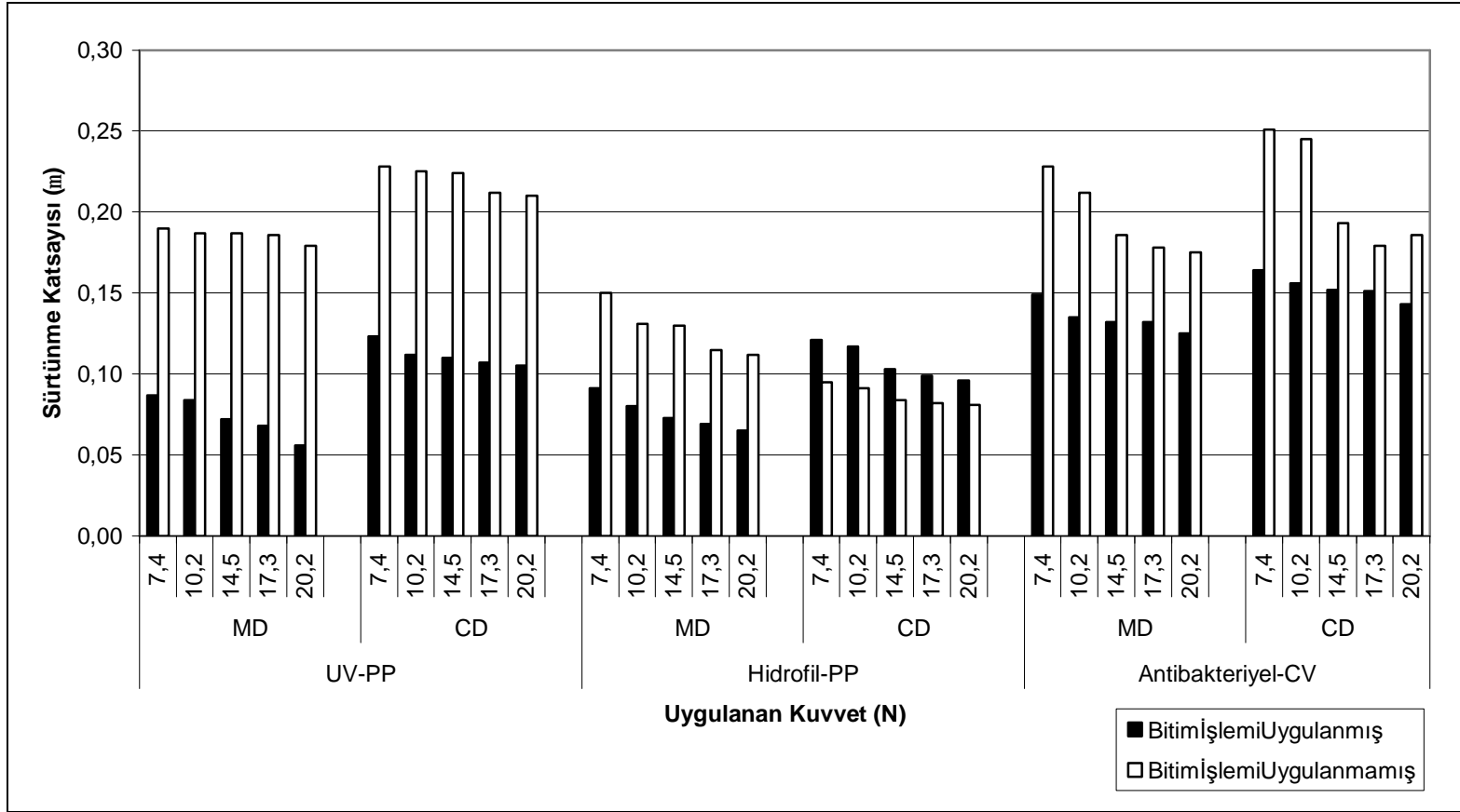
Bitim işlemine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerine ait kumaş-aşındırıcı kumaş sürtünme davranışı test sonuçları Ek 1.6'da verilmiştir. Bu veriler kullanılarak elde edilen değişkenlerin yer aldığı şekiller ise burada değerlendirilmiştir (Şekil 6.21-6.24).

Şekil 6.21-6.22'de 3 farklı bitim işlemine tabi tutulmuş % 100 PP ve CV esaslı dokunmamış kumaşların 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk) makine yönü (MD) ve çapraz yönünde (CD) yapılmış sürtünme testleri sonucu elde edilmiş statik sürtünme katsayılarının, uygulanan kuvvete (yüke) karşı değişimi görülmektedir.

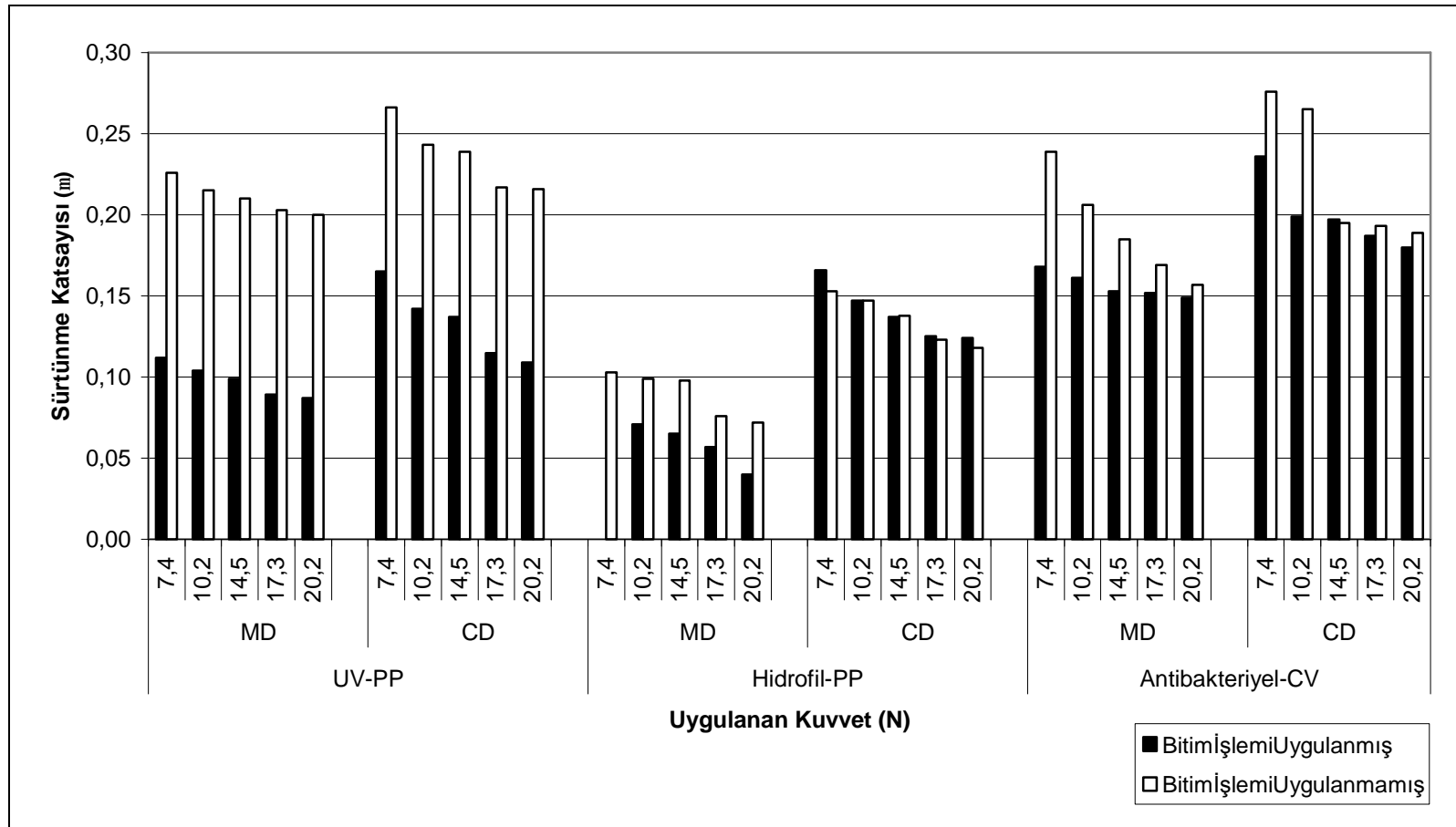
Şekiller incelendiğinde, numune üzerine uygulanan normal yöndeki kuvvet arttığında hem kumaşın MD ve CD yönünde statik sürtünme katsayısı değerlerinde bir azalma eğilimi olduğu gözlenmektedir. Bunun sebebi kumaş numunesi üzerine uygulanan kuvvet arttırıldıkça sıkıştırma, yassılaşıma ve dolayısıyla nispeten kumaş yüzeyinin düzgünleşmesinden kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanmaktadır.

Tüm numunelerde CD yönündeki ölçümlerin, MD yönüne göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum doku oluşumunda lif yerleşiminin bir sonucu olarak yorumlanmıştır.

Kumaş yüzeyine uygulanan kimyasal sayesinde kumaş yüzeyinin pürüzleri, girinti ve çıkıntıları kimyasal işlem görmemiş numunelere oranla nispeten kapanıp daha düzgün bir yüzey elde edilmektedir. Böylece bitim işlemi kumaş yüzeyinin düzgünleşmesini ve kumaş yüzeyinde kızıağın daha az bir kuvvetle hareket etmesini sağlamıştır. Bunun bir sonucu olarak da, sürtünme katsayısı değerleri genelde öncesine göre küçük değerlerde ölçülmüştür. Ayrıca hidrofil bitim işlemi uygulanmış dokunmamış kumaş numunelerinin CD yönündeki sürtünme katsayısı değerleri, bitim işlemi uygulanmamış numunelerdeki sürtünme katsayısı değerlerinden bir miktar daha yüksek değerler de bulunmuştur. Bu durum açıklaması bitim işleminin kumaş yüzeyi boyunca eşit olarak uygulanmamış olmasından kaynaklanabileceği şeklinde yapılmıştır.



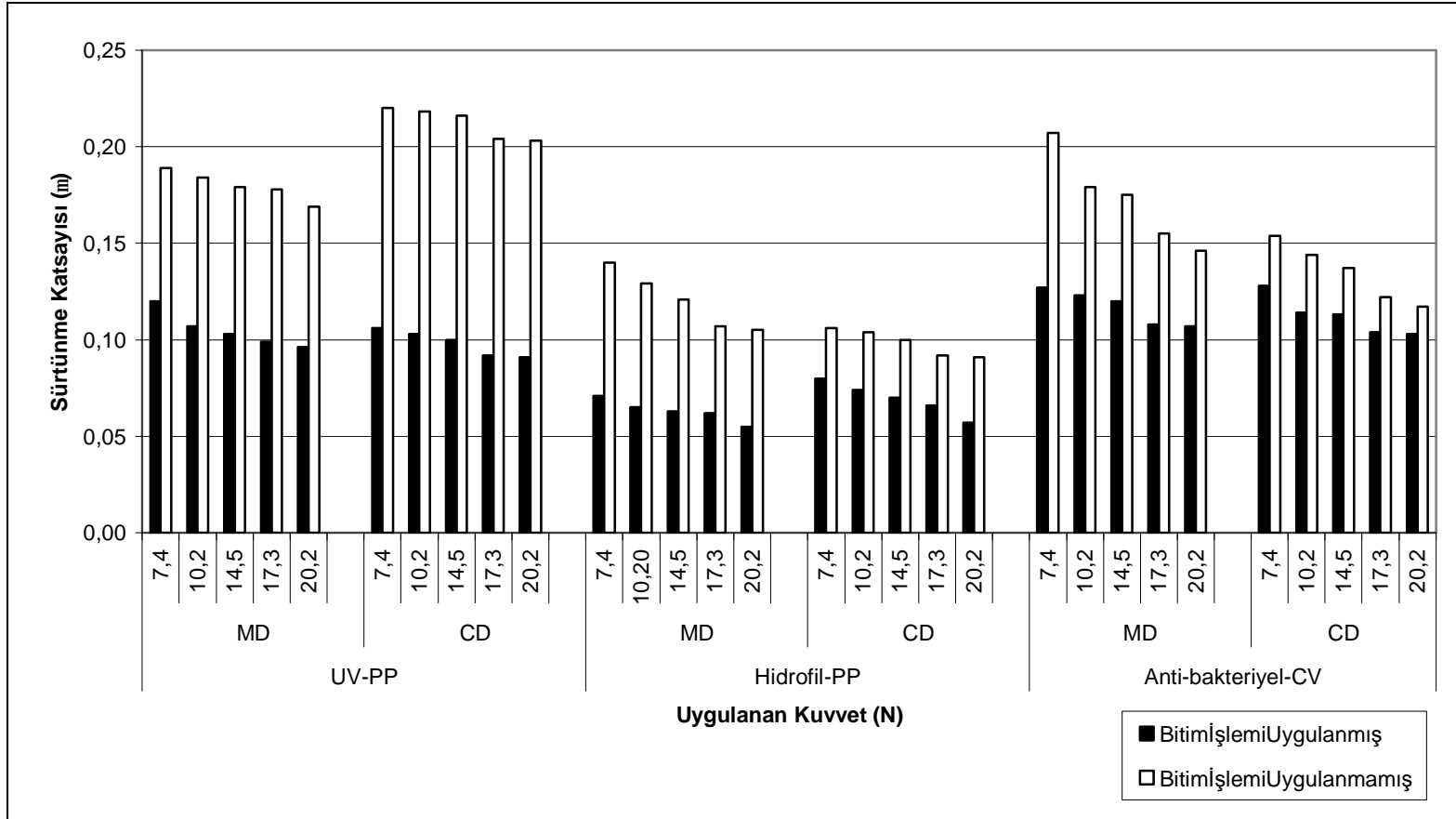
Şekil 6.21. Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 250 mm/dk)



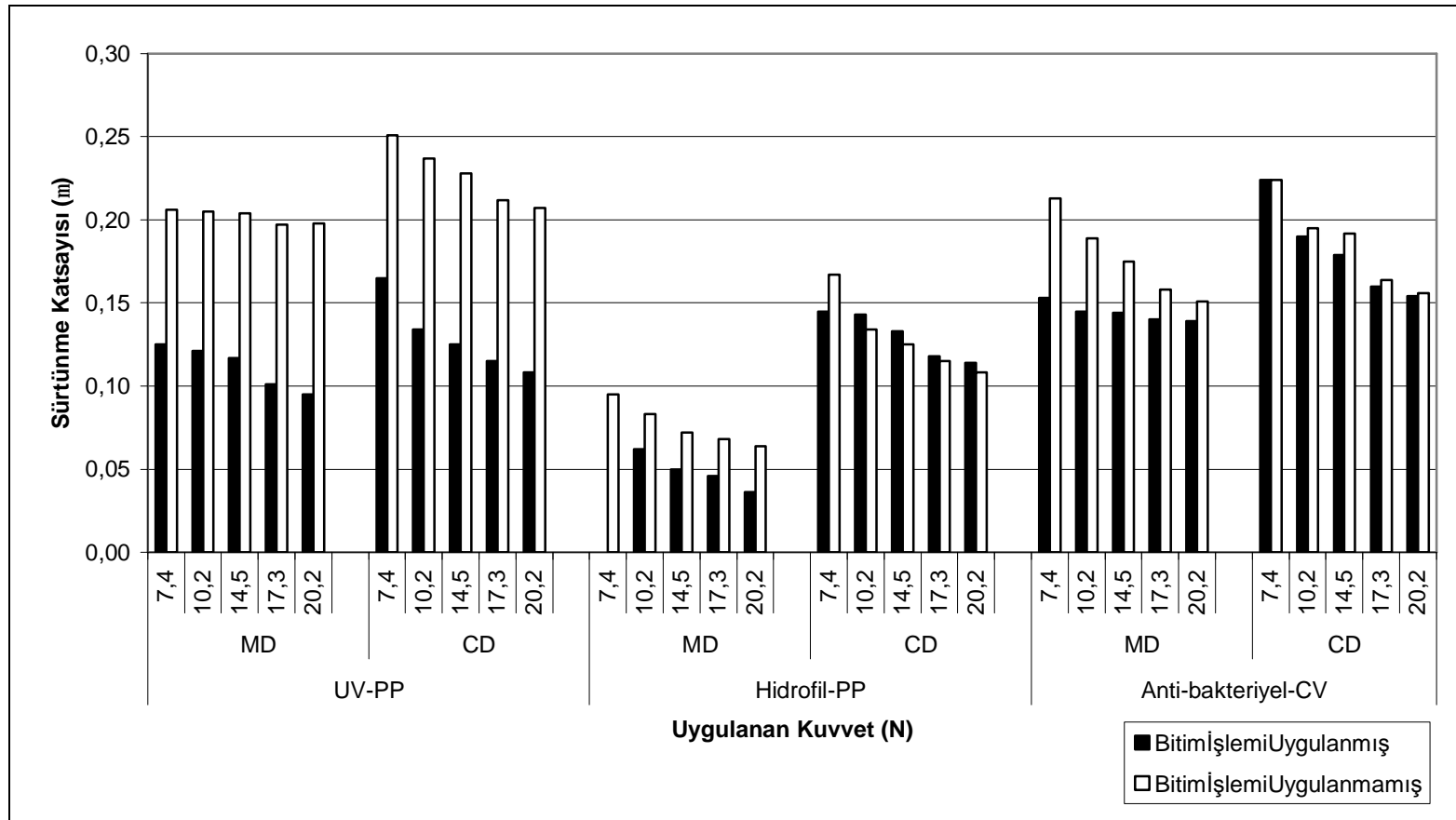
Şekil 6.22. Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 500 mm/dk)

Şekil 6.23 ve 6.24’de 3 farklı bitim işlemine tabi tutulmuş dokunmamış kumaşların 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dak) makine yönü (MD) ve çapraz yönünde (CD) yapılmış sürtünme testleri sonucu elde edilmiş kinetik sürtünme katsayılarının uygulanan kuvvete (yüke) karşı değişimi görülmektedir.

Şekillerden, yüksek hızlarda yapılan test sonuçlarından elde edilen sürtünme katsayılarının düşük hızlarda yapılan testlerden elde edilen sonuçlara göre bir miktar daha yüksek değerlerde değiştiği görülmektedir. Burada hız arttıkça sürtünme katsayısı değerleri de artmıştır. Kayma hızı artarken sürtünmeyi gerçekleştiren kızak ile sürtünen dokunmamış kumaş numunesi arasında hızlı bir yüzey etkileşimi gerçekleşmektedir. İki yüzey arasında daha az temas etme zamanı olmasına karşın, numune yüzeyindeki girinti ve çıkıntılar daha sert algılanmakta ve dolayısıyla test işleminde sürtünme katsayısı değerlerinin artmasına sebep olmaktadır.



Şekil 6.23. Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.24. Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Aşındırıcı Kumaş, Hız: 500 mm/dk)

Bitim işlemi uygulanmış numunelerde, beklenildiği gibi, tüm şartlarda sürtünme katsayısı değerleri, bitim işlemi görmemiş numunelerde ölçülen değerlere göre daha küçük seviyelerde çıkmıştır. İster UV, ister Hidrofil isterse de Antibakteriyel bitim işlemi olsun dokunmamış kumaş yüzeyini kaplayan kimyasal sayesinde yüzeydeki girinti ve çıkıntılar kapanmış sonuçta bitim işlemi görmüş sürtünme katsayısı değerleri bir miktar daha düşük çıkmıştır. Cisimler arasındaki sürtünmenin tüm yüzeylerde mevcut çıkıntılardan (pürüzlerden) kaynaklanmakta olduğu bilinmektedir. Sonuçta kumaşlara uygulanan bitim işlemi kumaş yüzeyi üzerindeki boşlukları doldurmak suretiyle sürtünmeyi azaltıcı yönde etki yapmaktadır.

6.1.4. Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen verilere Design Expert 6.0.1 istatistiksel paket programı kullanılarak regresyon modeli ile analiz yapılmıştır. Regresyon analizi ya da regresyon modelleme, deneysel tasarımda yaygın olarak kullanılmaktadır. Regresyon analizi, önemli olan faktörler ile tepki değişkeni arasında sayısal bir model kurulmasını sağlamaktadır.

İstatistiksel analiz yapılırken, fiziksel ve mekanik özellikleri etkileyen kumaş yönü ve lif cinsi kategorik (isimsel), gramaj, hız ve uygulanan kuvvet ise nümerik (sayısal) faktör olarak alınmıştır.

Anlamlılık seviyesi % 5 alınmıştır. Tablodaki P-değeri her bir bağımsız değişkenin model için önemini belirtmektedir. $P > 0.05$ ise bağımsız değişkenin model üzerinde büyük bir etkiye sahip olmadığı, $P < 0.05$ ise bağımsız değişkenin model üzerinde çok büyük bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle, P-değeri 0.05'den küçük olan değişkenler modele katılmış, P-değeri 0.05'den büyük olanlar ise modelden çıkarılmıştır.

6.1.4.1. Gramaj Grubu Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi

Gramaj grubu kumaş-aşındırıcı kumaş test sonuçlarının istatistiksel analizinden elde edilen ANOVA tablosu Çizelge 6.1'de verilmektedir. Tablo incelendiğinde, % 100 polipropilen (PP) dokunmamış kumaşlarda gramaj (A), uygulanan kuvvet (B), hız (C), gramaj x uygulanan kuvvet (AxB) ve gramaj x hız (AxC) üzerinde anlamlı bir etkileşimin olduğu görülürken, kumaş yönünün (D) statik sürtünme katsayısı değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir. % 100 polipropilen (PP) dokunmamış kumaşlarda gramaj (A), uygulanan kuvvet (B), hız (C) ve kumaş yönünün (D) kinetik sürtünme katsayısı üzerinde anlamlı bir etkileşimin olduğu görülmektedir. Statik ve kinetik sürtünme katsayılarına en fazla etkinin gramaj (A), en düşük etkinin ise genelde kumaş yönü (D) olduğu belirlenmiştir. Statik sürtünme katsayısı üzerinde en fazla etki % 83.63 ile gramaj (A), en düşük etkinin % 0.0095 ile kumaş yönü (D); kinetik sürtünme katsayısı üzerinde ise en fazla etkinin % 89.21 ile gramaj (A), en düşük etkinin % 1.24 ile kumaş yönü (D) olduğu belirlenmiştir.

% 100 poliester (PES) dokunmamış kumaş numunesinde ise gramaj (A), uygulanan kuvvet (B), hız (C), kumaş yönü (D) ve gramaj x kumaş yönünün (AxD) statik sürtünme katsayısı üzerinde anlamlı bir etkileşimin olduğu görülürken, gramaj (A), uygulanan kuvvet (B), hız (C), kumaş yönü (D), gramaj x kumaş yönü (AxD) ve hız x kumaş yönünün (CxD) kinetik sürtünme katsayısı üzerinde anlamlı bir etkilesinin olduğu görülmektedir. Statik sürtünme katsayılarına en fazla etkinin % 37.51 ile gramaj (A), en düşük etkinin ise % 2.27 ile gramaj x kumaş yönü (AxD) olduğu belirlenmiştir. Kinetik sürtünme katsayılarına en fazla etkinin % 25.82 ile gramaj (A), en düşük etkinin ise % 2.61 ile kumaş yönü (D) olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.1. Gramaj grubu ANOVA tablosu (kumaş-aşındırıcı kumaş)

Polipropilen						
Factor	Statik			Kinetik		
	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)
Model	94.50	<0.0001	Anlamlı	192.64	<0.0001	Anlamlı
A	826.13	<0.0001	83.63	715.02	<0.0001	89.21
B	70.62	<0.0001	6.41	25.41	<0.0001	2.99
C	41.15	<0.0001	1.85	22.12	<0.0001	2.50
D	0.65	0.4212	0.009542	10.89	0.0013	1.24
AB	5.86	0.0171	2.84	-	-	-
AC	20.89	<0.0001	1.31	-	-	-
R²	0.8940			0.8701		
R_d²	0.8884			0.8656		
R_{pre}²	0.8815			0.8593		
Poliester						
Mo	118.45	<0.0001	Anlamlı	90.90	<0.0001	Anlamlı
A	255.92	<0.0001	37.51	153.87	<0.0001	25.82
B	141.23	<0.0001	18.64	137.91	<0.0001	19.28
C	100.53	<0.0001	20.02	109.26	<0.0001	21.92
D	87.97	<0.0001	11.56	34.94	<0.0001	2.61
AD	13.15	0.0004	2.27	80.61	<0.0001	8.71
CD	-	-	-	67.11	<0.0001	7.94
R²	0.8482			0.8595		
R_d²	0.8410			0.8501		
R_{pre}²	0.8304			0.8326		

(A:Gramaj , B: Uygulanan Kuvvet, C: Hız, D: Kumaş Yönü)

Çizelge 6.2’de gramaj grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri için modellerin R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 ve standart sapmalarını verilmektedir. Çizelgeye göre standart sapma değeri en düşük, R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 değerleri ise en yüksek olan modelden başlamak üzere bütün modeller tek tek denendikten sonra en uygun modele göre analiz yapılmıştır. Çizelgede varyans analizi hangi modele göre yapılıyorsa, o model koyu renkle yazılmıştır. Standart sapmanın küçük olması, ortalamalardan sapmaların ve riskin az olduğunun, standart sapmanın büyük olması, ortalamadan sapmaların, riskin çok olduğunun göstergesidir.

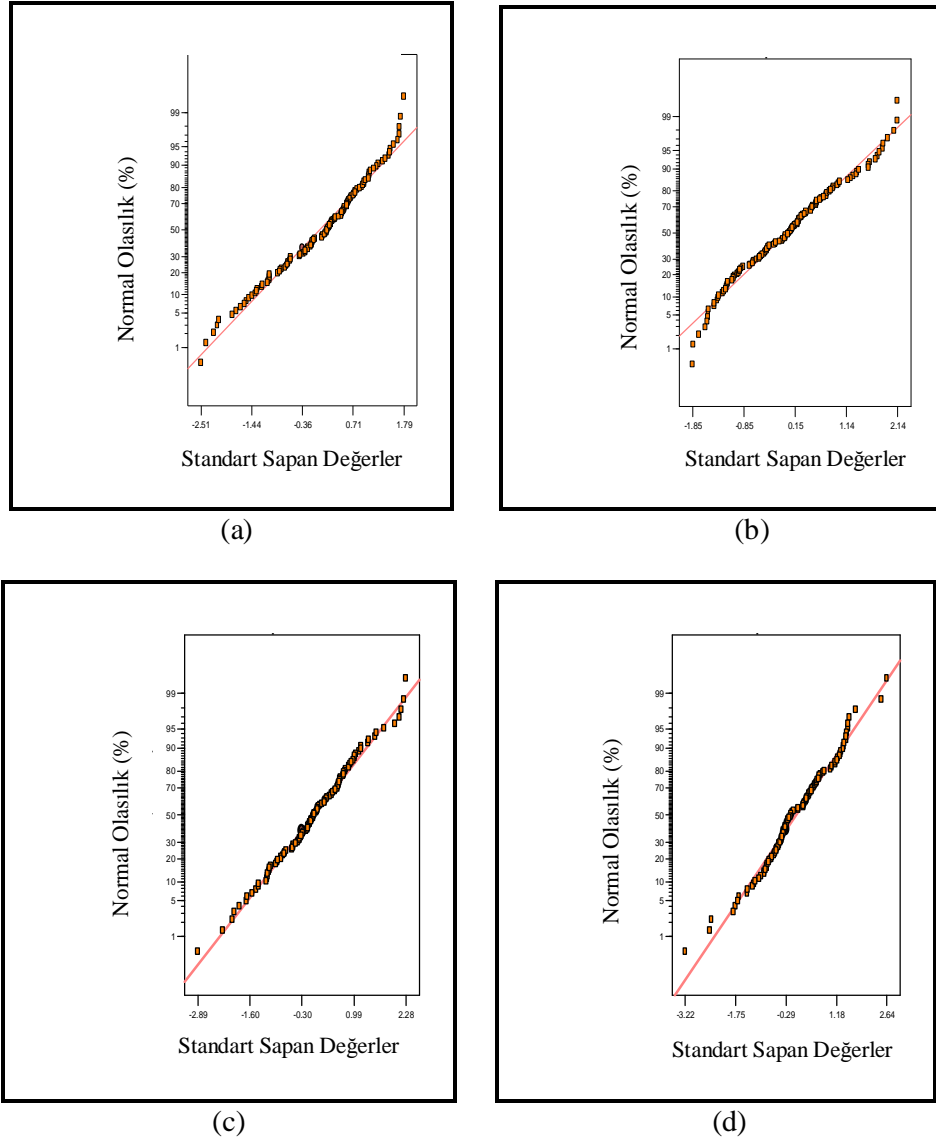
Çizelge 6.2. Gramaj grubu model tablosu (kumaş-aşındırıcı kumaş)

Varyans Kaynağı	Gramaj Grubu		Standart Sapma	R ²	R ² _d	R ² _{pre}
Linear	PP	Statik	0.19	0.8678	0.8632	0.8550
2FI			0.17	0.8966	0.8871	0.8755
Kuadratik			0.16	0.9096	0.8995	0.8860
Kübik			0.15	0.9299	0.9122	0.8940
Linear		Kinetik	0.026	0.8701	0.8656	0.8593
2FI			0.026	0.8746	0.8631	0.8506
Kuadratik			0.026	0.8823	0.8691	0.8549
Kübik			0.018	0.9490	0.9361	0.9221
Linear	PES	Statik	0.013	0.8294	0.8230	0.8129
2FI			0.010	0.8892	0.8782	0.8640
Kuadratik			0.010	0.8941	0.8813	0.8640
Kübik			8.65E-003	0.9340	0.9158	0.8937
Linear		Kinetik	0.015	0.6568	0.6440	0.6440
2FI			9.473E-003	0.8702	0.8574	0.8576
Kuadratik			9.121E-003	0.8821	0.8678	0.8670
Kübik			6.892E-003	0.9408	0.9245	0.9245

(2FI: İki Faktörlü Etkileşim)

Modeldeki sapmaların (artıkların) analizinde ise, artıkların kontrolü yapılır. Modeldeki sapmalar, yaklaşık olarak düz bir doğru çizerse normallik (normal olasılık) varsayımın kabul edilebilir olduğu sonucuna varılır. Şekil 6.25'den de anlaşılacağı gibi seçilen modellerde normal dağılım konusunda herhangi bir problem görülmemektedir. Bu analizle de seçilen modelin uygunluğu desteklenmektedir.

Verilere uyan modelin açıklayıcı yüzdesi olan R²'nin hesaplanması gerekmektedir. Çizelge 6.1'e göre modellerin R² değerleri yaklaşık 0.84 ila 0.89 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda, sürtünme katsayılarındaki değişimin % 84-89'nun modeldeki faktörler tarafından açıklanabilmektedir. Bu durum, sürtünme katsayısı için oluşturulan modelin bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi oldukça yüksek bir doğrulukla ifade ettiğini ve deneysel çalışmanın doğru kabul edilebilirliğini göstermektedir.



Şekil 6.25. Gramaj grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri (kumaş-aşındırıcı kumaş)
 (a) gramaj grubu (PP)/statik (b) gramaj grubu (PP)/kinetik
 (c) gramaj grubu (PES)/statik (d) gramaj grubu (PES)/kinetik

6.1.4.2. Lif Cinsi Grubu Kumaş-Aşındırıcı Kumaş Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi

ANOVA tablosu (Çizelge 6.3) incelendiğinde; oluşturulan tüm modellerin anlamlı olduğu ve modellerinin hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir.

Lif cinsi grubunda yer alan gramajı 45, 70 ve 100 g/m² olan dokunmamış kumaşlarda gramaj (A), uygulanan kuvvet (B), hız (C), kumaş yönü (D), gramaj x kumaş yönü (AxD), gramaj x lif cinsi (AxE), uygulanan kuvvet x kumaş yönü (BxD), hız x kumaş yönü (CxD) ve kumaş yönü x lif cinsi (DxE) üzerinde anlamlı bir etkileşiminin olduğu görülürken, lif cinsinin (E) statik sürtünme katsayısı değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Gramaj (A), uygulanan kuvvet (B), hız (C), kumaş yönü (D), gramaj x kumaş yönü (AxD), gramaj x lif cinsi (AxE), uygulanan kuvvet x hız (BxC), uygulanan kuvvet x kumaş yönü (BxD), hız x kumaş yönü (CxD) ve hız x lif cinsi (CxE) üzerinde anlamlı bir etkileşiminin olduğu görülürken, lif cinsinin (E) kinetik sürtünme katsayısı değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Statik sürtünme katsayısı üzerinde en fazla etki % 26.37 ile kumaş yönü (D), en düşük etkinin % 0.34 ile lif cinsi (E); kinetik sürtünme katsayısı üzerinde ise en fazla etkinin % 28.90 ile hız (C), en düşük etkinin % 0.34 ile lif cinsi (E) olduğu belirlenmiştir.

Bu grupta 3 farklı gramajda (12-17-100 g/m²) dokunmamış kumaşlara ait modeldeki tüm faktörlerin statik sürtünme katsayısı değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Gramaj (A), uygulanan kuvvet (B), hız (C), lif cinsi (E), gramaj x lif cinsi (AxE), hız x kumaş yönü (CxD), kumaş yönü x lif cinsi (DxE) üzerinde anlamlı bir etkileşimin olduğu görülürken; kumaş yönünün (D) kinetik sürtünme katsayısı değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Statik sürtünme katsayısı üzerinde en fazla etki % 55.61 ile lif cinsi (E), en düşük etkinin % 1.73 ile uygulanan kuvvet (B); kinetik sürtünme katsayısı üzerinde ise en fazla etkinin % 44.46 ile gramaj (A), en düşük etkinin % 0.41 ile kumaş yönü (D) olduğu belirlenmiştir.

Lif cinsi grubunda gramajı 70 ve 100 g/m² olan dokunmamış kumaşlarda uygulanan kuvvet (B), hız (C), kumaş yönü (D), lif cinsi (E), gramaj x kumaş yönü (AxD), gramaj x lif cinsi (AxE), hız x kumaş yönü (CxD) ve kumaş yönü x lif cinsi (DxE) üzerinde anlamlı bir etkileşimin olduğu görülürken, gramajın (A) statik sürtünme katsayısı değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Uygulanan kuvvet (B), hız (C), kumaş yönü (D), lif cinsi (E), gramaj x lif cinsi (AxE), hız x kumaş yönü (CxD) ve kumaş yönü x lif cinsi (DxE) üzerinde anlamlı

bir etkileşimin olduğu görülürken, gramajın (A) kinetik sürtünme katsayısı değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Statik sürtünme katsayısına % 29.45 değeri ile en fazla etki lif cinsi (E), % 0.18 değeri ile en az etki gramaj x kumaş yönü (AxD) etkileşimin olduğu; kinetik sürtünme katsayısına ise % 21.19 değeri ile en fazla etki hız (C), % 1.69 değeri ile en az etki gramaj (A) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 6.3. Lif cinsi grubu ANOVA tablosu (kumaş-aşındırıcı kumaş)

45-70-100 g/m ²						
Factor	Statik			Kinetik		
	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)
Model	33.37	<0.0001	Anlamlı	58.57	<0.0001	Anlamlı
A	4.64	0.0336	3.75	29.07	<0.0001	6.94
B	80.65	<0.0001	20.00	123.92	<0.0001	19.68
C	67.63	<0.0001	16.31	232.05	<0.0001	28.90
D	106.51	<0.0001	26.37	24.55	<0.0001	2.55
E	0.56	0.4546	0.34	1.46	0.2298	0.34
AD	6.25	0.0140	2.07	35.85	<0.0001	5.20
AE	17.59	<0.0001	10.89	14.94	0.0002	2.93
BC	-	-	-	29.20	<0.0001	5.10
BD	12.90	0.0005	2.42	12.38	0.0006	2.85
CD	15.74	0.0001	2.56	122.59	<0.0001	14.84
CE	-	-	-	9.24	0.0030	1.11
DE	6.18	0.0145	1.45	-	-	-
R²	0.7624			0.8622		
R_d²	0.7395			0.8474		
R_{pre}²	0.7110			0.8266		
12-17-100 g/m ²						
Model	100.51	<0.0001	Anlamlı	26.69	<0.0001	Anlamlı
A	73.71	<0.0001	26.23	35.21	<0.0001	44.46
B	24.91	<0.0001	1.73	12.19	0.0008	0.87
C	24.14	<0.0001	2.29	32.02	<0.0001	4.77
D	32.23	<0.0001	1.85	2.17	0.1445	0.41
E	395.75	<0.0001	55.61	118.03	<0.0001	17.06
AE	-	-	-	8.07	0.0056	9.19
CD	-	-	-	13.23	0.0005	1.60
DE	-	-	-	38.26	<0.0001	2.68
R²	0.8495			0.7129		
R_d²	0.8411			0.6862		
R_{pre}²	0.8293			0.6507		

Çizelge 6.3'ün devamı

	70-100 g/m ²					
Model	63.00	<0.0001	Anlamlı	44.14	<0.0001	Anlamlı
A	4.963E-	0.9823	0.55	3.89	0.0526	1.69
B	39.73	<0.0001	5.38	31.36	<0.0001	5.75
C	137.76	<0.0001	22.04	132.69	<0.0001	21.19
D	10.94	0.0015	1.13	4.21	0.0441	4.33
E	184.73	<0.0001	29.45	89.18	<0.0001	19.79
AD	7.92	0.0064	0.18	-	-	-
AE	116.69	<0.0001	17.13	60.68	<0.0001	8.06
CD	6.91	0.0106	2.24	33.47	<0.0001	8.03
DE	80.12	<0.0001	8.81	30.69	<0.0001	2.83
R²	0.8943			0.8557		
R_d²	0.8801			0.8363		
R_{pre}²	0.8599			0.8089		

(A:Gramaj , B: Uygulanan Kuvvet, C: Hız, D: Kumaş Yönü, E:Lif Cinsi)

Çizelge 6.4'de lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri için modellerin R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 ve standart sapmalarını verilmektedir. Çizelgeye göre standart sapma değeri en düşük, R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 değerleri ise en yüksek olan modelden başlamak üzere bütün modeller tek tek denendikten sonra en uygun modele göre analiz yapılmıştır.

Çizelge 6.4. Lif cinsi grubu model tablosu (kumaş-aşındırıcı kumaş)

Varyans Kaynağı	Lif Cinsi Grubu	Standart Sapma	R^2	R_d^2	R_{pre}^2	
Linear	45-70-100 g/m ²	Statik	0.030	0.6324	0.6155	0.5895
2FI			0.024	0.7813	0.7481	0.7069
Kuadratik			0.023	0.8049	0.7707	0.7255
Kübik		Kinetik	0.014	0.9380	0.9093	0.8660
Linear			0.057	0.5511	0.5305	0.4976
2FI			0.032	0.8713	0.8519	0.8232
Kuadratik			0.029	0.8968	0.8787	0.8489
Kübik			0.020	0.9610	0.9430	0.9076

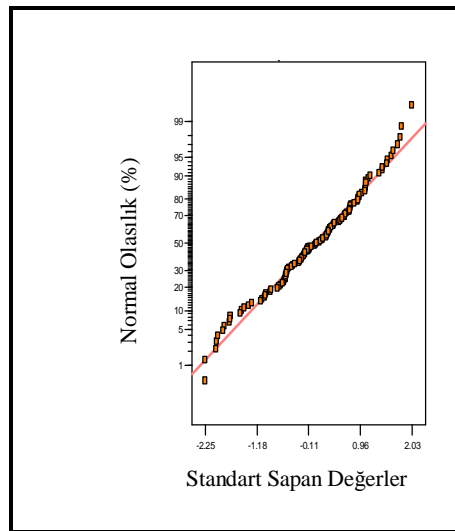
Çizelge 6.4'ün devamı

Linear	12-17-100 g/m ²	Statik	0.15	0.8495	0.8411	0.8293	
2FI			0.15	0.8734	0.8494	0.8201	
Kuadratik			0.14	0.8945	0.8712	0.8408	
Kübik				0.076	0.9754	0.9601	0.9219
Linear			Kinetik	0.059	0.5031	0.4752	0.4351
2FI		0.045		0.7438	0.6951	0.6406	
Kuadratik		0.028		0.9006	0.8787	0.8424	
Kübik				0.017	0.9717	0.9541	0.9022
Linear		70-100 g/m ²	Statik	0.27	0.5636	0.5329	0.4850
2FI	0.13			0.9070	0.8841	0.8477	
Kuadratik	0.13			0.9070	0.8822	0.8421	
Kübik				0.10	0.9590	0.9308	0.8657
Linear			Kinetik	0.35	0.5679	0.5375	0.4900
2FI	0.20			0.8751	0.8443	0.7976	
Kuadratik	0.21			0.8754	0.8421	0.7904	
Kübik				0.094	0.9802	0.9666	0.9267

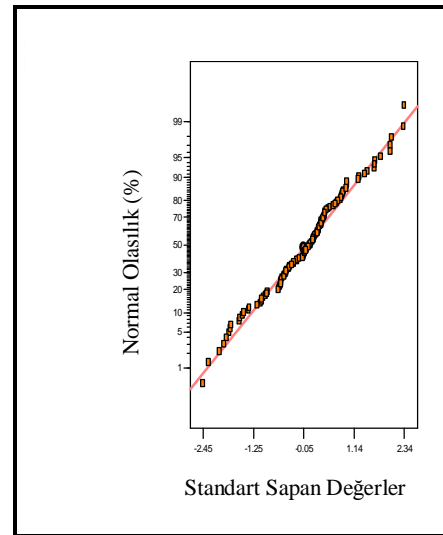
(2FI: İki Faktörlü Etkileşim)

Şekil 6.26'dan da anlaşılacağı gibi seçilen modellerde normal dağılım konusunda herhangi bir problem görülmemektedir.

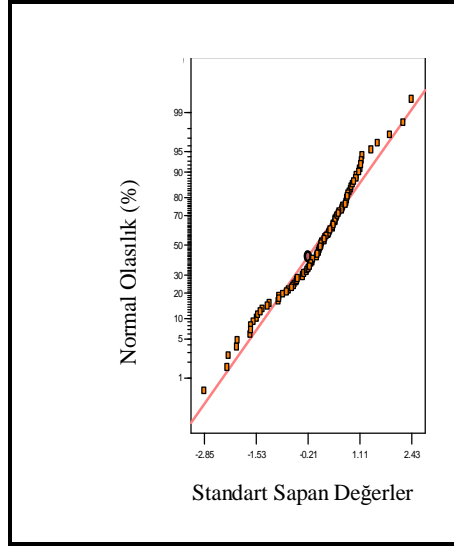
Çizelge 6.3'e göre modellerin R² değerleri yaklaşık 0.69 ila 0.88 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda, sürtünme katsayılarındaki değişimin % 69-88'nin modeldeki faktörler tarafından açıklanabilmektedir.



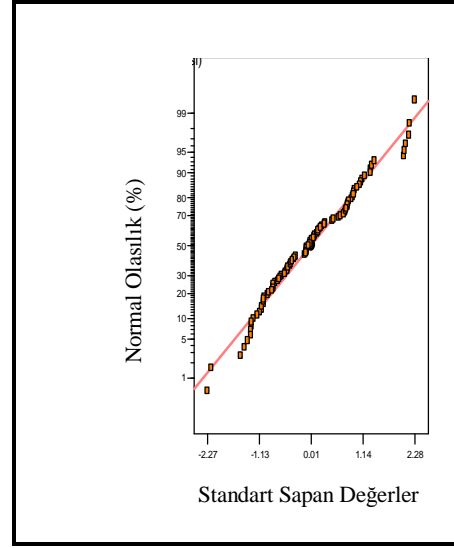
(a)



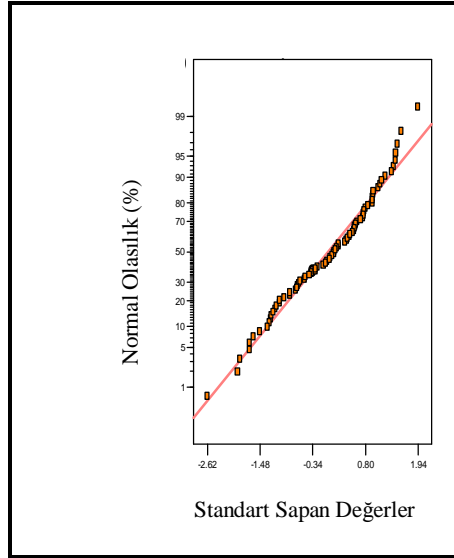
(b)



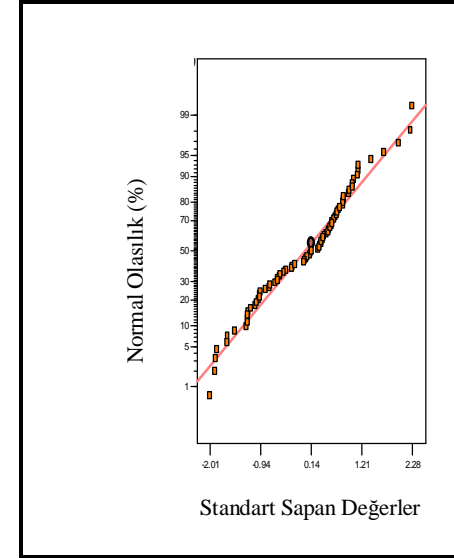
(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil 6.26. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri (kumaş-aşındırıcı kumaş)

- (a) lif cinsi (45-70-100 g/m²)/statik, (b) lif cinsi (45-70-100 g/m²)/kinetik,
 (c) lif cinsi (12-17-100 g/m²)/statik, (d) lif cinsi (12-17-100 g/m²)/kinetik,
 (e) lif cinsi (70-100 g/m²)/statik, (f) lif cinsi (70-100 g/m²)/kinetik.

6.1.4.3. Bitim İşlemi Grubu Kumaş-Aşıdırıcı Kumaş Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi

ANOVA tablosu (Çizelge 6.5) incelendiğinde; oluşturulan tüm modellerin anlamlı olduğu ve modellerinin hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir.

Bitim işlemi grubu (UV-Hidrofil) dokunmamış kumaşlarda gramaj (A), uygulanan kuvvet (B), hız (C), kumaş yönü (D) üzerinde statik ve kinetik sürtünme katsayısı değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir.

Bitim işlemi grubu (Antibakteriyel) dokunmamış kumaşlarda gramaj (A), uygulanan kuvvet (B), ve kumaş yönü (D) üzerinde anlamlı bir etkileşimin olduğu görülürken, hız (C) üzerinde kinetik sürtünme katsayısı değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

Sürtünme katsayısına en fazla ve en az etkisi olan faktörler koyu renkte yazılmıştır.

Çizelge 6.5. Bitim işlemi grubu ANOVA tablosu (kumaş-aşıdırıcı kumaş)

Faktör	UV					
	Statik			Kinetik		
	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)
Model	821.25	<0.0001	Anlamlı	533.38	<0.0001	Anlamlı
A	121.68	<0.0001	3.15	68.79	<0.0001	3.66
B	154.10	<0.0001	3.75	74.01	<0.0001	3.69
C	354.64	<0.0001	8.67	60.72	<0.0001	3.31
D	4130.75	<0.0001	83.52	2356.30	<0.0001	86.50
AB	10.99	0.0023	0.29	-	-	-
BC	4.87	0.0346	0.080	-	-	-
CD	-	-	-	45.43	0.0001	1.59
R²	0.9935			0.9878		
R_d²	0.9923			0.9859		
R_{pre}²	0.9901			0.9826		

Çizelge 6.5'in devamı

Hidrofil						
Model	57.39	< 0.0001	Anlamlı	73.35	< 0.0001	Anlamlı
A	67.70	< 0.0001	16.21	55.63	< 0.0001	12.76
B	20.00	0.0001	5.64	16.27	0.0004	5.88
C	58.67	< 0.0001	17.92	80.31	< 0.0001	15.99
D	37.06	< 0.0001	9.83	38.43	< 0.0001	11.24
BC	117.09	< 0.0001	23.52	165.53	< 0.0001	24.77
BD	63.11	< 0.0001	13.23	110.22	< 0.0001	15.84
R²	0.9298			0.9442		
R_d²	0.9136			0.9313		
R_{pre}²	0.8581			0.8640		
Antibakteriyel						
Model	112.33	< 0.0001	Anlamlı	105.37	< 0.0001	Anlamlı
A	165.01	< 0.0001	28.64	167.22	< 0.0001	20.88
B	50.65	< 0.0001	8.12	272.78	< 0.0001	36.02
C	106.82	< 0.0001	11.31	0.52	0.4769	0.38
D	323.09	< 0.0001	36.35	193.08	< 0.0001	21.10
AD	59.52	< 0.0001	7.99	24.62	< 0.0001	2.78
BC	15.88	0.0004	2.03	82.67	< 0.0001	9.45
BD	19.57	0.0001	2.81	16.97	0.0003	1.80
CD	-	-	-	42.34	< 0.0001	4.58
R²	0.9679			0.9679		
R_d²	0.9587			0.9558		
R_{pre}²	0.9427			0.9408		

(A:Gramaj , B: Uygulanan Kuvvet, C: Hız, D: Kumaş Yöntü)

Çizelge 6.6'da bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri için modellerin R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 ve standart sapmalarını verilmektedir. Çizelgeye göre standart sapma değeri en düşük, R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 değerleri ise en yüksek olan modelden başlamak üzere bütün modeller tek tek denendikten sonra en uygun modele göre analiz yapılmıştır.

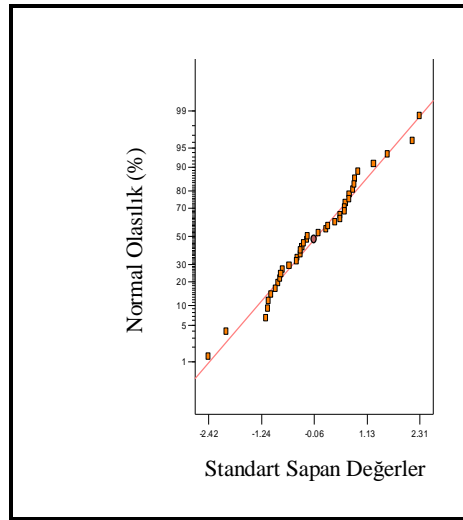
Çizelge 6.6. Bitim işlemi grubu model tablosu (kumaş-aşındırıcı kumaş)

Varyans Kaynağı	Bitim İşlemi Grubu		Standart Sapma	R ²	R ² _d	R ² _{pre}
Linear	UV	Statik	6.362E-003	0.9902	0.9891	0.9869
2FI			5.074E-003	0.9949	0.9930	0.9894
Kuadratik			5.167E-003	0.9949	0.9928	0.9884
Kübik			4.492E-003	0.9973	0.9945	0.9890
Linear		Kinetik	9.346E-003	0.9709	0.9675	0.9612
2FI			5.925E-003	0.9904	0.9869	0.9793
Kuadratik			6.006E-003	0.9905	0.9866	0.9773
Kübik			3.610E-003	0.9976	0.9951	0.9863
Linear	Hidrofil	Statik	0.022	0.4742	0.4105	0.2972
2FI			9.821E-003	0.9148	0.8833	0.8179
Kuadratik			9.871E-003	0.9171	0.8821	0.8112
Kübik			4.188E-003	0.9897	0.9788	0.9501
Linear		Kinetik	0.025	0.4406	0.3728	0.2520
2FI			8.850E-003	0.9418	0.9202	0.8640
Kuadratik			8.869E-003	0.9437	0.9198	0.8586
Kübik			4.512E-003	0.9899	0.9792	0.9226
Linear	Antibakteriyel	Statik	0.016	0.8367	0.8163	0.7795
2FI			7.530E-003	0.9718	0.9609	0.9412
Kuadratik			6.748E-003	0.9782	0.9686	0.9516
Kübik			6.563E-003	0.9860	0.9703	0.9181
Linear		Kinetik	0.016	0.7736	0.7453	0.6950
2FI			6.237E-003	0.9725	0.9620	0.9361
Kuadratik			6.123E-003	0.9746	0.9634	0.9375
Kübik			4.756E-003	0.9896	0.9779	0.9582

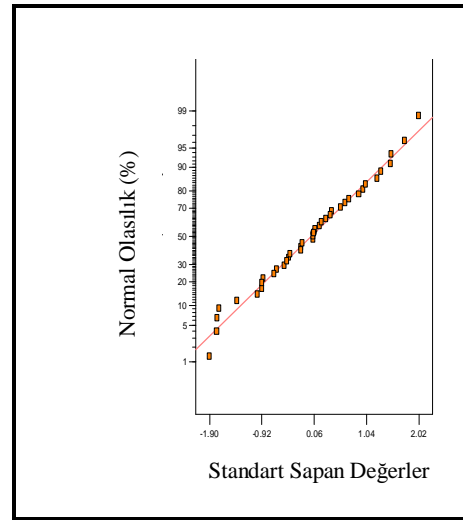
(2FI: İki Faktörlü Etkileşim)

Şekil 6.27’de bitim işlemi grubu numunelere ait kumaş-aşındırıcı kumaş sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi seçilen modellerde normal dağılım konusunda herhangi bir problem görülmemektedir.

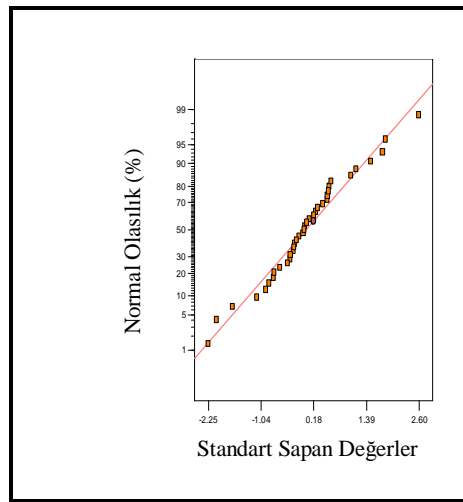
Çizelge 6.5’e göre modellerin R^2 değerleri yaklaşık 0.91 ila 0.99 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda, sürtünme katsayılarındaki değişimin % 91-99’nun modeldeki faktörler tarafından açıklanabilmektedir.



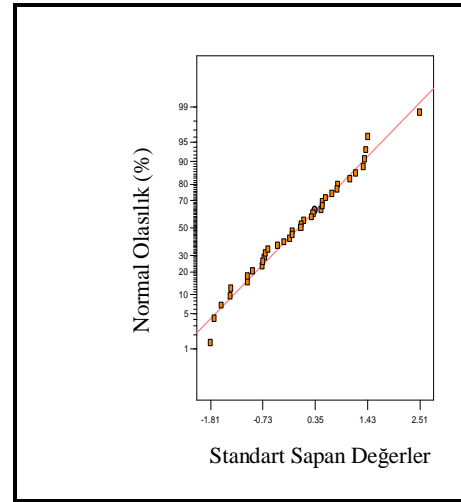
(a)



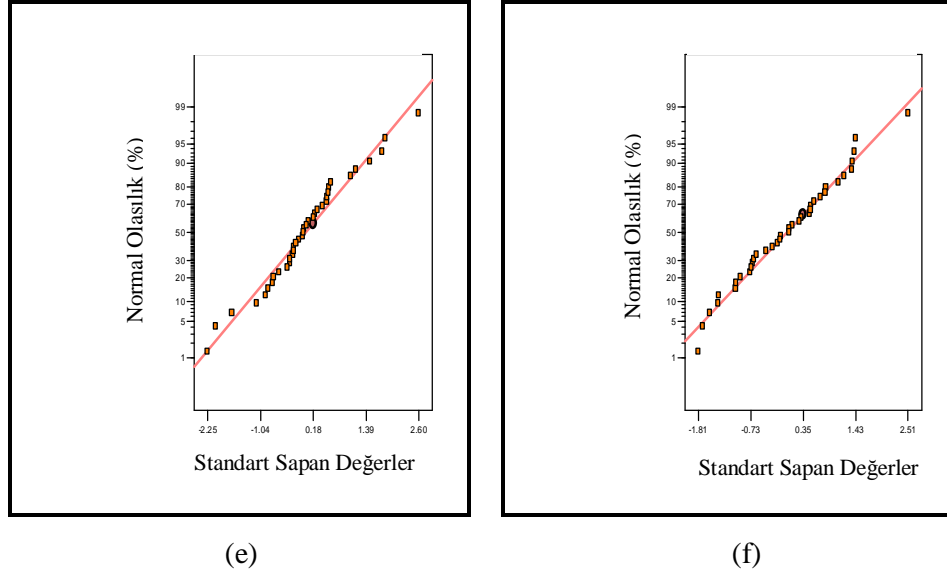
(b)



(c)



(d)



Şekil 6.27. Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri (kumaş-aşındırıcı kumaş)
 (a) UV bitim işlemi/statik, (b)UV bitim işlemi/kinetik,
 (c) Hidrofil bitim işlemi/statik, (d)Hidrofil bitim işlemi/kinetik,
 (e) Bakteriyel bitim işlemi/statik, (f)Antibakteriyel bitim işlemi/kinetik.

6.2. Kumaş-Ahşap Etkileşimi İçin Testler ve Sonuçların Değerlendirmesi

6.2.1. Gramaj Grubu Numuneler için Kumaş-Ahşap Sürtünme Testleri

Gramaj grubu dokunmamış kumaşlara ait kumaş-ahşap numuneleri üzerinde yapılan sürtünme test sonuçları tezin sonunda ek olarak (Ek 1.7-1.8) verilmiştir. Bu veriler kullanılarak elde edilen değişkenlerin yer aldığı şekiller ise bu bölümde değerlendirilmiştir (Şekil 6.28-6.35).

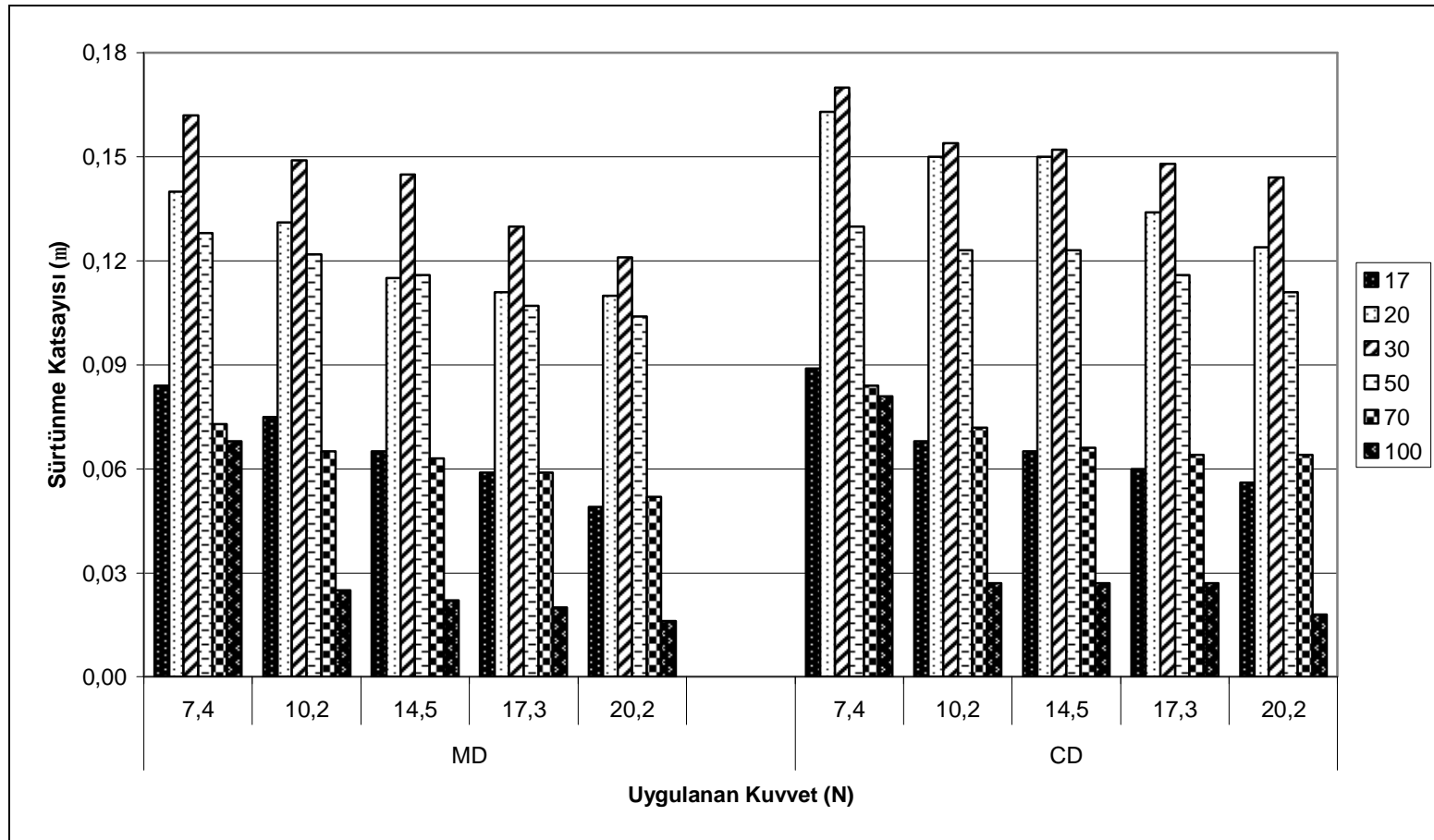
Şekil 6.28-6.31'de, 6 farklı gramajlardaki % 100 PP esaslı dokunmamış kumaşların 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dak) makine yönü (MD) ve çapraz yönlerinde (CD) yapılmış sürtünme testleri sonucu elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının uygulanan kuvvete (yük) karşı değişimi görülmektedir.

Şekiller incelendiğinde, numune üzerine uygulanan normal yöndeki (düşey yön) kuvvet arttıkça hem statik hem de kinetik sürtünme katsayısı değerlerinde genelde bir azalma eğiliminin olduğu gözlenmektedir. Bunun sebebi uygulanan

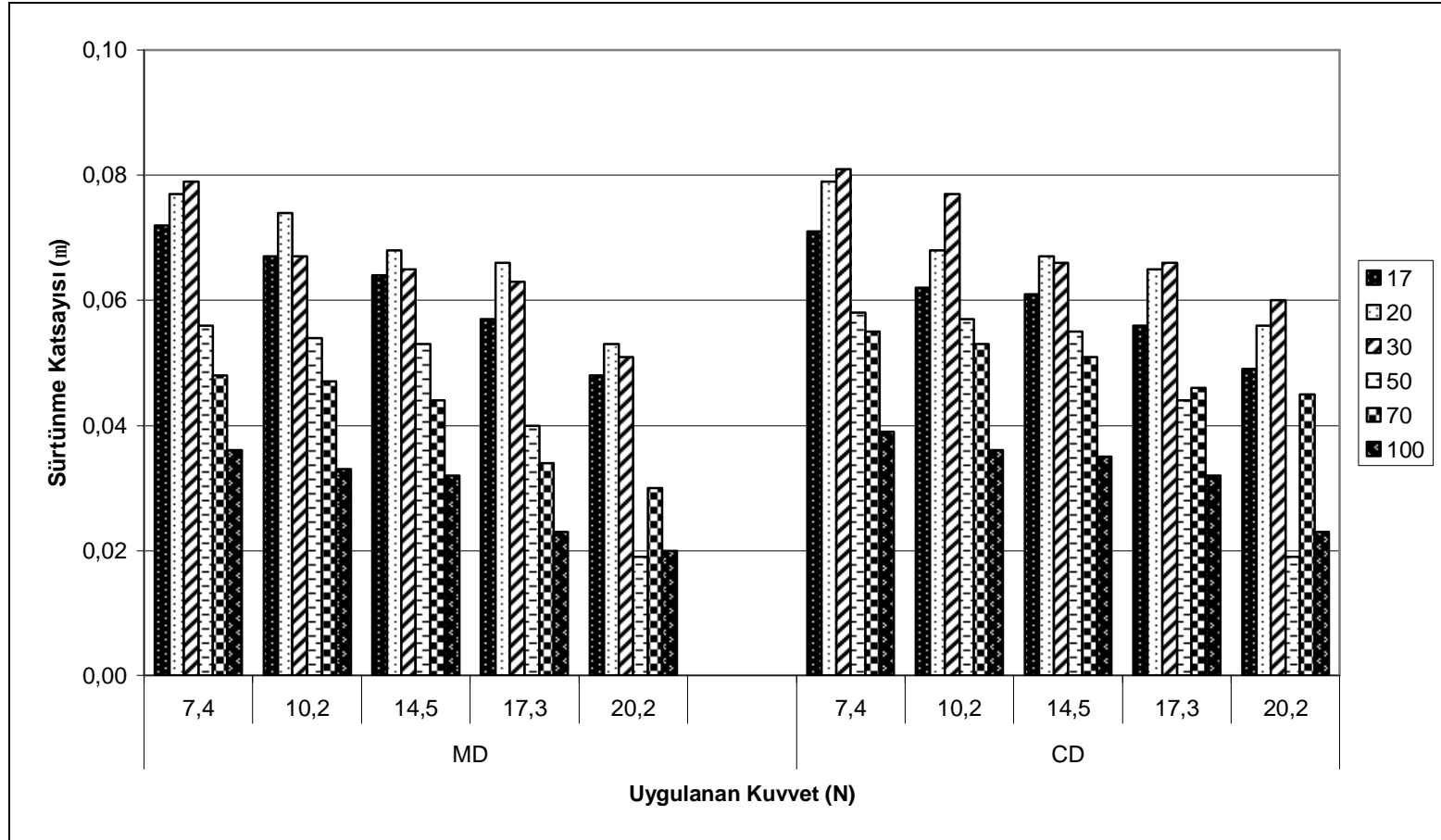
yükle birlikte kumaş yüzeyinin düzgünleştiği ve bunun sonucunda sürtünme katsayılarının azalan yönde bir eğilim gösterdikleri şeklinde yorumlanmıştır.

Elde edilen sonuçlardan her yüke karşılık numunelerde gramajın artmasıyla iki farklı test hızında da sürtünme katsayılarında (statik ve kinetik) fark edilir düzeyde bir azalma eğiliminin olduğu görülmektedir. Ayrıca şekillerde, sürtünme katsayılarının belli bir gramaja (özellikle 17-30 g/m²) kadar artma, daha sonra azalma eğiliminde oldukları da görülmektedir. Bu durum yine yüksek gramajlı ürünlerde kalınlığın ve dolayısıyla yoğunluğun da artışıyla yüzey düzgünlüğünün daha iyi olmasının bir sonucu olarak yorumlanmaktadır.

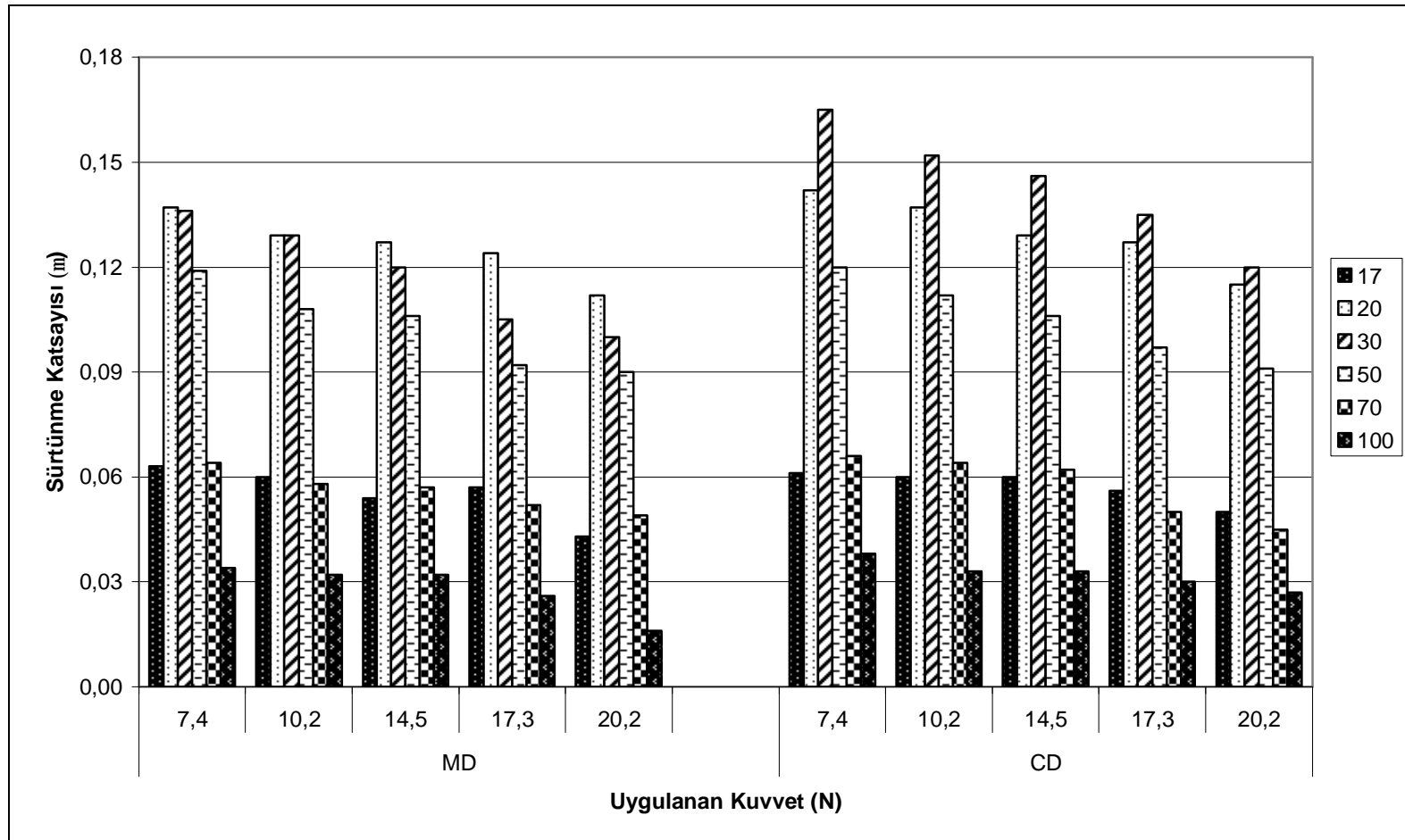
Şekil 6.28-30'da verilen sonuçlar kumaşların MD yönünde, 250 mm/dk'da yapılan test hızlarında gerçekleşirken, Şekil 6.29-6.31'de verilen sonuçlar kumaşların CD yönünde, 500 mm/dk test hızında gerçekleşmiştir. Şekillerden yüksek hızlarda yapılan test sonuçlarından elde edilen sürtünme katsayılarının düşük hızlarda yapılan testlerden elde edilen sonuçlara göre bir miktar daha düşük değerlerde değiştiği görülmektedir. Bu durumun açıklaması artan test hızlarında, kumaş-ahşap sürtünme yüzeyinin daha kaygan bir yapıya sahip olmasından kaynaklandığı şeklinde yapılmıştır.



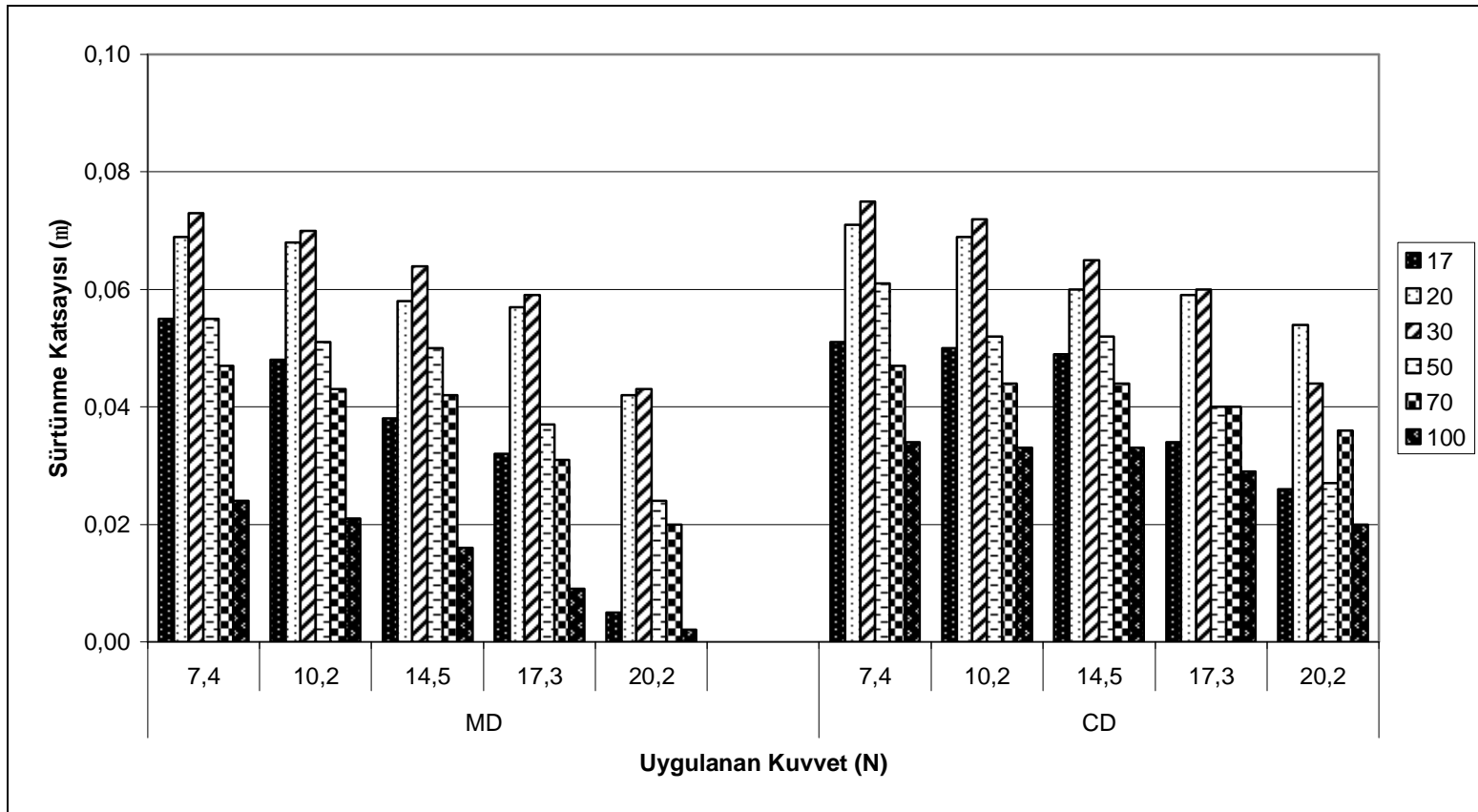
Şekil 6.28. % 100 polipropilen dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.29. % 100 polipropilen dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk)



Şekil 6.30. % 100 polipropilen dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk)

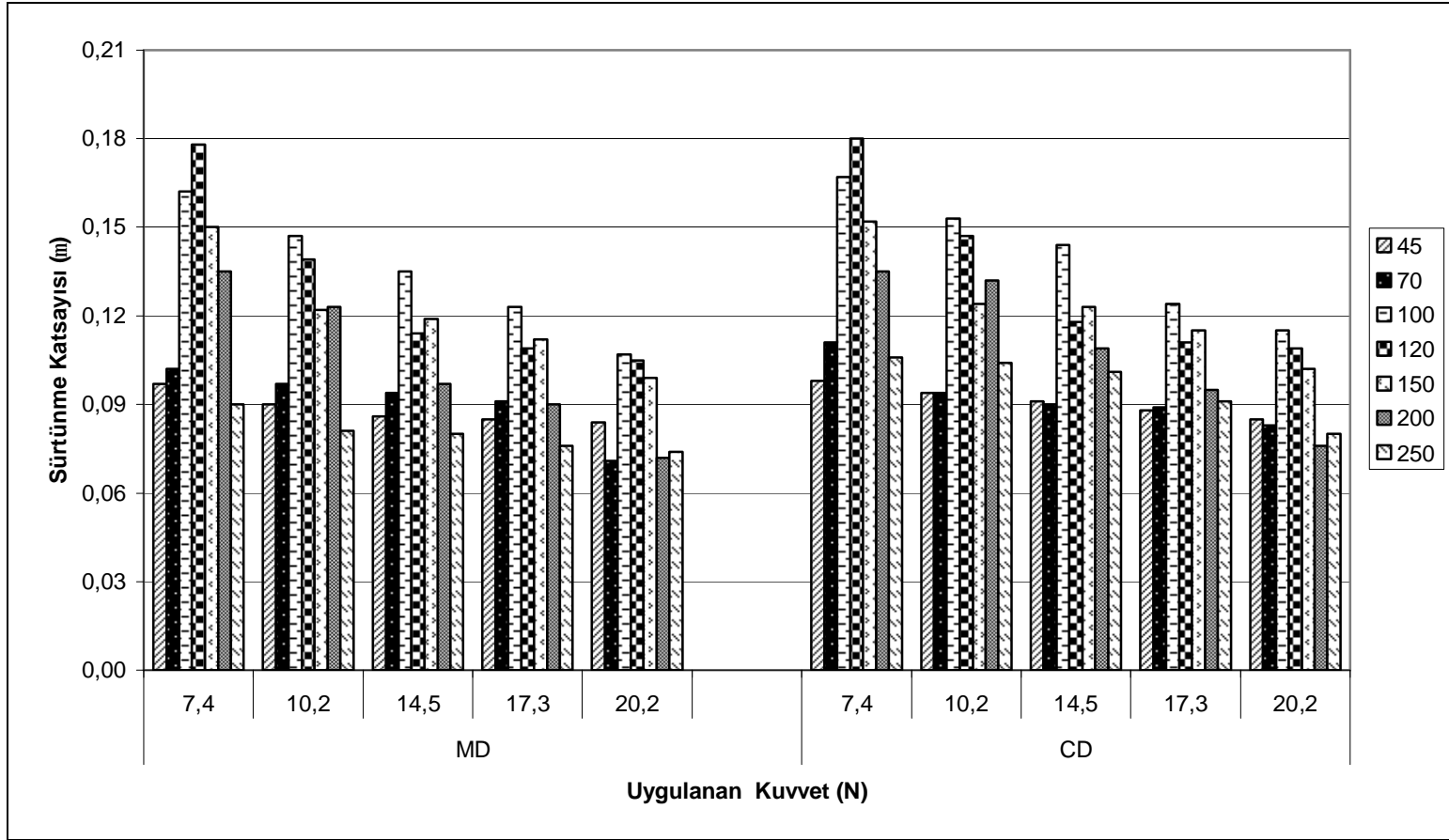


Şekil 6.31. % 100 polipropilen dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk)

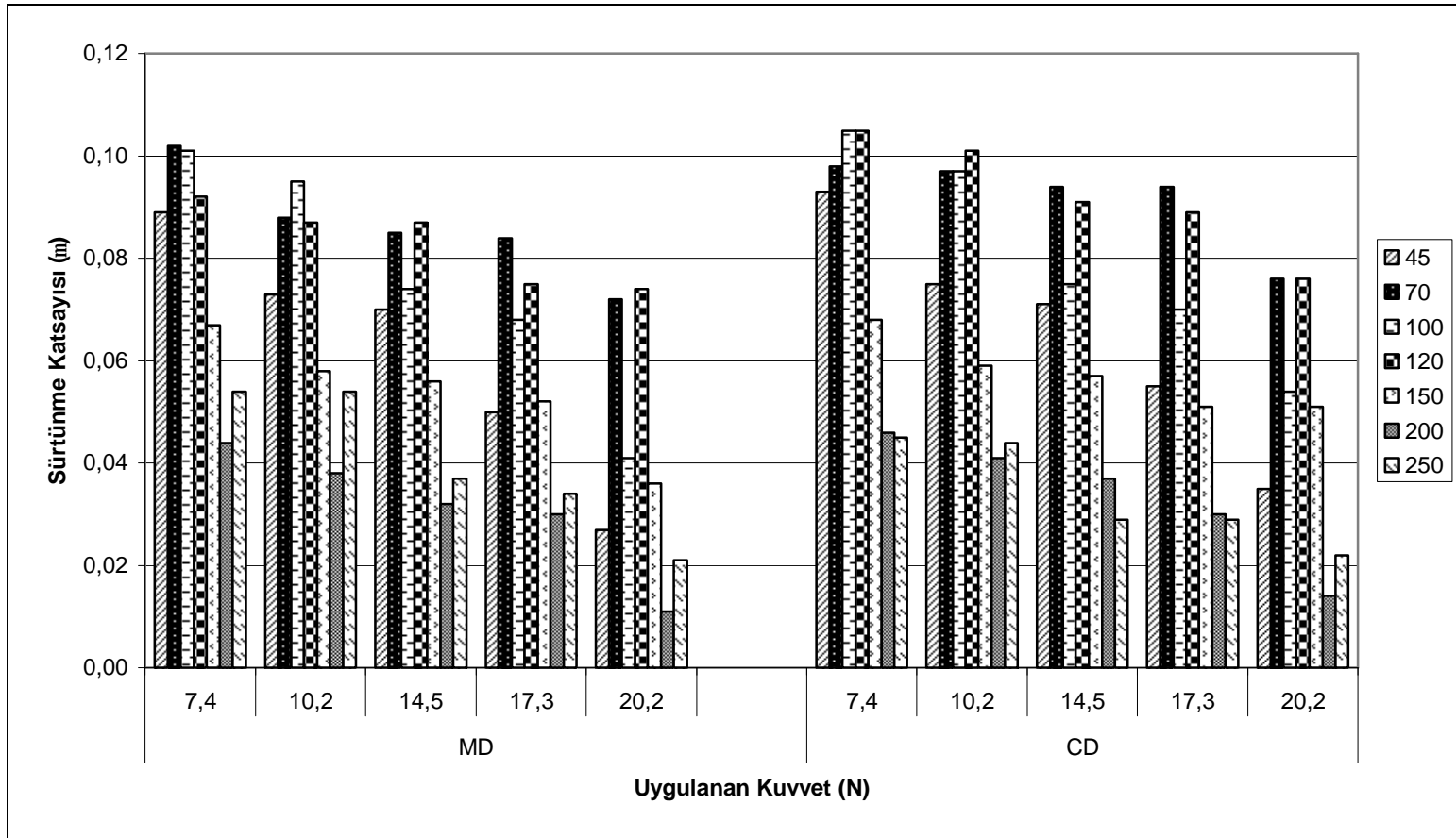
Şekil 6.32-6.35 arasında, 7 farklı gramajda % 100 PES esaslı su-jeti yöntemiyle üretilmiş dokunmamış kumaşların 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk) Makine Yönü (MD) ve Çapraz Yönlerinde (CD) yapılmış sürtünme testleri sonucu elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının uygulanan kuvvete (yüke) karşı değişimi görülmektedir.

Şekiller incelendiğinde, kumaş gramajlarının sürtünme değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu görülmektedir. Gramajı hafif olan dokunmamış kumaşlarda lif yerleşiminin düzgün dağılmamasından dolayı daha yüksek sürtünme katsayısı değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Ancak gramaj, kalınlık ve yoğunluk arttıkça dokunmamış kumaş yüzeyi üzerindeki lif yerleşiminin daha stabil olmasından dolayı sürtünme katsayısı değerlerinin azaldığı saptanmıştır. Ayrıca elde edilen sonuçlardan her yüke karşılık numunelerde gramajın artmasıyla iki farklı test hızında da sürtünme katsayılarında (statik ve kinetik) genelde bir azalma eğiliminin olduğu görülmektedir. Farklı gramajlarda yapılan testlerde sonuçların artma-azalma yönünde tutarsız davranış sergiledikleri, ancak genelde gramajın artmasıyla (özellikle 100 g/m² den sonra) her iki test hızında da sürtünme katsayıları azalma eğilimindedir.

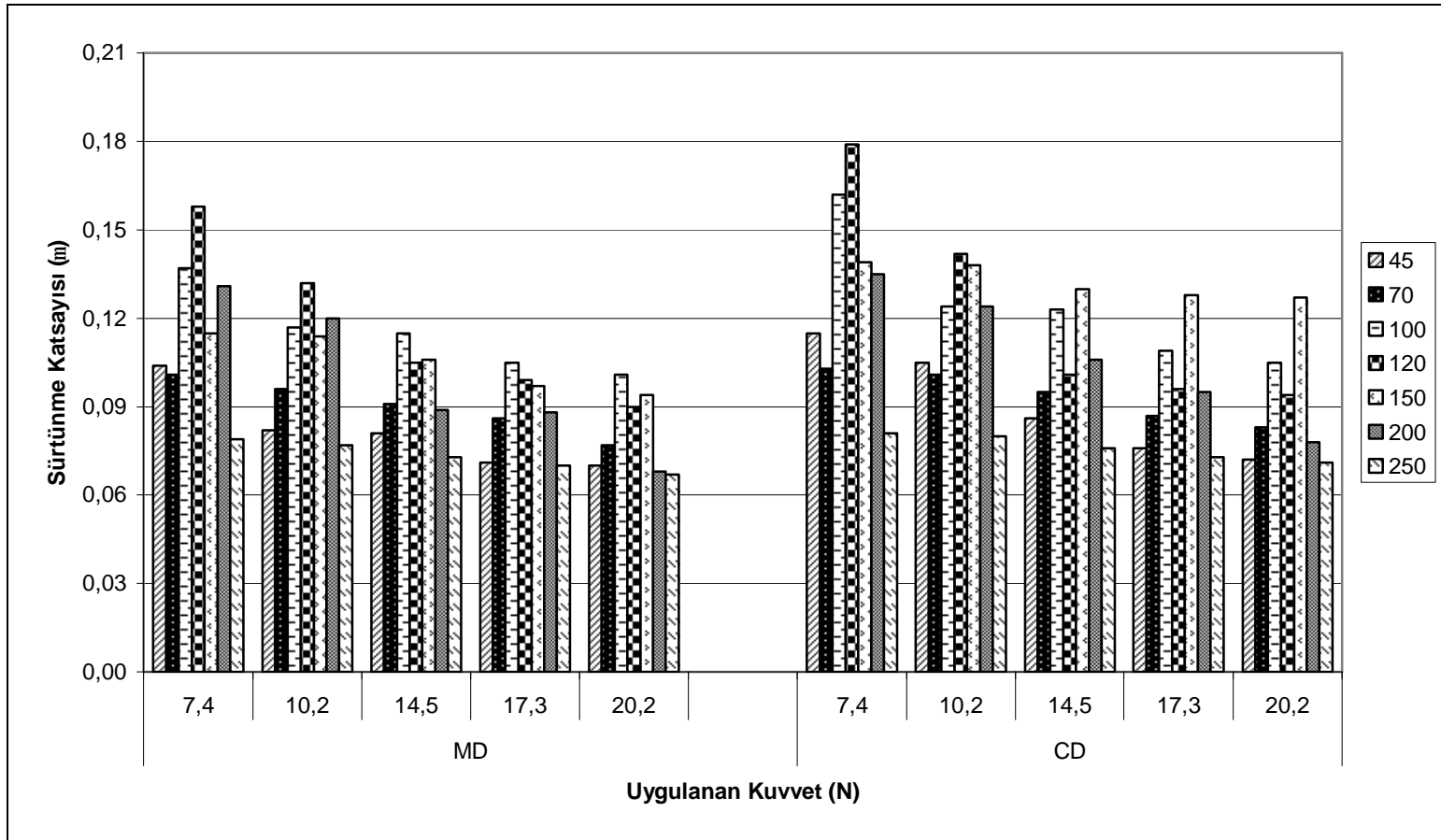
Her iki test hızında (250 ve 500 mm/dk) elde edilen test sonuçları incelendiğinde, numunelerin CD yönündeki sürtünme katsayısı değerleri, MD yönüne göre bir miktar daha yüksek bulunmuştur. Buna gerekçe numunelerin oluşumunda CD yönündeki lif yerleşiminin sürtünme hareketini engelleyici yöndeki etkisinin fazla olması gösterilebilir.



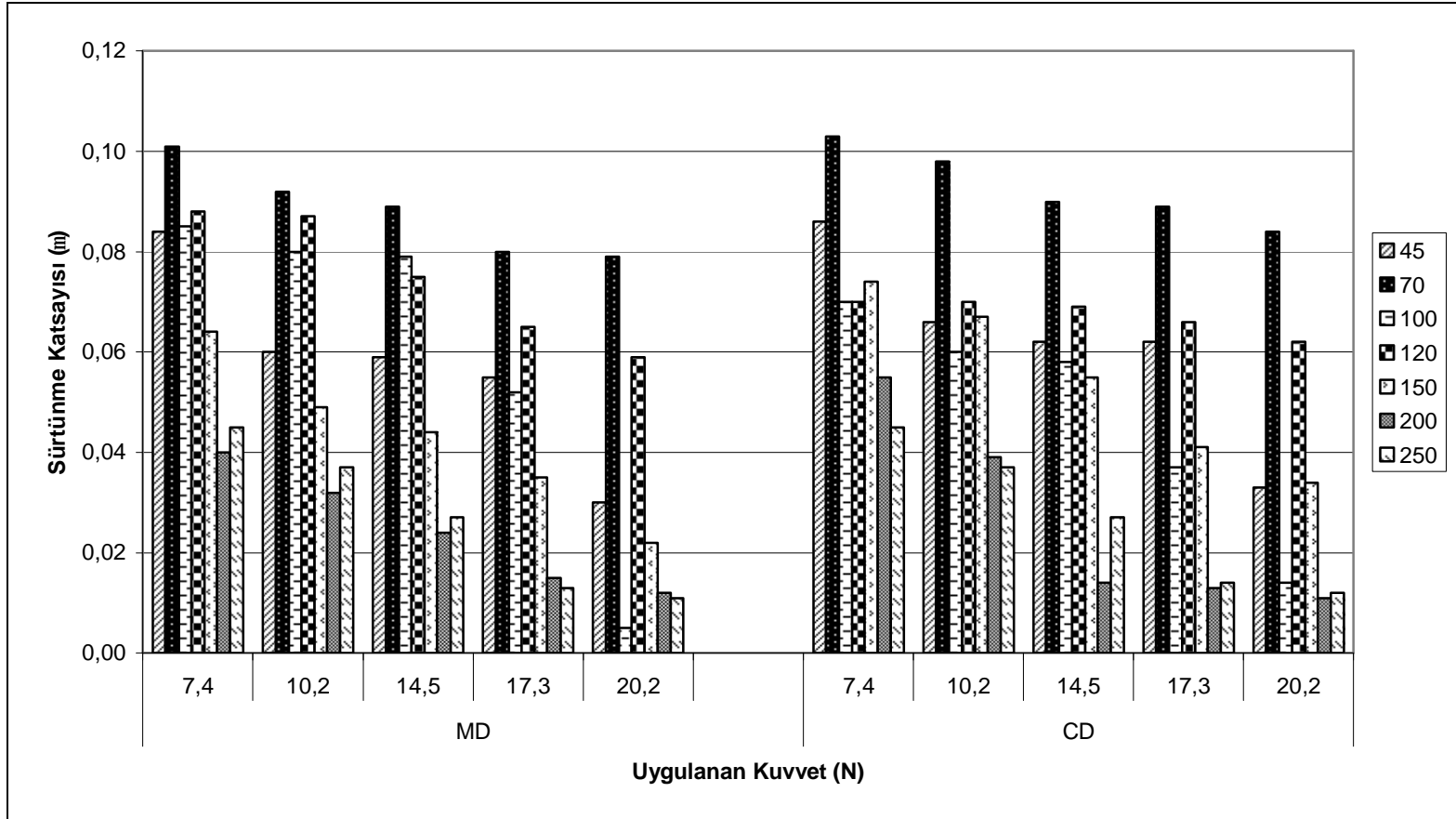
Şekil 6.32. % 100 poliester dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.33. % 100 poliester dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk)



Şekil 6.34. % 100 poliester dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.35. % 100 poliester dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk)

Bu bölümde elde edilen çalışmaları yansıtan şekiller ile Ek 1.7 ve Ek 1.8’de verilen tablo değerleri incelendiğinde, aşağıda verilen genel değerlendirmeler yapılabilmektedir.

- Gramaj, uygulanan kuvvet, hız ve kumaş yönü sürtünme katsayısını etkileyen parametreler olarak görülmüştür.
- Kumaş-ahşap sürtünme ortamında sürtünme katsayısı değerleri, kumaş-aşındırıcı kumaş ortamına göre daha düşük değerlerde bulunmuştur.
- Doku içerisindeki lif yerleşiminin özellikle, Ek 2.1, 2.2 ve 2.20’de görüldüğü gibi, düşük gramajlı (17, 20 ve 30 g/m²) numunelerde eşit ya da düzenli dağılmadığından dolayı sürtünme katsayısı değerleri gramaj arttıkça artış göstermiştir. Ek 2.3-2.5’de görüldüğü gibi gramaj arttıkça kumaşı oluşturan liflerin dağılımı daha düzenli hale gelmekte ve dolayısıyla sürtünmeye katsayıları azalmaktadır.
- Hız ve uygulanan kuvvet arttıkça sürtünme katsayısı değerlerinin de azaldığı gözlemlenmiştir.
- Sürtünme hareketinin başlangıcı olarak kabul ettiğimiz statik sürtünme katsayısı değerleri, hareketin devam ettiği anda ölçülen kinetik sürtünme katsayısı değerlerinden daha büyük bulunmuştur. Bu durum temas halinde sürtünen cisimlerde normal beklenen bir sonuç olarak kabul edilmektedir.

6.2.2. Lif Cinsi Grubu Numuneler için Kumaş-Ahşap Sürtünme Testleri

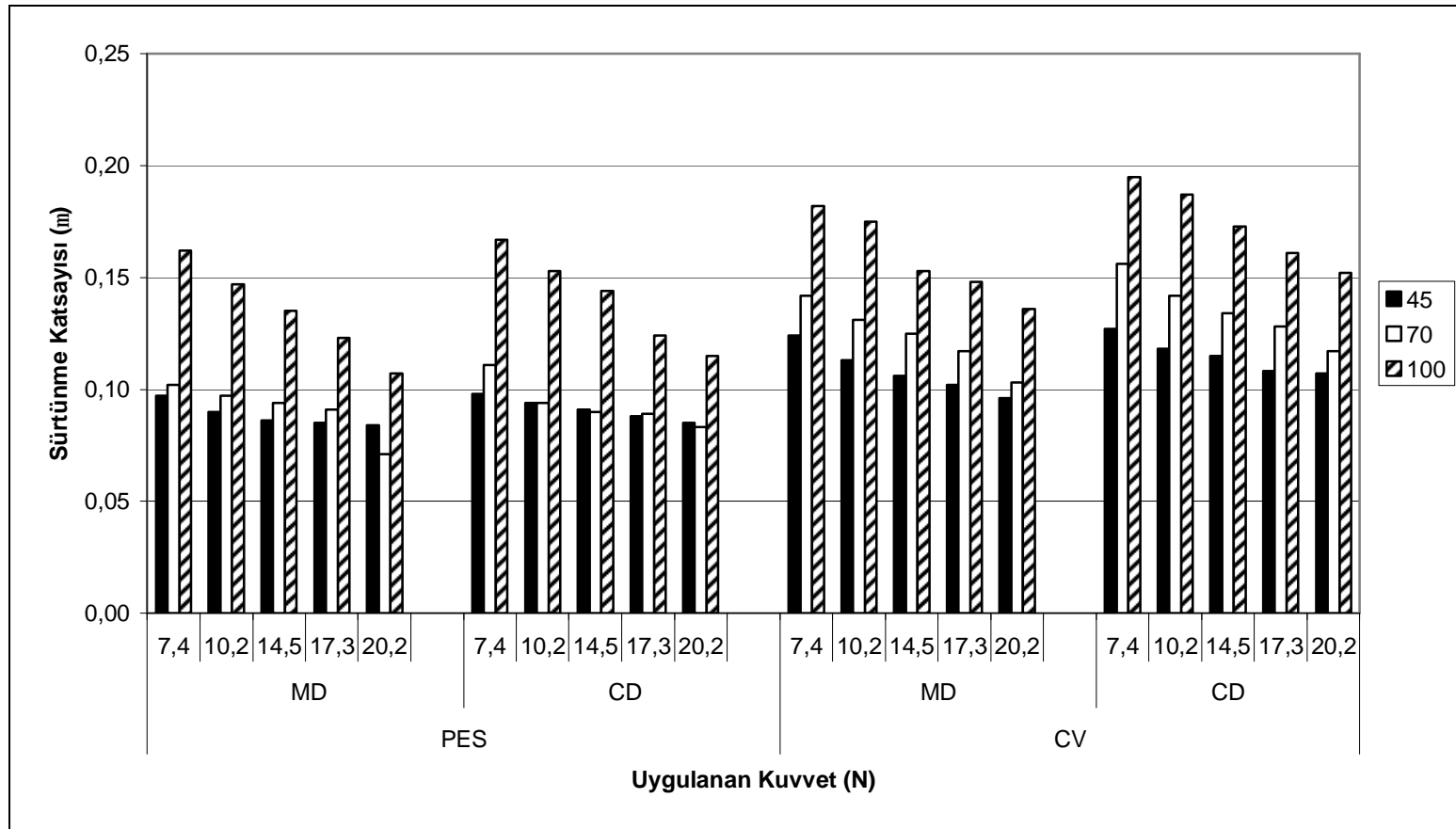
Lif cinsine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerine ait kumaş-ahşap sürtünme testlerinden elde edilen sonuçlar Ek 1.9-1.11’de verilmiştir. Bu veriler kullanılarak elde edilen değişkenlerin yer aldığı şekiller ise bu bölümde değerlendirilmiştir (Şekil 6.36-6.47).

Şekil 6.36-6.39’da, 3 farklı gramaj, 2 farklı hammadde ve 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk) makine yönü (MD) ve çapraz yönlerinde (CD) yapılmış sürtünme testleri sonucu elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının, numuneler üzerine uygulanan kuvvete (yüke) karşı değişimi görülmektedir.

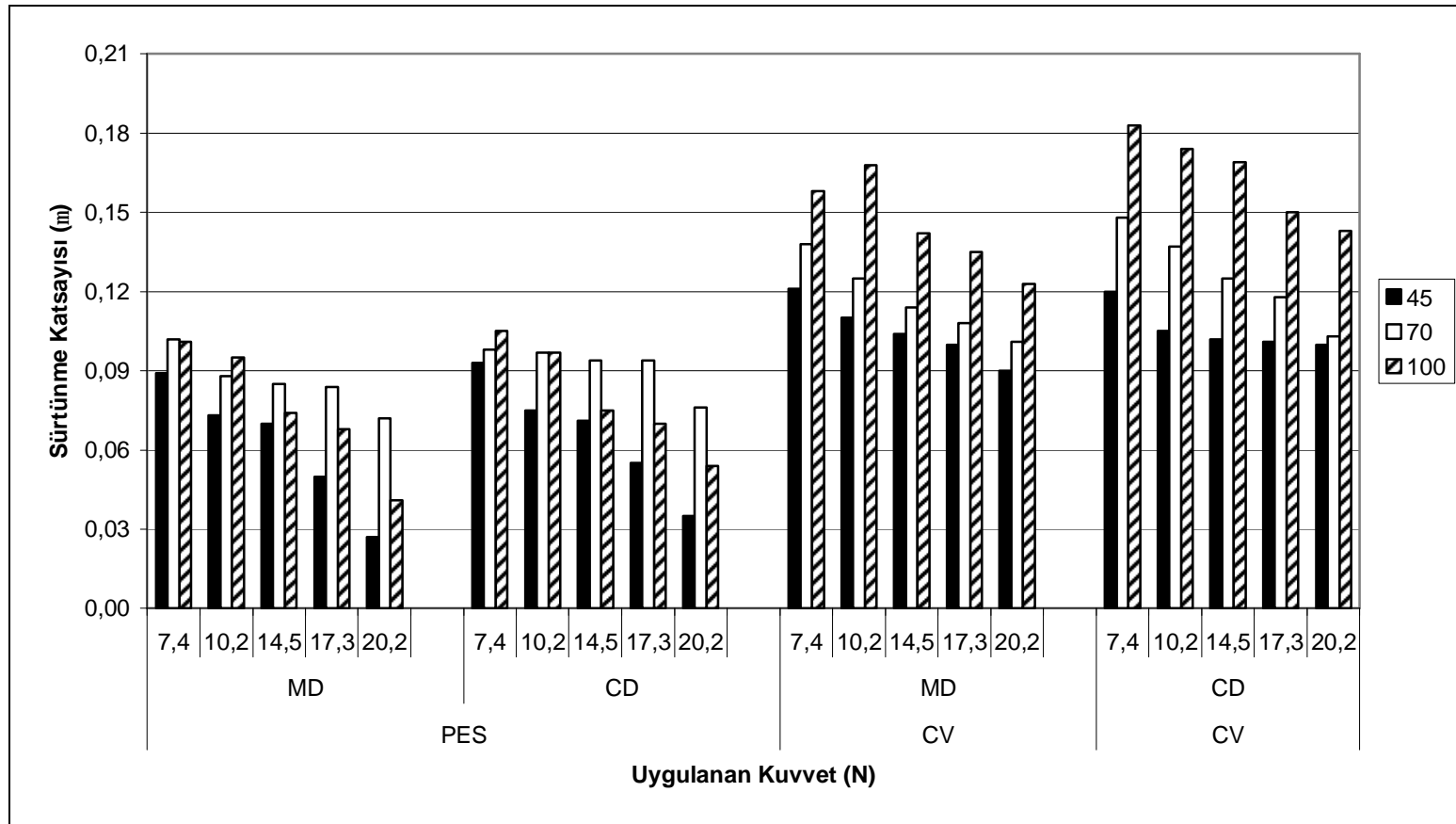
Şekiller incelendiğinde, iki farklı lif türünden üretilmiş numunelerde viskon (CV) esaslı dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri poliester (PES) esaslı numunelere oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Numunelerin yapısal analizinde CV esaslı yüzeylerin daha yumuşak ve hacimli bir yapıya sahip oldukları ve ayrıca üretim şeklinin farklı olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla CV esaslı numunelerin daha yumuşak ve hacimli bir yüzeye sahip olmasının sonucu olarak da sürtünme katsayıları daha yüksek ölçülmüştür. İki yüzey arasındaki sürtünme esnasında yüzeyin daha yumuşak ve hacimli olmasından dolayı PES esaslı dokunmamış kumaş numunelerine oranla viskon esaslı numunelerde daha fazla bir sürtünme kuvveti direnci ortaya çıkmaktadır.

Bu grupta kumaş gramajlarının sürtünme değerlerine etkisine bakacak olursak, gramaj arttıkça sürtünme katsayısı değerlerinin de arttığı görülmektedir. Bunun sebebi bu grupta çok düşük gramajlı numunelerin olmadığı ve lif yerleşiminin kumaş yüzeyi boyunca düzgün olarak dağılmasının bir sonucu olarak yorumlanabilir. Ayrıca kumaş kalınlığının ve yoğunluğunun da etkili olduğu düşünülmektedir. PES esaslı numunelere yapılan testlerde sonuçların artma-azalma yönünde tutarsız davranış sergiledikleri, ancak her yüke karşılık numunelerde gramajın artmasıyla iki farklı test hızında da sürtünme katsayılarında (statik ve kinetik) fark edilir düzeyde bir artış eğiliminin olduğu görülmektedir.

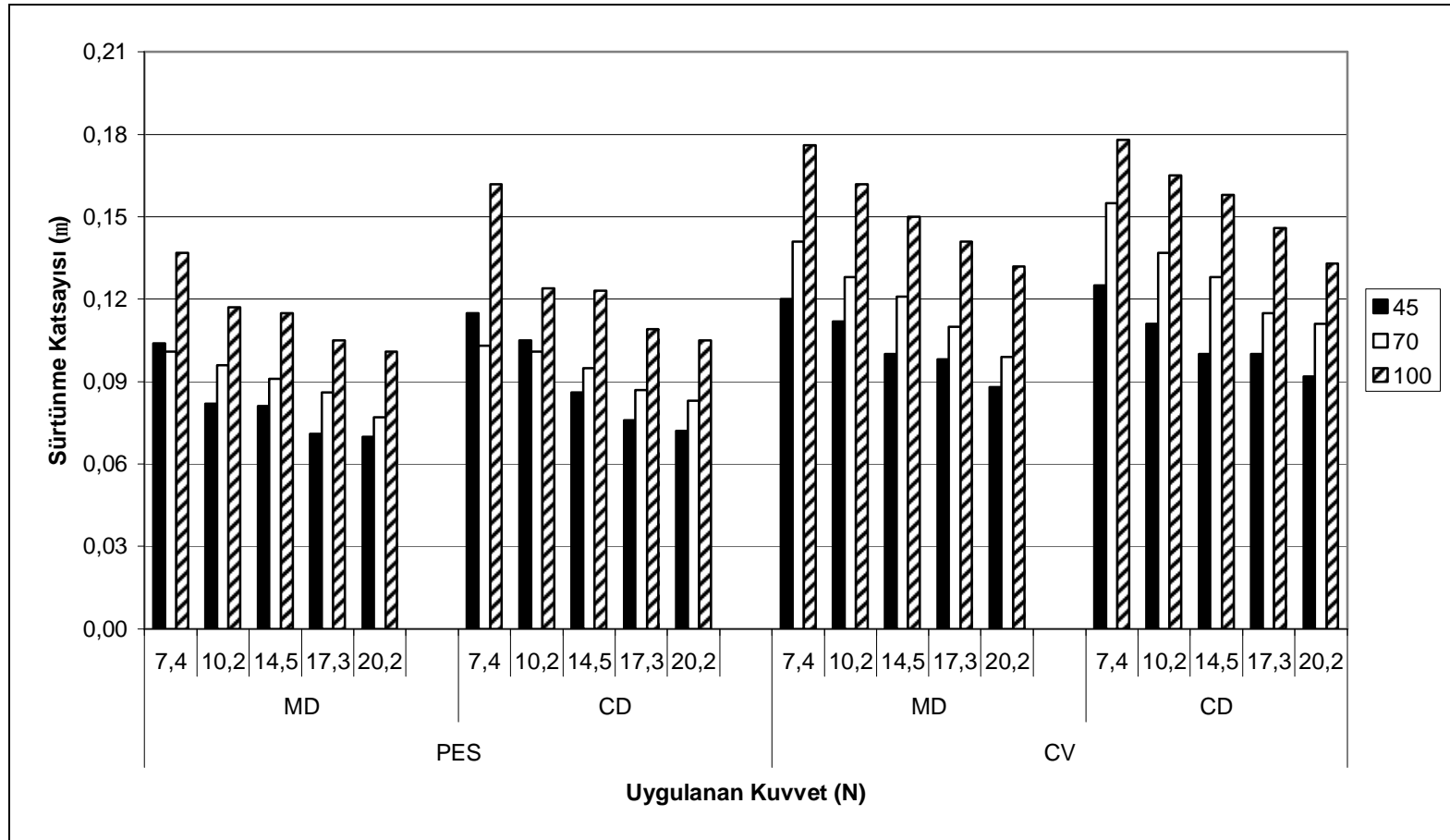
Her iki test hızında (250 ve 500 mm/dk) elde edilen test sonuçları incelendiğinde, numunelerin CD yönündeki sürtünme katsayısı değerleri, MD yönüne göre bir miktar daha yüksek bulunmuştur. Buna gerekçe numunelerin oluşumunda CD yönündeki lif yerleşiminin sürtünme hareketini engelleyici yöndeki etkisinin fazla olması gösterilebilir.



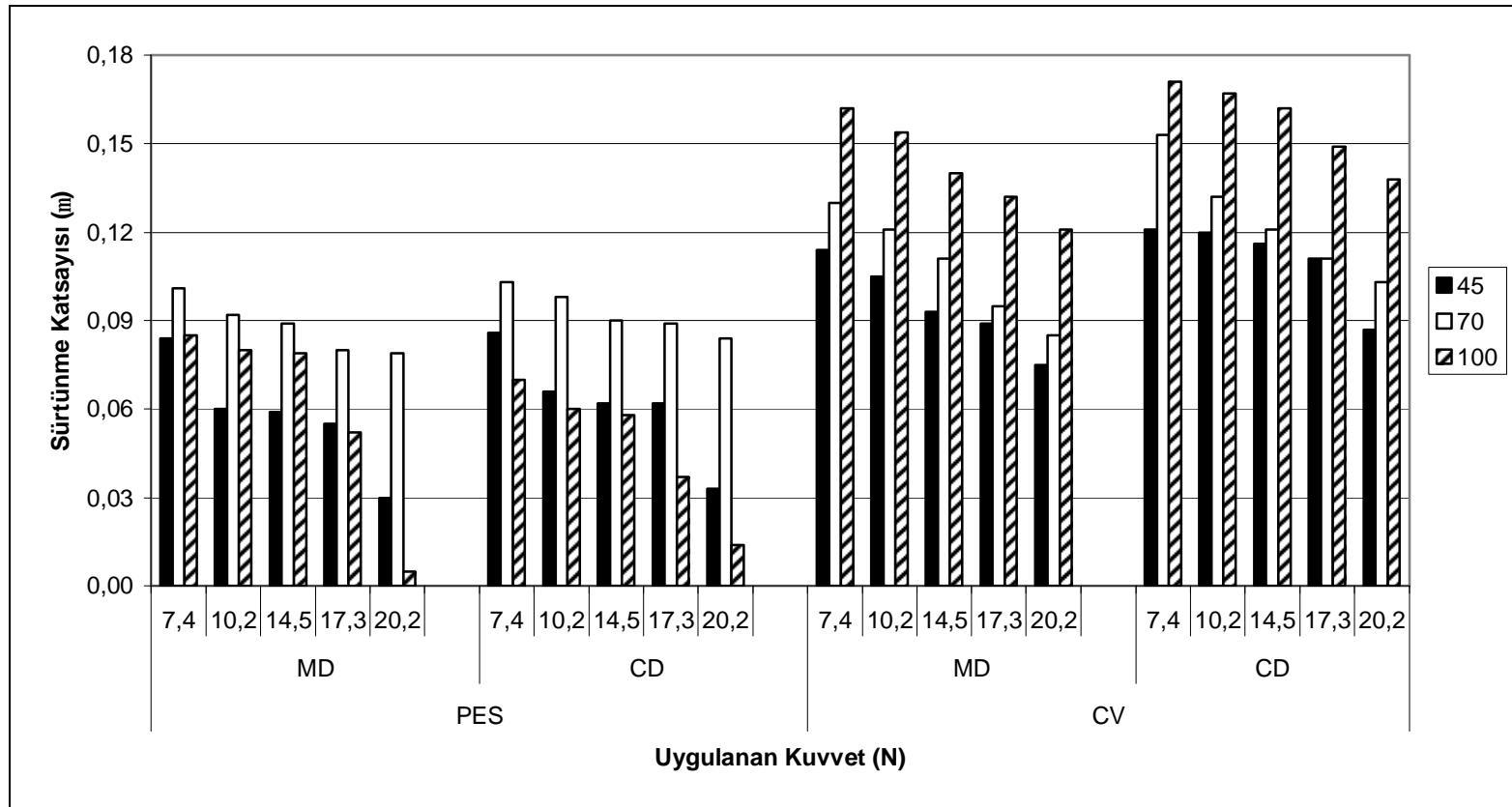
Şekil 6.36. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Gramaj: 45-70-100 g/m², Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.37. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Gramaj: 45-70-100 g/m², Hız: 500 mm/dk)



Şekil 6.38. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Ahşap, Gramaj: 45-70-100 g/m², Hız: 250 mm/dk)



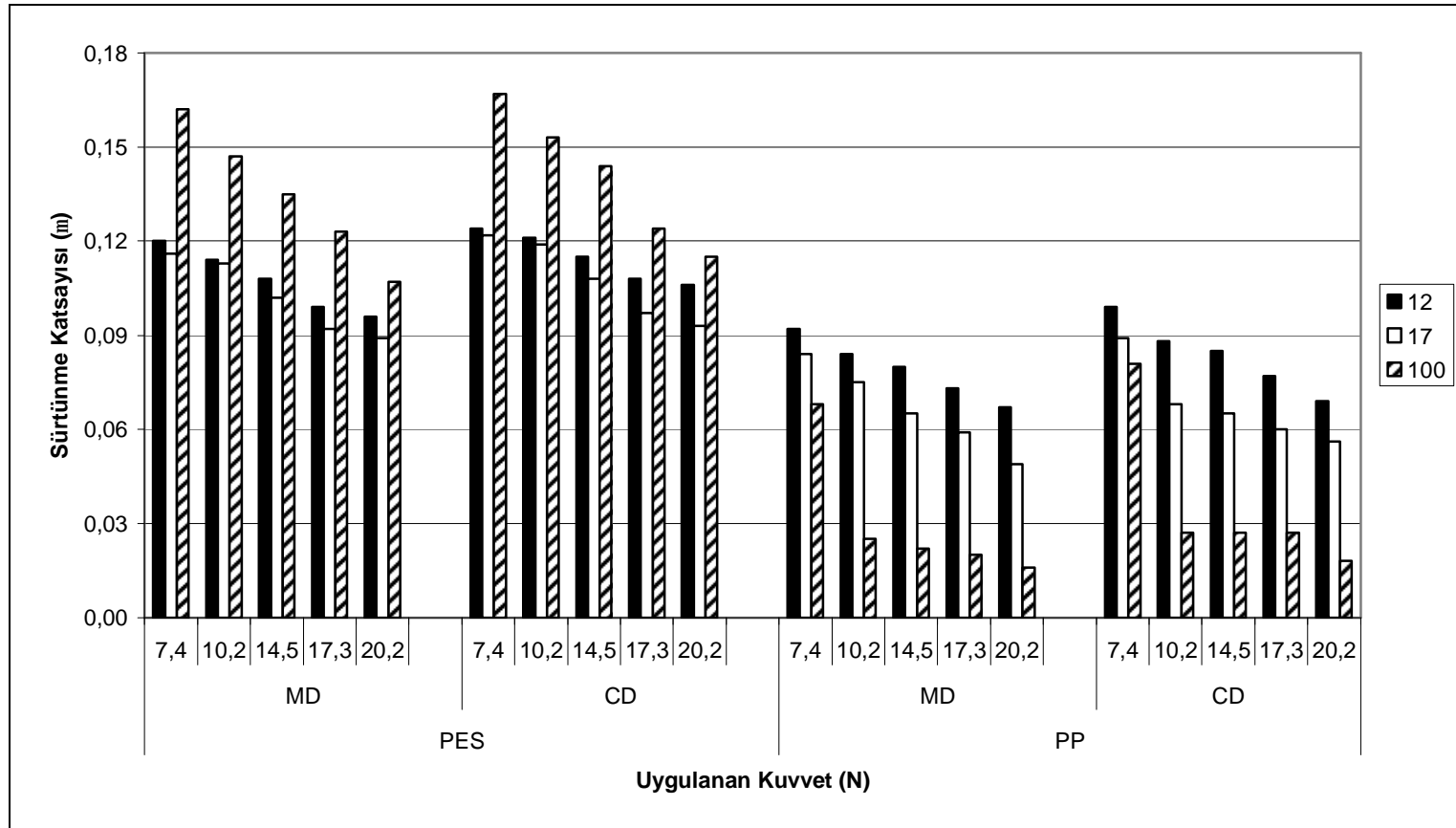
Şekil 6.39. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Ahşap, Gramaj: 45-70-100 g/m², Hız: 500 mm/dk)

Şekil 6.40-6.43'de 3 farklı gramaj (12,17 ve 100g/m²), 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk) ve 2 farklı lif (PES, PP) kullanılarak üretilmiş dokunmamış kumaşların makine yönü (MD) ve çapraz yönlerinde (CD) sürtünme testleri sonucu elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının uygulanan kuvvete (yük) karşı değişimi görülmektedir.

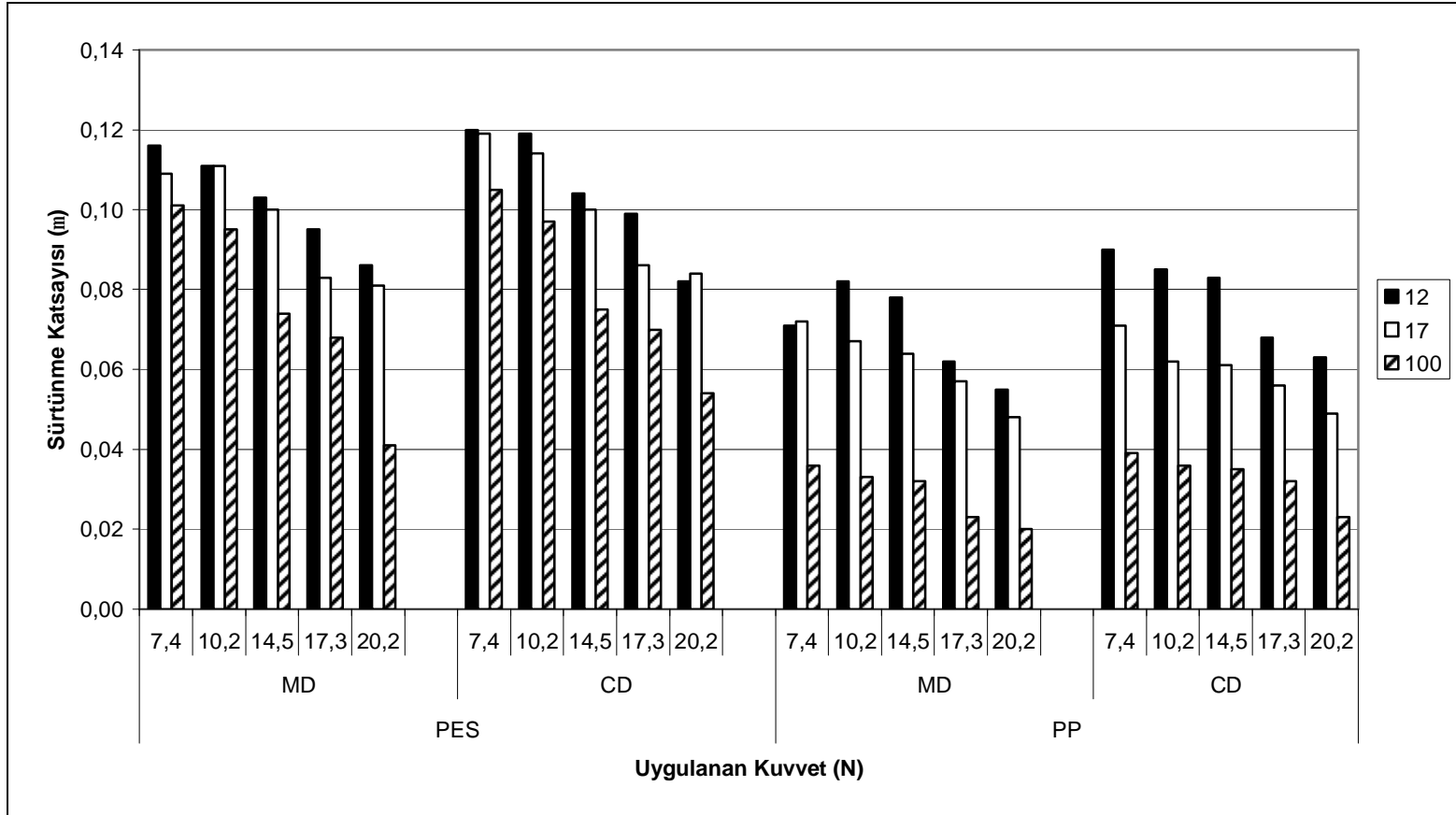
Şekil 6.40-6.43 incelendiğinde, polipropilen (PP) esaslı dokunmamış kumaşların gramajı, kalınlığı ve dolayısıyla yoğunluğu arttıkça daha stabil bir yapıya sahip olmalarının bir sonucu olarak, gramaj arttıkça sürtünme katsayısı değerlerinin de azaldığı görülmektedir. Ayrıca Poliester (PES) esaslı dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinde düzenli bir artış ve/veya azalış eğiliminin olmadığı da gözlemlenmiştir.

Dokunmamış kumaş numuneleri üzerine uygulanan normal yöndeki (düşey yön) kuvvet arttıkça hem statik hem de kinetik sürtünme katsayısı değerlerinde bir azalma eğiliminin olduğu gözlenmektedir. Bunun sebebi, uygulanan yüklerle birlikte kumaş yüzeyinin yassılaşması, kumaş yüzeyinin nispeten düzgünleşmesi ve bunun sonucunda sürtünme katsayılarının azalan yönde bir eğilim gösterdikleri şeklinde yorumlanmıştır.

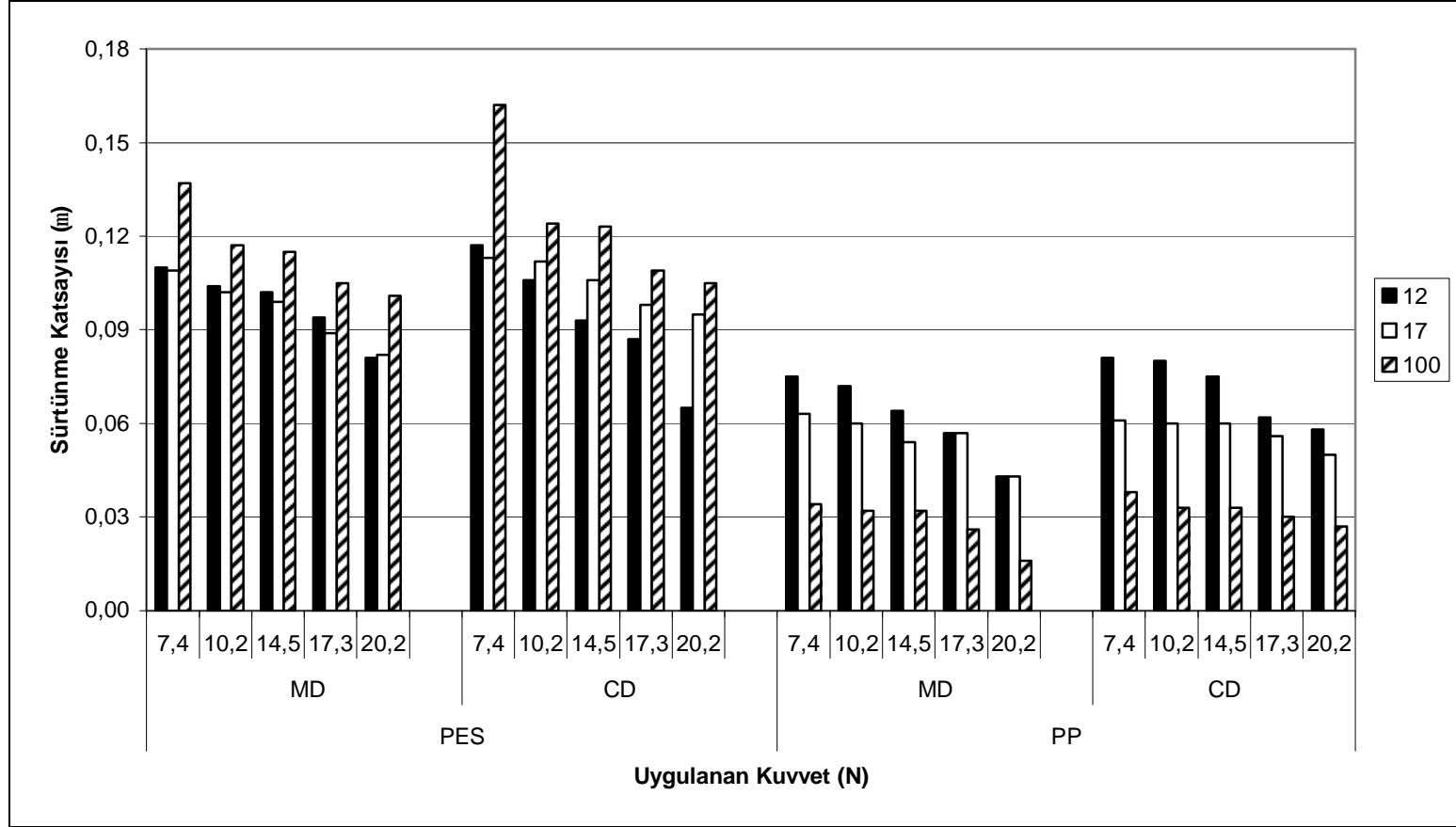
Şekillerden her iki test hızında (250 ve 500 mm/dk) numunelerin CD yönündeki sürtünme katsayısı değerleri, MD yönüne göre daha yüksek bulunmuştur. Buna gerekçe, numunelerin CD yönündeki lif yerleşiminin (düzenlenmesinin) sürtünme hareketini engelleyici yöndeki etkisinin daha fazla olması gösterilebilir.



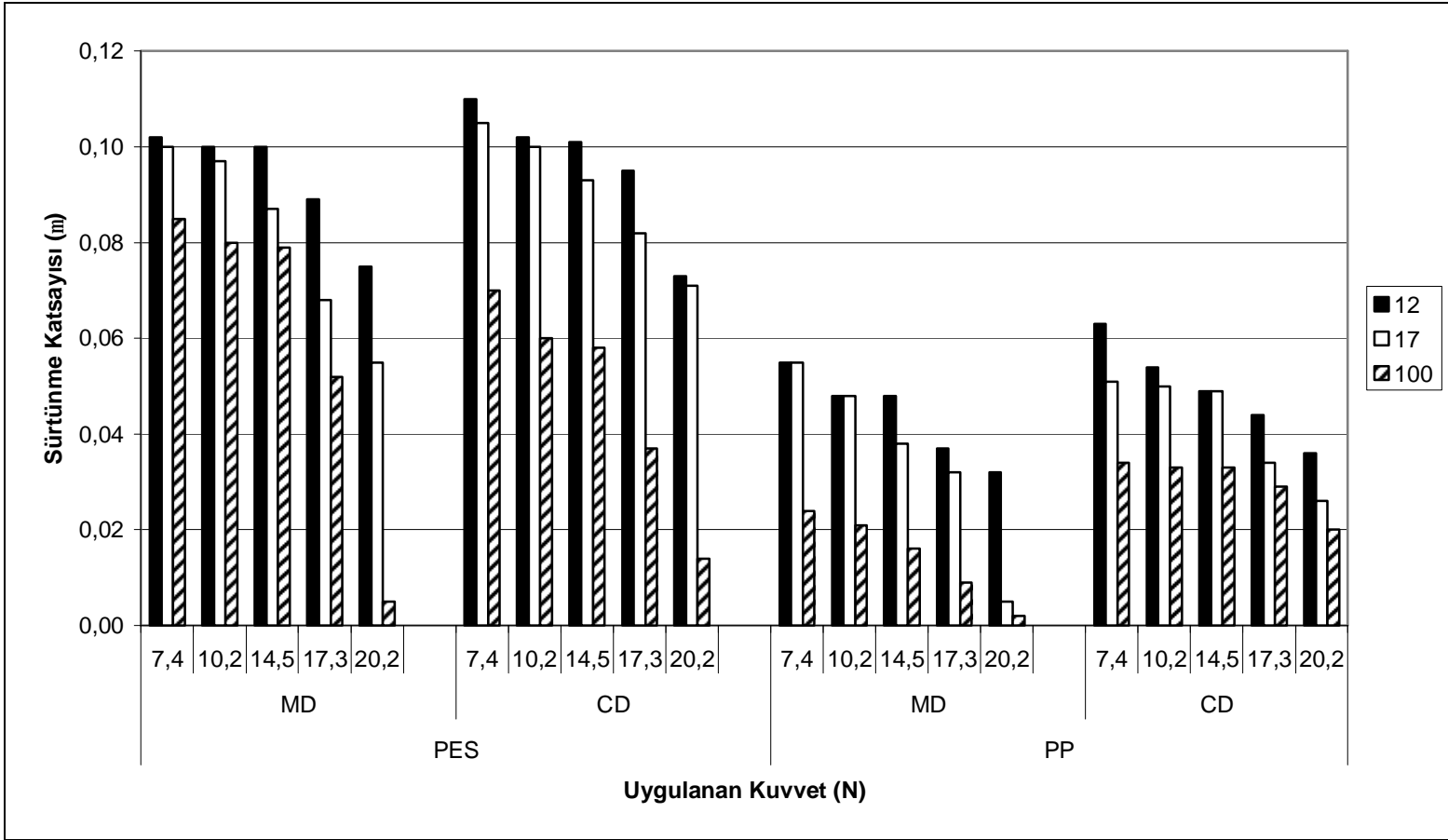
Şekil 6.40. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Ahşap, Gramaj: 12-17-100 g/m², Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.41. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Ahşap, Gramaj: 12-17-100 g/m², Hız: 500 mm/dk)



Şekil 6.42. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Ahşap, Gramaj: 12-17-100 g/m², Hız: 250 mm/dk)



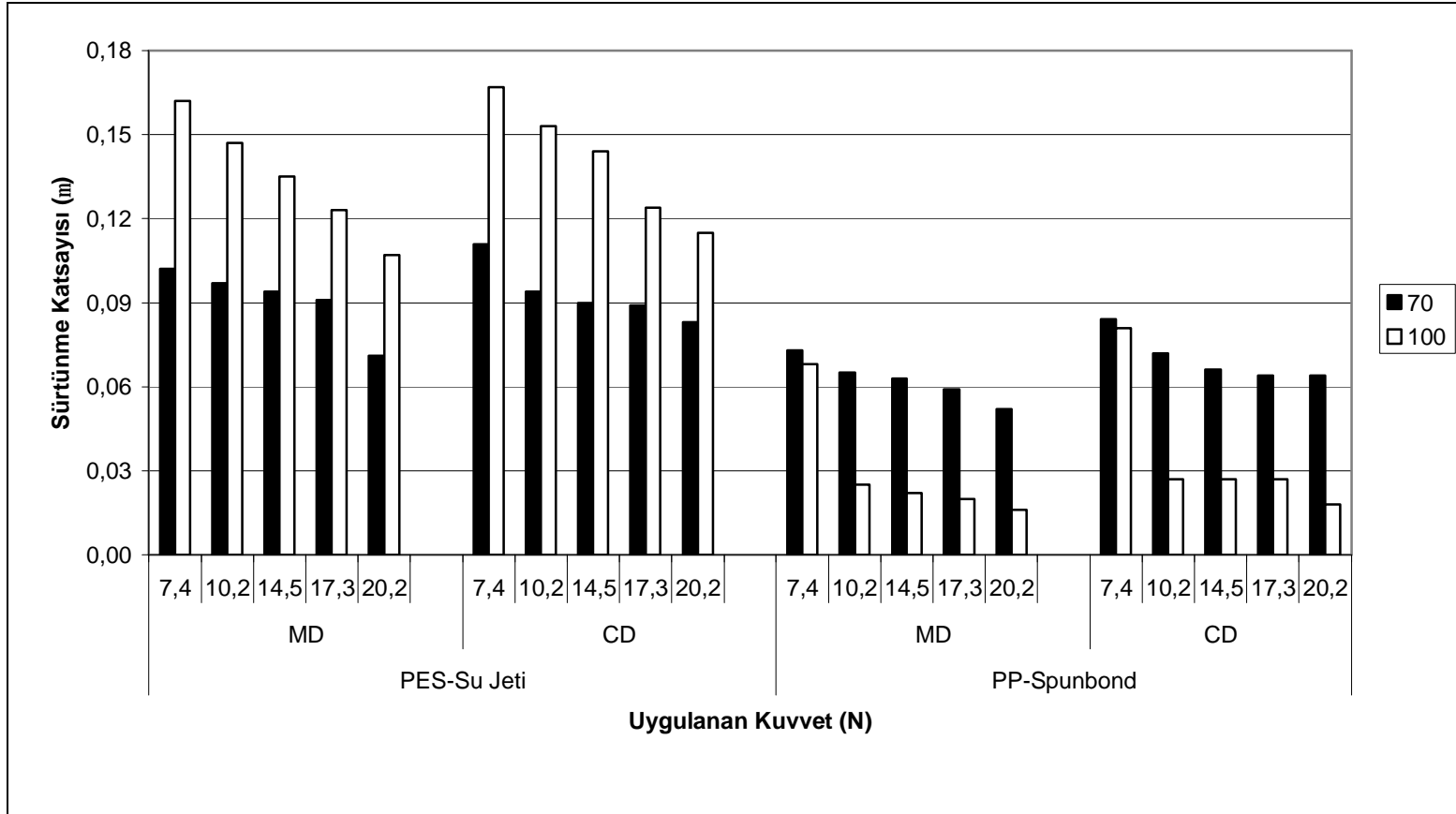
Şekil 6.43. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Gramaj: 12-17-100 g/m², Hız: 500 mm/dk)

Şekil 6.44-6.47’de 2 farklı gramaj ($70,100\text{g/m}^2$), 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dak), 2 farklı lif (PES, PP) ve 2 farklı üretim yöntemi (su-jeti, spunbond) kullanılarak üretilmiş dokunmamış kumaşların makine yönü (MD) ve karşı yönlerinde (CD) sürtünme testleri sonucu elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının uygulanan kuvvete (yüke) karşı değişimi görülmektedir.

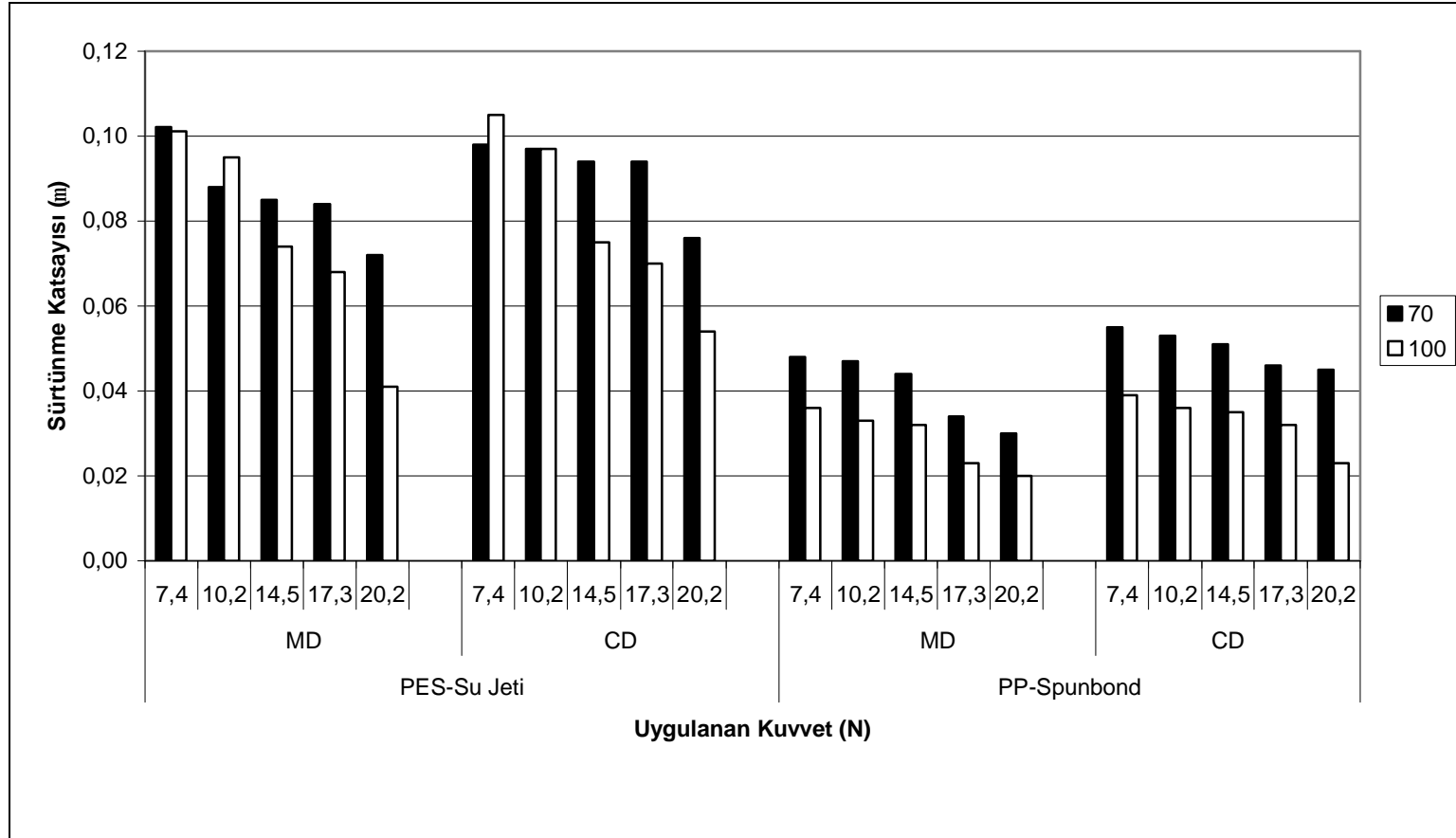
Su-jeti yöntemi ile elde edilmiş dokunmamış kumaş numunelere ait sürtünme katsayısı değerleri spunbond numunelere oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Çünkü spunbond yöntemi ile elde edilmiş numunelerde sabitleştirme işleminde uygulanan ısı devamlı filamentlerin birbirine iyice yapışmasını sağlamış böylelikle daha sert, sıkı ve kaygan bir yapı oluşturmuştur. Birbirine yüzeysel olarak temas eden iki cisim, kumaşın yüzey yapısından kaynaklanan düzgünlük sayesinde daha az direnç göstererek kaymaktadır. Su-jeti yöntemi ile üretilmiş dokunmamış kumaşlarda spunbond yöntemiyle üretilmiş kumaşlara oranla yüzeyin daha yumuşak ve hacimli yapıda olması sürtünme katsayısının artmasına sebep olmaktadır. Ayrıca, şekillerde polipropilen (PP) lifinden spunbond yöntemiyle üretilmiş dokunmamış kumaşlarda gramajın artmasıyla sürtünme katsayıları (statik ve kinetik) düzenli bir şekilde azalırken, poliester (PES) lifinden su jeti yöntemiyle elde edilmiş dokunmamış kumaşların sürtünme testleri sonucu gramajın artmasıyla sürtünme katsayılarında (statik ve kinetik) artma eğilimi görülmektedir.

Numuneler üzerine uygulanan yük (normal kuvvet, F_n) arttıkça hem MD, hem de CD yönlerinde yapılan testlerde statik ve kinetik sürtünme katsayısı değerlerinin azalma eğiliminde oldukları da söylenebilir. Bunun sebebi kumaş numunesi üzerine uygulanan baskı arttırıldıkça sıkıştırma, yassılaşma ve dolayısıyla nispeten kumaş yüzeyinin düzgünleşmesinden kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanmaktadır.

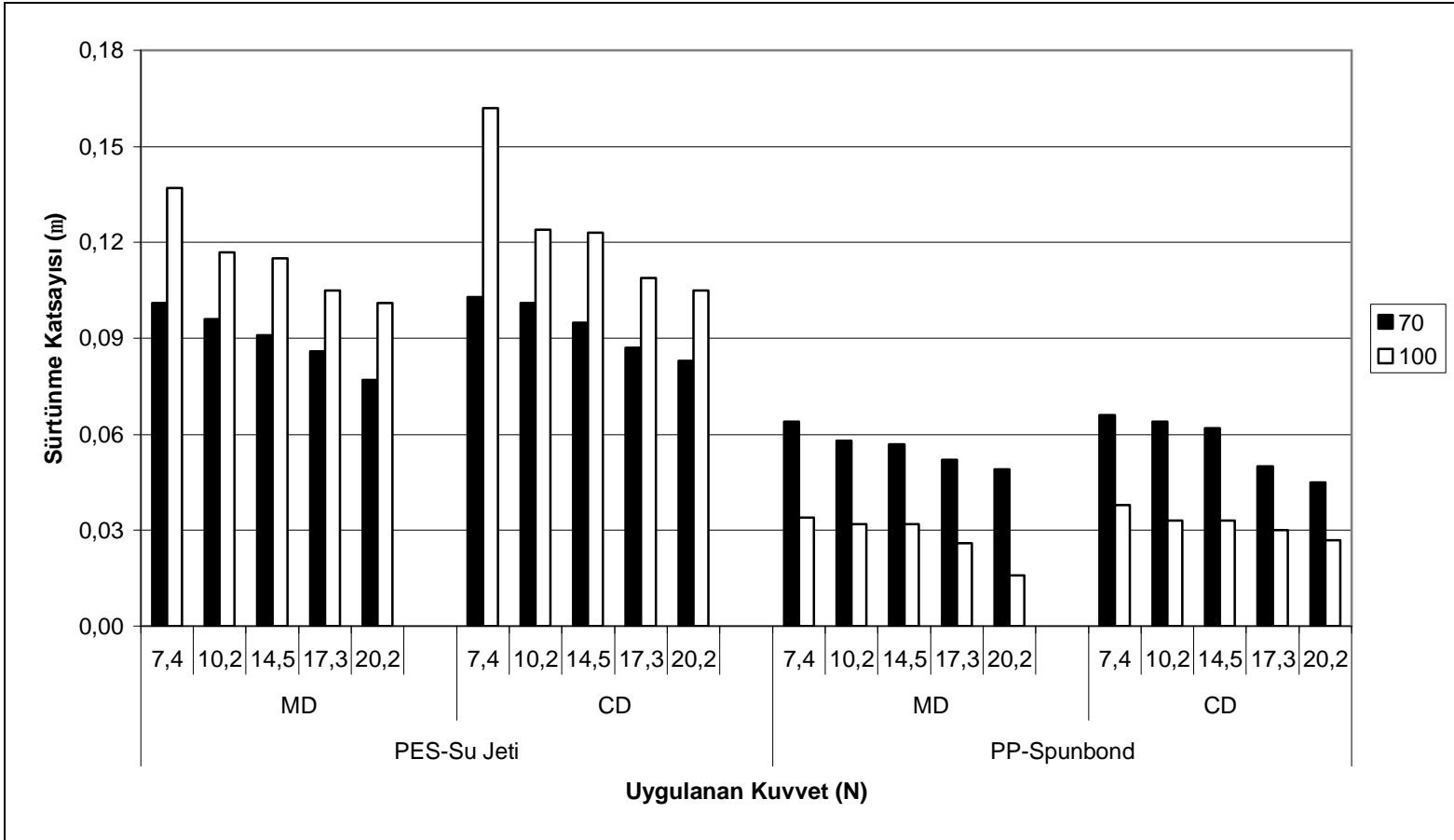
Testlerde statik sürtünme katsayısı hareketin başlangıcındaki en yüksek tepenin değeri, hareketin bundan sonraki kısmı ise kinetik sürtünme katsayısı olarak değerlendirildiğinden, genelde statik sürtünme katsayılarının kinetik sürtünme katsayılarından daha yüksek olduğu da görülmektedir



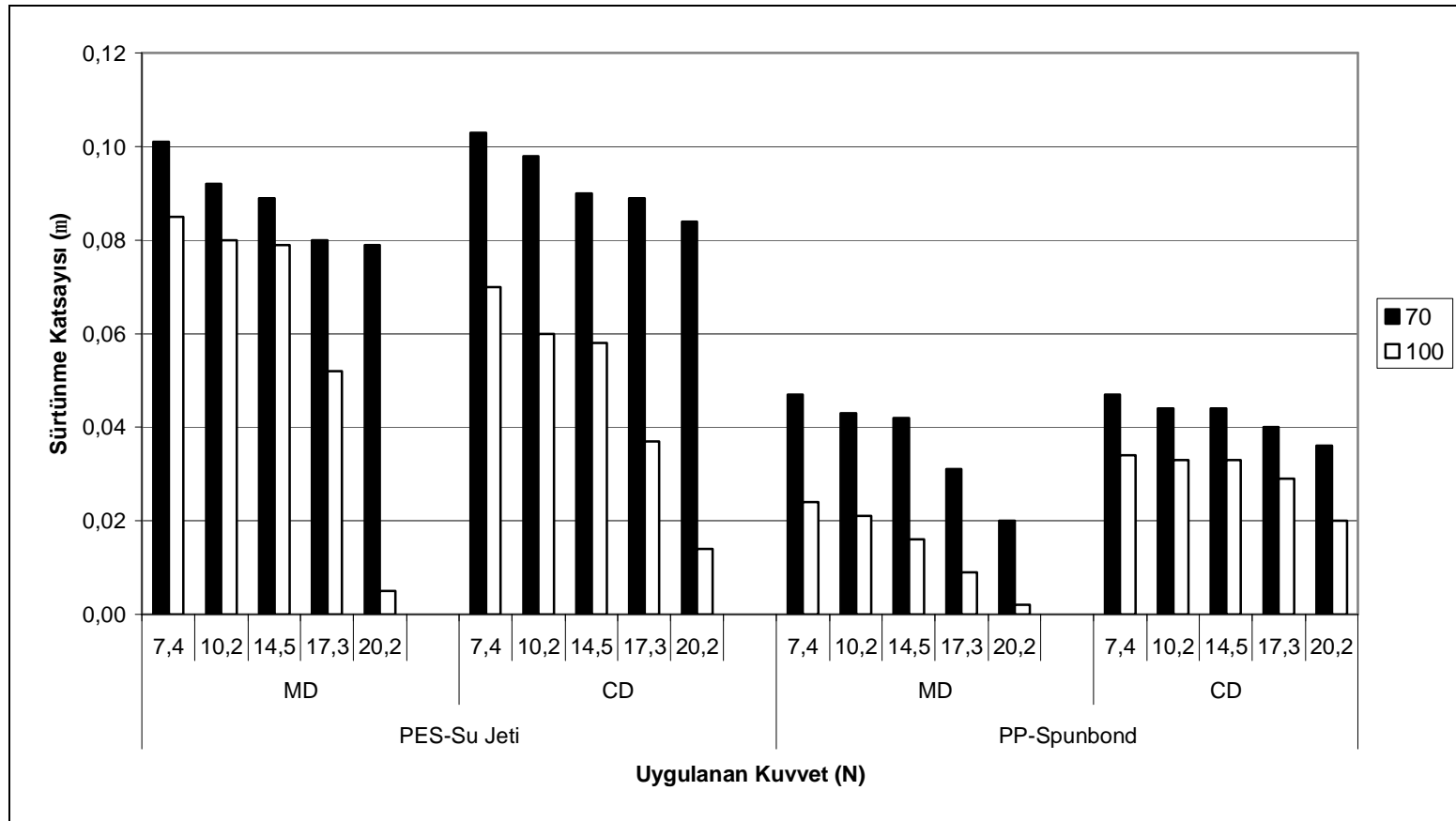
Şekil 6.44. Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.45. Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk)



Şekil 6.46. Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.47. Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk)

Şekil 6.36-6.47'den ve Ek 1.9-1.11'de verilen tablo değerlerinden aşağıdaki yorumlar yapılabilir.

- Kumaş-ahşap sürtünme ortamında sürtünme katsayısı değerleri, kumaş-aşındırıcı kumaş ortamına göre daha düşük değerlerde bulunmuştur.
- Poliester esaslı numunelerin polipropilen ve viskon esaslı numunelere göre sürtünme esnasında daha yüksek bir dirençle kaymakta olduğu ortaya çıkmıştır.
- Yüksek hızlarda (500 mm/dk) yapılan test sonuçlarından elde edilen sürtünme katsayılarının düşük hızlarda (250 mm/dk) yapılan testlerden elde edilen sonuçlara göre bir miktar daha düşük değerlerde değiştiği görülmektedir. Bu durumun açıklaması, artan test hızı ile ahşap yüzeyin kaygan yapısından dolayı iki yüzey arasında ortaya çıkan sürtünme kuvveti direncinin daha düşük algılamasından kaynaklandığı şeklinde yapılmıştır.
- Numunelerin CD yönündeki sürtünme katsayısı değerleri, MD yönüne göre daha yüksek bulunmuştur. Buna gerekçe, numunelerin doku oluşumu sırasında CD yönündeki lif yerleşiminin (düzenlenmesinin) sürtünme hareketini engelleyici yöndeki etkisinin daha fazla olması gösterilebilir.
- Uygulanan kuvvet arttıkça sürtünme katsayısı değerlerinin de azaldığı gözlemlenmiştir.

6.2.3. Bitim İşlemi Grubu Numuneler için Kumaş-Ahşap Sürtünme Testleri

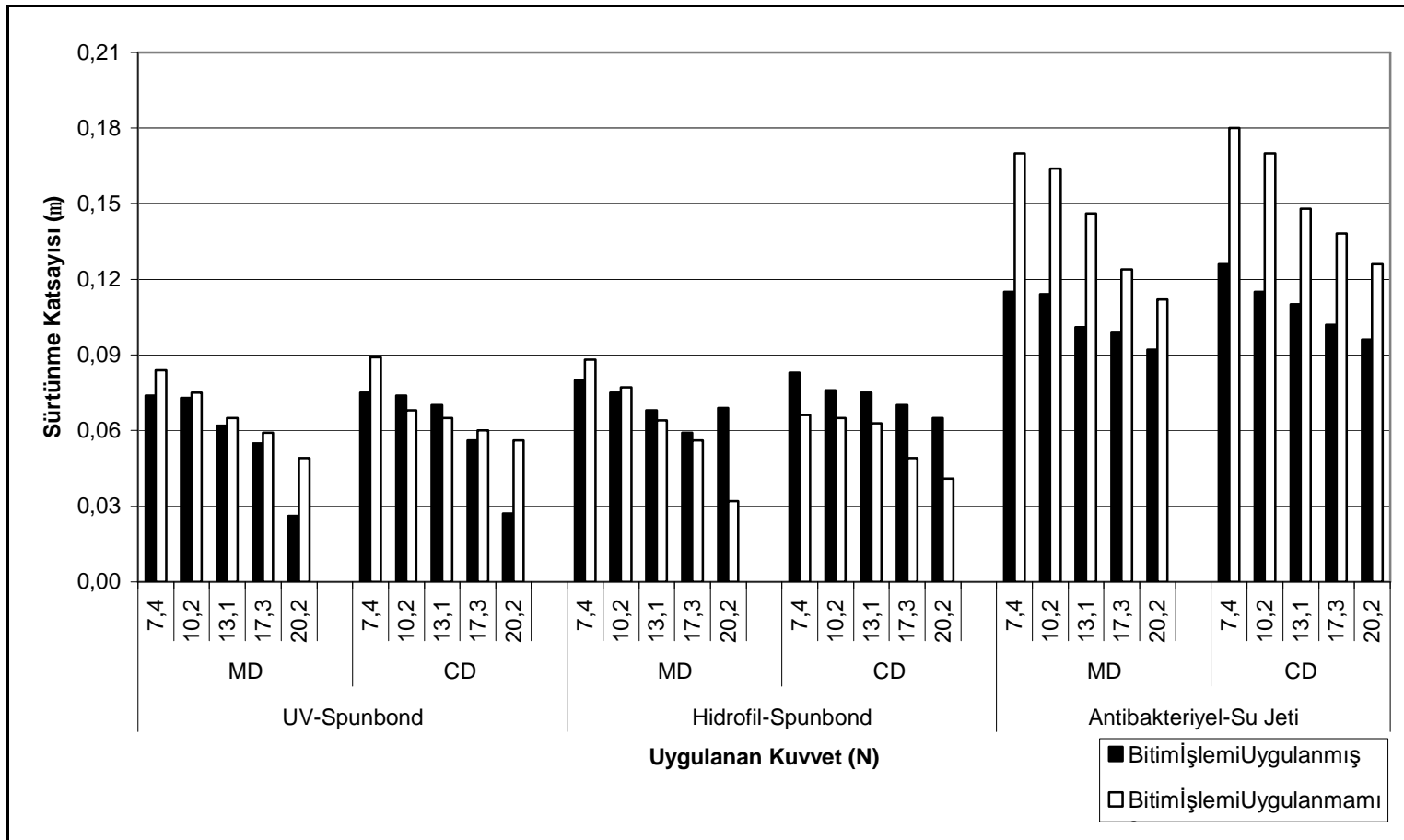
Bitim işlemine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerine ait kumaş-ahşap sürtünme davranışı test sonuçları Ek 1.12’de verilmiştir. Bu veriler kullanılarak elde edilen değişkenlerin yer aldığı grafikler ise burada değerlendirilmiştir (Şekil 6.48-6.51)

Şekil 6.48-6.51’de, 3 farklı bitim işlemine tabi tutulmuş % 100 PP ve CV esaslı dokunmamış kumaşların 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk) makine yönü (MD) ve çapraz yönünde (CD) yapılmış sürtünme testleri sonucu elde edilmiş kinetik ve statik sürtünme katsayılarının, uygulanan kuvvete (yüke) karşı değişimi görülmektedir.

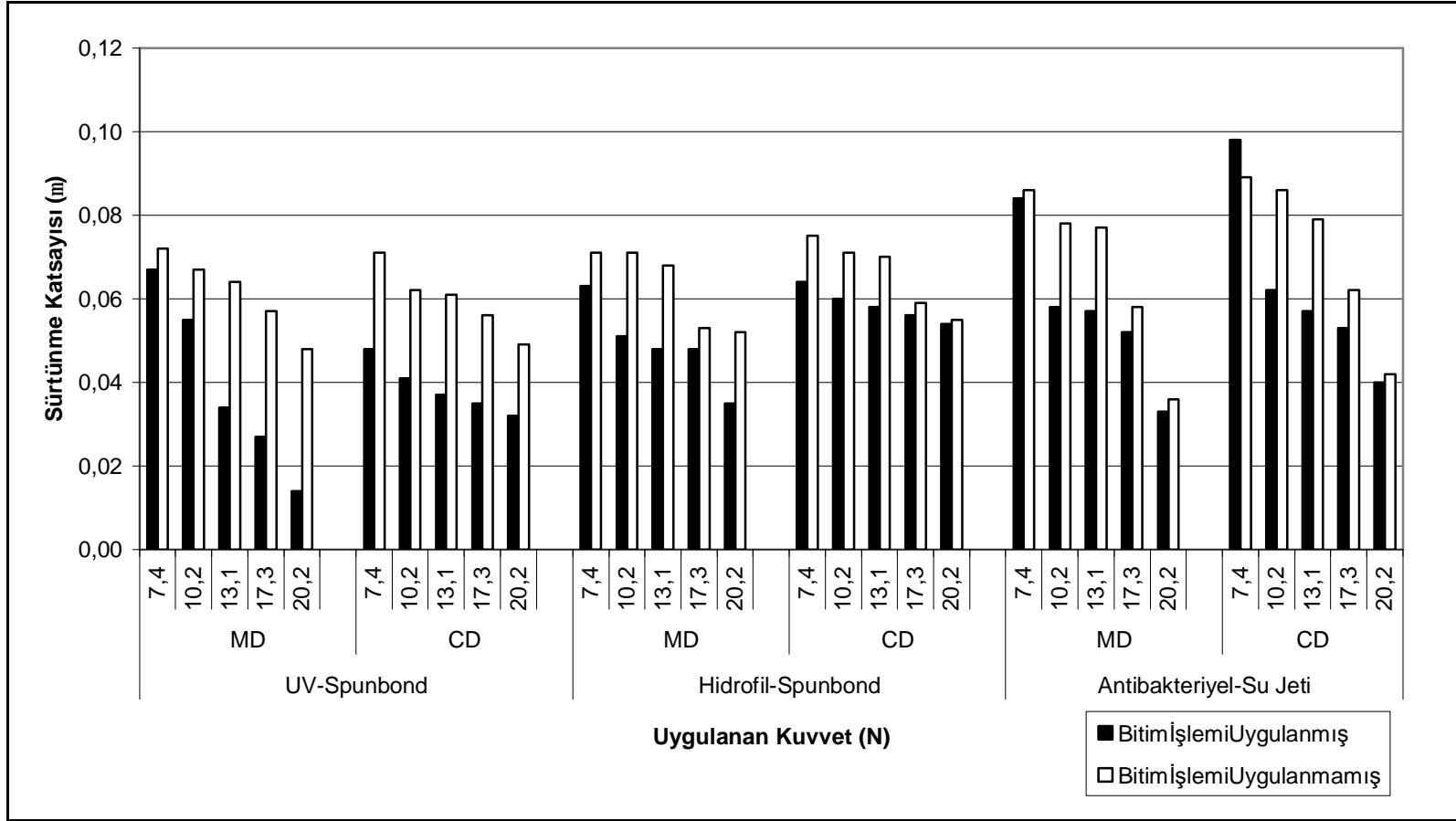
Şekiller incelendiğinde; bitim işleminde kullanılan kimyasalın kumaş yüzeyindeki girinti ve çıkıntıları kapattığından dolayı kumaş-aşındırıcı kumaş sürtünme davranışında olduğu gibi kumaş-ahşap sürtünme katsayısı değerlerinde de farkedilir düzeyde azalma sağlamıştır. Ancak bazı numunelerde bitim işleminin sürtünme katsayısı değerleri üzerinde bir etkisinin olmadığı da görülmektedir. Bu durumun açıklaması, bitim işleminde uygulanan kimyasalın tüm yüzeyde eşit olarak dağılmasından kaynaklanabileceği şeklinde yapılmıştır. Ahşap yüzeyinin aşındırıcı kumaşa oranla daha pürüzsüz bir yüzeye sahip olmasından dolayı sürtünme katsayısı değerleri genelde daha düşük değerlerde bulunmuştur. Ayrıca antibakteriyel bitim işlemi uygulanmış dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri daha yüksek değerlerde değiştiği görülmektedir. Bu durumun açıklaması, bu numunelerde su jeti üretim yönteminden kaynaklanan hacimli ve yumuşak yapının etkileşiminin bir sonucu olarak yorumlanmıştır.

Numune üzerine uygulanan normal yöndeki kuvvet arttığında kumaşın MD ve CD yönünde statik ve kinetik sürtünme katsayısı değerlerinde bir azalma eğiliminin olduğu gözlenmektedir. Bunun sebebi kumaş numunesi üzerine uygulanan kuvvet arttıkça sıkışma, yassılaşıma ve dolayısıyla nispeten kumaş yüzeyinin düzleşmesinden kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

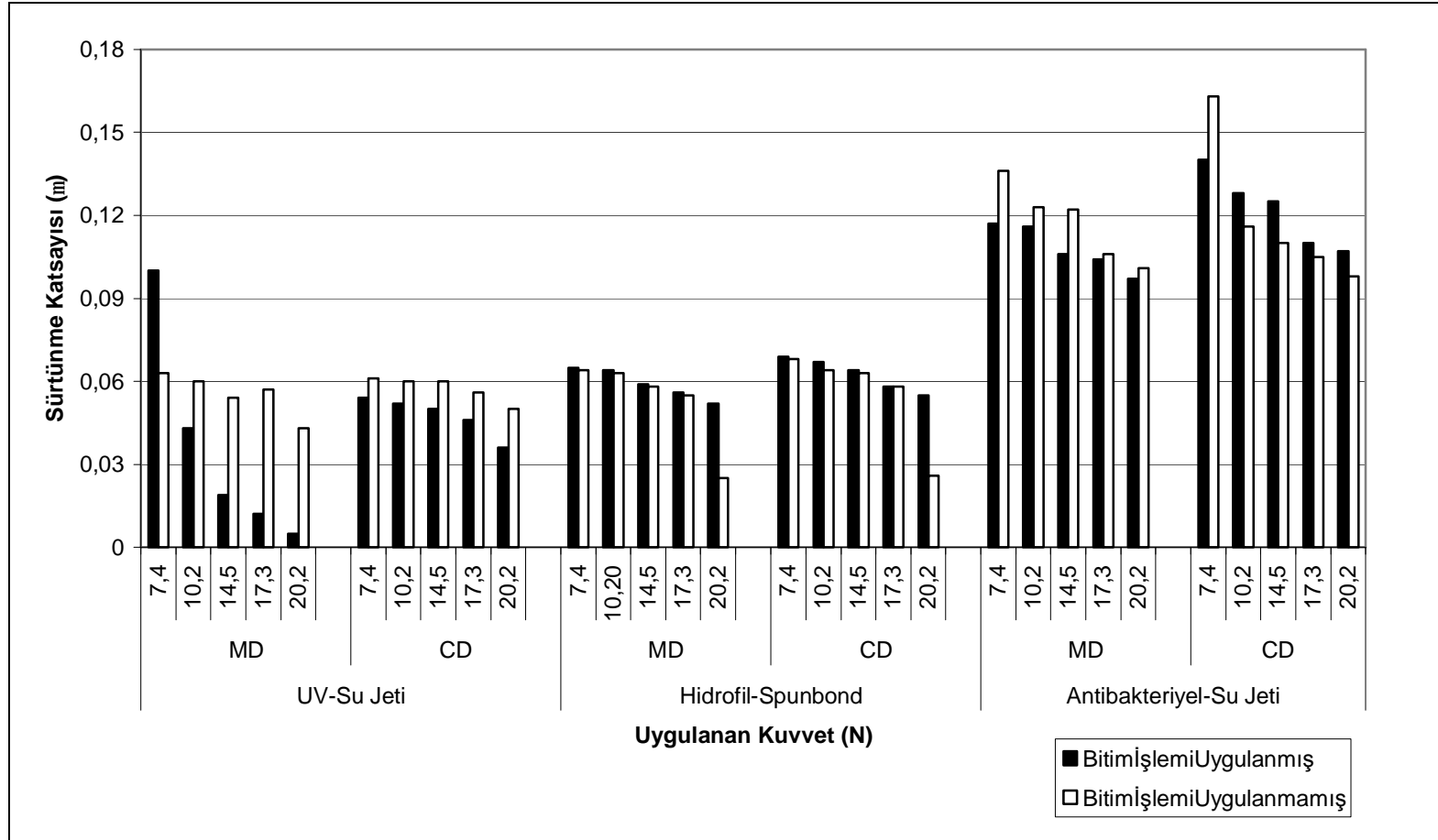
Ayrıca diğer numunelerde olduğu gibi, hareketi başlatmaya yarayan statik sürtünme katsayısı değerleri hareketin bundan sonraki davranışını ifade eden kinetik sürtünme katsayısı değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.



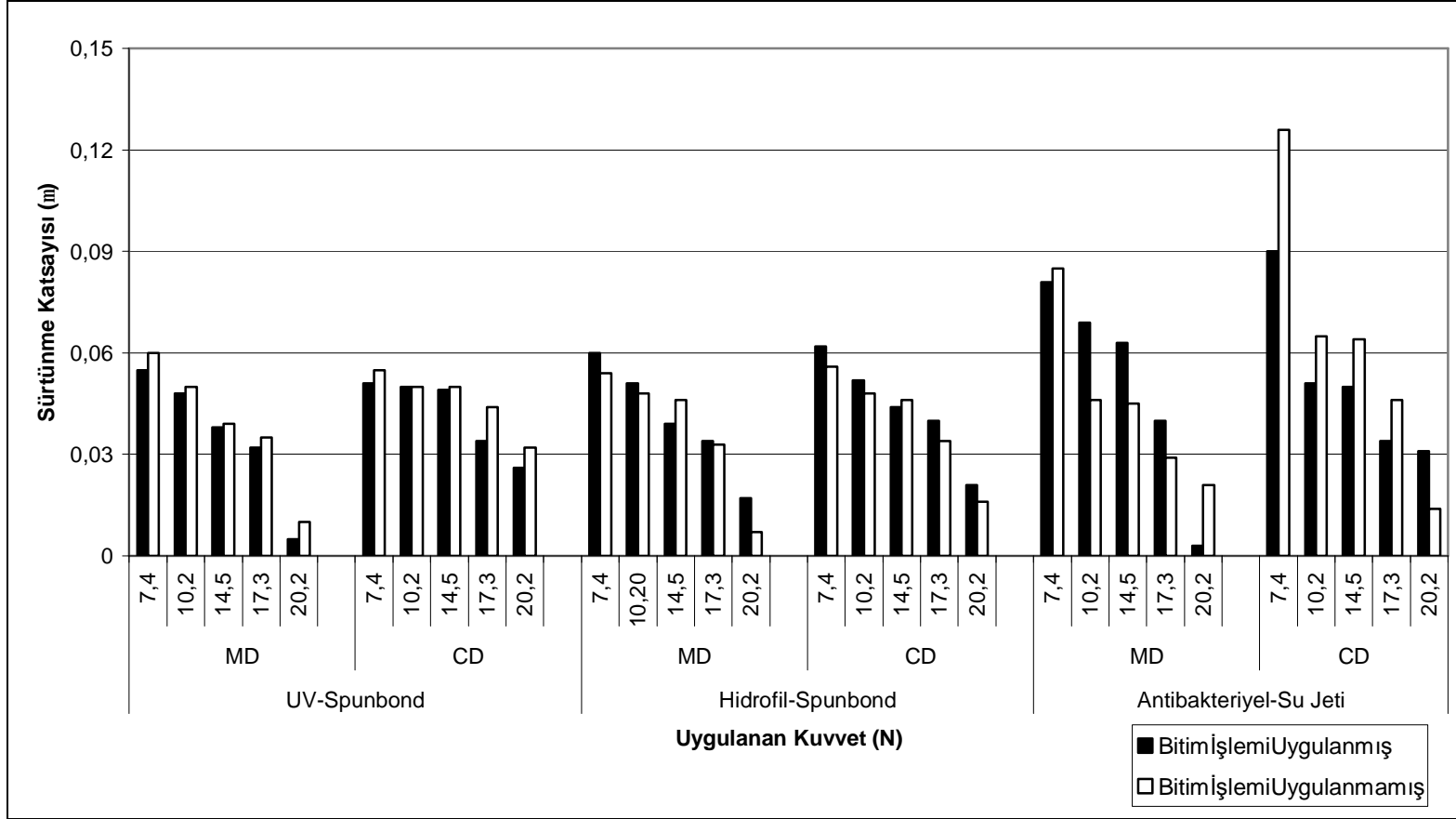
Şekil 6.48. Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.49. Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk)



Şekil 6.50. Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.51. Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Ahşap, Hız: 500 mm/dk)

Şekil 6.48-6.51 arası verilen şekiller ve Ek 1.12’de verilen tablo değerleri incelendiğinde;

- Bu grupta incelenen numunelerde bitim işleminde kullanılan kimyasalın kumaş yüzeyindeki girinti ve çıkıntıları kapattığından dolayı kumaş-aşındırıcı kumaş sürtünme davranışında olduğu gibi kumaş-ahşap sürtünme katsayısı değerlerinde belirgin düzeyde düşüş sağlamıştır.
- Hız ve uygulanan düşey yöndeki kuvvet arttıkça sürtünme katsayısı değerlerinin genelde azaldığı gözlenmiştir.
- Statik sürtünme katsayısı değerlerinin, kinetik sürtünme katsayısı değerlerinden daha yüksek olduğu bilinmektedir.
- Su jeti yöntemiyle elde edilmiş dokunmamış kumaş numunesine ait sürtünme katsayısı değerleri spunbond numunelere oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Bunun sebebi, su jeti yöntemiyle elde edilmiş kumaş yüzeylerinin daha yumuşak ve hacimli yapıda olmasından kaynaklanmaktadır.

6.2.4. Kumaş-Ahşap Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi

6.2.4.1. Gramaj Grubu Kumaş-Ahşap Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi

Daha önce kumaş-aşındırıcı kumaş test sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi bölümünde anlatıldığı şekilde burada da sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi yapılarak anlamlılık durumuna bakılmıştır. ANOVA tablosu (Çizelge 6.7) incelendiğinde; % 100 polipropilen (PP) dokunmamış kumaşlarda kurulan modelin statik ve kinetik sürtünme katsayısı değerleri üzerinde anlamlı bir etkileşimin olduğu görülmektedir.

Gramaj grubu % 100 poliester (PES) dokunmamış kumaşlarda kurulan modelin hem statik hem de kinetik sürtünme katsayısı değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir.

Statik ve kinetik sürtünme katsayısı üzerinde en fazla etki gramaj (A), hız (C) ve gramaj x hız (AxC) etkileşiminin olduğu belirlenmiştir. Tezin kumaş-ahşap

sürtünme testlerinin değerlendirilmesi kısmında daha önce bahsedildiği gibi, gramajı hafif olan dokunmamış kumaşlarda lif yerleşiminin düzgün olmamasından kaynaklı, daha yüksek sürtünme katsayısı değerleri ölçülmüştür. Ancak gramaj, kalınlık ve dolayısıyla yoğunluk arttıkça dokunmamış kumaş yapısı içerisindeki lif yerleşiminin daha düzenli hale gelmesinden dolayı sürtünme katsayısı değerlerinin azalma eğiliminde oldukları saptanmıştır. Ayrıca hız arttıkça sürtünme katsayısı değerlerinin azalma eğiliminde olduğu da görülmektedir.

Çizelge 6.7. Gramaj grubu ANOVA tablosu (kumaş-ahşap)

Faktör	Polipropilen					
	Statik			Kinetik		
	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)
Model	229.92	< 0.0001	Anlamlı	207.26	<0.0001	Anlamlı
A	870.93	< 0.0001	51.50	600.01	<0.0001	54.08
B	76.70	< 0.0001	5.25	62.31	<0.0001	5.95
C	390.33	< 0.0001	23.70	361.51	<0.0001	26.25
D	22.02	< 0.0001	1.27	6.22	0.0015	0.67
AC	237.16	< 0.0001	15.89	170.32	<0.0001	11.62
R²	0.9420			0.9234		
R_d²	0.9379			0.9189		
R_{pre}²	0.9314			0.9134		
Faktör	Poliester					
	Statik			Kinetik		
	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)
Model	60.43	<0.0001	Anlamlı	80.18	<0.0001	Anlamlı
A	40.24	<0.0001	17.27	64.56	<0.0001	17.53
B	44.97	<0.0001	9.60	70.54	<0.0001	10.19
C	208.98	<0.0001	51.91	270.39	<0.0001	50.68
D	0.84	0.3627	0.21	5.038E-	0.9435	0.0012
AC	42.12	<0.0001	16.30	37.28	<0.0001	16.55
R²	0.7243			0.7771		
R_d²	0.7123			0.7674		
R_{pre}²	0.6948			0.7522		

(A:Gramaj , B: Uygulanan Kuvvet, C: Hız, D: Kumaş Yönü)

Çizelge 6.8’de gramaj grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri için modellerin R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 ve standart sapmalarını vermektedir. Çizelgeye göre standart sapma değeri en düşük, R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 değerleri ise en yüksek

olan modelden başlamak üzere bütün modeller tek tek denendikten sonra en uygun modele göre analiz yapılmıştır.

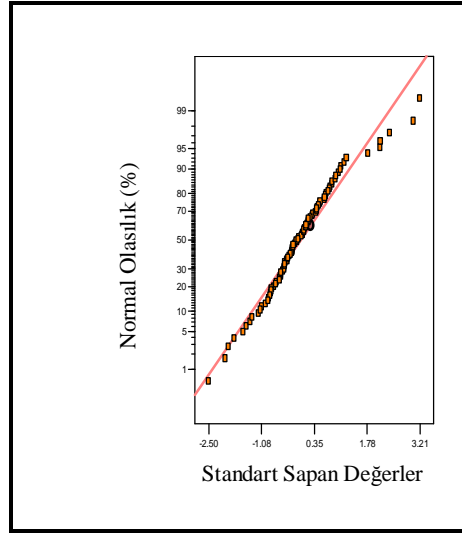
Çizelge 6.8. Gramaj grubu model tablosu (kumaş-ahşap)

Varyans Kaynağı	Gramaj Grubu		Standart Sapma	R ²	R ² _d	R ² _{pre}
Linear	PP	Statik	0.017	0.7744	0.7640	0.7440
2FI			8.310E-003	0.9471	0.9406	0.9321
Kuadratik			8.061E-003	0.9514	0.9441	0.9349
Kübik			6.412E-003	0.9740	0.9646	0.9508
Linear		Kinetik	0.016	0.7716	0.7611	0.7421
2FI			9.324E-003	0.9278	0.9189	0.9087
Kuadratik			8.981E-003	0.9347	0.9248	0.9136
Kübik			6.814E-003	0.9681	0.9567	0.9451
Linear	PES	Statik	0.018	0.6233	0.6103	0.5898
2FI			0.016	0.7342	0.7101	0.6766
Kuadratik			0.013	0.8159	0.7955	0.7677
Kübik			0.010	0.8961	0.8701	0.8210
Linear		Kinetik	0.017	0.7048	0.6947	0.6785
2FI			0.014	0.7880	0.7688	0.7393
Kuadratik			0.013	0.8377	0.8196	0.7936
Kübik			0.011	0.8873	0.8591	0.8143

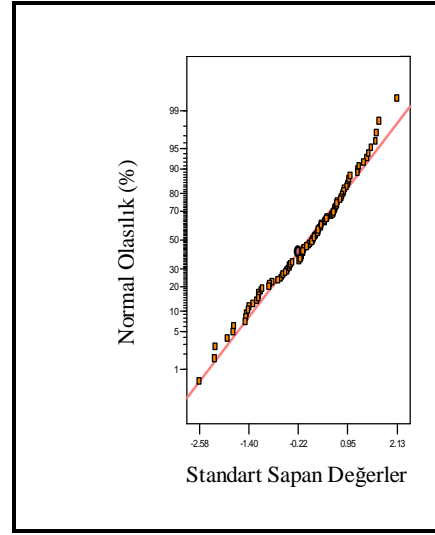
(2FI: İki Faktörlü Etkileşim)

Şekil 6.52'de gramaj grubu numunelere ait kumaş-ahşap sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi seçilen modellerde normal dağılım konusunda herhangi bir problem görülmemektedir. Bu analizle de seçilen modelin uygunluğu desteklenmektedir.

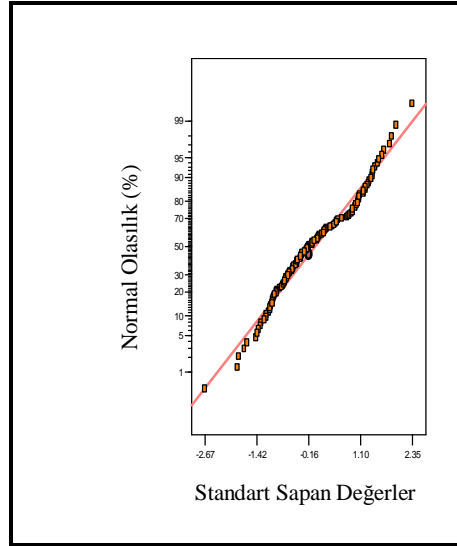
Çizelge 6.7'ye göre modellerin R² değerleri yaklaşık 0.71 ila 0.94 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda, sürtünme katsayılarındaki değişimin % 71-94'nün modeldeki faktörler tarafından açıklanabilmektedir. Bu durum, sürtünme katsayısı için oluşturulan modelin bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi oldukça yüksek bir doğrulukla ifade ettiğini ve deneysel çalışmanın doğru kabul edilebilirliğini göstermektedir.



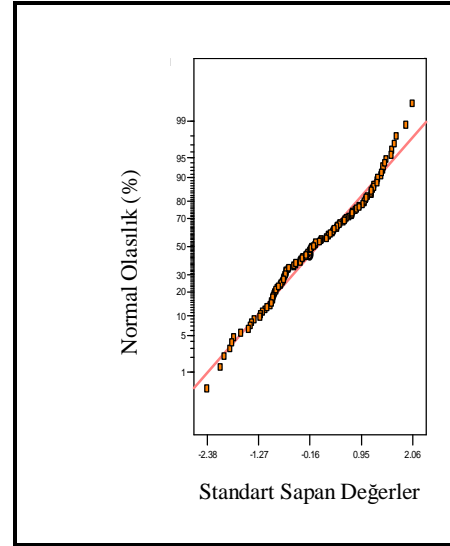
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 6.52. Gramaj grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri (kumaş-ahşap)

(a) gramaj grubu (PP)/statik,

(b) gramaj grubu (PP)/kinetik,

(c) gramaj grubu (PES)/statik,

(d) gramaj grubu (PES)/kinetik,

6.2.4.2. Lif Cinsi Grubu Kumaş-Ahşap Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi

Lif cinsi grubu kumaş-ahşap test sonuçlarının istatistiksel analizinden elde edilen ANOVA tablosu Çizelge 6.9'da verilmektedir. Tablo incelendiğinde, lif cinsi grubu dokunmamış kumaşlarda modellerin sürtünme katsayısı (statik ve kinetik) değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir.

Gramajı 45,70 ve 100 g/m² olan lif cinsi grubu dokunmamış kumaş numunelerinde, kurulan modelin sürtünme katsayısı (statik ve kinetik) değerleri üzerinde anlamlı düzeyde etkileri bulunmaktadır. Statik ve kinetik sürtünme katsayısı üzerinde en fazla etkinin gramaj (A), uygulanan kuvvet (B), lif cinsi (E) olduğu belirlenmiştir.

Lif cinsi grubu gramajı 12, 17 ve 100 g/m² olan dokunmamış kumaşlarda, kurulan modelin sürtünme katsayısı (statik ve kinetik) değerleri üzerinde anlamlı düzeyde katkıları bulunmaktadır. Ayrıca, statik sürtünme katsayısı üzerinde en fazla etki % 54.56 ile lif cinsi (E); kinetik sürtünme katsayısı üzerinde ise en fazla etkinin % 64.19 ile yine lif cinsi (E) olduğu da belirlenmiştir.

Gramajı 70 ve 100 g/m² olan lif cinsi grubu dokunmamış kumaşlarda, kurulan modelin sürtünme katsayısı (statik ve kinetik) değerleri üzerinde anlamlı düzeyde katkıları bulunmaktadır. Statik ve kinetik sürtünme katsayısı üzerinde en fazla etkiyi lif cinsinin (E) yaptığı belirlenmiştir.

Sürtünme katsayısı (statik ve kinetik) üzerinde en fazla etkinin lif cinsi olduğu, tezin lif cinsi grubu kumaş-ahşap etkileşimi için testlerin değerlendirilmesi kısmında da değinildiği gibi, istatistiksel çalışmada çıkan sonuçların bu sonucu desteklediği görülmektedir. Viskon numunelerdeki sürtünme katsayısı değerleri poliester esaslı numunelere oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Poliester esaslı numunelerde polipropilen esaslı numunelere oranla daha yüksek sürtünme katsayısı değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 6.9. Lif cinsi grubu ANOVA tablosu (kumaş-ahşap)

45-70-100 g/m ²						
Factor	Statik			Kinetik		
	F Değeri	P Değeri	Etki Seviyesi	F Değeri	P Değeri	Etki Seviyesi
Model	138.56	< 0.0001	Anlamlı	93.93	< 0.0001	Anlamlı
A	358.17	< 0.0001	26.22	122.08	< 0.0001	14.20
B	201.62	< 0.0001	15.08	140.71	< 0.0001	16.90
C	115.60	< 0.0001	8.36	64.30	< 0.0001	7.25
D	16.25	0.0001	1.24	8.78	0.0037	1.04
E	483.94	< 0.0001	34.93	337.69	< 0.0001	38.11
AB	10.60	0.0015	1.05	-	-	-
AC	21.22	< 0.0001	3.48	15.24	0.0002	3.57
AE	23.47	< 0.0001	1.92	40.07	< 0.0001	6.05
CE	32.97	< 0.0001	2.39	33.21	< 0.0001	3.77
R²	0.9189			0.8713		
R_d²	0.9123			0.8620		
R_{pre}²	0.9037			0.8494		
12-17-100 g/m ²						
Model	144.21	< 0.0001	Anlamlı	166.66	< 0.0001	Anlamlı
A	68.62	< 0.0001	8.34	58.66	< 0.0001	6.39
B	132.14	< 0.0001	11.71	87.61	< 0.0001	8.88
C	65.68	< 0.0001	4.20	119.34	< 0.0001	9.10
D	4.46	0.0371	0.080	8.50	0.0043	0.25
E	797.05	< 0.0001	54.56	828.50	< 0.0001	64.19
AC	22.55	< 0.0001	2.02	11.28	0.0011	0.91
AE	130.45	< 0.0001	10.86	37.80	< 0.0001	3.04
CE	17.27	< 0.0001	1.43	-	-	-
R²	0.9166			0.9167		
R_d²	0.9102			0.9112		
R_{pre}²	0.8989			0.9000		
70-100 g/m ²						
Model	77.86	< 0.0001	Anlamlı	104.44	< 0.0001	Anlamlı
A	0.21	0.6462	0.44	22.93	< 0.0001	3.96
B	38.62	< 0.0001	7.03	34.04	< 0.0001	4.21
C	40.04	< 0.0001	8.24	70.71	< 0.0001	9.09
D	3.56	0.0634	0.20	2.95	0.0908	0.071
E	395.35	< 0.0001	62.24	632.41	< 0.0001	69.56
AC	-	-	-	16.74	0.0001	1.87
AE	60.60	< 0.0001	9.92	28.06	< 0.0001	3.21
CE	5.35	0.0237	1.03	6.75	0.0115	0.62
R²	0.8891			0.9258		
R_d²	0.8777			0.9169		
R_{pre}²	0.8605			0.9031		

(A:Gramaj , B: Uygulanan Kuvvet, C: Hız, D: Kumaş Yönü, E:Lif Cinsi)

Çizelge 6.10'da sürtünme katsayısı değeri için modellerin R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 ve standart sapmalarını vermektedir. Çizelgeye göre standart sapma değeri en düşük, R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 değerleri ise en yüksek olan modelden başlamak üzere bütün modeller tek tek denendikten sonra en uygun modele göre analiz yapılmıştır.

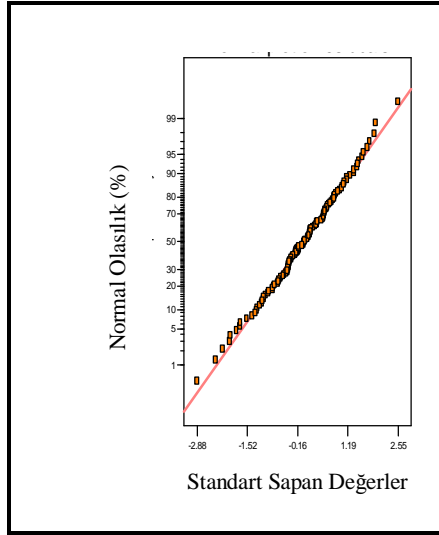
Çizelge 6.10. Lif cinsi grubu model tablosu (kumaş-ahşap)

Varyans Kaynağı	Lif Cinsi Grubu	Standart Sapma	R^2	R_d^2	R_{pre}^2	
Linear	45-70-100 g/m ²	Statik	0.013	0.8541	0.8477	0.8373
2FI			9.850E-003	0.9247	0.9139	0.8997
Kuadratik			9.777E-003	0.9273	0.9151	0.8985
Kübik			7.301E-003	0.9670	0.9527	0.9270
Linear		Kinetik	0.017	0.7687	0.7585	0.7412
2FI			0.013	0.8772	0.8595	0.8322
Kuadratik			0.013	0.8800	0.8600	0.8287
Kübik			9.521E-003	0.9446	0.9206	0.8712
Linear	12-17-100 g/m ²	Statik	0.016	0.7758	0.7654	0.7478
2FI			9.915E-003	0.9204	0.9082	0.8878
Kuadratik			9.262E-003	0.9320	0.9199	0.8994
Kübik			5.246E-003	0.9825	0.9743	0.9532
Linear		Kinetik	0.011	0.8770	0.8713	0.8613
2FI			9.055E-003	0.9289	0.9180	0.8993
Kuadratik			8.519E-003	0.9383	0.9274	0.9084
Kübik			4.899E-003	0.9836	0.9760	0.9642
Linear	70-100 g/m ²	Statik	0.017	0.7793	0.7635	0.7405
2FI			0.012	0.9095	0.8869	0.8548
Kuadratik			0.012	0.9104	0.8861	0.8521
Kübik			5.768E-003	0.9846	0.9738	0.9458
Linear		Kinetik	0.012	0.8671	0.8576	0.8429
2FI			9.505E-003	0.9322	0.9153	0.8879
Kuadratik			9.543E-003	0.9328	0.9146	0.8849
Kübik			3.988E-003	0.9913	0.9851	0.9754

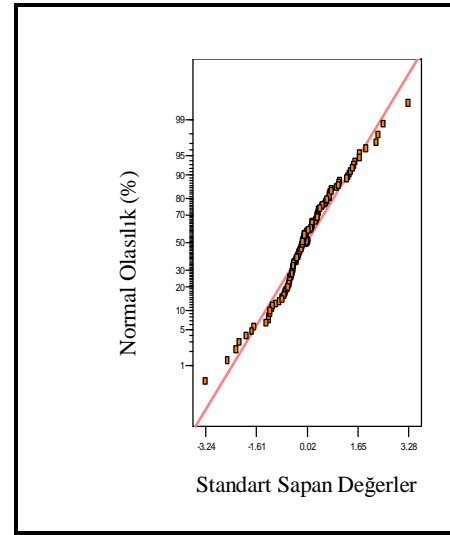
(2FI: İki Faktörlü Etkileşim)

Şekil 6.53'de lif cinsi grubu numunelere ait kumaş-ahşap sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri verilmiştir. Şekilden anlaşılacağı gibi seçilen modellerde normal dağılım konusunda herhangi bir problem görülmemektedir. Bu analizle de seçilen modelin Çizelge 6.9'a göre modellerin R^2 değerleri yaklaşık 0.71

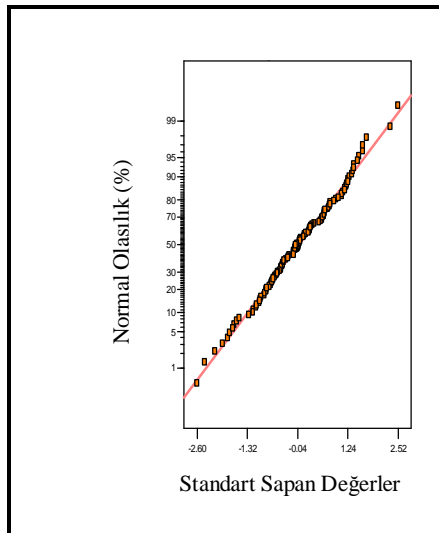
ila 0.98 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda, sürtünme katsayılarındaki değişimin % 71-98'nin modeldeki faktörler tarafından açıklanabilmektedir. Bu durum, sürtünme katsayısı için oluşturulan modelin bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi oldukça yüksek bir doğrulukla ifade ettiğini ve deneysel çalışmanın doğru kabul edilebilirliğini göstermektedir.



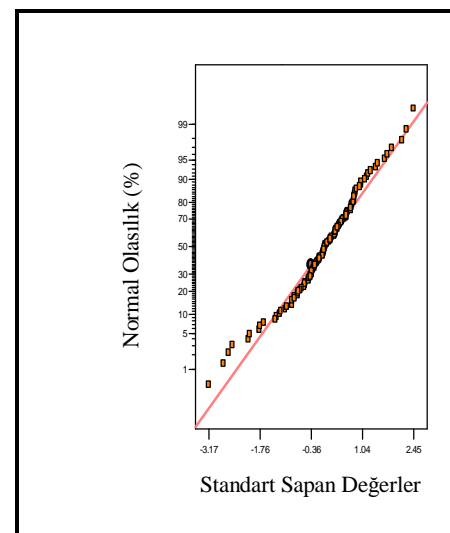
(a)



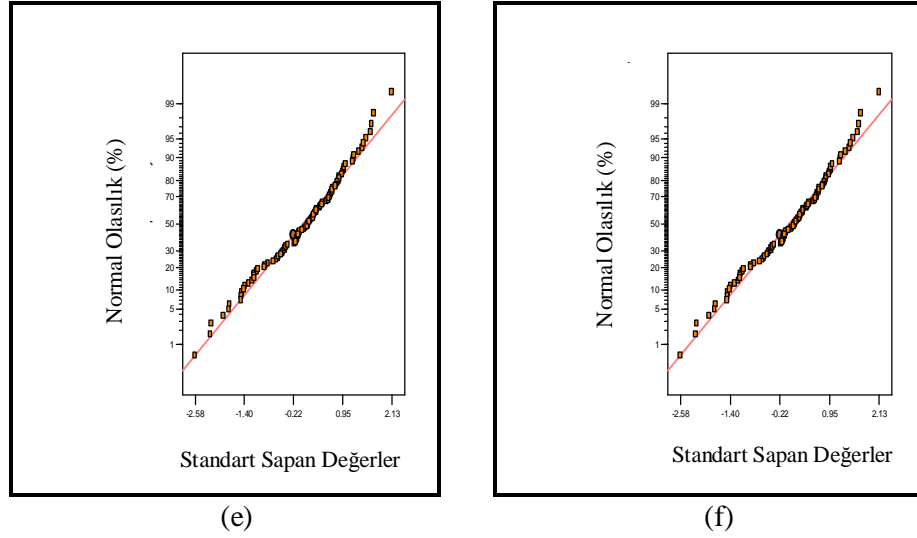
(b)



(c)



(d)



Şekil 6.53. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri (kumaş-ahşap)
 (a) lif cinsi(45-70-100g/m²)/statik,(b) lif cinsi (45-70-100 g/m²)/kinetik,
 (c) lif cinsi(12-17-100g/m²)/statik,(d) lif cinsi (12-17-100 g/m²)/kinetik,
 (e) lif cinsi (70-100 g/m²)/statik, (f) lif cinsi (70-100 g/m²)/kinetik.

6.2.4.2. Bitim İşlemi Grubu Kumaş-Ahşap Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi

Bitim işlemi grubu kumaş-ahşap test sonuçlarının istatistiksel analizinden elde edilen ANOVA tablosu Çizelge 6.11’de verilmektedir. Tablo incelendiğinde; bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşlarda modellerin sürtünme katsayısı (statik ve kinetik) değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir.

Bitim işlemi grubu (UV ve Hidrofil) dokunmamış kumaş numunelerinde, statik ve kinetik sürtünme katsayısı üzerinde en fazla etkinin gramaj (A) olduğu belirlenmiştir.

Bitim işlemi grubu (Antibakteriyel) dokunmamış kumaşlarda, statik ve kinetik sürtünme katsayısı üzerinde en fazla etkinin uygulanan kuvvet (B) olduğu görülmektedir.

Tezin bitim işlemi kumaş-ahşap etkileşimi için testlerin değerlendirilmesi kısmında, numune üzerine uygulanan normal yöndeki kuvvet arttığında kumaşın

makine yönü (MD) ve çapraz yönünde (CD) statik ve kinetik sürtünme katsayısı değerlerinde bir azalma eğiliminde olduğu gözlenmektedir. Bunun sebebi kumaş numunesi üzerine uygulanan kuvvet arttıkça sıkılaşıma, yassılaşıma ve dolayısıyla nispeten kumaş yüzeyinin düzleşmesinden kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanmıştır. İstatistiksel değerlendirme sonucu uygulanan kuvvetin (B) sürtünme katsayısı üzerinde önemli bir etkisinin çıkması bu yorumu desteklemektedir. Ayrıca gramajında özellikle bitim işlemi (UV ve Hidrofil) uygulanmış dokunmamış kumaş numunelerde önemli bit etkiye sahip olduğu deneysel çalışmalar sonucu ortaya çıkan verileri desteklediği görülmektedir.

Çizelge 6.11. Bitim işlemi grubu ANOVA tablosu (kumaş-ahşap)

Factor	UV					
	Statik			Kinetik		
	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)
Model	38.03	< 0.0001	Anlamlı	25.54	< 0.0001	Anlamlı
A	165.65	< 0.0001	47.54	76.52	< 0.0001	46.37
B	56.90	< 0.0001	15.81	6.76	0.0140	4.21
C	0.12	0.7318	0.0002	15.50	0.0004	8.47
D	54.55	< 0.0001	19.08	25.26	< 0.0001	14.11
AB	6.21	0.0184	2.04	-	-	-
AC	7.65	0.0096	1.87	10.66	0.0026	6.53
AD	8.98	0.0054	3.29	-	-	-
BD	16.99	0.0003	4.65	11.71	0.0017	6.52
R²	0.9102			0.8272		
R_d²	0.8863			0.7949		
R_{pre}²	0.8330			0.7420		
Factor	Hidrofil					
	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)
	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)
Model	29.06	< 0.0001	Anlamlı	109.81	< 0.0001	Anlamlı
A	72.09	< 0.0001	53.53	191.13	< 0.0001	53.26
B	17.37	0.0002	8.01	261.71	< 0.0001	37.11
C	0.69	0.4143	0.89	3.78	0.0613	1.26
D	30.74	< 0.0001	17.53	1.41	0.2447	0.69
AB	-	-	-	43.53	<0.0001	6.29
R²	0.8289			0.9442		
R_d²	0.8004			0.9313		
R_{pre}²	0.7845			0.9205		

Çizelge 6.11'in devamı

	Antibakteriyel					
Model	309.49	< 0.0001	Anlamlı	116.28	< 0.0001	Anlamlı
A	262.37	< 0.0001	19.51	78.74	< 0.0001	23.94
B	1177.53	< 0.0001	62.91	351.73	< 0.0001	70.11
C	9.26	0.0047	0.48	1.81	0.1871	0.43
D	216.32	< 0.0001	11.54	0.12	0.7359	0.023
AD	18.85	0.0001	1.44	-	-	-
BD	55.36	< 0.0001	3.05	-	-	-
R²	0.9836			0.9338		
R_d²	0.9804			0.9257		
R_{pre}²	0.9741			0.9107		

(A:Gramaj, B: Uygulanan Kuvvet, C: Hız, D: Kumaş Yönü)

Çizelge 6.12'de sürtünme katsayısı değeri için modellerin R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 ve standart sapmalarını vermektedir. Çizelgeye göre standart sapma değeri en düşük, R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 değerleri ise en yüksek olan modelden başlamak üzere bütün modeller tek tek denedikten sonra en uygun modele göre analiz yapılmıştır.

Çizelge 6.12. Bitim işlemi grubu model tablosu (kumaş-ahşap)

Varyans Kaynağı	Bitim İşlemi Grubu		Standart Sapma	R²	R_d²	R_{pre}²		
Linear	UV	Statik	7.996E-003	0.8073	0.7846	0.7462		
2FI			5.994E-003	0.9108	0.8790	0.8081		
Kuadratik			5.942E-003	0.9155	0.8811	0.7995		
Kübik			5.087E-003	0.9564	0.9128	0.7033		
Linear			Kinetik	9.168E-003	0.7010	0.6658	0.6043	
2FI				6.139E-003	0.8896	0.8502	0.7843	
Kuadratik		5.449E-003		0.9161	0.8820	0.8282		
Kübik		4.068E-003		0.9671	0.9342	0.8100		
Linear		Hidrofil		Statik	5.851E-003	0.7845	0.7567	0.7061
2FI					4.970E-003	0.8746	0.8244	0.7323
Kuadratik			4.642E-003		0.8950	0.8469	0.7648	
Kübik			3.710E-003		0.9553	0.9022	0.7191	
Linear	Kinetik		5.390E-003		0.8730	0.8566	0.8215	
2FI			3.606E-003		0.9542	0.9358	0.9019	
Kuadratik			2.927E-003	0.9710	0.9577	0.9316		
Kübik			2.211E-003	0.9890	0.9759	0.9429		

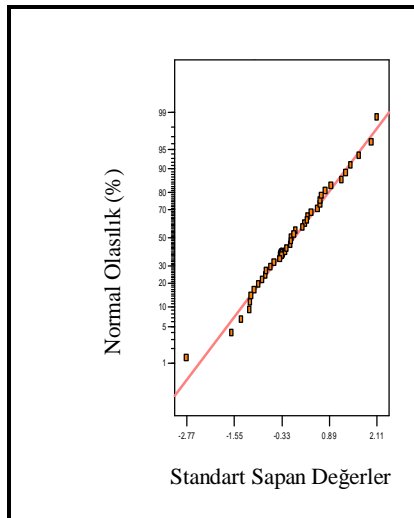
Çizelge 6.12'nin devamı

Linear	Antibakteriyel	Statik	0.010	0.9413	0.9341	0.9209
2FI			5.766E-003	0.9852	0.9797	0.9688
Kuadratik			5.529E-003	0.9869	0.9814	0.9681
Kübik			4.932E-003	0.9928	0.9852	0.9543
Linear		Kinetik	0.011	0.9338	0.9257	0.9107
2FI			0.011	0.9466	0.9269	0.8872
Kuadratik			0.011	0.9466	0.9241	0.8775
Kübik			8.835E-003	0.9766	0.9518	0.8539

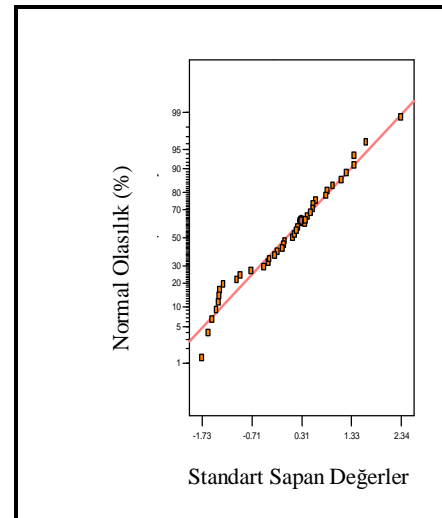
(2FI: İki Faktörlü Etkileşim)

Şekil 6.54'de bitim işlemi grubu numunelere ait kumaş-ahşap sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri verilmiştir. Şekilden anlaşılacağı gibi seçilen modellerde normal dağılım konusunda herhangi bir problem görülmemektedir. Bu analizle de seçilen modelin uygunluğu desteklenmektedir.

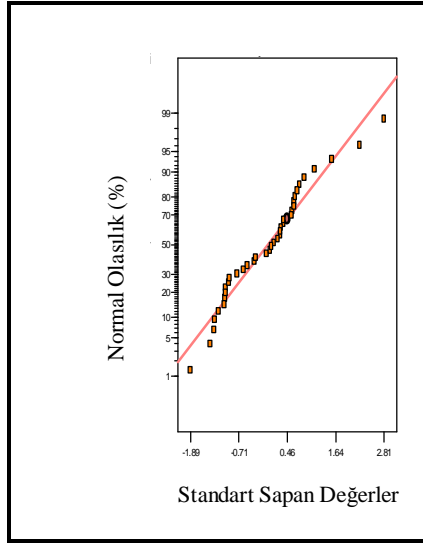
Çizelge 6.11'e göre modellerin R^2 değerleri yaklaşık 0.79 ila 0.98 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda, sürtünme katsayılarındaki değişimin % 79-98'nin modeldeki faktörler tarafından açıklanabilmektedir. Bu durum, sürtünme katsayısı için oluşturulan modelin bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi oldukça yüksek bir doğrulukla ifade ettiğini ve deneysel çalışmanın doğru kabul edilebilirliğini göstermektedir.



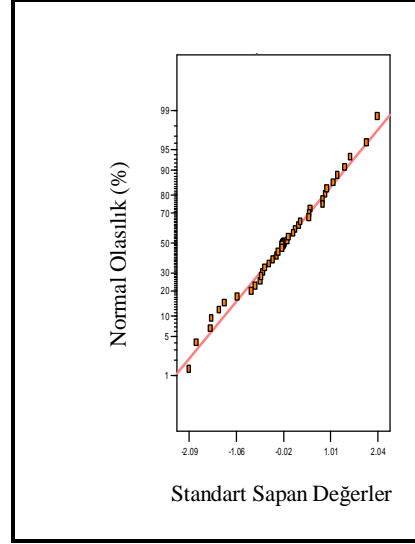
(a)



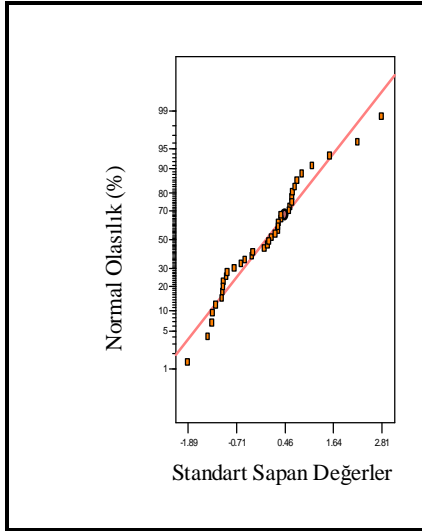
(b)



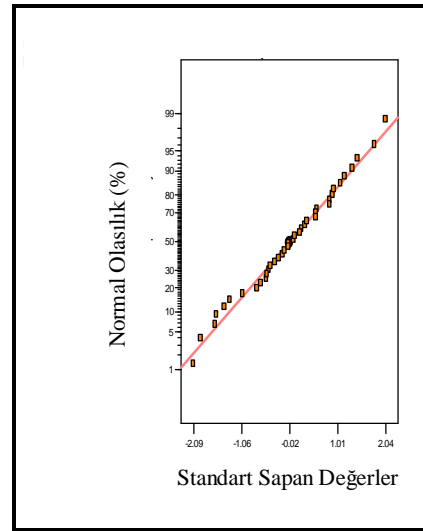
(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil 6.54. Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri (kumaş-ahşap)

(a) UV bitim işlemi/statik,

(b) UV bitim işlemi/kinetik,

(c) Hidrofil bitim işlemi/statik,

(d) Hidrofil bitim işlemi/kinetik,

(e) Antibakteriyel bit. işl./statik,

(f) Antibakteriyel bit. işl./kinetik.

6.3. Kumaş-Metal Etkileşimi İçin Testler ve Sonuçların Değerlendirmesi

6.3.1. Gramaj Grubu Numuneler için Kumaş-Metal Sürtünme Testleri

Gramaj grubu dokunmamış kumaş numuneleri üzerine yapılan kumaş-metal sürtünme test sonuçlarının sayısal değerleri tezin sonunda ek olarak (Ek 1.13-1.14) verilmiştir. Bu veriler kullanılarak elde edilen grafiklerin yer aldığı şekiller ise bu bölümde değerlendirilmiştir (Şekil 6.55-6.62).

Şekil 6.55 ve 6.58’de, 6 farklı gramajlardaki % 100 PP esaslı dokunmamış kumaşların 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk) makine yönü (MD) ve çapraz yönlerinde (CD) yapılmış sürtünme testleri sonucu elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının uygulanan kuvvete (yük) karşı değişimi görülmektedir.

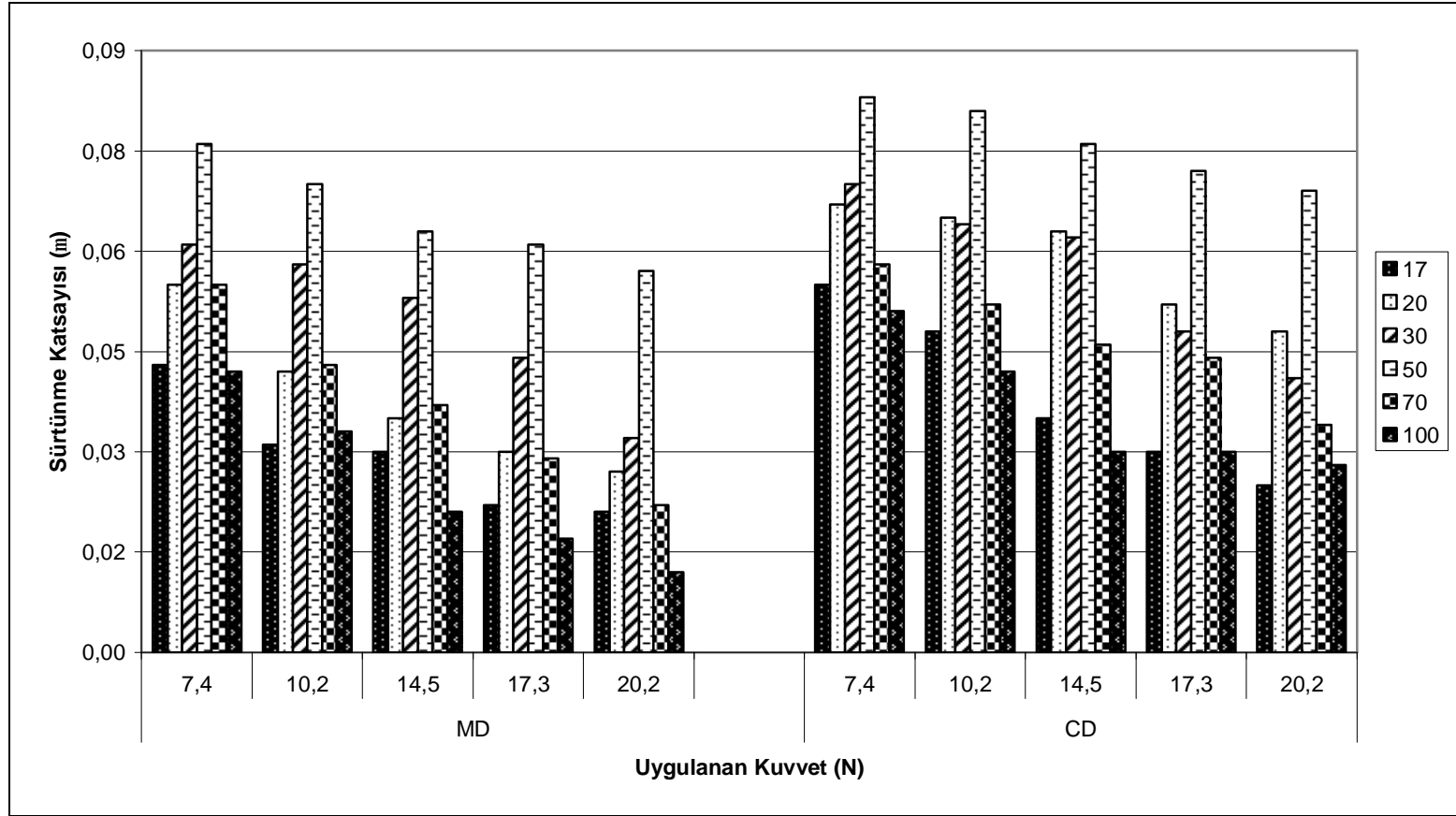
Şekiller incelendiğinde, numune üzerine uygulanan normal yöndeki (düşey yön) kuvvet arttığında hem statik hem de kinetik sürtünme katsayısı değerlerinde bir azalma eğiliminin olduğu gözlenmektedir. Bunun sebebi artan yükte birlikte kumaş-metal sürtünme etkileşiminin daha düzenli/düzgün (uniform) kumaş yüzeyinde gerçekleştiği ve dolayısıyla sürtünme katsayılarının azalan yönde bir eğilim gösterdikleri şeklinde yorumlanmıştır.

Şekil 6.55 ve 6.57’de verilen sonuçlar 250 mm/dk’da gerçekleşirken, Şekil 6.56 ve 6.58’de verilen sonuçları ise 500 mm/dk test hızında gerçekleştirmiştir. Şekillerden, yüksek hızlarda yapılan test sonuçlarından elde edilen sürtünme katsayılarının düşük hızlarda yapılan testlerden elde edilen sonuçlara göre bir miktar daha düşük değerlerde değiştiği görülmektedir. Bu durumun açıklaması artan test hızlarında metal yüzeyin, aşındırıcı kumaş ve ahşap yüzeye oranla daha kaygan ve pürüzsüz olmasından kaynaklanan ve iki yüzey arasında ortaya çıkan sürtünme kuvveti direncinin daha düşük olması şeklinde yapılmıştır. Ayrıca düşük gramajlı numunelere (17 ve 20 g/m²) yüksek test hızında (500 mm/dk) yapılan sürtünme testi sonucunda hem statik hem de kinetik sürtünme katsayısı değerleri oluşmadığını görülmektedir. Artan test hızlarında iki yüzey arasında ortaya çıkması beklenen sürtünme kuvveti direncinin oluşmaması bu duruma gerekçe gösterebilir.

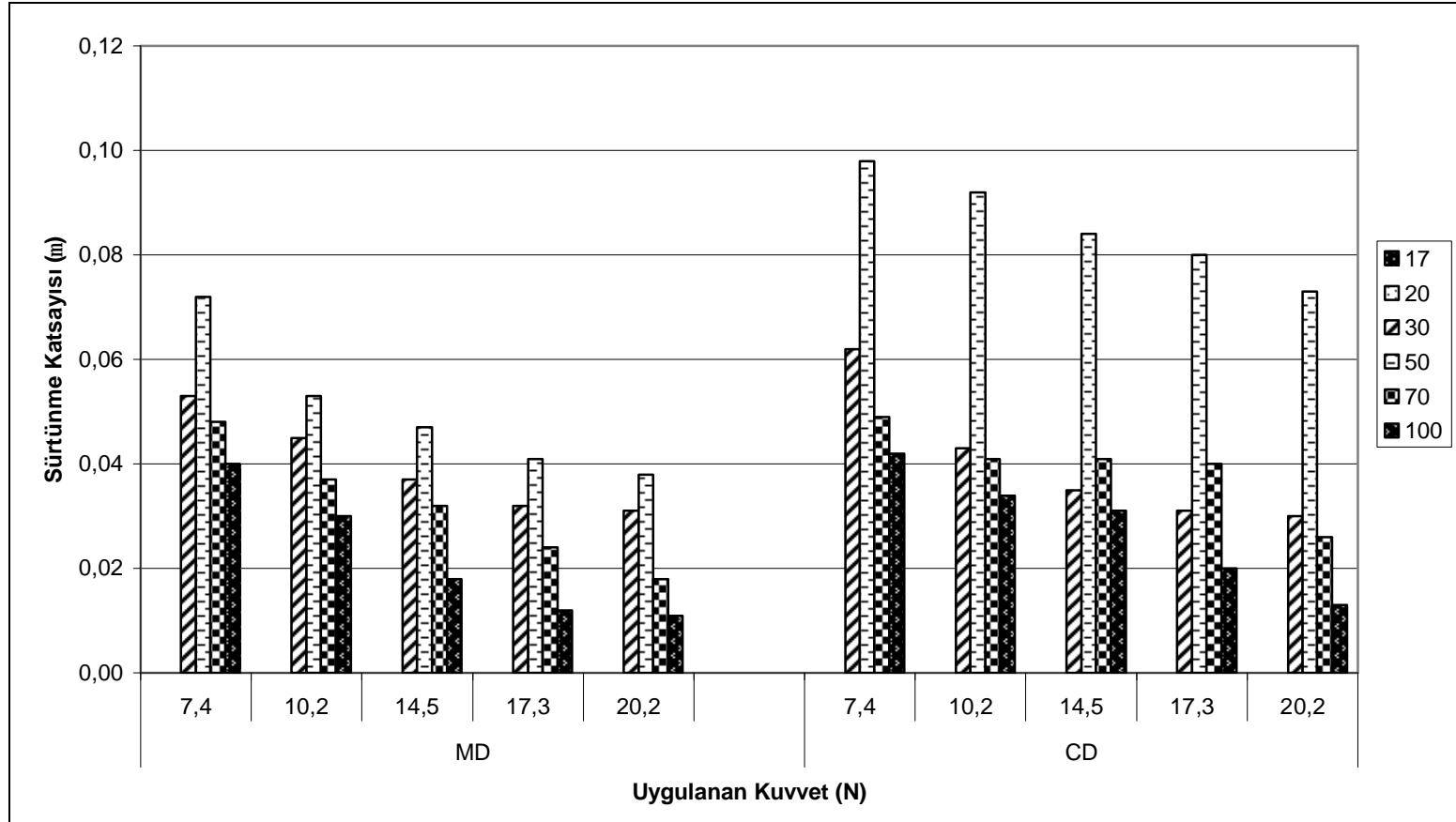
Her iki test hızında da tüm gramajlar için artan yüklerde bir azalma eğiliminin olduğu görülmektedir. Ayrıca, hem statik hem kinetik sürtünme katsayılarının önce belli bir gramaja (özellikle 50 g/m²'den sonra) kadar artış gösterdiği, bu değerden sonra gramajın artmasıyla azalma eğilimi gösterdiği de tespit edilmiştir.

Testlerde gramaj artışına karşılık gelen değişimler, gramajı, kalınlığı ve dolayısıyla yoğunluğu fazla olan numunelerde lif yerleşiminin ve dolayısıyla yüzeyin daha düzgün ve az pürüzlü olmasının bir sonucu olarak yorumlanmaktadır. Numunelerin görüntü analizlerinden de bu durum belirgin bir şekilde fark edilmektedir.

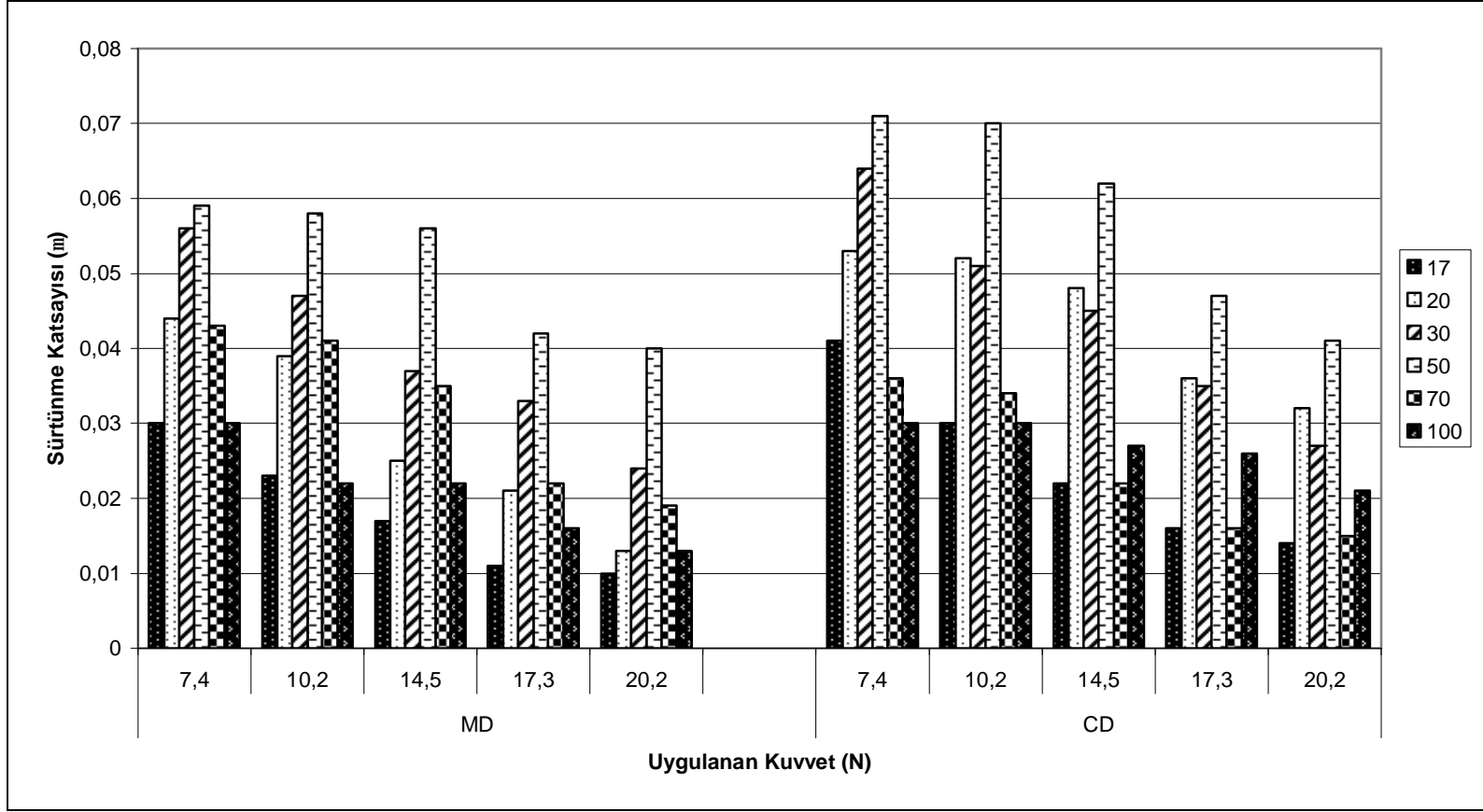
Numunelerin CD yönündeki sürtünme katsayısı değerleri, MD yönüne göre daha yüksek bulunmuştur. Buna sebep numunelerin doku oluşumu sırasında CD yönünde doku içerisindeki lif yerleşiminin, yüzeyler arasında sürtünme etkisini/direncini artırıcı yönde etki yapmış olması gösterilebilir. Çalışmada kullanmış olduğumuz numunelerin testleri süresince, her bir numunenin sahip olduğu doku yapısına ve liflerin doku içerisindeki yerleşimine/yönlenmesine göre sürtünme davranışlarının değiştiği ve dolayısıyla sürtünme katsayılarının aynı numunenin CD ve MD yönlerinde farklı ölçülebildiği durumda gözlenmiştir.



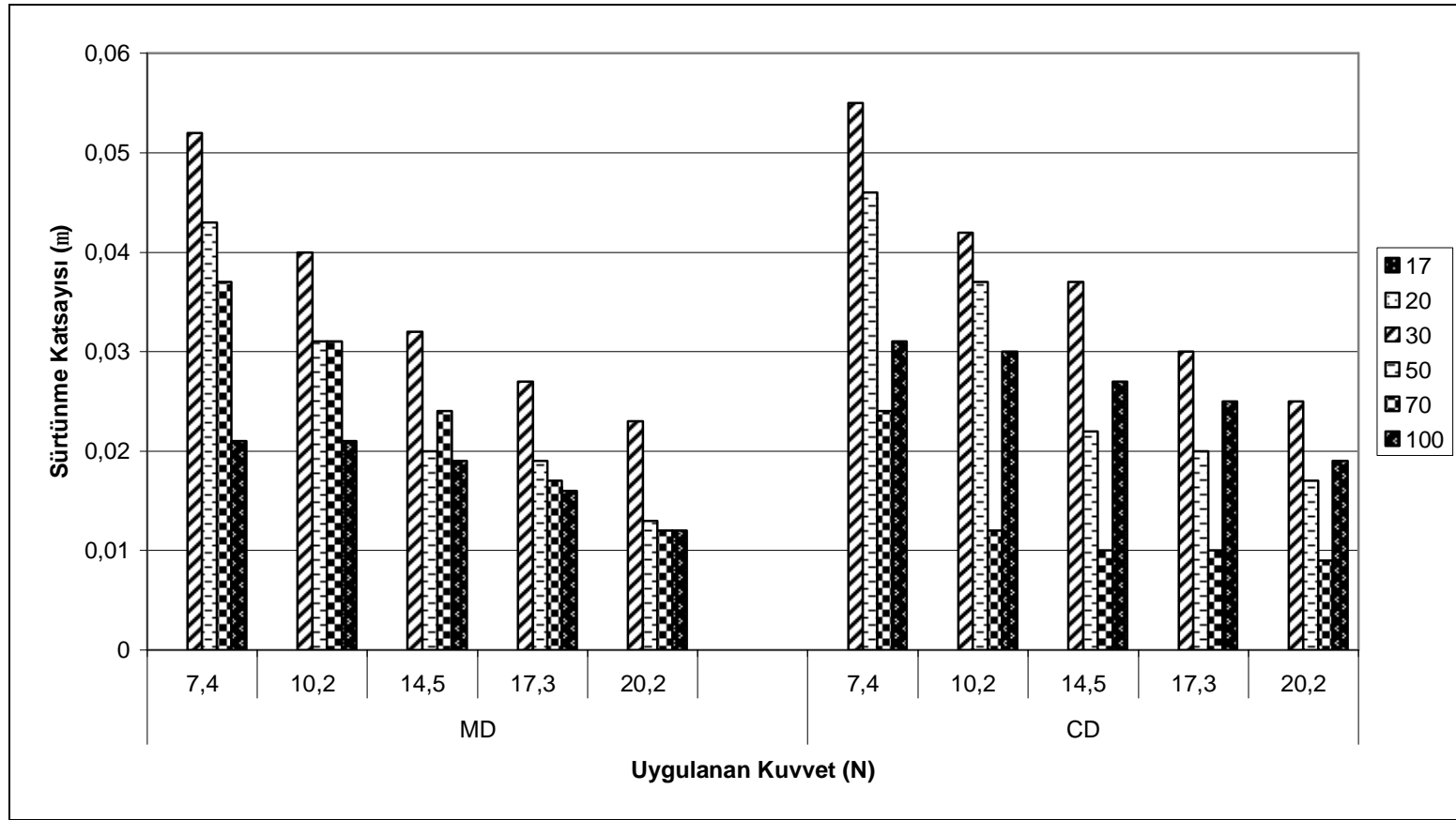
Şekil 6.55. % 100 polipropilen dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.56. % 100 polipropilen dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 500 mm/dk)



Şekil 6.57. % 100 polipropilen dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk)



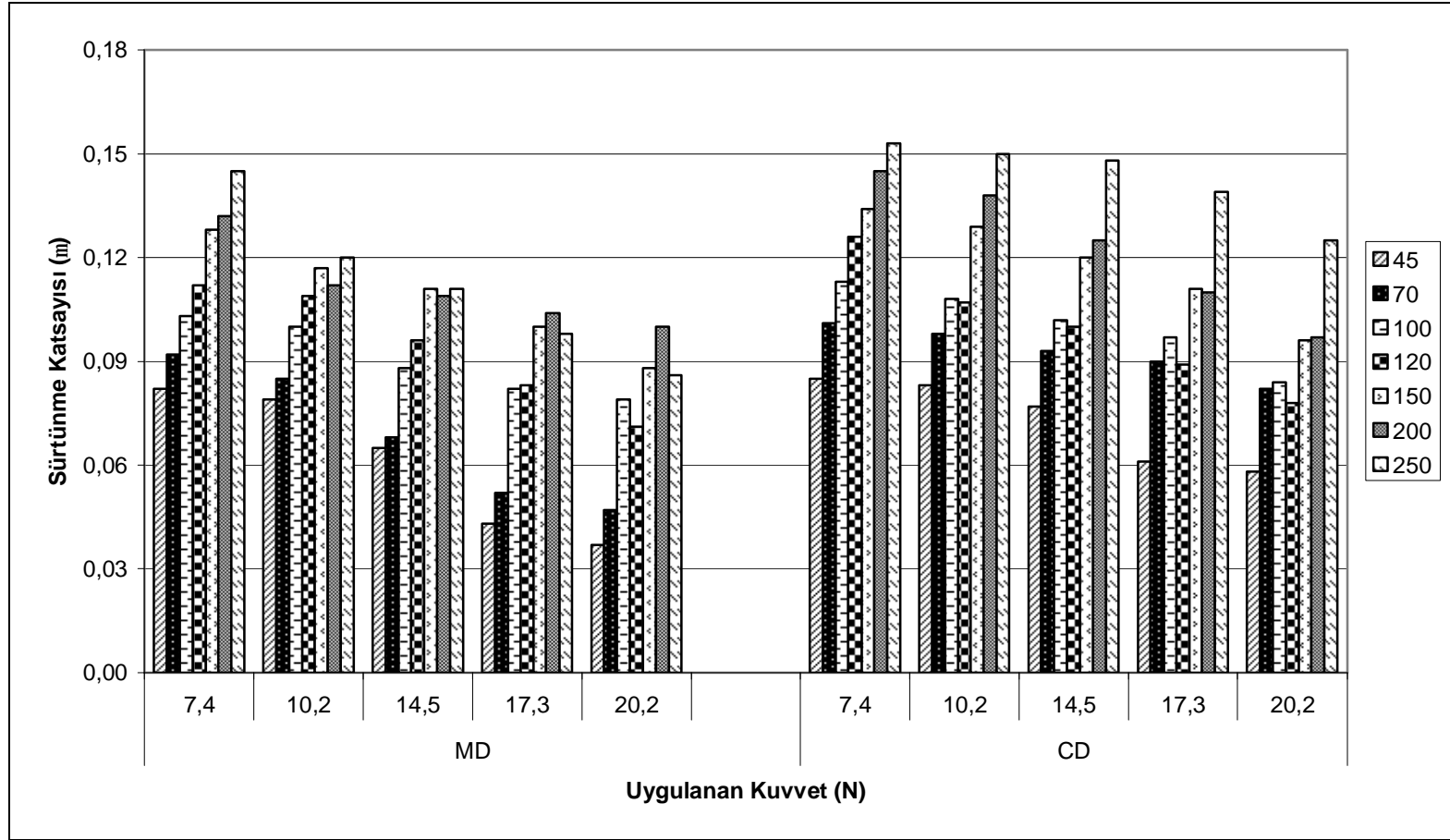
Şekil 6.58. % 100 polipropilen dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 500 mm/dk)

Şekil 6.59-6.62'de, 7 farklı gramaıda % 100 PES esaslı su-jeti yöntemiyle üretilmiş dokunmamış kumaşların 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk) Makine Yönü (MD) ve Çapraz Yönlerinde (CD) yapılmış sürtünme testleri sonucu elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının, uygulanan kuvvete (yük) karşı değişimi görülmektedir.

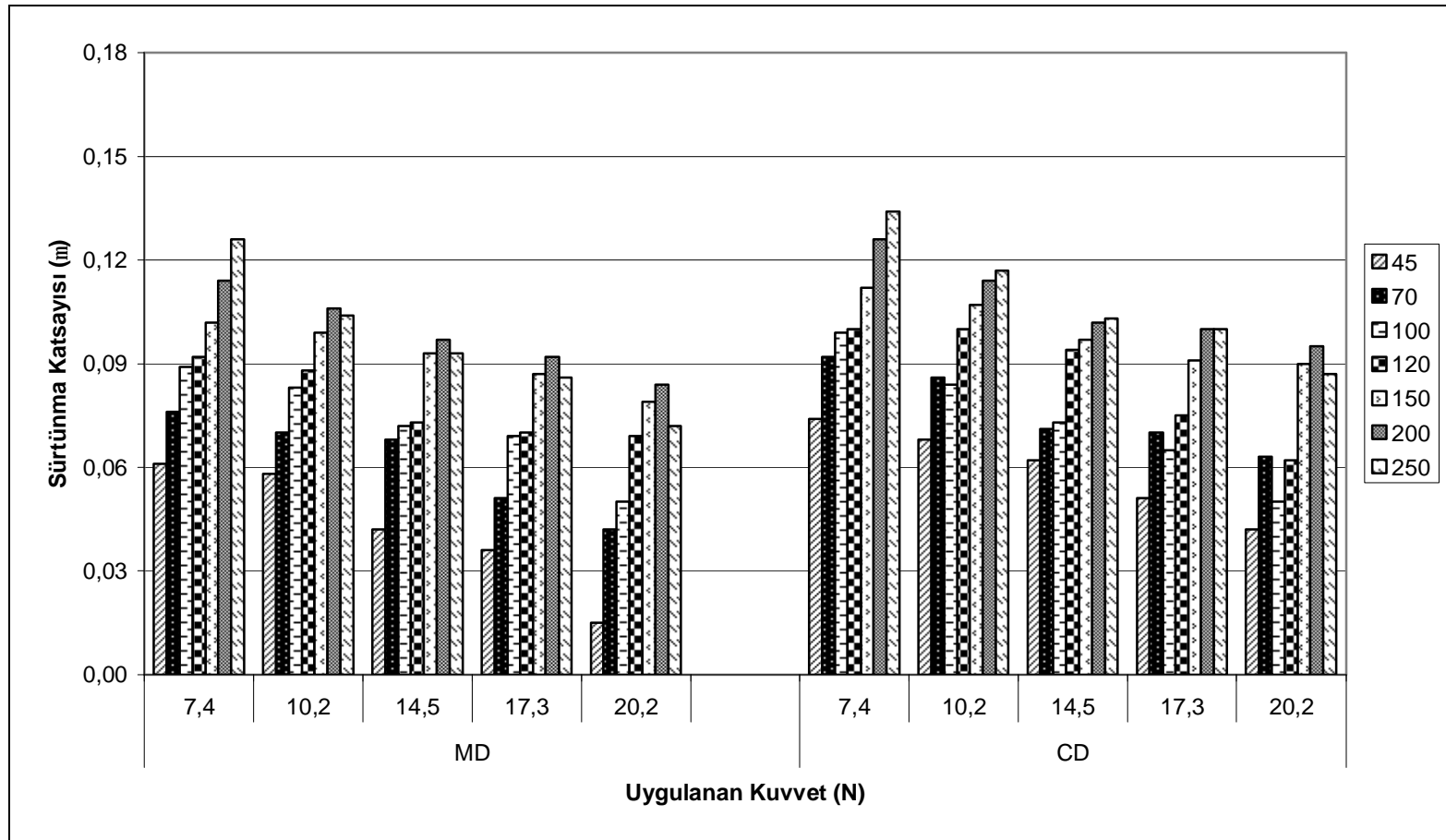
Kumaş gramajlarının sürtünme değerleri üzerindeki etkisine bakıldığında, genel itibariyle gramaj arttıkça hem statik hem de kinetik sürtünme katsayısı değerlerinin artma eğiliminde olduğu gözlenmektedir. Ayrıca elde edilen sonuçlardan, gramaj arttıkça sürtünme katsayıları değerlerinin kumaşın her iki yönünde de (MD ve CD) artma ve azalma yönünde tutarsız davranış sergilediği görülmektedir. Bunun sebebi su-jeti yönteminden elde edilen hacimli ve yumuşak yapının dokunmamış kumaş yüzeyinde sürtünmeyi gerçekleştiren kızağın hareketini zorlaştırmış olması şeklinde yorumlanmıştır. Kızağın kumaş yüzeyindeki hareketin başlaması ve hareketini sürdürebilmesi için daha fazla bir kuvvet uygulaması gerekmiştir. Sürtünme katsayısı değerlerindeki tutarsız davranışın sebebi, dokunmamış kumaş yüzeyi boyunca kalınlığının ve yoğunluğunun değişiminden de kaynaklanmakta olduğu düşünülmektedir.

Sürtünme hareketinin başlangıcı olarak kabul edilen statik sürtünme katsayısı değerlerinin kızağın hareket ettiği anda cihazda yer alan load cell tarafından algılanan titreşimlerin ortalaması olarak kabul edilen kinetik sürtünme katsayısı değerlerinden bir miktar daha yüksek ölçülmüştür.

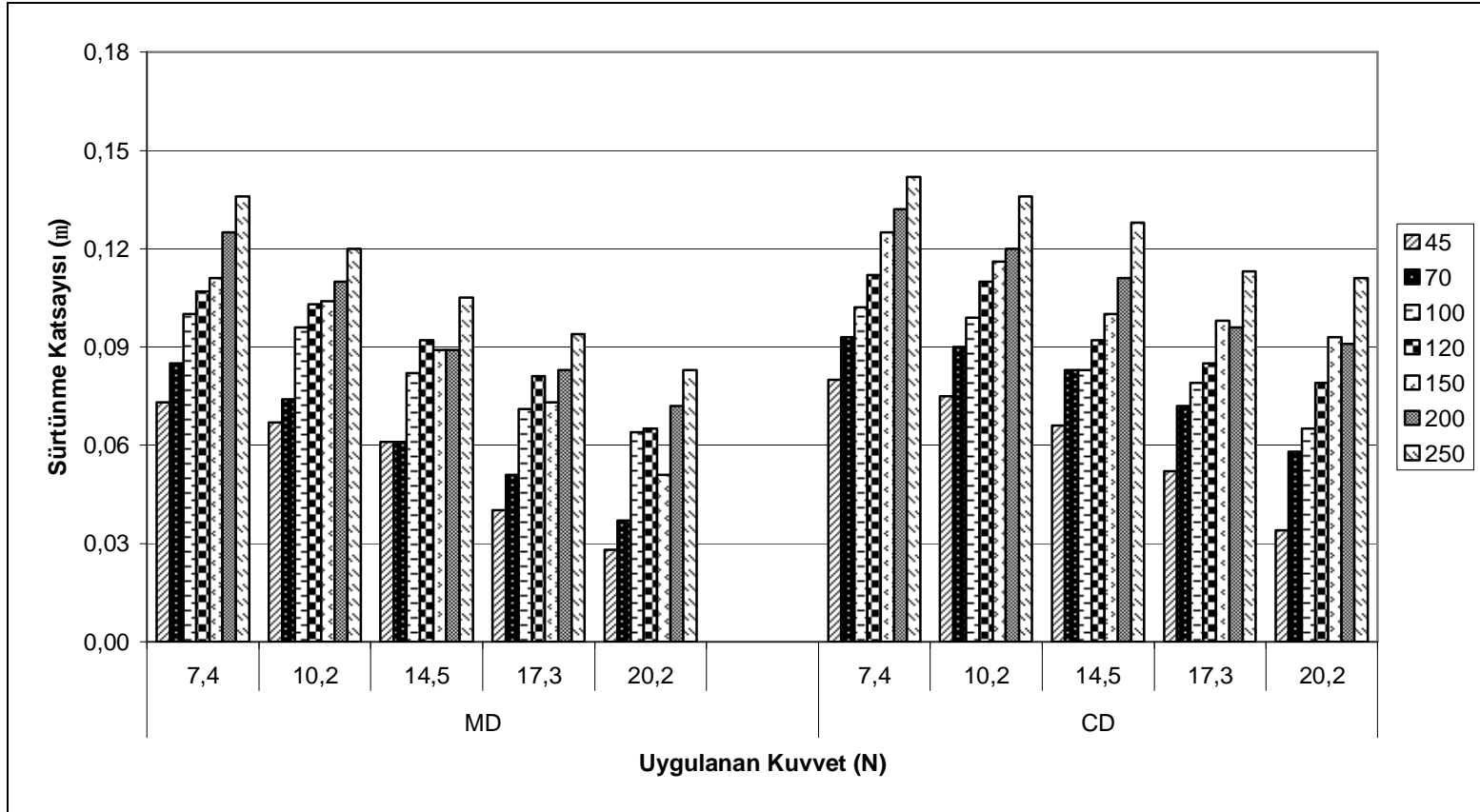
Şekillerden artan test hızı (500 mm/dk) ile ölçülen sürtünme katsayısı değerlerinin az da olsa azalmakta olduğu görülmektedir. Bu durum diğer numunelerde de benzer çıkmıştır. Her yük grubu kendi içinde değerlendirildiğinde, artan yükte birlikte hem statik hem de kinetik sürtünme katsayılarının azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir.



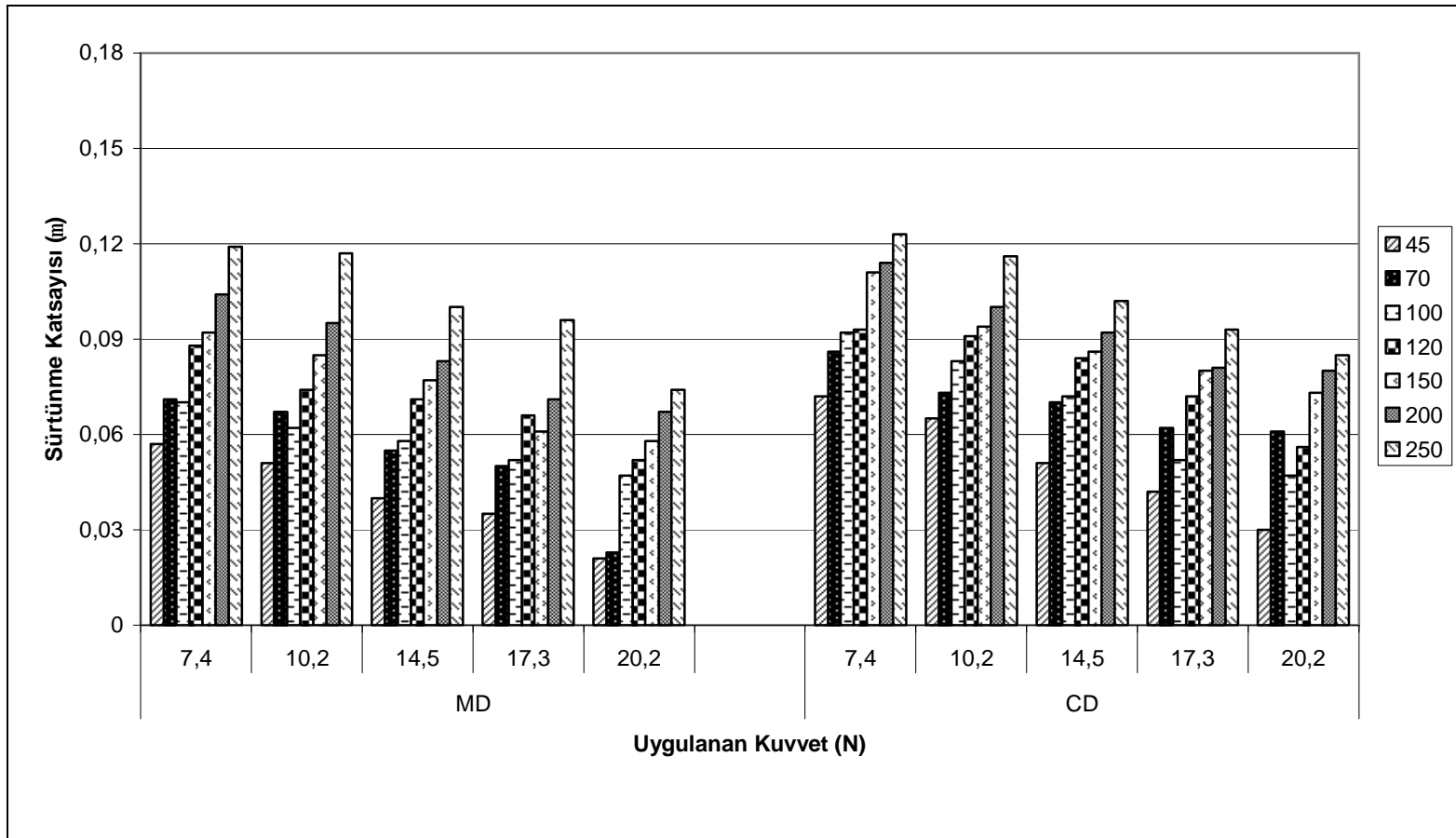
Şekil 6.59. % 100 poliester dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.60. % 100 poliester dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 500 mm/dk)



Şekil 6.61. % 100 poliester dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.62. % 100 poliester dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 500 mm/dk)

Bu bölümde elde edilen çalışmaları yansıtan şekiller ile Ek 1.13 ve 1.14’de verilen tablo değerleri incelendiğinde aşağıda özetlenen sonuçlar elde edilmiştir;

- Kumaş-metal sürtünme ortamındaki sürtünme katsayısı değerleri, kumaş-aşındırıcı kumaş ve kumaş-ahşap sürtünme ortamlarındaki yapılan testlere göre daha düşük değerlerde bulunmuştur.
- Doku içerisindeki lif yerleşiminin, özellikle Ek 2.1, 2.2 ve 2.20’de görüldüğü gibi, düşük gramajlı (17, 20 ve 30 g/m²) numunelerde, düzenli dağılmadığından dolayı sürtünme katsayısı değerleri gramaj arttıkça artış göstermiştir. Ek 2.3-2.5’de görüldüğü gibi gramaj arttıkça kumaşı oluşturan liflerin dağılımı daha düzenli hale gelmekte ve dolayısıyla sürtünmeye katsayıları azalmaktadır.
- Kızağın kayma hareketi için daha fazla bir kuvvet gerektiren su-jeti üretim sisteminden kaynaklanan yumuşak ve hacimli yüzey yapısı, sürtünme katsayısı değerlerinin daha yüksek ölçülmesine sebep olmuştur.
- Hız ve uygulanan kuvvet arttıkça sürtünme katsayısı değerlerinin de azaldığı gözlemlenmiştir.
- Diğer numunelerde olduğu gibi sürtünme hareketinin başlangıcı olarak kabul ettiğimiz statik sürtünme katsayısı değerleri hareketin devam ettiği anda ölçülen kinetik sürtünme katsayısı değerlerinden daha yüksek ölçülmüştür.

6.3.2. Lif Cinsi Grubu Numuneler için Kumaş-Metal Sürtünme Testleri

Lif cinsine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerine ait kumaş-metal sürtünme davranışı test sonuçları tezin sonunda ek olarak (Ek 1.15-1.17) verilmiştir. Bu veriler kullanılarak elde edilen değişkenlerin yer aldığı şekiller ise bu bölümde değerlendirilmiştir (Şekil 6.63-6.72).

Şekil 6.63-6.66’da, 3 farklı gramaj, 3 farklı hammadde ve 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk) makine yönü (MD) ve çapraz yönlerinde (CD) yapılmış sürtünme testleri sonucu elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının uygulanan kuvvete (yüke) karşı değişimi görülmektedir.

Lif cinsinin sürtünme katsayısı üzerindeki etkisine bakacak olursak, viskon (CV) esaslı dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri, poliester (PES)

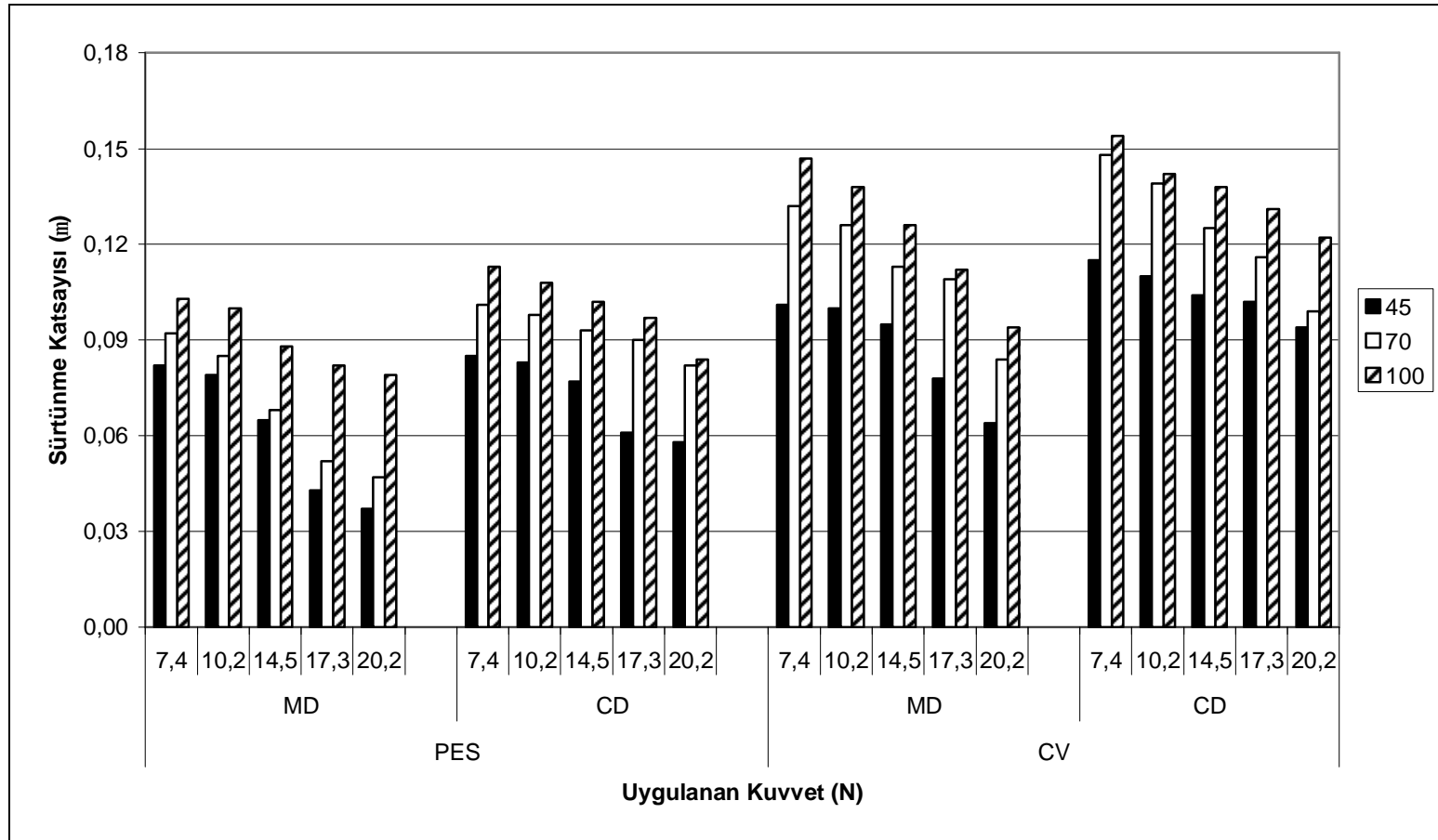
esaslı numunelere oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Bunun sebebi CV esaslı numunelerin daha hacimli ve daha yumuşak olmasından kaynaklandığı şeklinde düşünülmüştür.

Şekiller incelendiğinde, numunelerin CD yönündeki sürtünme katsayısı değerleri, MD yönüne göre bir miktar daha yüksek bulunmuştur. Buna sebep numunelerin oluşumunda CD yönündeki lif yerleşiminin (düzenlenmesinin) sürtünme hareketini engelleyici yöndeki etkisinin fazla olması gösterilmiştir.

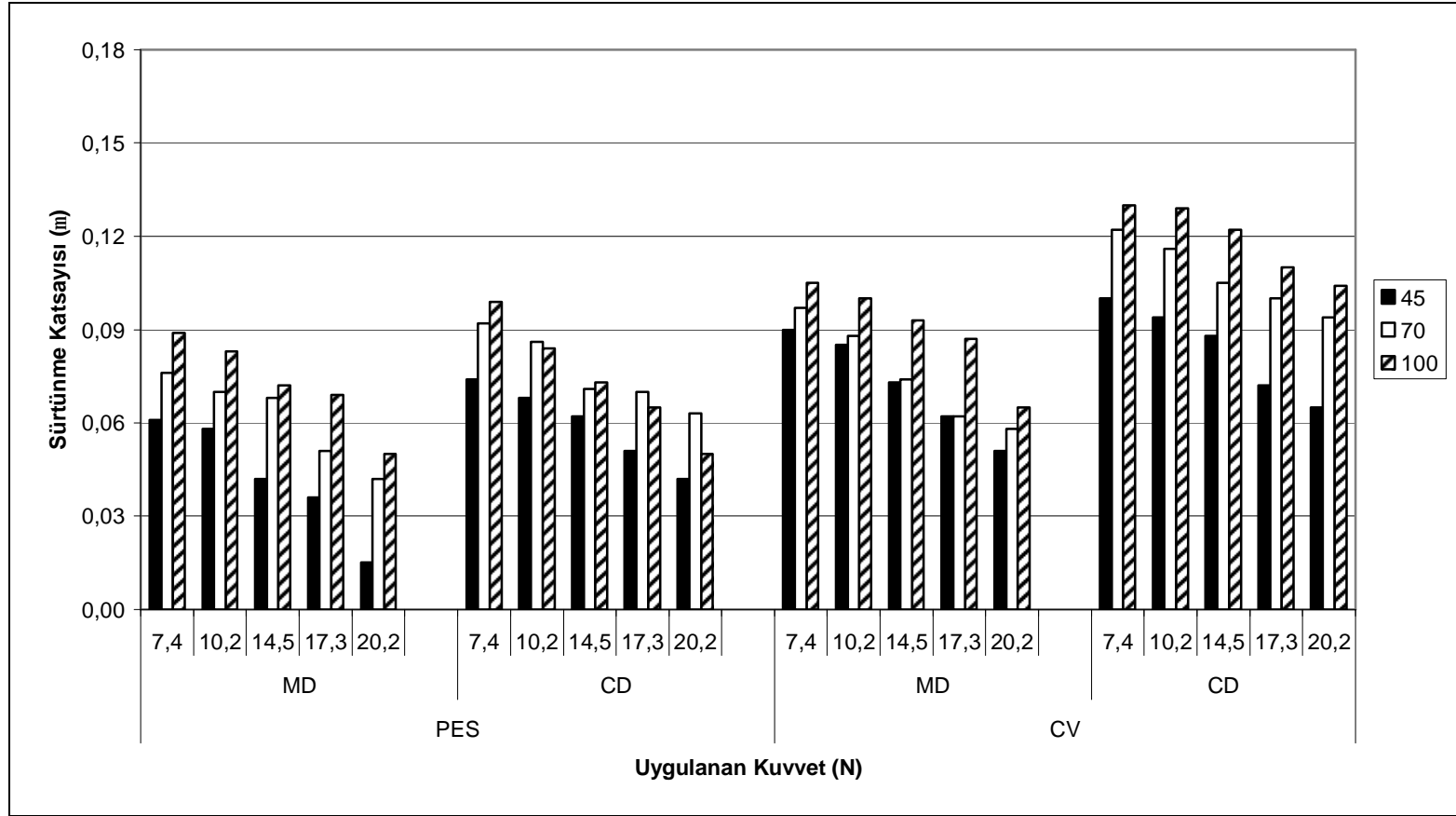
Şekil 6.63 ve 6.65’de verilen sonuçlar 250 mm/dk’da gerçekleşirken, Şekil 6.64 ve 6.66’da verilen sonuçlar 500 mm/dk test hızında gerçekleşmiştir. Şekillerden artan test hızı ile ölçülen sürtünme katsayısı değerlerinin az da olsa azaldığı görülmektedir. Bu durumun açıklaması metal yüzeyin, aşındırıcı kumaş ve ahşap yüzeye oranla daha kaygan yapıda olması ve dolayısıyla iki yüzey arasında daha az temas ederek kaymakta olduğu şeklinde yapılmıştır.

Her iki test hızında da her yük grubu kendi içinde değerlendirildiğinde, uygulanan kuvvet arttıkça hem statik hem de kinetik sürtünme katsayılarının azalma eğilimi gösterdikleri tespit edilmiştir.

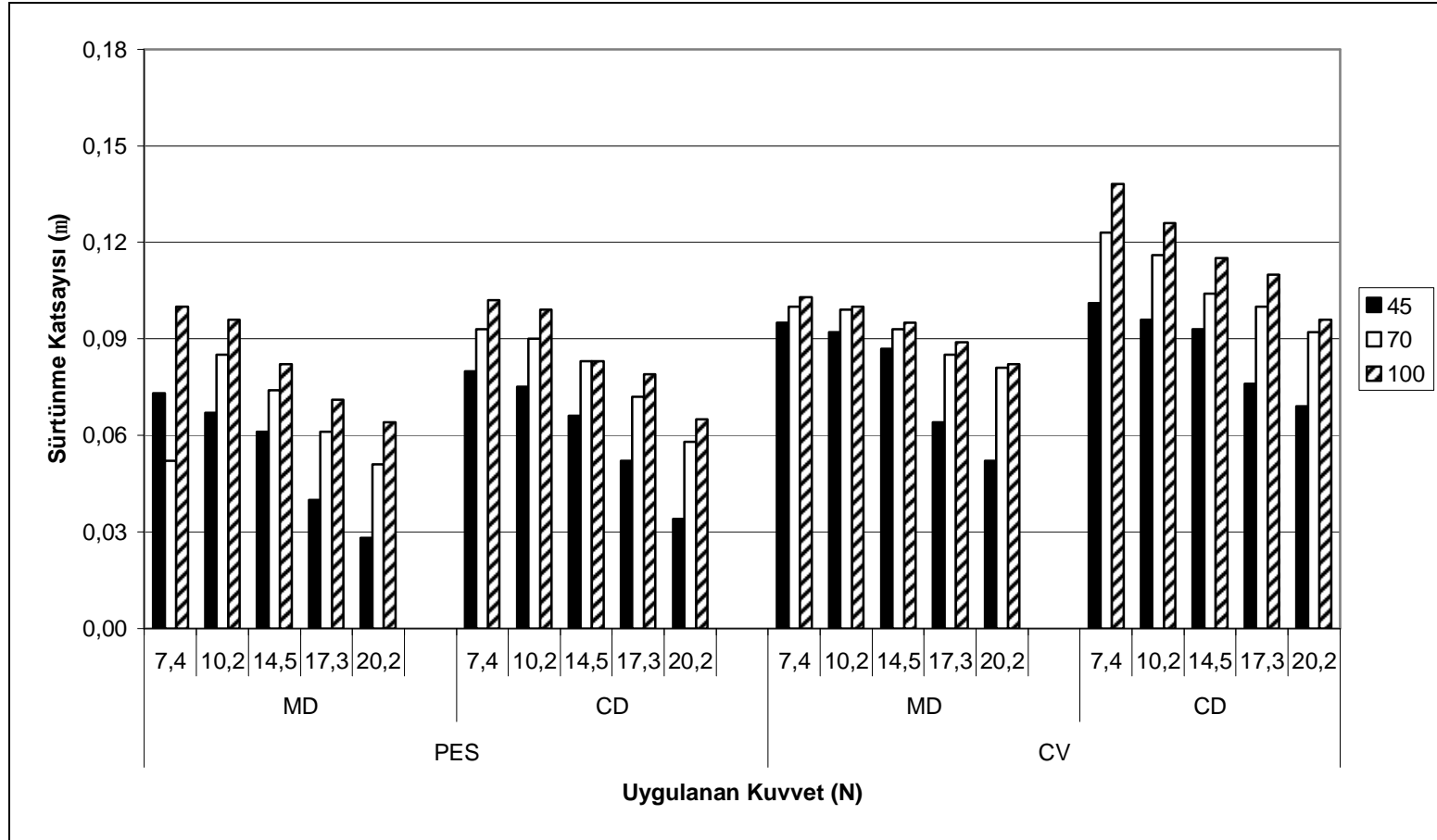
Artan kumaş gramajıyla birlikte her yüke karşılık gelen sürtünme katsayılarında (statik ve kinetik) özellikle PES numunelerinde artma–azalma yönünde tutarsız davranmasına karşın farkedilir düzeyde artma eğiliminin olduğu görülmektedir.



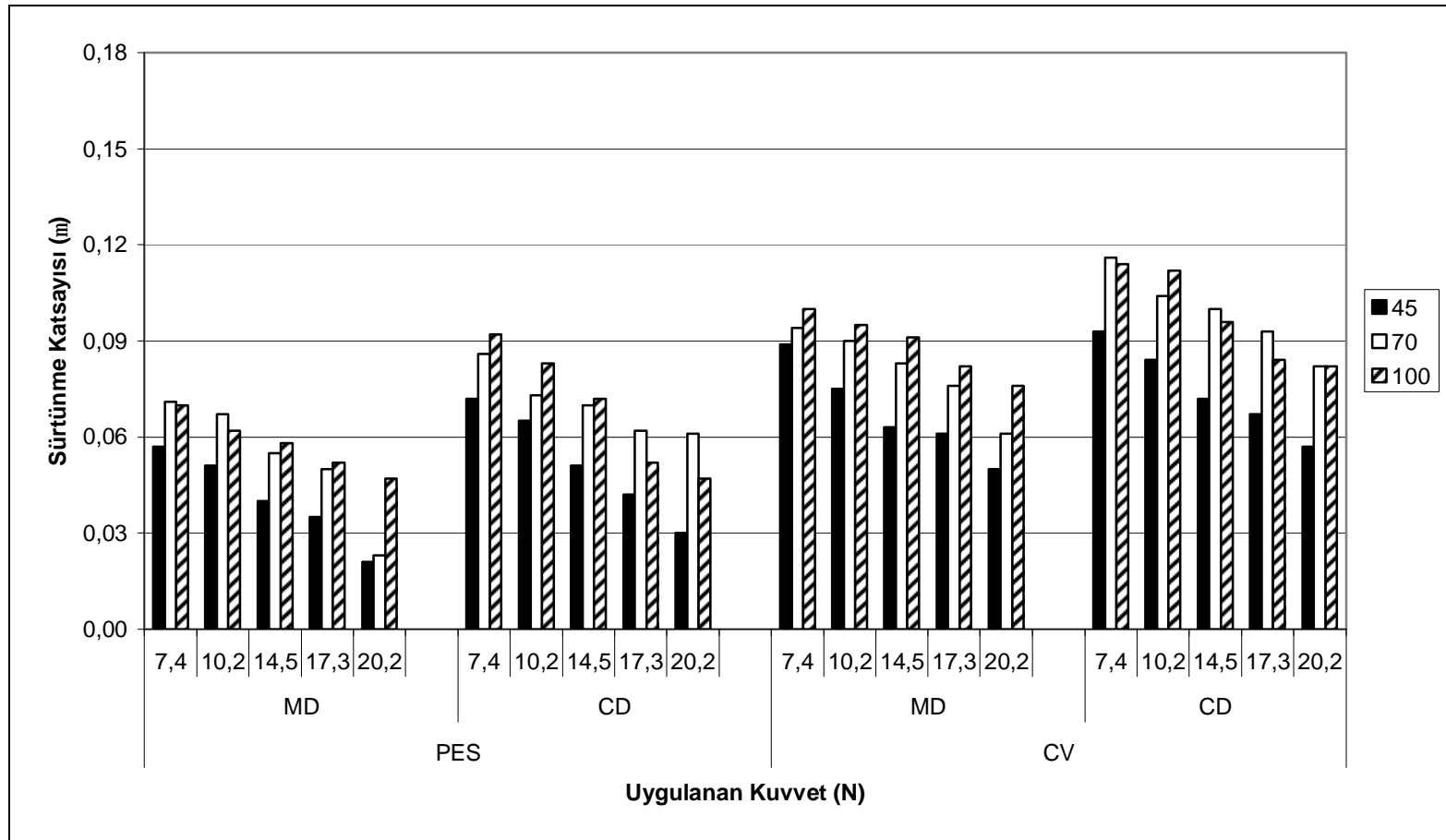
Şekil 6.63. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Metal, Gramaj: 45-70-100 g/m², Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.64. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Gramaj: 45-70-100 g/m², Hız: 500 mm/dk)



Şekil 6.65. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Gramaj: 45-70-100 g/m², Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.66. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Gramaj: 45-70-100 g/m², Hız: 500 mm/dk)

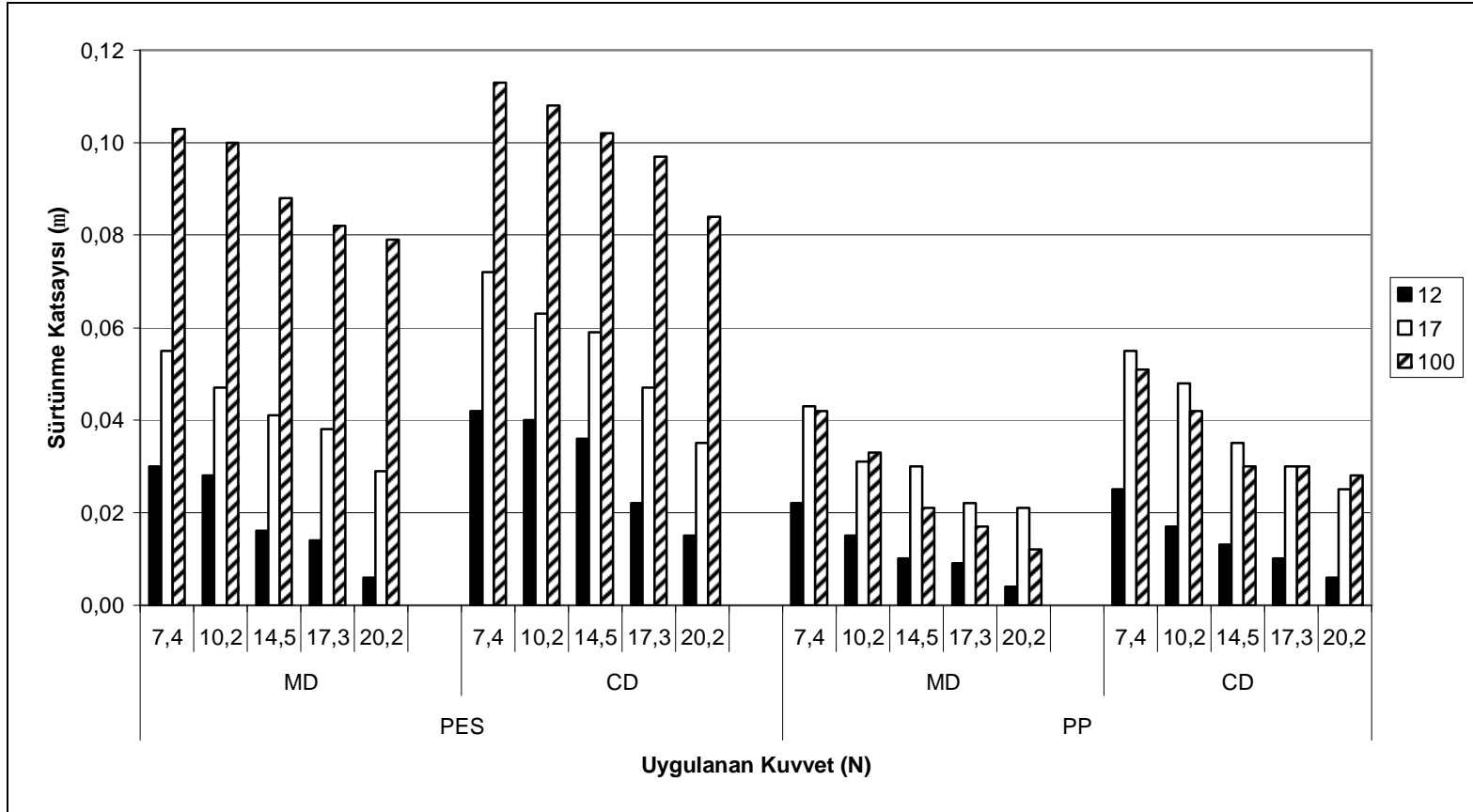
Şekil 6.67-6.68'de 3 farklı gramaj (12,17,100g/m²), 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk) ve 2 farklı lif (PES, PP) kullanılarak üretilmiş dokunmamış kumaşların makine yönü (MD) ve çapraz yönlerinde (CD) sürtünme testleri sonucu elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının, uygulanan kuvvete (yüke) karşı değişimi görülmektedir.

Bu grupta lif cinsinin sürtünme katsayısı üzerindeki etkisine bakacak olursak, polipropilen (PP) esaslı dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri poliester (PES) esaslı numunelere oranla daha düşük değerde bulunmuştur. Bu numuneler incelendiğinde PP esaslı numunelerin daha sert bir tutum ve daha düzgün bir yüzey yapısına sahip oldukları görülür. Bunun bir sonucu olarak ölçülen sonuçların elde edildiği düşünülmektedir. Ayrıca PP esaslı dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinde düzenli bir artış veya azalış eğilimlerinin olamıyıda gözlenmiştir.

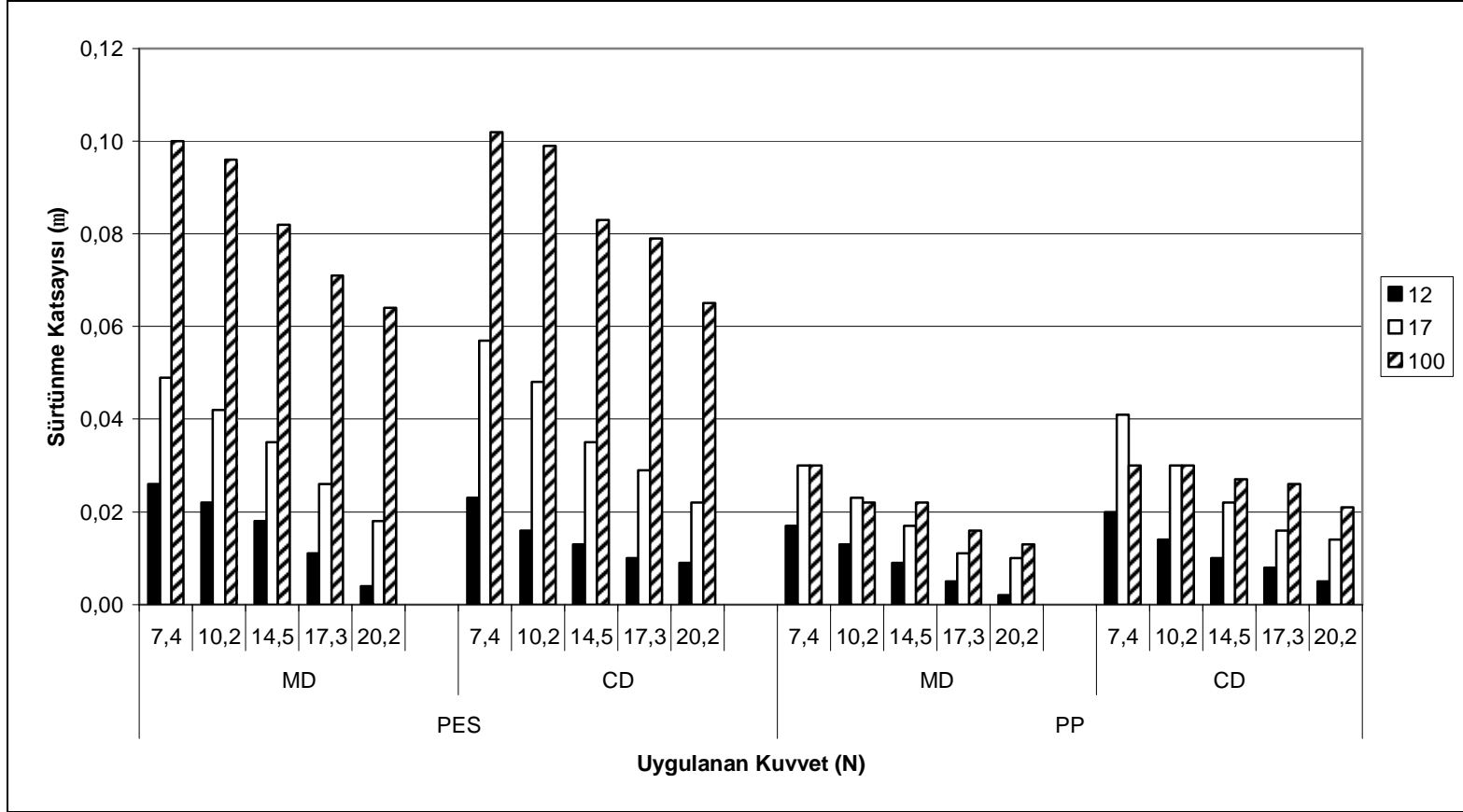
Kumaş gramajlarının sürtünme değerlerine etkisine bakacak olursak, gramajın artışıyla sürtünme katsayısı değerlerinin de arttığı görülmekte. Ayrıca, gramajı düşük numunelerin (12 ve 17 gr/m²) yüksek test hızında (500 mm/dk) hem CD hem de MD yönünde statik ve kinetik sürtünme katsayısı değerleri elde edilememiştir. Bunun sebebi düşük gramajlı numunelerde kızak, yüzey ile temas etmeden kaymakta olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Dokunmamış kumaş numune üzerine uygulanan normal yöndeki (düşey yön) kuvvet arttıkça hem statik hem de kinetik sürtünme katsayısı değerlerinde bir azalma eğiliminin olduğu gözlenmektedir. Bunun sebebi uygulanan yükle birlikte kumaş yüzeyinin yassılaşması, kumaş yüzeyinin nispeten düzgünleşmesi ve bunun sonucunda sürtünme katsayılarının azalan yönde bir eğilim gösterdikleri şeklinde yorumlanmıştır. Diğer numunelerde de benzer durum (sonuç) söz konusudur.

Şekillerden, numunelerin CD yönündeki sürtünme katsayısı değerleri, MD yönüne göre bir miktar daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebep numunelerin oluşumunda CD yönündeki lif yerleşiminin (düzenlenmesinin) sürtünme hareketini engelleyici yöndeki etkisinin fazla olması gösterilebilir.



Şekil 6.67. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri
(Kumaş-Metal, Gramaj: 12-17-100 g/m², Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.68. Lif cinsi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Gramaj: 12-17-100 g/m², Hız: 250 mm/dk)

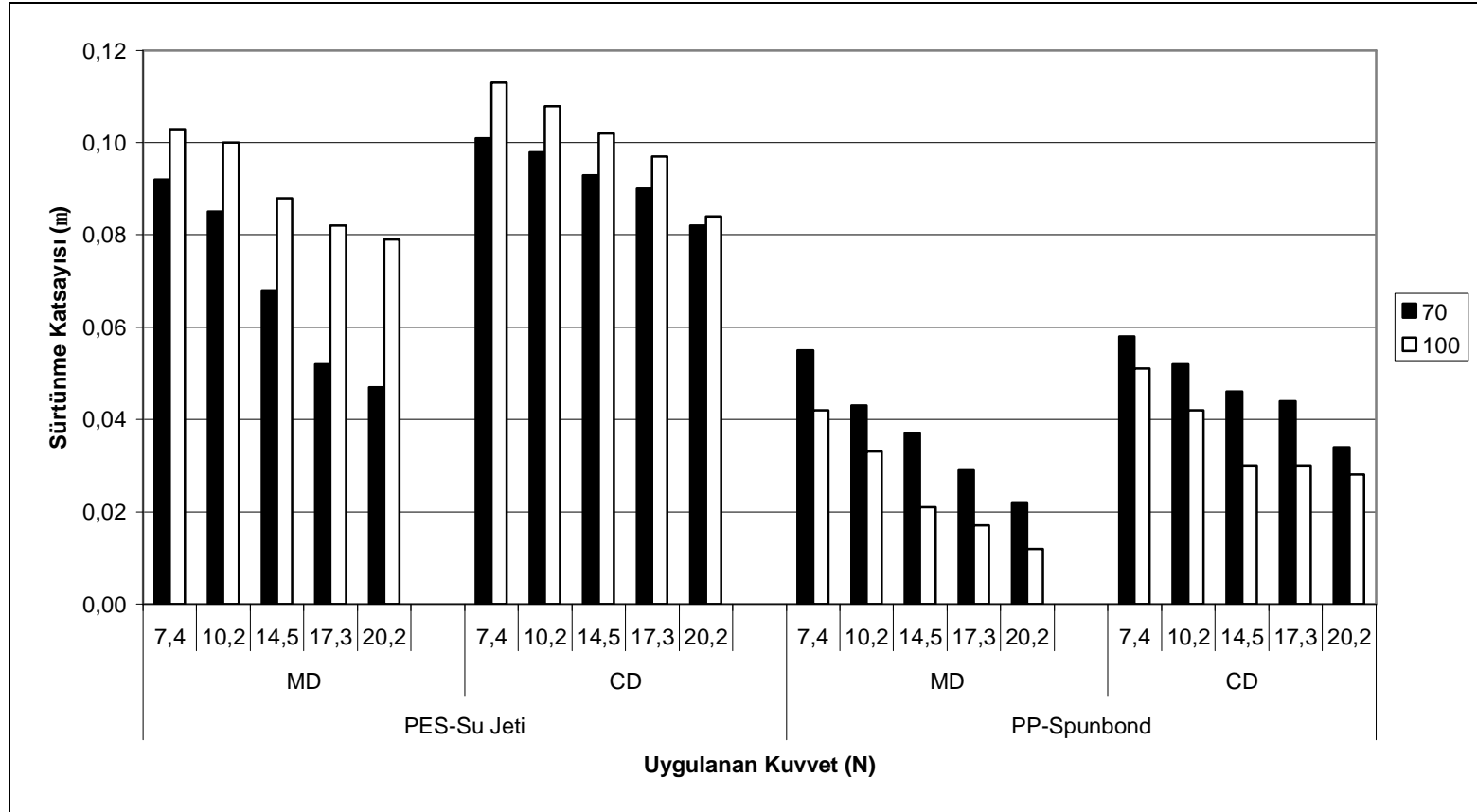
Şekil 6.69-6.72'de 2 farklı gramaj ($70,100\text{g/m}^2$), 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk), 2 farklı lif (PES, PP) ve 2 farklı üretim yöntemi (su-jeti, spunbond) kullanılarak üretilmiş dokunmamış kumaşların makine yönü (MD) ve çapraz yönlerinde (CD) sürtünme testleri sonucu elde edilen statik ve kinetik sürtünme katsayılarının, uygulanan kuvvete (yüke) karşı değişimi görülmektedir.

Bu grupta yapılan testlerde test hızı arttıkça sürtünme katsayısı değeri azalmıştır. Kayma hızı artarken sürtünmeyi gerçekleştiren kızak ile sürtünen dokunmamış kumaş numunesi arasında hızlı bir yüzey etkileşimi gerçekleşmektedir. Sürtünme esnasında metal yüzeyin kumaş yüzeye göre daha kaygan ve pürüzsüz olmasından dolayı, numune yüzeyindeki girinti ve çıkıntılar daha az algılanmakta ve dolayısıyla bu durum sürtünme katsayısı değerinin azalmasına sebep olmaktadır.

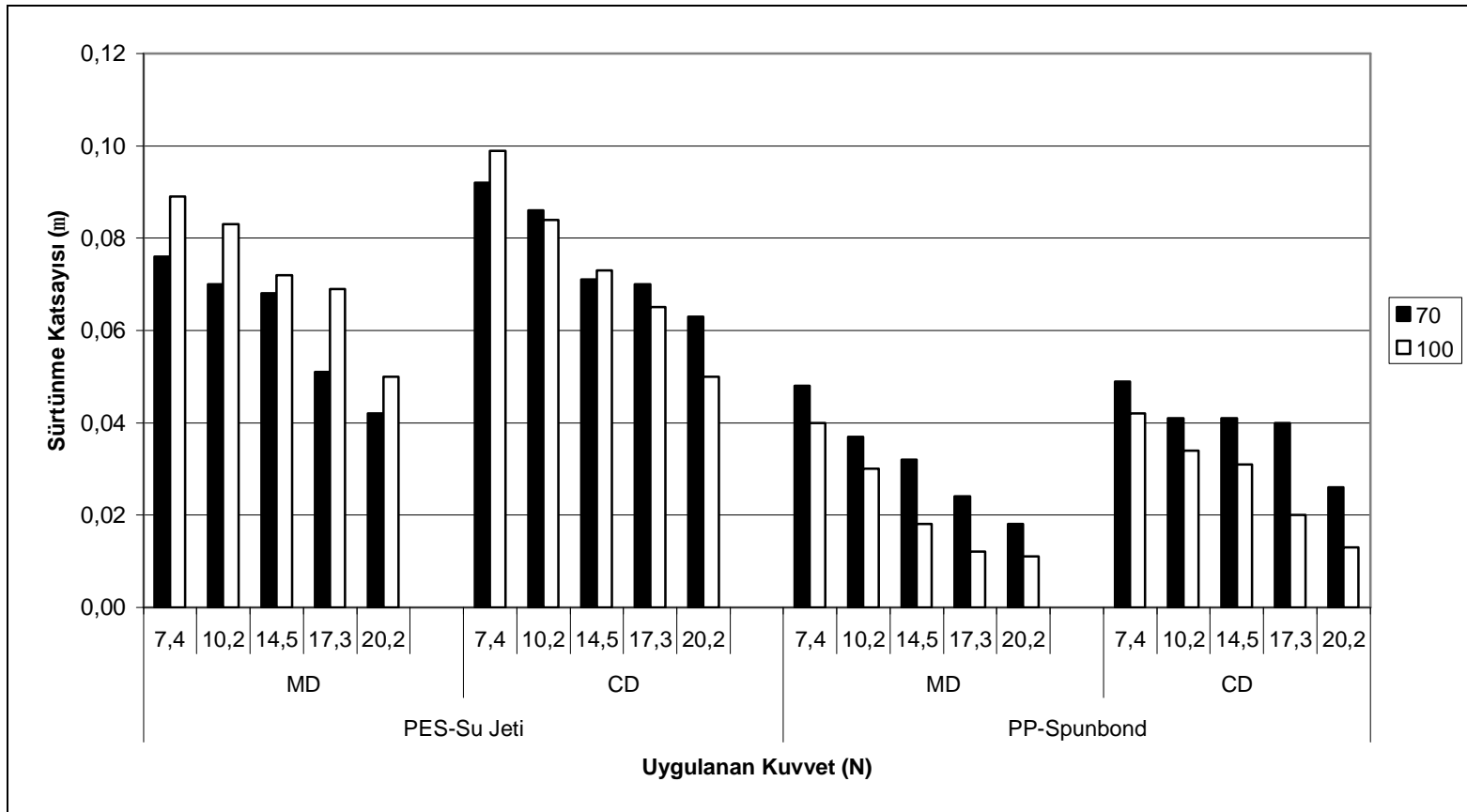
Su-jeti yöntemi ile elde edilmiş dokunmamış kumaşlara ait sürtünme katsayısı değerleri spunbond numunelere oranla daha yüksek değerde bulunmuştur. Ayrıca gramajın artmasıyla iki farklı test hızında da sürtünme katsayısının (statik ve kinetik) spunbond numunelerde azalma eğilimi gösterirken, su jeti numunelerinde artma eğiliminin olduğu da görülmektedir. Çünkü spunbond yöntemi ile elde edilmiş numunelerde sabitleştirme işleminde uygulanan ısı devamlı filamentlerin birbirine iyice yapışmasını sağlamış böylelikle daha sert, sıkı ve kaygan bir yapı oluşturmuştur. Birbirine yüzeysel olarak temas eden iki yüzey, kumaşın yüzey yapısından kaynaklanan düzgünlük sayesinde daha az direnç göstererek kaymaktadır. Su-jeti yöntemi ile üretilmiş dokunmamış kumaşlarda spunbond yöntemiyle üretilmiş kumaşlara oranla yüzeyin daha yumuşak ve hacimli yapıda olması, sürtünme katsayısının artmasına sebep olmaktadır.

Şekillerden artan test hızı ile ölçülen sürtünme katsayısı değerlerinin az da olsa azaldığı ve her iki test hızında da her yük grubu kendi içinde değerlendirildiğinde hem statik hem de kinetik sürtünme katsayılarının azalmakta olduğu görülmektedir.

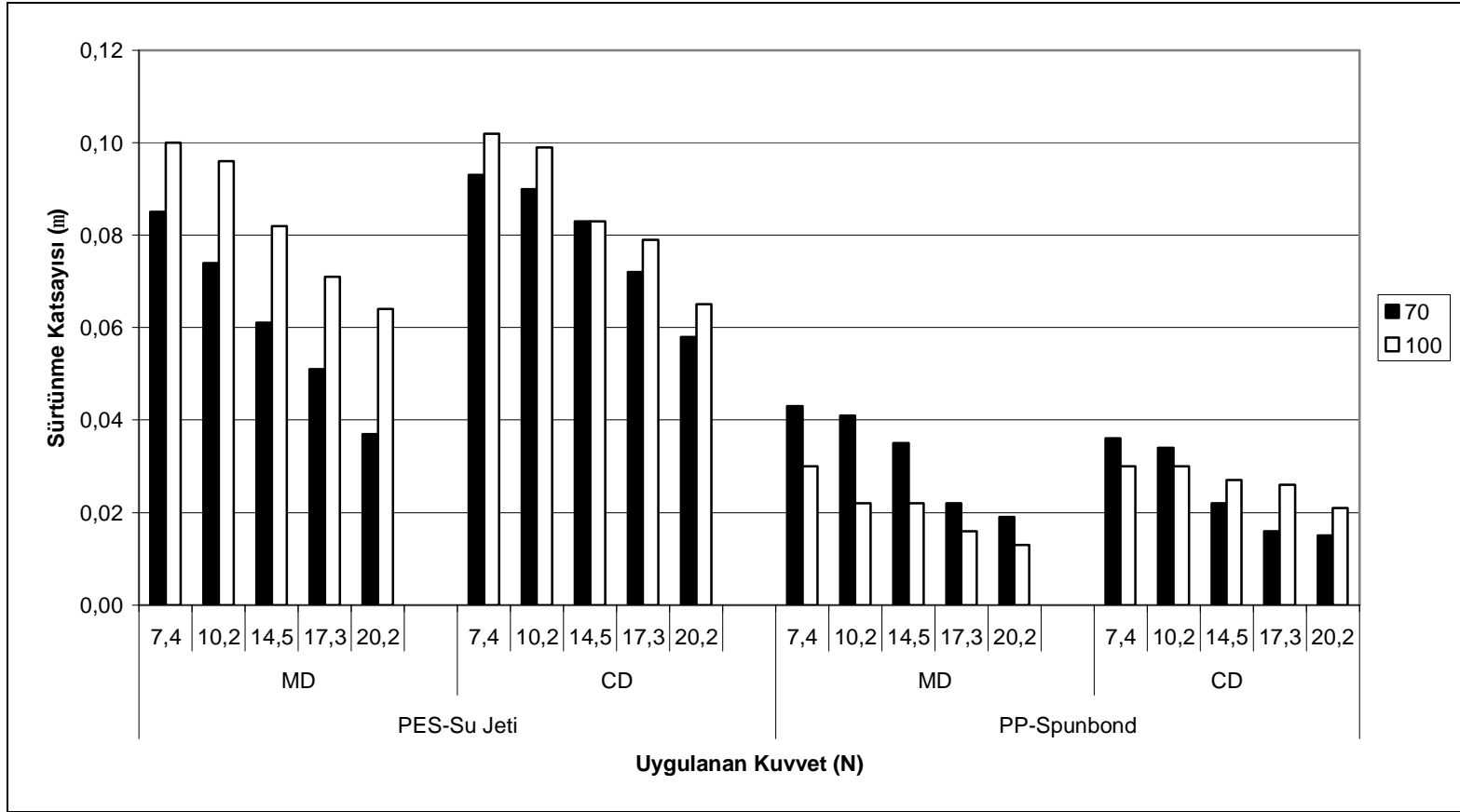
Numunelerin CD yönündeki sürtünme katsayıları değerleri, MD yönüne göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun açıklaması numunelerin oluşumunda lif yerleşiminin CD yönüne doğru ve dolayısıyla hareketi engelleyici doğrultuda olmasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır.



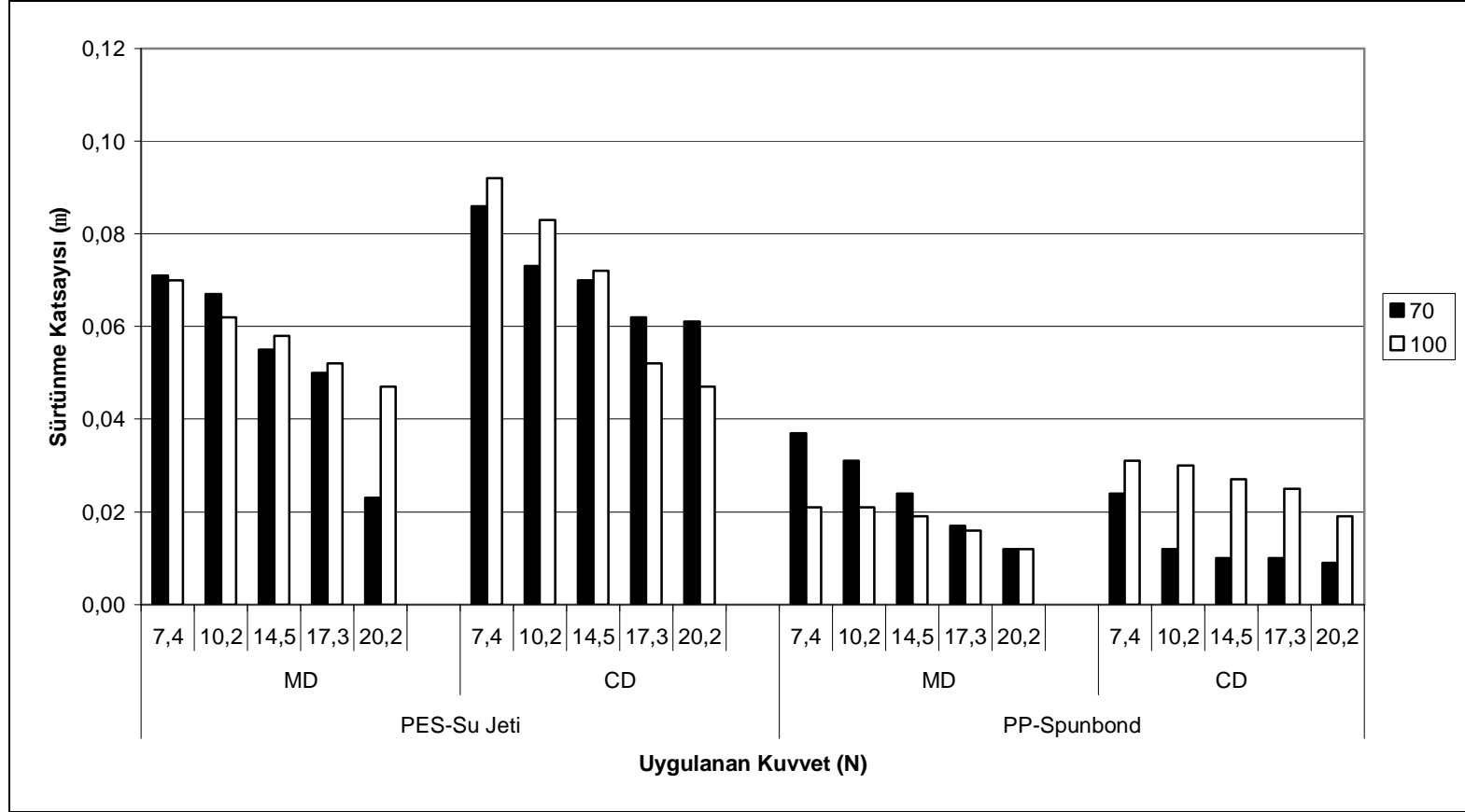
Şekil 6.69. Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.70. Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 500 mm/dk)



Şekil 6.71. Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.72. Farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 500 mm/dk)

Şekil 6.63-6.72'den ve Ek 1.15-1.17'de verilen tablo değerlerinden aşağıdaki yorumlar yapılabilir.

- Kumaş-metal sürtünme ortamında sürtünme katsayısı değerleri, kumaş-aşındırıcı kumaş ve kumaş-ahşap sürtünme ortamına göre daha düşük değerde bulunmuştur.
- Poliester (PES) esaslı numunelerin, polipropilen (PP) ve viskon (CV) esaslı numunelere göre sürtünme esnasında daha yüksek bir direnç etkisi ile kaymakta olduğu ortaya çıkmıştır.
- Yüksek hızlarda (500 mm/dk) yapılan test sonuçlarından elde edilen sürtünme katsayılarının, düşük hızlarda (250 mm/dk) yapılan testlerden elde edilen sonuçlara göre bir miktar daha düşük değerlerde değiştiği görülmektedir. Bu durumun açıklaması artan test hızı ile metal yüzeyin daha kaygan yapısından dolayı iki yüzey arasında ortaya çıkan sürtünme kuvveti direncinin daha düşük algılamasından kaynaklandığı şeklinde yapılmıştır.
- Numunelerin CD yönündeki sürtünme katsayısı değerleri, MD yönüne göre daha yüksek bulunmuştur. Buna gerekçe, numunelerin doku oluşumu sırasında CD yönündeki lif yerleşiminin (düzenlenmesinin) sürtünme hareketini engelleyici yöndeki etkisinin daha fazla olması gösterilebilir.
- Her yük grubu kendi içinde değerlendirildiğinde artan yük miktarı ile sürtünme katsayısı değerleri (statik ve kinetik) azalma eğilimi göstermiştir.
- Düşük gramajlı (12 ve 17 g/m²) numunelerin yüksek test hızında (500 mm/dk) yapılan sürtünme testleri sonucu hem statik hemde kinetik sürtünme katsayısı değerleri elde edilememiştir.

6.3.3. Bitim İşlemi Grubu Numuneler için Kumaş-Metal Sürtünme Testleri

Bitim işlemine göre gruplandırılmış dokunmamış kumaş numunelerine ait kumaş-metal sürtünme davranışı test sonuçları Ek 1.18'da verilmiştir. Bu veriler kullanılarak elde edilen değişkenlerin yer aldığı grafikler ise Şekil 6.73-6.74'de verilmiştir.

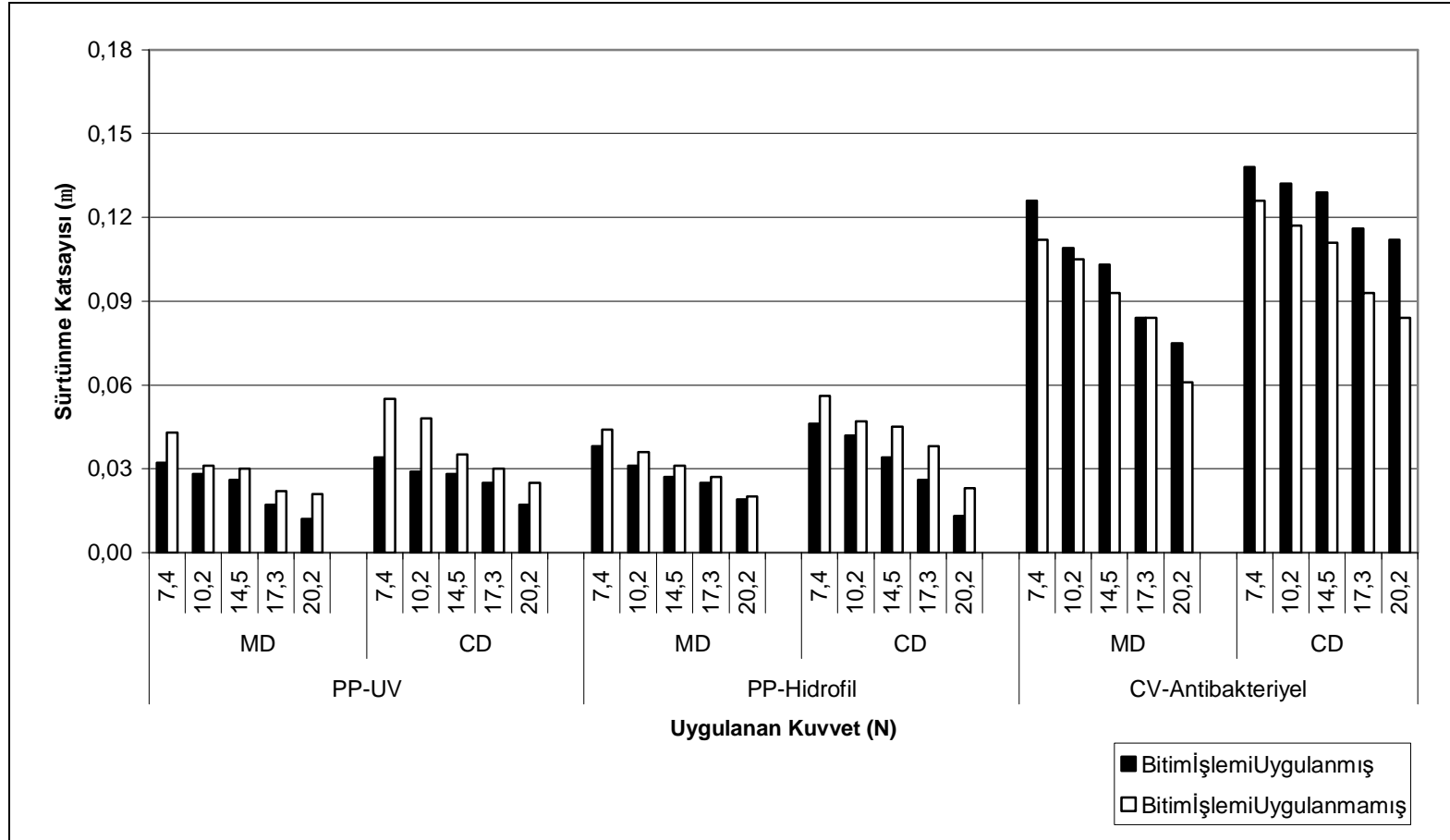
Şekil 6.73-6.74’de 3 farklı bitim işlemine tabi tutulmuş % 100 PP ve CV esaslı dokunmamış kumaşların 2 farklı test hızında (250 ve 500 mm/dk) makine yönü (MD) ve çapraz yönünde (CD) yapılmış sürtünme testleri sonucu elde edilmiş kinetik ve statik sürtünme katsayılarının, uygulanan kuvvete (yüke) karşı değişimi görülmektedir.

Şekiller incelendiğinde, daha önceki bölümlerde yer verilmiş kumaş-aşındırıcı kumaş ve kumaş-ahşap sürtünme ortamlarında gözlemlediğimiz gibi, kumaş yüzeyine uygulanan kimyasal sayesinde kumaş yüzeyinin pürüzleri, girinti ve çıkıntıları kimyasal işlemde görmemiş numunelere oranla nispeten kapanıp daha düzgün bir yüzeye dönüştükleri bilinmektedir. Böylece bitim işlemi kumaş yüzeyinin düzleşmesini ve kumaş yüzeyinde kızığın daha az bir kuvvetle hareket etmesini sağlamıştır. Bunun bir sonucu olarak da, sürtünme katsayısı değerleri genelde öncesine göre küçük değerlerde ölçülmüştür. Ayrıca antibakteriyel bitim işlemi uygulanmış dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin daha yüksek değerlerde değiştiği görülmektedir. Bu durumun açıklaması, su-jeti üretim yönteminden kaynaklanan hacimli ve yumuşak yapıdan kaynaklandığı şeklinde yapılmıştır.

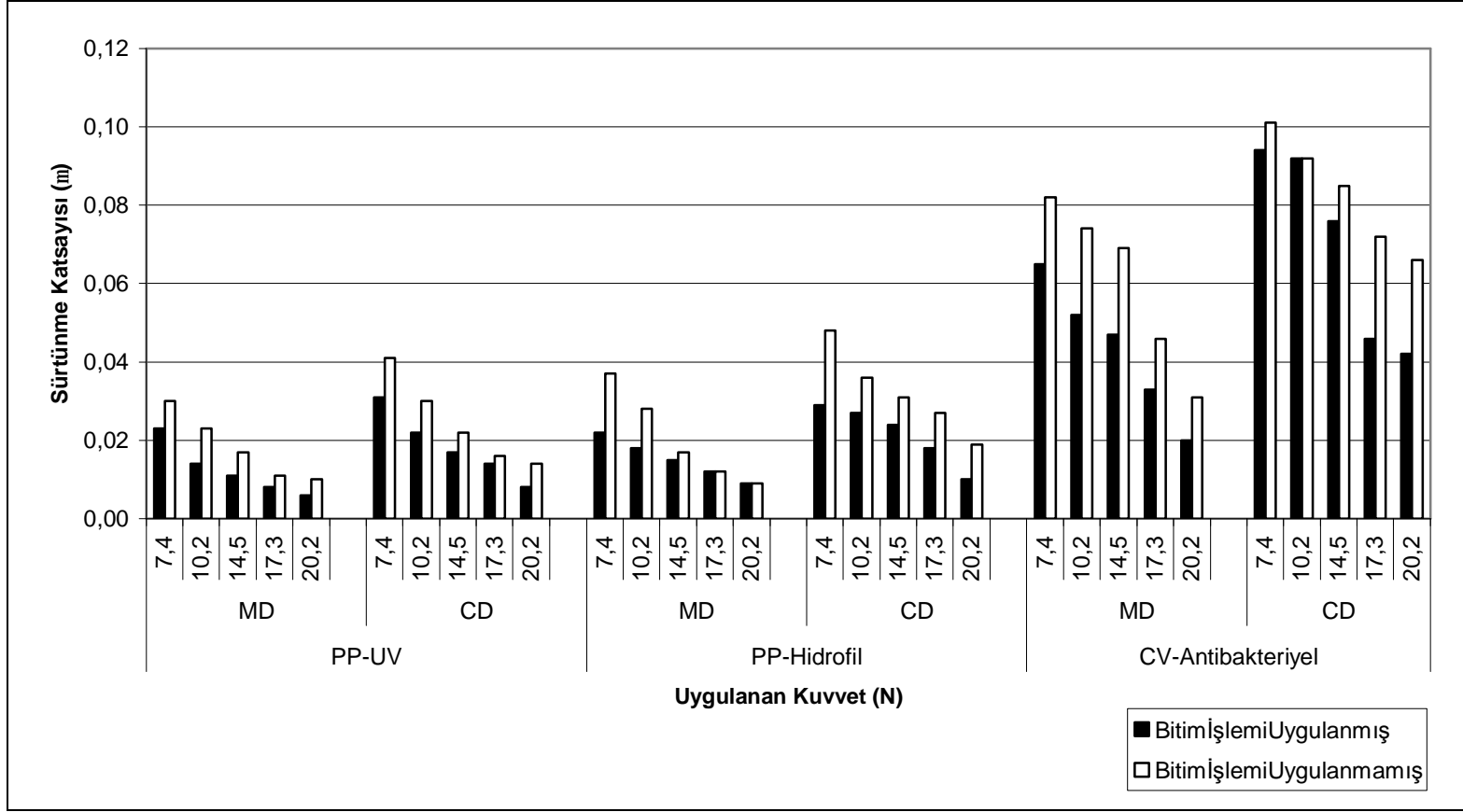
Numune üzerine uygulanan normal yöndeki kuvvet arttığında kumaşın makine MD ve CD yönünde statik ve kinetik sürtünme katsayısı değerlerinde bir azalma eğiliminin olduğu gözlenmektedir. Bunun sebebi kumaş numunesi üzerine uygulanan kuvvet arttıkça sıkışma, yassılaşıma ve dolayısıyla nispeten kumaş yüzeyinin düzleşmesinden kaynaklanabileceği şeklinde açıklanmıştır.

Sürtünme hareketinin başlangıcı olarak kabul edilen statik sürtünme katsayısı değerleri genellikle kızığın hareket ettiği anda load cell tarafından algılanan titreşimlerin ortalaması olarak kabul edilen, kinetik sürtünme katsayısı değerleri daha büyük bulunmuştur.

Metal yüzeyin daha pürüzsüz olmasından dolayı, aşındırıcı kumaş ve ahşap yüzeylere oranla daha düşük sürtünme katsayısı değerleri ölçülmüştür.



Şekil 6.73. Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların statik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk)



Şekil 6.74. Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların kinetik sürtünme katsayısı değerleri (Kumaş-Metal, Hız: 250 mm/dk)

Özetle bu grup içerisinde verilen sonuçlar incelendiğinde, aşağıda verilen genel değerlendirmeler yapılabilmektedir.

- Gramaj, uygulanan kuvvet, hız, kumaş yönü, üretim yöntemi ve bitim işlemi sürtünme katsayısını etkileyen parametreler olarak görülmüştür.
- Metal yüzey, ahşap ve aşındırıcı kumaşa göre daha pürüzsüz olduğundan, özellikle düşük gramajlı numunelerde sürtünmeye karşı daha düşük düzeyde direnç oluşarak sürtünme etkisi gerçekleşmekte.
- Kumaş-metal yüzeyindeki sürtünme davranışı kumaş-aşındırıcı kumaş ve kumaş-ahşap yüzeylere oranla tüm numunelerde daha düşük değerde bulunmuştur.
- Genelde olduğu gibi burada da, statik sürtünme katsayısı değerleri, kinetik sürtünme katsayısı değerlerinden büyük bulunmuştur.
- Uygulanan kuvvet arttıkça, buna karşı konulan sürtünme direncinin azaldığı belirlenmiştir.
- Numunelerin çapraz yönünde (CD) ölçülen sürtünme katsayıları, makine yönünde (MD) ölçülen değerlerden yüksek çıkmıştır.

6.3.4. Kumaş-Metal Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi

6.3.4.1. Gramaj Grubu Kumaş-Metal Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi

Gramaj grubu kumaş-metal test sonuçlarının istatistiksel analizinden elde edilen ANOVA tablosu Çizelge 6.13'de verilmektedir. Tablo incelendiğinde; modelin anlamlı olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir. Gramaj grubundaki % 100 poliester (PES) dokunmamış kumaşlarda modeldeki tüm faktörlerin sürtünme katsayısı değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir.

Genel itibariyle gramaj, kalınlık ve dolayısıyla kumaş yoğunluğu arttıkça hem statik hem de kinetik sürtünme katsayısı değerlerinin artma eğiliminde olduğu ve her yük grubu kendi içinde değerlendirildiğinde, artan yükte birlikte hem statik hem de kinetik sürtünme katsayılarının azalma eğilimi gösterdiği deneysel çalışmalar sonucu tespit edilmiştir.

Gramaj grubu (% 100 PP ve % 100 PES) ANOVA tablosu incelendiğinde, statik ve kinetik sürtünme katsayısı üzerinde en fazla etkinin gramaj (A) ve uygulanan kuvvet (B) şeklinde olduğu istatistiksel sonuçlarla da desteklenmiştir.

Çizelge 6.13. Gramaj grubu ANOVA tablosu (kumaş-metal)

Polipropilen (PP)						
Statik				Kinetik		
Factor	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)
Model	81.91	< 0.0001	Anlamlı	80.48	< 0.0001	Anlamlı
A	156.94	< 0.0001	30.98	146.52	< 0.0001	37.51
B	197.45	< 0.0001	46.40	238.34	< 0.0001	44.19
C	37.82	< 0.0001	10.45	13.72	0.0005	2.71
D	14.68	0.0003	5.45	10.80	0.0018	1.27
AB	-	-	-	26.20	< 0.0001	7.60
R²	0.8835			0.8817		
R_d²	0.8727			0.8707		
R_{pre}²	0.8550			0.8575		

Çizelge 6.13'ün devamı

	Poliester (PES)					
Model	280.87	< 0.0001	Anlamlı	461.56	< 0.0001	Anlamlı
A	597.41	< 0.0001	52.18	948.83	< 0.0001	50.13
B	311.29	< 0.0001	24.89	628.75	< 0.0001	31.93
C	142.98	< 0.0001	11.36	163.15	< 0.0001	8.23
D	71.81	< 0.0001	5.71	105.50	< 0.0001	5.33
R²	0.8927			0.9319		
R_d²	0.8896			0.9298		
R_{pre}²	0.8839			0.9266		

(A:Gramaj , B: Uygulanan Kuvvet, C: Hız, D: Kumaş Yönü)

Çizelge 6.14, gramaj grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerleri için modellerin R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 ve standart sapmalarını vermektedir. Çizelgelere göre standart sapma değeri en düşük, R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 değerleri ise en yüksek olan modelden başlamak üzere bütün modeller tek tek denendikten sonra en uygun modele göre analiz yapılmıştır.

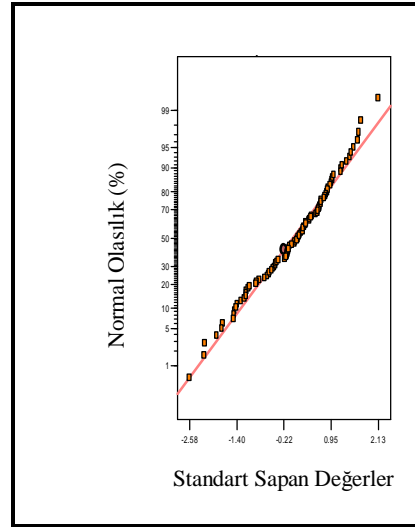
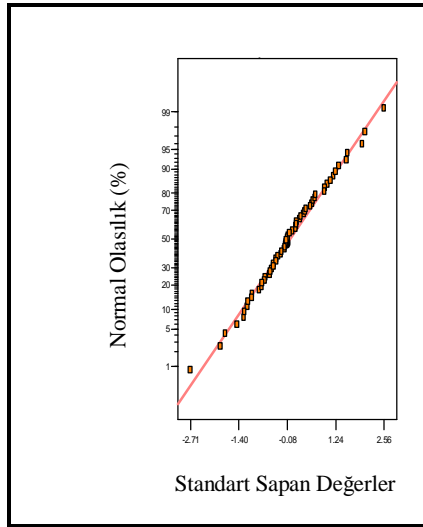
Çizelge 6.14. Gramaj grubu model tablosu (kumaş-metal)

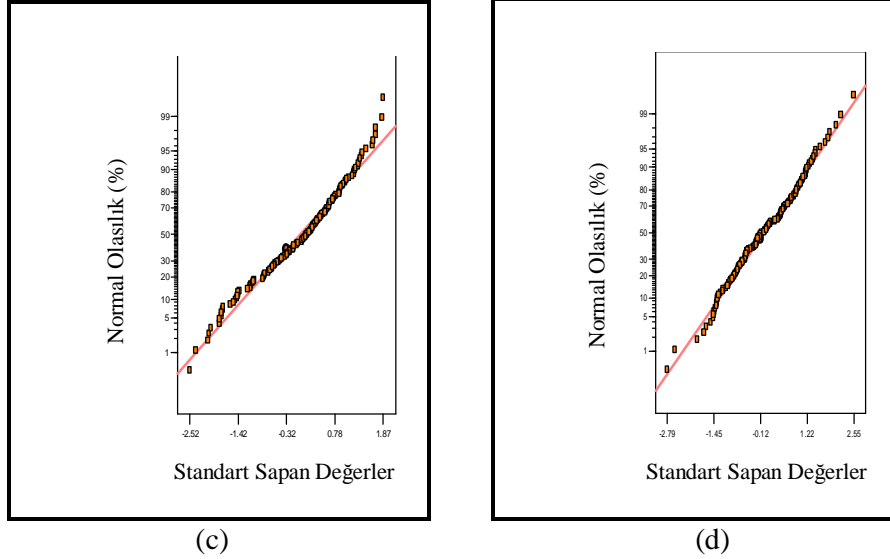
Varyans Kaynağı	Gramaj Grubu	Standart Sapma	R²	R_d²	R_{pre}²	
Linear	PP	Statik	5.497E-003	0.8616	0.8516	0.8373
2FI			4.916E-003	0.9014	0.8813	0.8550
Kuadratik			4.584E-003	0.9178	0.8968	0.8692
Kübik			3.340E-003	0.9675	0.9452	0.8836
Linear		Kinetik	5.236E-003	0.8243	0.8115	0.7897
2FI			4.169E-003	0.9008	0.8805	0.8575
Kuadratik			3.860E-003	0.9184	0.8976	0.8710
Kübik			2.170E-003	0.9808	0.9676	0.9414
Linear	PES	Statik	8.637E-003	0.8927	0.8896	0.8839
2FI			8.590E-003	0.8986	0.8908	0.8774
Kuadratik			6.604E-003	0.9410	0.9354	0.9266
Kübik			5.993E-003	0.9560	0.9468	0.9313
Linear		Kinetik	6.690E-003	0.9319	0.9298	0.9266
2FI			6.637E-003	0.9359	0.9309	0.9241
Kuadratik			5.876E-003	0.9505	0.9459	0.9398
Kübik			5.041E-003	0.9670	0.9602	0.9523

(2FI: İki Faktörlü Etkileşim)

Şekil 6.75’de gramaj grubu numunelere ait kumaş-metal sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri verilmiştir. Seçilen modellerde normal dağılım konusunda herhangi bir problem görülmemektedir. Bu analizle de seçilen modelin uygunluğu desteklenmektedir.

Çizelge 6.13 incelendiğinde modellerin R^2 değerlerinin yaklaşık 0.87 ila 0.93 arasında değiştiği görülmektedir. Bu durumda, sürtünme katsayılarındaki değişimin % 87-93’nün modeldeki faktörler tarafından açıklanabilmektedir. Bu durum, sürtünme katsayısı için oluşturulan modelin bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi oldukça yüksek bir doğrulukla ifade ettiğini ve deneysel çalışmanın doğru kabul edilebilirliğini göstermektedir.





Şekil 6.75. Gramaj grubu kumaş-metal sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri

(a) gramaj grubu (PP)/statik,

(b) gramaj grubu (PP)/kinetik,

(c) gramaj grubu (PES)/statik,

(d) gramaj grubu (PES)/kinetik,

6.3.4.2. Lif Cinsi Grubu Kumaş-Metal Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi

Lif cinsi grubu kumaş-metal sonuçlarının istatistiksel analizinden elde edilen ANOVA tablosu Çizelge 6.15’de verilmektedir. Tablo incelendiğinde, lif cinsi grubu dokunmamış kumaşlarda modellerin sürtünme katsayısı (statik ve kinetik) değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir.

Lif cinsi grubu gramajı 45, 70 ve 100 g/m² olan dokunmamış kumaş numunelerinde, statik ve kinetik sürtünme katsayıları üzerinde lif cinsi (E) ile birlikte her iki test hızında da her yük grubu kendi içinde değerlendirildiğinde, uygulanan kuvvet (B) arttıkça hem statik hem de kinetik sürtünme katsayılarının azalma eğilimi gösterdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, artan kumaş gramajıyla (A) birlikte her yüke karşılık gelen sürtünme katsayılarında (statik ve kinetik) artma–azalma yönünde tutarsızlık gözlenmesine karşın farkedilir düzeyde artma eğiliminin olduğu belirlenmiştir.

Bu grupta 3 farklı gramajda (12-17-100 g/m²) dokunmamış kumaşlar için, statik ve kinetik sürtünme katsayısı üzerinde en fazla etkinin gramaj (A), hız (C) ve lif cinsi (E) olduğu belirlenmiştir. Artan test hızı ile ölçülen sürtünme katsayısı değerlerinin azalmakta olduğu görülmektedir. İstatistiksel çalışmanın da bu sonucu desteklediği belirlenmiştir.

Bu grupta gramajı 70 ve 100 g/m² olan dokunmamış kumaşlarda, statik ve kinetik sürtünme katsayısı üzerinde en fazla etkiye lif cinsinin (E) sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 6.15. Lif cinsi grubu ANOVA tablosu (kumaş-metal)

45-70-100 g/m ²						
Factor	Statik			Kinetik		
	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)
Model	326.05	< 0.0001	Anlamlı	288.79	< 0.0001	Anlamlı
A	314.49	< 0.0001	19.37	246.25	< 0.0001	17.92
B	371.99	< 0.0001	20.95	459.27	< 0.0001	29.32
C	238.69	< 0.0001	13.65	110.21	< 0.0001	7.06
D	165.46	< 0.0001	9.78	122.02	< 0.0001	8.09
E	533.68	< 0.0001	30.65	501.19	< 0.0001	32.25
R²	0.9352			0.9274		
R_d²	0.9323			0.9242		
R_{pre}²	0.9282			0.9194		
12-17-100 g/m ²						
Model	219.20	< 0.0001	Anlamlı	213.59	< 0.0001	Anlamlı
A	861.57	< 0.0001	43.19	944.10	< 0.0001	47.81
B	95.33	< 0.0001	3.53	80.31	< 0.0001	3.24
C	239.74	< 0.0001	15.02	159.27	< 0.0001	9.83
D	9.63	0.0024	0.57	3.77	0.0547	0.24
E	481.92	< 0.0001	14.61	480.87	< 0.0001	14.53
AB	30.53	< 0.0001	1.56	19.65	< 0.0001	1.08
AC	26.41	< 0.0001	3.06	10.89	0.0013	1.68
AE	298.30	< 0.0001	14.68	330.43	< 0.0001	16.54
CE	30.85	< 0.0001	1.37	30.80	< 0.0001	1.48
R²	0.9486			0.9473		
R_d²	0.9442			0.9428		
R_{pre}²	0.9396			0.9361		

Çizelge 6.15'in devamı

	70-100 g/m ²					
Model	262.37	< 0.0001	Anlamlı	161.72	< 0.0001	Anlamlı
A	0.46	0.4986	0.021	5.17	0.0260	0.43
B	284.02	< 0.0001	13.15	148.31	< 0.0001	12.42
C	261.74	< 0.0001	12.06	41.47	< 0.0001	3.44
D	4.33	0.0410	0.20	13.03	0.0006	1.08
E	1350.30	< 0.0001	62.23	891.57	< 0.0001	73.51
AE	75.28	< 0.0001	3.47	-	-	-
BE	-	-	-	21.27	< 0.0001	1.82
CD	86.39	< 0.0001	3.98	-	-	-
CE	36.46	< 0.0001	1.68	-	-	-
DE	-	-	-	17.75	< 0.0001	1.47
R²	0.9673			0.9402		
R_d²	0.9636			0.9344		
R_{pre}²	0.9583			0.9258		

(A:Gramaj , B: Uygulanan Kuvvet, C: Hız, D: Kumaş Yönü, E: Lif Cinsi)

Çizelge 6.16 lif cinsi grubu dokunmamış kumaşlara ait sürtünme katsayısı değerleri için modellerin R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 ve standart sapmalarını vermektedir. Çizelgelere göre standart sapma değeri en düşük, R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 değerleri ise en yüksek olan modelden başlamak üzere bütün modeller tek tek denendikten sonra en uygun modele göre analiz yapılmıştır.

Çizelge 6.16. Lif cinsi grubu model tablosu (kumaş-metal)

Varyans Kaynağı	Gramaj Grubu	Standart Sapma	R^2	R_d^2	R_{pre}^2	
Linear	45-70-100 g/m ²	Statik	7.106E-003	0.9352	0.9323	0.9282
2FI			6.265E-003	0.9541	0.9474	0.9387
Kuadratik			5.692E-003	0.9628	0.9566	0.9488
Kübik			5.125E-003	0.9755	0.9648	0.9454
Linear			6.318E-003	0.9274	0.9242	0.9194
2FI			6.243E-003	0.9354	0.9260	0.9135
Kuadratik		Kinetik	5.341E-003	0.9536	0.9458	0.9346
Kübik			4.283E-003	0.9758	0.9652	0.9449

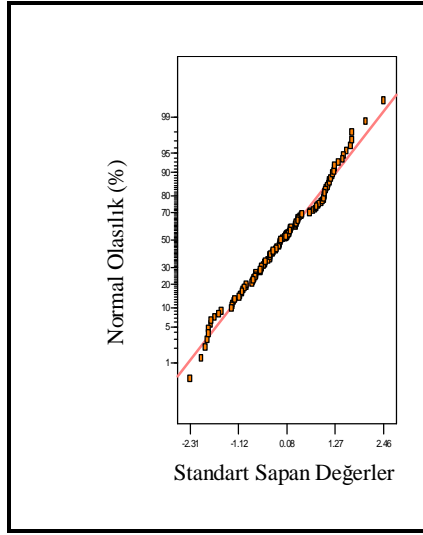
Çizelge 6.16'nın devamı

Linear	12-17-100 g/m ²	Statik	0.016	0.7604	0.7496	0.7325
2FI			7.034E-003	0.9555	0.9489	0.9410
Kuadratik			6.295E-003	0.9650	0.9590	0.9508
Kübik		Kinetik	2.608E-003	0.9951	0.9930	0.9877
Linear			0.014	0.7517	0.7405	0.7219
2FI			5.594E-003	0.9627	0.9572	0.9492
Kuadratik			5.259E-003	0.9677	0.9622	0.9538
Kübik			2.549E-003	0.9939	0.9911	0.9855
Linear			70-100 g/m ²	Statik	0.010	0.8760
2FI	4.930E-003	0.9756			0.9699	0.9615
Kuadratik	4.940E-003	0.9759			0.9698	0.9606
Kübik	Kinetik	3.790E-003		0.9892	0.9822	0.9603
Linear		8.613E-003		0.9078	0.9016	0.8917
2FI		6.325E-003		0.9570	0.9469	0.9320
Kuadratik		6.317E-003		0.9578	0.9470	0.9310
Kübik		3.766E-003		0.9886	0.9812	0.9616

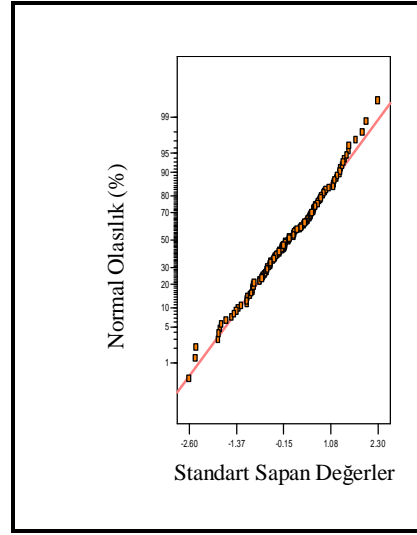
(2FI: İki Faktörlü Etkileşim)

Şekil 6.76'da lif cinsi grubu numunelere ait kumaş-metal sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri verilmiştir. Şekilden anlaşılacağı üzere seçilen modellerde normal dağılım konusunda herhangi bir problem görülmemektedir. Bu analizle de seçilen modelin uygunluğu desteklenmektedir.

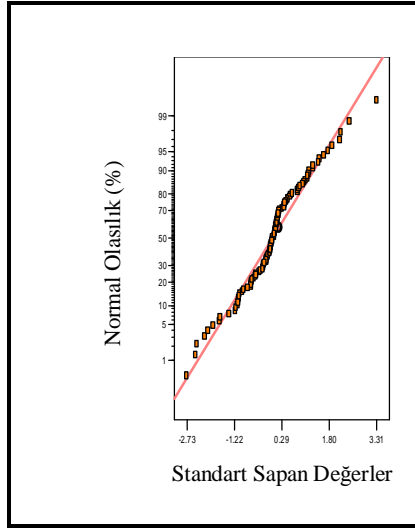
Çizelge 6.14'e göre modellerin R² değerleri yaklaşık 0.92 ile 0.96 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda, sürtünme katsayılarındaki değişimin % 92-96'nın modeldeki faktörler tarafından açıklanabilmektedir. Bu durum, sürtünme katsayısı için oluşturulan modelin bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi oldukça yüksek bir doğrulukla ifade ettiğini ve deneysel çalışmanın doğru kabul edilebilirliğini göstermektedir.



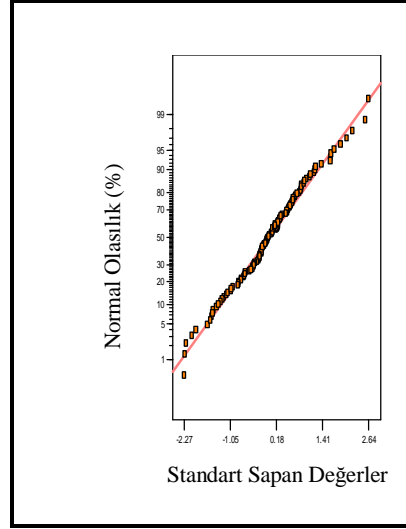
(e)



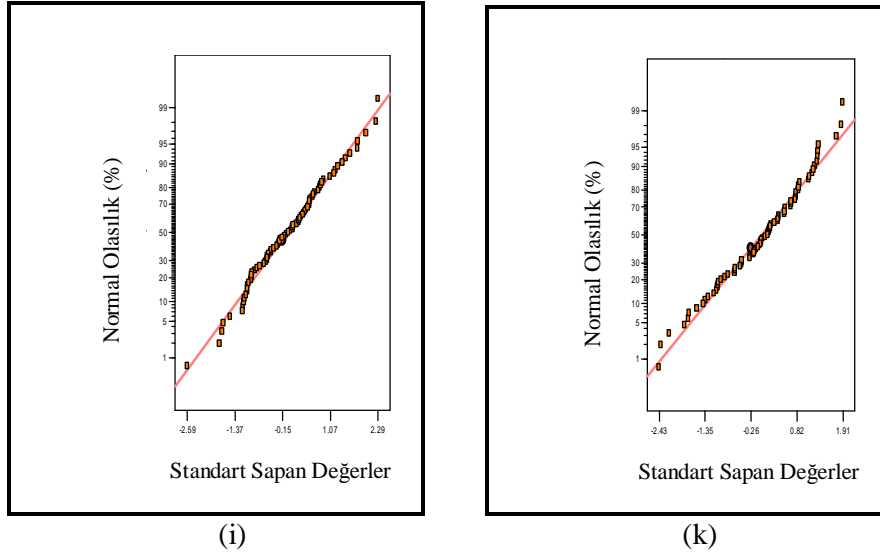
(f)



(g)



(h)



Şekil 6.76. Lif cinsi grubu kumaş-metal sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri

- (a) lif cinsi (45-70-100 g/m²)/statik, (b) lif cinsi (45-70-100 g/m²)/kinetik, (c) lif cinsi (12-17-100 g/m²)/statik, (d) lif cinsi (12-17-100 g/m²)/kinetik, (e) lif cinsi (70-100 g/m²)/statik, (f) lif cinsi (70-100 g/m²)/kinetik.

6.3.4.3. Bitim İşlemi Grubu Kumaş-Metal Test Sonuçlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi

Bitim işlemi grubu numunelerin sürtünme testlerinde elde edilen veriler kullanılarak yapılan istatistiksel analiz sonucu elde edilen ANOVA tablosu Çizelge 6.17'de verilmiştir. Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşlarda modellerin sürtünme katsayısı (statik ve kinetik) değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu ve hatalı olma ihtimalinin % 0.01 olduğu görülmektedir.

Bitim işlemi grubu (UV, Hidrofil) dokunmamış kumaş numunelerinde, statik ve kinetik sürtünme katsayısı üzerinde en fazla etki test hızında (B) olduğu belirlenmiştir.

Yüksek hızlarda (500 mm/dk) yapılan test sonuçlarında hem gramajın düşük olması hem de metal yüzeyin daha kaygan ve pürüzsüz olmasından dolayı düşük sürtünme katsayısı değerleri elde edilememiştir. Burada Hız (B) faktörü etkisinin fazla olmasının açıklanan durumdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bitim işlemi grubu (Antibakteriyel) dokunmamış kumaşlarda, modeldeki tüm faktörlerin statik ve kinetik sürtünme katsayısı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Statik ve kinetik sürtünme katsayısı üzerinde en fazla etki uygulanan kuvvet (B) ve hız (C) şeklinde belirlemiştir.

Hız (C) faktörünün yanında, numune üzerine uygulanan normal yöndeki kuvvetin (B) en fazla etki etmesi; kumaş numunesi üzerine uygulanan kuvvet arttıkça sıkılaşıma, yassılaşıma ve dolayısıyla nispeten kumaş yüzeyinin düzleşmesinden kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Çizelge 6.17. Bitim işlemi grubu ANOVA tablosu (kumaş-metal)

Factor	UV					
	Statik			Kinetik		
	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)	F Değeri	P Değeri	Etki Düzeyi (%)
Model	180.05	< 0.0001	Anlamlı	215.83	< 0.0001	Anlamlı
A	62.35	< 0.0001	5.69	176.86	< 0.0001	11.96
B	912.51	< 0.0001	80.91	1064.15	< 0.0001	67.57
C	10.67	0.0004	0.96	29.59	< 0.0001	1.92
D	22.05	< 0.0001	1.98	27.71	< 0.0001	1.80
AB	62.35	< 0.0001	5.69	176.86	< 0.0001	11.96
BC	-	-	-	29.59	< 0.0001	1.92
BD	22.05	< 0.0001	1.98	27.71	< 0.0001	1.80
R²	0.9704			0.9793		
R_d²	0.9650			0.9747		
R_{pre}²	0.9561			0.9660		
Factor	Hidrofil					
Model	182.23	< 0.0001	Anlamlı	78.94	< 0.0001	Anlamlı
A	57.03	< 0.0001	6.29	35.57	< 0.0001	8.37
B	790.85	< 0.0001	82.57	306.92	< 0.0001	70.39
C	9.07	0.0001	0.96	12.18	0.0613	2.84
D	7.62	0.0004	0.81	9.62	0.2447	2.24
AB	57.03	< 0.0001	6.29	35.57	< 0.0001	8.37
R²	0.9640			0.9207		
R_d²	0.9587			0.9090		
R_{pre}²	0.9501			0.8870		

Çizelge 6.17'nin devamı

	Antibakteriyel					
Model	181.57	< 0.0001	Anlamlı	117.51	< 0.0001	Anlamlı
A	255.13	< 0.0001	33.99	284.83	< 0.0001	47.16
B	271.56	< 0.0001	35.67	154.37	< 0.0001	24.83
C	131.92	< 0.0001	17.33	41.42	< 0.0001	6.66
D	67.67	< 0.0001	8.89	64.18	< 0.0001	10.33
BC	-	-	-	42.78	< 0.0001	6.88
R²	0.9540			0.9453		
R_d²	0.9488			0.9373		
R_{pre}²	0.9399			0.9248		

(A: Uygulanan Kuvvet , B: Hız, C: Kumaş Yönü, D: Bitim İşlemi)

Çizelge 6.18, bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşlara ait sürtünme katsayısı değeri için modellerin R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 ve standart sapmalarını vermektedir. Çizelgelere göre standart sapma değeri en düşük, R^2 , R_d^2 , R_{pre}^2 değerleri ise en yüksek olan modelden başlamak üzere bütün modeller tek tek denendikten sonra en uygun modele göre analiz yapılmıştır.

Çizelge 6.18. Bitim işlemi grubu model tablosu (kumaş-metal)

Varyans Kaynağı	Bitim İşlemi Grubu		Standart Sapma	R^2	R_d^2	R_{pre}^2
Linear	UV	Statik	5.673E-003	0.8945	0.8825	0.8584
2FI			2.410E-003	0.9842	0.9788	0.9693
Kuadratik			2.453E-003	0.9842	0.9780	0.9671
Kübik		Kinetik	2.042E-003	0.9922	0.9848	0.9647
Linear			4.970E-003	0.8275	0.8078	0.7675
2FI			1.697E-003	0.9833	0.9776	0.9645
Kuadratik			1.536E-003	0.9868	0.9816	0.9702
Kübik			1.073E-003	0.9954	0.9910	0.9793
Linear			Hidrofil	Statik	6.097E-003	0.9037
2FI	2.544E-003	0.9861			0.9813	0.9720
Kuadratik	2.492E-003	0.9871			0.9821	0.9715
Kübik	Kinetik	1.684E-003		0.9958	0.9918	0.9788
Linear		5.749E-003		0.8377	0.8192	0.7822
2FI		2.186E-003		0.9806	0.9739	0.9586
Kuadratik		2.223E-003		0.9806	0.9730	0.9548
Kübik		1.496E-003		0.9937	0.9878	0.9663

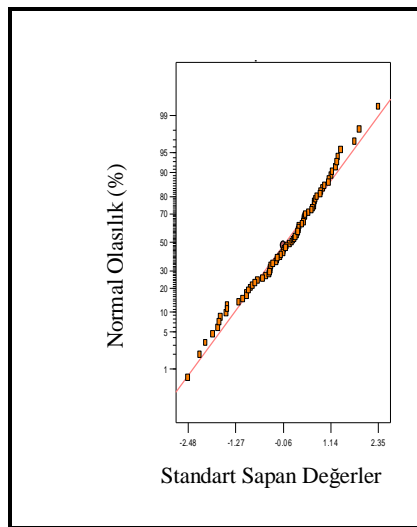
Çizelge 6.18'in devamı

Linear	Antibakteriyel	Statik	6.016E-003	0.9540	0.9488	0.9399
2FI			5.533E-003	0.9678	0.9567	0.9347
Kuadratik			5.525E-003	0.9690	0.9568	0.9308
Kübik		4.682E-003	0.9841	0.9690	0.9135	
Linear		Kinetik	8.915E-003	0.8765	0.8624	0.8392
2FI			5.949E-003	0.9544	0.9387	0.9127
Kuadratik			5.685E-003	0.9598	0.9440	0.9152
Kübik		5.254E-003	0.9755	0.9522	0.8880	

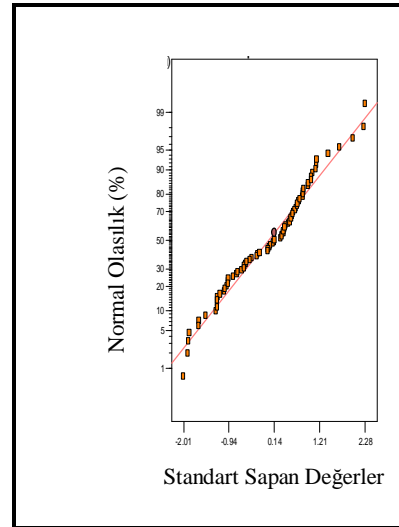
(2FI: İki Faktörlü Etkileşim)

Şekil 6.77'de bitim işlemi grubu numunelere ait kumaş-metal sürtünem katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri verilmiştir. Buradan seçilen modellerde normal dağılım konusunda herhangi bir problem görülmediği anlaşılmakta. Bu analizle de seçilen modelin uygunluğu desteklenmektedir.

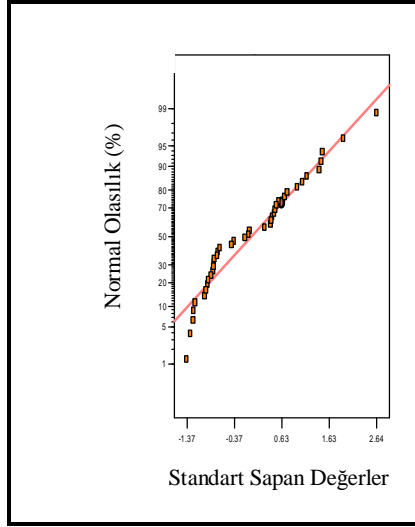
Çizelge 6.17'ye göre modellerin R^2 değerleri yaklaşık 0.91 ila 0.97 arasında değiştiği görülmüştür. Bu durumda, sürtünme katsayılarındaki değişimin % 91-97'nin modeldeki faktörler tarafından açıklanabilmektedir. Bu durum, sürtünme katsayısı için oluşturulan modelin bağımsız ve bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi oldukça yüksek bir doğrulukla ifade ettiğini ve deneysel çalışmanın doğru kabul edilebilirliğini göstermektedir.



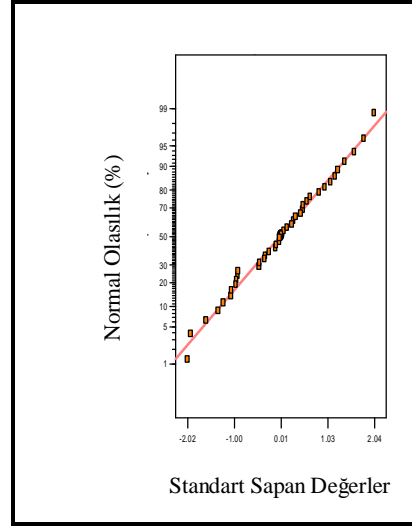
(a)



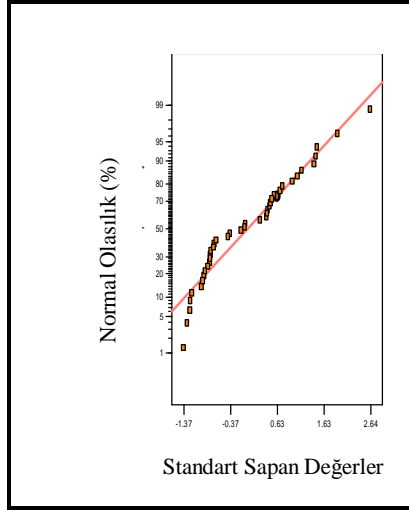
(b)



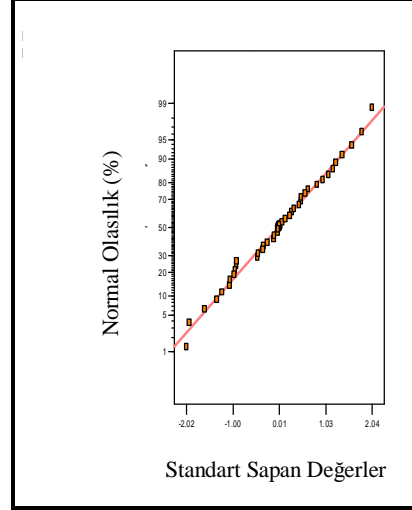
(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil 6.77. Bitim işlemi grubu dokunmamış kumaşların sürtünme katsayısı değerlerinin normal olasılık grafikleri (kumaş-metal)

(a) UV bitim işlemi/statik,

(b) UV bitim işlemi/kinetik,

(c) Hidrofil bitim işlemi/statik,

(d) Hidrofil bitim işlemi/kinetik,

(e) Antibakteriyel bit. işl./statik,

(f) Antibakteriyel bit. işl./kinetik.

7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

7.1. Çalışmanın Özeti

Temas halindeki iki yüzey arasındaki bağıl harekete karşı koyan kuvvetler olarak tanımlanan sürtünme kuvvetlerinin varlığı veya yokluğu tekstil teknolojisinde çok önemli rol oynamaktadır. Giysiler kullanım sırasında tekstil olan veya olmayan çeşitli yüzeylere sürtünmeye devam etmekte ve bu durum onların aşınması, yıpranması ya da eskimesi gibi istenmeyen sonuçlar doğurmaktadır.

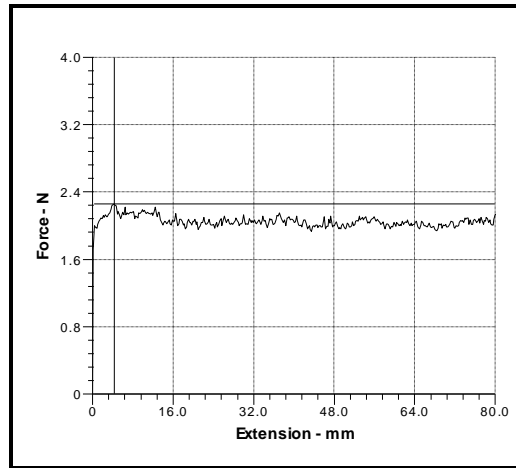
Teknik alanlarda kullanılacak kumaşlar doğrudan kopma mukavemeti, kopma uzaması, patlama mukavemeti, çeşitli kimyasallara ve çevre etkilerine direnç gibi performans özelliklerine göre seçilmektedirler. Fakat giysi yapılması düşünülen kumaşlar seçilirken genellikle teknik özelliklerinden önce parlaklık, yüzey düzgünlüğü veya pürüzlülüğü, yumuşaklık-sertlik, dolgunluk, dökümlülük gibi görünüm ve tutum özelliklerine dikkat edilmektedir. Yukarıda söz edilen düzgünlük-pürüzlülük, yumuşaklık-sertlik, dolgunluk gibi özellikler geleneksel bir biçimde kumaş tutumu olarak adlandırılmakta ve tekstil işletmelerinde ve kumaş alım satımında deneyimli kişiler tarafından subjektif olarak değerlendirilmektedir. Bu özellikler kumaşların işlenerek giysi haline getirilmesi sürecini, ayrıca o giysiyi kullanan kişinin görünüm ve konforunu da etkilemektedir. Tutum, kumaşın sahip olduğu fiziksel ve mekanik özellikler tarafından belirlenmektedir. Ancak kişiler tarafından subjektif olarak değerlendiriliyor olması tutumun incelenmesini ve ölçülmesini zorlaştırmakta ve sonuçta tutum kavramını karmaşık hale getirmektedir.

Kısaca tekstil yüzeylerinin (dokuma, örme, dokunmamış kumaş) görünen ve hissedilen ve ölçülebilen özellikleri, yüzeyleri oluşturan hammadde (lifler) ile üretim süreci ve sonrası uygulanan işlemlere göre değişebilmektedir. Son yıllarda önemi artmakta ve kullanımı yaygınlaşmakta olan dokunmamış yüzeylerin çok farklı kullanım alanları (konvansiyonel ve teknik amaçlı) bulunmaktadır. Bu kullanımda yapı ve özelliklerin bağılı olarak çok farklı etkilere maruz kalabilmektedirler.

Bu sebepte bu çalışma kapsamında, son kullanım yerindeki öneminden dolayı hem performans hem de tüketicinin kullanımı açısından kalite değerlerinin önem

kazandığından hareketle lifsi tekstil yüzeylerin sürtünme ve yüzey özellikleri incelenmiştir. Test materyali olarak son yıllarda önemi gittikçe artan ve kullanım alanları yaygınlaşan dokunmamış kumaşlar kullanılmıştır. Test metodu olarak ise objektif bir yöntem olarak kabul edilen mevcut bir mukavemet test cihazının modifikasyonu sonucu oluşturulan test düzeneği kullanılmıştır. Test ortamı oluşturulduktan sonra seçilen dokunmamış kumaş numunelerine karşılık farklı sürtünme yüzeyleri belirlenerek sürtünme testleri yapılmıştır.

Yapılan her test sonucunda Titan Universal Mukavemet Cihazı'nın yazılımı (Universal Strength Tester Version 6.1.2) kullanılarak kumaşın sürtünme davranışının incelenmesini sağlayacak Şekil 7.1'de verildiği gibi kuvvet(N)-uzama(mm) etkileşimine bakılmıştır.



Şekil 7.1. Örnek kuvvet (N)-uzama (mm) grafiği

Grafik üzerinde kuvvet ekseninde hareketin başlangıcındaki en yüksek tepenin değeri statik sürtünme direnci olarak alınmıştır. Kinetik sürtünme direnci ise yaklaşık 400-500 değerinin ortalaması alınarak kaydedilmiştir. Daha sonra da bu şekilde kaydedilen statik ve kinetik sürtünme direnci değerleri kullanılarak Coulomb kanunu esas alınarak sürtünme direnci (F_s) ve normal yük (F_n) arasındaki basit lineer ilişkiden (Eşitlik 5.1) sürtünme katsayısı değerleri hesaplanmıştır. Sürtünme katsayısı bir kumaşın yüzey özelliklerini belirlenmesinde en çok kullanılan göstergesi olarak bilinmekte ve kullanılmaktadır.

$$F_s = \mu F_n \quad (3.1)$$

Burada;

F_s : Sürtünme Kuvveti(N)

F_n : Normal Yük (N)

μ : Sürtünme Katsayısı'dır.

Bunun yanı sıra, sürtünme özellikleri incelenen dokunmamış kumaşların sürtünme katsayıları ve yüzey özellikleri arasındaki ilişkiler incelemiştir. Son olarak mikroskop kullanılarak numunelerin yüzeylerindeki değişimler görsel olarak da incelenmiştir. Yapılan bu çalışma farklı yöntemlerle elde edilmiş dokunmamış kumaşların aşınma ve sürtünme davranışı bakımından son kullanım yerlerindeki performanslarını belirlemede kullanılıp-kullanılmayacağı üzerine bir yaklaşım olarak ele alınmıştır.

Yapılan bütün testler için Design-Expert 6.01 paket programı kullanılarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmış, uygulanan kuvvet, test hızı ve kumaş yönü faktörlerinin kumaşın sürtünme özelliklerine etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

7.2. Çalışmanın Sonuçları

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneyler, yapılan ölçümler ve istatistiksel uygulamalardan elde edilen sonuçlar burada özetlenmiştir.

- Gramaj, uygulanan kuvvet, hız, kumaş yönü (MD,CD), üretim şekli (spunbond, su-jeti), lif cinsi (PP, PES, CV) ve bitim işlemi (UV, Hidrofil, Antibakteriyel) kumaşların sürtünme katsayısını etkileyen parametreler olarak görülmüştür. Buradan hareketle tekstil yüzeylerinin (dokuma, örme ve dokunmamış kumaş) sürtünme karakteristiğinin belirlenmesi, yüzeyin kullanım, estetik ve giyimdeki rahatlığının tahmin edilmesinde önemli bir kriter olarak ele alınabileceği söylenebilir.

- Sürtünme hareketinin başlangıcı olarak kabul ettiğimiz statik sürtünme katsayısı değerleri, hareketin devam ettiği anda ölçülen kinetik sürtünme katsayısı değerlerinden genelde daha büyük bulunmuştur. Bununda işin doğası gereği beklenen bir sonuç olduğu düşünülmektedir.
- Kumaş gramajlarının sürtünme değerlerine etkisine bakıldığında, gramaj arttıkça sürtünme esnasında düşük sürtünme kuvvetine maruz kaldığı ve dolayısıyla daha düşük sürtünme katsayılarının elde edildiği görülmektedir. Testlerde gramaj artışına karşılık gelen değişimler, gramajı fazla olan numunelerde lif yerleşiminin ve dolayısıyla yüzeyin daha düzgün ve az pürüzlü olmasının bir sonucu olarak yorumlanmaktadır. Numunelerin görüntü analizlerinden de bu durum belirgin bir şekilde fark edilmektedir. Ayrıca kumaş kalınlığının ve yoğunluğunun da sürtünme katsayısı değerlerinin değişiminde etkili olduğu düşünülmektedir.
- Uygulanan kuvvet arttıkça, buna karşı konulan sürtünmenin azaldığı gözlemlenmiştir. Amontons'un 1. Kanunu olan sürtünme formülüne bakacak olursak ($\mu=F/N$), numuneler üzerine uygulanan yük (normal kuvvet, N) arttıkça hem MD, hem de CD yönlerinde yapılan testlerde statik ve kinetik sürtünme katsayısı değerlerinin azalma eğiliminde oldukları söylenebilir. Bunun başlıca sebebi, kumaş numunesi üzerine uygulanan baskı arttırıldıkça sıkıştırma, yassılaşıma ve dolayısıyla nispeten kumaş yüzeyinin düzgünleşmesinden kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanmaktadır.
- Her iki test hızında (250 ve 500 mm/dk) elde edilen sonuçlar incelendiğinde, numunelerin CD yönündeki sürtünme katsayı değerleri, MD yönüne göre bir miktar daha yüksek bulunmuştur. Buna gerekçe numunelerin oluşumunda CD yönündeki lif yerleşiminin sürtünme hareketini engelleyici yönde etki göstermiş olması gösterilebilir.

- Farklı sürtünme ortamlarında tekrarlanan deneysel çalışmalarda en yüksek sürtünme katsayısı değerleri kumaş-aşındırıcı kumaş sürtünme ortamında, en düşük değerler ise kumaş-metal sürtünme ortamında gerçekleşmiştir. Bunun başlıca sebebi kumaş-metal sürtünme ortamının diğer iki sürtünme ortamlarına (kumaş-aşındırıcı kumaş ve kumaş-ağşap) göre daha kaygan ve pürüzsüz yüzey oluşturmasından kaynaklanmaktadır.
- Kumaş-aşındırıcı kumaş sürtünme testlerinde test hızı artarken sürtünmeyi gerçekleştiren kızak ile sürtünen dokunmamış kumaş numunesi arasında hızlı ve etkin bir yüzey etkileşimi gerçekleşmektedir. İki yüzey arasında daha az temas etme zamanı olmasına karşın, numune yüzeyindeki girinti ve çıkıntıların daha sert algılanmakta ve dolayısıyla artan test hızında sürtünme katsayısının artmasına sebep olmaktadır.
- Kumaş-ağşap ve kumaş-metal sürtünme ortamında gerçekleştirilen yüksek test hızlarında (500 mm/dk) sürtünme katsayılarının, düşük hızlarda (250 mm/dk) yapılan testlerden elde edilen sonuçlara göre bir miktar daha düşük değerlerde değiştiği görülmektedir. Bu durumun açıklaması, artan test hızı ile ağşap yüzeyin kaygan yapısından dolayı iki yüzey arasında ortaya çıkan sürtünme kuvveti direncinin daha düşük algılamasından kaynaklandığı şeklinde yapılmıştır.
- Lif cinsinin sürtünme katsayısı üzerindeki etkisine bakıldığında, Viskon (CV) esaslı numunelerdeki sürtünme katsayısı değerleri Poliester (PES) esaslı numunelere oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur. CV dokunmamış kumaş numunelerinin tutum açısından daha yumuşak ve hacimli bir yapıya sahiptir. Bu durum sürtünme esnasında yüzeyler arasında daha fazla dirençin ortaya çıkmasına sebep olmakta ve sonuçta iki yüzey arasındaki sürtünme katsayısı değerini artırmaktadır. Poliester (PES) ve Polipropilen (PP) hammaddeli numunelere bakıldığında ise, PES esaslı numunelerde PP lifinden üretilmiş numunelere oranla daha yüksek sürtünme

katsayıları elde edildiği görülmektedir. PP esaslı dokunmamış kumaş numuneleri, PES esaslı dokunmamış kumaş numunelerine nazaran üretim aşamasından kaynaklanan sebeplerden dolayı daha sıkı ve sert yapıya sahiptir. Bu nedenle sürtünme esnasında yüzey üzerindeki cisim daha az bir güç harcayarak hareket etmektedir.

- Su-jeti yöntemi ile elde edilmiş dokunmamış kumaş numunelere ait sürtünme katsayısı değerleri spunbond numunelere oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Çünkü spunbond yöntemi ile elde edilmiş numunelerde sabitleştirme işleminde uygulanan ısı devamlı filamentlerin birbirine iyice yapışmasını sağlamış böylelikle daha sert, sıkı ve kaygan bir yüzey yapısı oluşturmuştur. Birbirine yüzeysel olarak temas eden iki yüzey, kumaşın yüzey yapısından kaynaklanan düzgünlük sayesinde daha az direnç göstererek kaymaktadır. Su-jeti yöntemi ile üretilmiş dokunmamış kumaşlarda spunbond yöntemiyle üretilmiş kumaşlara oranla yüzeyin daha yumuşak ve hacimli yapıda olması sürtünme katsayılarının artmasına sebep olmaktadır. Ayrıca su jeti yöntemi ile elde edilmiş numunelerde gramajın artmasıyla elde edilen hacimli ve yumuşak yüzey yapısından dolayı sürtünme katsayı değerlerinin de artmakta olduğu, buna karşın spunbond yöntemi ile elde edilmiş numunelerde gramajın artmasıyla elde edilen sıkı ve sert yüzey yapısından dolayı sürtünme katsayısı değerlerinin de azalmakta olduğu tespit edilmiştir.
- Kumaş yüzeyine uygulanan kimyasal bitim işlemleri sayesinde kumaş yüzeyinin pürüzleri, girinti ve çıkıntıları kimyasal işlem görmemiş numunelere oranla nispeten kapanıp daha düzgün bir yüzey elde edilmektedir. Böylece bitim işlemi kumaş yüzeyinin düzgünleşmesini ve kumaş yüzeyinde kızığın daha az bir kuvvetle hareket etmesini sağlamıştır. Bunun bir sonucu olarak da, sürtünme katsayısı değerleri genelde öncesine göre küçük değerlerde ölçülmüştür.
- Geliştirilen bu sistem ile kumaşların yüzey özelliklerinin objektif olarak belirlenmesi için herkes tarafından aynı şekilde anlaşılıp

uygulanabilen sonuçların elde edilmesi amaçlanmaktadır. Elde edilen test sonuçlarının ve tasarımı tamamlanarak imalatı yapılan cihazların, kumaşların sürtünme özelliklerini belirlemek isteyen tüm araştırmacılar ve ülkemiz sanayicileri için önemli bir veri tabanı oluşturduğu ve bu konuda yapılacak çalışmalara destek olacağı düşünülmektedir.

7.3. Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler

Çalışmanın uygulama bölümünde özellikle hammadde temini aşamasında işletmelere bağımlı olmak, bazı kısıtlamaları beraberinde getirmiştir. Çünkü yeni yeni gelişen dokunmamış kumaş endüstrisi ne yazık ki özellikle akademik çalışmalar için ürünlerinin özelliklerini ve fabrika çalışma şartlarının bilinmesine çok da sıcak bakmamaktadırlar. Değişik özellikte dokunmamış kumaş numuneleri temin edilememiş ve dolayısıyla sadece iki tür üretim yöntemine göre numuneler temin edilebilmiştir. Bundan sonra bu alanda yapılacak olan çalışmalar için aşağıdaki öneriler getirilmiştir.

- Çalışmada ısıl bağlama ve su jeti yöntemine göre üretilmiş dokunmamış kumaş numuneleri kullanılmıştır. Sonraki çalışmalarda farklı üretim yöntemlerine göre üretilmiş sadece dokunmamış kumaş numuneleri üzerinde değil dokuma, örme gibi diğer kumaş türleri kullanılarak benzer analizler yapılabilir. Böylece elde edilen sonuçların çok geniş yelpazede kullanılabilirliği sağlanabilir.
- Bu çalışmada kumaş-aşındırıcı yün kumaş, kumaş-ahşap ve kumaş-metal (alimünyum) gibi 3 farklı tipte sürtünme ortamı incelenmiştir. Benzer çalışma kumaş-kumaş, kumaş-cam, kumaş-metal (paslanmaz çelik, demir vb.) yada değişik sürtünme ortamlarını sembolize etmesi bakımından pürüzlülük dereceleri giderek artan zımpara kağıdı kullanılarak tekrarlanabilir.
- Sürten yüzey olarak bu çalışma kapsamında aşındırıcı yün kumaş, ahşap ve metal, sürtünen ise dokunmamış kumaş numuneleri belirlenmiştir. Sürten ve sürtünen yüzey yer değiştirerek benzer çalışmalar yapılabilir.

- Sürtünme davranışını belirlemede önemli bir parametre olan test hızı olarak 250, 500 mm/dk, uygulanan kuvvet olarak ise 7.4, 10.2, 14.5, 17.3, 20,2 N olarak belirlenmiştir. Daha geniş aralıklarında bu çalışma tekrarlanabilir.
- Bu çalışmada lifsi yüzeylerin sürtünme davranışlarını belirlemede önemli bir kriter olarak kabul edilen sürtünme kuvvetinin ve sürtünme katsayısının belirlenmesi ile objektif olarak kumaşın tutumu hakkında kanıya varılmıştır. Objektif veriler ile subjektif ölçümler sonucu elde edilen veriler ile desteklenebilir.
- Yüzey özelliklerini belirlemede kullandığımız mikroskop altında görsel inceleme testlerine ilave aşınmaya karşı dayanım, kumaş sertlik derecesi, eğilme dayanımı, yırtılma mukavemeti vb. deneyler de yapılabilir.

8. KAYNAKLAR

- AJAYI, O.J., 1992. Effects of Fabric Structure on Frictional Properties, *Textile Research Journal*, 62: 87-93.
- AJAYI, O.J. ve ELDER, H.M., 1995. Effects of Finishing Treatments on Fabric Friction, *Journal of Testing and Evaluation*, 23(1): 34-36.
- BABAARSLAN, O., 2009. Dokusuz Yüzeyley Lisansüstü Ders Notları, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana.
- BABAARSLAN O. ve KALEBEK N.A., 2009. Horizontal Platform Experiment Device For Determination of Friction Coefficient on Fibrous Textile Surfaces, Türk Patent Enstitüsü (TPE), Patent No: TR 2008/01016 B.
- BABAARSLAN O. ve KALEBEK N.A., 2009. Inclined Plane Experiment Device For Determination of Friction Coefficient on Fibrous Textile Surfaces, Türk Patent Enstitüsü (TPE), Patent No: TR 2008/01017 B.
- BHUVANA, G.D. ve RAGHUNATHAN, S., 2006. Studies on Frictional Behaviour of Chitosan-Coated Fabrics, *Autex Research Journal*, 6(4): 216-222.
- CEVAHİROĞLU, H., 1994. Dokunmamış Ürünler (Nonwoven) ve Kullanım Alanları, *Tekstil & Teknik Dergisi*, 3: 102-109.
- CLAPP T.G., TIMBLE N.B. ve GUPTA, B.S., 1991. The Frictional Behaviour of Textile Fabrics, *Journal of Applied Polymer Science. Applied Polymer Symposium 47*: 373-382.
- DAS, A., KOTHARI, V.K. ve VANDANA, N., 2005. A Study on Frictional Characteristics of Woven Fabrics, *Autex Research Journal*, 5(3): 133-140.
- DAS, A., KOTHARI, V.K. ve MANE, D., 2005. Frictional Characteristics of Woven and Nonwoven Wipes, *Fibers and Polymers*, 6(4): 318-321.
- DERLER, S., SCHRADE, U. ve GERHARDT, L.C., 2007. Tribology of Human Skin and Mechanical Skin Equivalents in Contact with Textiles, *Wear*, 263: 1112-1116.

- DU, Z.Q ve YU, W.D., 2006. Analysis of Friction Properties Between Fabrics/ Yarns and Surface, Autex World Conference (11-14 June), North Carolina State University, Raleigh / Amerika
- EUGENIJA, S., ve MATAS, G., 2006. The Peculiarities of New Textile Hand Evaluation Methods, *Fibers and Polymers*, 7(4): 414-419.
- FENG-HUA, S., ZHANG, Z., WANG, K., GUO, F., ve LIU, W., 2006. Study on the Frictional and Wear Properties of the Composites Made of Surface Modified-Nomex Fabrics, *Material Science and Engineering*, 416: 126-133.
- FONTAINE, S., MARSQUET, C., RENNER, M. ve BUENO, M.A., 2005. Characterization of Roughness-Friction: Example with Nonwovens, *Textile Research Journal*, 75(12): 826-832.
- FUJIMOTO, I., YAMADA, Y., MORIZONO, T., UMETANI, Y., ve MANEO, T., 2003. Development of Artificial Finger Skin to Detect Incipient Slip for Realization of Static Friction Sensation, *International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (IEEE MFI)*, 15-21 Aug, Heidelberg, Almanya
- HIRAI, I., GUNJI, T., 2001. Slipperiness and Coefficient of Friction on the Carpets, *Journal of Textile Engineering*, 47(2): 53-58.
- HERMANN, D., RAMKUMAR, S.S., SESHAIYER, P. ve PARAMESWARAN, S., 2004. Frictional Study of Woven Fabrics: The Relationship Between the Friction and Velocity of Testing, *Journal of Applied Polymer Science*, 92: 2420-2424.
- HONG, K. H., KIM, S. C., ve KANG, T. J., 2005. Effect of Abrasion and Absorbed Water on the Handle of Nonwovens for Disposable Diapers, *Textile Research Journal*, 75(7): 544-550.
- HOSSEINI RAVANDI, S.A, TORIUMI, K. ve MATSUMOTO, Y., 1994. Spectral Analysis of Stick-Slip Motion of Dynamic Friction in the Fabric Surface, *Textile Research Journal*, 64(4): 224-229.
- ISO 9073-3; 1989. *Tekstil-Dokusuz Yüzey Test Metodu-Bölüm 3: Kopma Mukavemeti ve Uzama Tayini*

- ISO 9073-2; 1995. Tekstil- Dokusuz Yüzey Test Metodu-Bölüm 2: Kalınlık Tayini.
- JEONG, S.H., KIM, S.H., ve HONG, C.J., 2001. The Evaluation of Nonwovens Using Image Anaysis Methods, *Fibers and Polymers*, 2(3): 164-170.
- KALYANARAMAN A.R., 1987. Yarn Friction Studies with the Sitra Friction-Measuring Devices, *The Journal of Textile Institute*, 1: 147-151.
- KALEBEK, N.A. ve BABAARSLAN, O. 2009. Evaluation of Friction and Stiffness Behaviour of Nonwovens Produced With Spunbond and Spunlace Methods, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 19(2): 145-150.
- KALEBEK, N.A. VE BABAARSLAN, O. (2009). "An Analysis on Friction Coefficient of Spunlace Nonwoven Fabrics", *Fibers and Polymers*, (in press)
- LIMA, M., ABREU, M.J., VASCONCELOS, R.M. ve CABEÇO SILVA, M.E., 2008. Comporative Study of Friction Coefficient in Nonwovens Applied for Non Active Medical Devices, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 18(4): 258-262.
- LIMA, M., HES, L., VASCONCELOS, R., ve MARTINS, J., 2005. FrictorQ, Accessing Fabric Friction With A Novel Fabric Surface Tester, *Autex Research Journal*, 5(4): 194-201.
- LIMA, M., HES, L., VASCONCELOS, R., ve MARTINS, J., 2005. FrictorQ, A Novel Fabric Surface Tester: A Progress Report, *Journal Textile Engineering*, 51(3/4): 40-46.
- MICHIELSEN, S., 2006. Device for Measuring Sliding Friction on Highloft Nonwovens, *Journal of Engineering Fibers anf Fabrics*, 1(1), 23-31
- MONTGOMERY, D. C., 2000, *Design and Analysis of Experiments*, Fifth Edition, New York, John Wiley & Sons., ISBN: 0471316490, 684s.
- RAMKUMAR, S.S., LEAF, G.A.V. ve HARLOCK S.C., 1999. A Study of the Handle Characteristics of Cotton Rib Knitted Fabrics, *Textile Institute World Conference*, 149-161.
- RAMKUMAR, S.S., WOOD, D.J., FOX, K., ve HARLOCK, S.C., 2003. Developing Polymeric Human Finger Sensor to Study the Frictional Properties of Textile, *Textile Research Journal*, 73(6): 469-473.

- RAMKUMAR, S.S., UMRANI A.S., SHELLY, D.C., ve TOCK, R.W., 2004. Study of the Effect of Sliding Velocity on the Frictional Properties of Nonwoven Fabric Substrates, *Wear*, 256: 221-225.
- ROEDEL, C. ve RAMKUMAR, S.S., 2003. Surface and Mechanical Property Measurement of H1 Technology Needle-Punched Nonwovens, *Textile Research Journal*, 73(5): 381-385.
- RUSSELL, S.J., 2007. Handbook of Nonwovens, Woodhead Pub. CRC, Cambridge, ISBN: 1855736039, 530 s.
- SADIKOĞLU, T.G., 1999. Nonwoven Tekstil Malzemelerinin Isıl Özelliklerinin İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, (101s).
- SHUCK, R.O. ve LOEB, L., 1970. Technique for Comparative Frictional Measurements on Wet Fabrics, *Textile Research Journal*, 9: 957-958.
- SU, F.H. ZHANG, Z.Z., WANG, K., JIANG, W., MEN, X.H. ve LIU, W.M., 2005. Friction and Wear Properties of Karbon Fabric Composites Filled With nano- Al_2O_3 ve nano- Si_3N_4 , *Composites: Part A: Applied Science and Manufacturing*, 37(9): 1351-1357.
- SUL, I.H., HONG, K.H., SHIM, H., ve KANG, T.J., 2006. Surface Roughness Measurement of Nonwovens Using Three-dimensional Profile Data, *Textile Research Journal*, 76(11): 828-834.
- SÜLAR, V., 2005. Kumaş Tutumunun Ölçülebilir Kumaş Özelliklerinden Tahminlenmesi Üzerine Bir Araştırma, D.E.U. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, (269s) .
- SÜLAR, V. ve OKUR, A., 2008. Handle Evaluation of Men's Suitings Produced in Turkey, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, April/June, 67(16/2): 61-68.
- ŞANSAL, Ç., 1997. Sürtünme Katsayısı Yöntemi ile Tekstil Yüzeylerinin Analizi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, (69s).
- TS EN ISO 12947-1/AC, 2006. Tekstil- Martindale Metoduyla Kumaşların Aşınmaya Karşı Dayanımının Tayini- Bölüm 1: Martindale Aşındırma Deney Cihazı.

- www.aatcc.com, 2009. American Association of Textile Chemist and Colorist web sitesi.
- www.ciba.com, 2009. Ciba Holding Inc. web sitesi.
- www.davidrigbyassociates.co.uk, 2009. DRA International Consultant in Textile Strategy, Marketing and Technology web sitesi.
- www.fleissner.de, 2009. Fleissner GmbH web sitesi.
- www.itkib.org.tr, 2009. İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri web sitesi.
- www.jwocky.gsfc.nasa.gov, 2008. Nasa web sitesi.
- www.lenzing.com, 2009. Lenzing Group web sitesi.
- www.sdlatlas.com, 2009. SDL Atlas Textile Testing Solutions Company web sitesi.
- www.microban.com, 2007. Microban Antimicrobial Product Protection web sitesi.
- www.yoncaplastik.com.tr, 2009. Yonca Plastik San. ve Tic. A.Ş. web sitesi.
- YAKARTEPE, M., YAKARTEPE, Z., 1995. Tekstil Teknolojisi Elyaftan İpliğe, Cilt 7, Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi Yayınları, İstanbul.
- YAMAN, N., 2004. Bebek Bezlerinde Objektif Tutum Değerlerinin Farklı Yöntemler ile Ölçülmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- YAMAN, N., ve ŞENOL, M.F., 2007. Hacimli Materyallerin Sürtünme Testleri İçin Alternatif Ölçüm Metodu Üzerine Bir Araştırma, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2007(3): 1-13.
- YOKURA, H, ve NIWA, M., 2003. Objective Hand Measurement of Nonwoven Fabrics Used for the Top Sheets of Disposable Diapers, Textile Research Journal, 73(8): 705-712.

ÖZGEÇMİŞ

Arş.Gör. Nazan AVCIOĞLU KALEBEK, 1976 yılında Denizli’de doğdu. İlk öğrenimini Denizli’de tamamladı. Daha sonra öğrenimini Denizli Atatürk Ortaokulu’nda devam etti. Lise öğrenimini Anadolu Öğretmen Lisesi’nde tamamladı. 1995 yılında Gaziantep Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde lisans programında başladı. 2000 yılında bu bölümden mezun oldu. 2001 bahar döneminde Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Aynı yıl Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2004 yılında yüksek lisans öğrenimini tamamladıktan sonra görevlendirme ile Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında doktora öğrenimine başlamıştır. Halen bu görevi sürdürmektedir.

EKLER

Bulgular ve Tartışmalar kısmında yer alan test sonuçları ve dokunmamış kumaş numuneleri yüzey görüntüleri aynı sıra ile bu bölümde yer almaktadır.

Ek-1. DOKUNMAMIŞ KUMAŞ SÜRTÜNME DEĞERLERİ

Ek-1.1.	Gramaja Göre Gruplandırılmış % 100 Polipropilen Numunelerin Kumaş-Aşındırıcı Yün Kumaş Sürtünme Katsayısı Değerleri.....	225
Ek-1.2.	Gramaja Göre Gruplandırılmış % 100 Poliester Numunelerin Kumaş-Aşındırıcı Yün Kumaş Sürtünme Katsayısı Değerleri.....	226
Ek-1.3.	Lif Cinsi Grubu Kumaş-Aşındırıcı Yün Kumaş Sürtünme Katsayısı Değerleri (45-70-100 g/m ²).....	227
Ek-1.4.	Lif Cinsi Grubu Kumaş-Aşındırıcı Yün Kumaş Sürtünme Katsayısı Değerleri (12-17-100 g/m ²).....	228
Ek-1.5.	Lif Cinsi Grubu Kumaş-Aşındırıcı Yün Kumaş Sürtünme Katsayısı Değerleri (70-100 g/m ²).....	229
Ek-1.6.	Bitim İşlemi Grubu Kumaş-Aşındırıcı Yün Kumaş Sürtünme Katsayısı Değerleri.....	230
Ek-1.7.	Gramaja Göre Gruplandırılmış % 100 Polipropilen Numunelerin Kumaş-Ahşap Sürtünme Katsayısı Değerleri.....	231
Ek-1.8.	Gramaja Göre Gruplandırılmış % 100 Poliester Numunelerin Kumaş-Ahşap Sürtünme Katsayısı Değerleri.....	232
Ek-1.9.	Lif Cinsi Grubu Kumaş-Ahşap Sürtünme Katsayısı Değerleri (45-70-100 g/m ²).....	233
Ek-1.10.	Lif Cinsi Grubu Kumaş-Ahşap Sürtünme Katsayısı Değerleri (12-17-100 g/m ²).....	234
Ek-1.11.	Lif Cinsi Grubu Kumaş-Ahşap Sürtünme Katsayısı Değerleri (70-100 g/m ²).....	235
Ek-1.12.	Bitim İşlemine Göre Gruplandırılmış Kumaş-Ahşap Sürtünme Katsayısı Değerleri.....	236
Ek-1.13.	Gramaja Göre Gruplandırılmış % 100 Polipropilen Numunelerin	

	Kumaş-Metal Sürtünme Katsayısı Değerleri.....	237
Ek-1.14.	Gramaja Göre Gruplandırılmış % 100 Poliester Numunelerin Kumaş-Metal Sürtünme Katsayısı Değerleri.....	238
Ek-1.15.	Lif Cinsi Grubu Kumaş-Metal Sürtünme Katsayısı Değerleri (45-70-100 g/m ²).....	239
Ek-1.16.	Lif Cinsi Grubu Kumaş-Metal Sürtünme Katsayısı Değerleri (12-17-100 g/m ²).....	240
Ek-1.17.	Lif Cinsi Grubu Kumaş-Metal Sürtünme Katsayısı Değerleri (70-100 g/m ²).....	241
Ek-1.18.	Bitim İşlemine Göre Gruplandırılmış Kumaş-Metal Sürtünme Katsayısı Değerleri.....	242

Ek-2. DOKUNMAMIŞ KUMAŞ NUMUNELERİ YÜZEY GÖRÜNTÜLERİ

Ek-2.1.	Gramaj grubu 20 g/m ² polipropilen (40x).....	243
Ek-2.2.	Gramaj grubu 30 g/m ² polipropilen (40x).....	244
Ek-2.3.	Gramaj grubu 50 g/m ² polipropilen (40x).....	244
Ek-2.4.	Gramaj grubu 70 g/m ² polipropilen (40x).....	245
Ek-2.5.	Gramaj grubu 100 g/m ² polipropilen(40x).....	245
Ek-2.6.	Gramaj grubu 70 g/m ² poliester (40x).....	246
Ek-2.7.	Gramaj grubu 100 g/m ² poliester (40x).....	246
Ek-2.8.	Gramaj grubu 120 g/m ² poliester (40x).....	247
Ek-2.9.	Gramaj grubu 150 g/m ² poliester (40x).....	247
Ek-2.10.	Gramaj grubu 200 g/m ² poliester (40x).....	248
Ek-2.11.	Gramaj grubu 250 g/m ² poliester (40x).....	248
Ek-2.12.	Lif cinsi grubu 45g/m ² poliester (40x).....	249
Ek-2.13.	Lif cinsi grubu 45g/m ² viskon (40x).....	249
Ek-2.14.	Lif cinsi grubu 70g/m ² poliester (40x).....	250
Ek-2.15.	Lif cinsi grubu 70g/m ² viskon (40x).....	250
Ek-2.16.	Lif cinsi grubu 100g/m ² viskon (40x).....	251
Ek-2.17.	Lif cinsi grubu 12g/m ² poliester (40x).....	251
Ek-2.18.	Lif cinsi grubu 12g/m ² polipropilen (40x).....	252
Ek-2.19.	Lif cinsi grubu 17g/m ² poliester (40x).....	252
Ek-2.20.	Lif cinsi grubu 17 g/m ² polipropilen (40x).....	253
Ek-2.21.	Bitim işlemleri grubu 17g/m ² UV'siz (40x).....	253
Ek-2.22.	Bitim işlemleri grubu 17g/m ² UV'li (40x).....	254
Ek-2.23.	Bitim işlemleri grubu 18g/m ² hidrofilsiz (40x).....	254
Ek-2.24.	Bitim işlemleri grubu 18g/m ² hidrofilli (40x).....	255
Ek-2.25.	Bitim işlemleri grubu 55g/m ² bakteriyel (40x).....	255
Ek-2.26.	Bitim işlemleri grubu 55g/m ² antibakteriyel (40x).....	256

Ek-1.1. Gramaja göre gruplandırılmış % 100 polipropilen numunelerin kumaş-aşındırıcı yün kumaş sürtünme katsayısı değerleri

Gramaj (g/m ²)	Sürtünme Kuvveti (N)	μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)				
		MD		CD		MD		CD		
	Hız (mm\dak)	250	500	250	500	250	500	250	500	
17	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.190	0.226	0.228	0.266	0.189	0.206	0.220	0.251
		10.2	0.187	0.215	0.225	0.243	0.184	0.205	0.218	0.237
		14.5	0.187	0.210	0.224	0.239	0.179	0.204	0.216	0.228
		17.3	0.186	0.203	0.212	0.217	0.178	0.197	0.204	0.212
		20.2	0.179	0.200	0.210	0.216	0.169	0.198	0.203	0.207
20	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.195	0.228	0.286	0.295	0.198	0.209	0.246	0.279
		10.2	0.190	0.216	0.254	0.265	0.191	0.210	0.231	0.265
		14.5	0.189	0.212	0.248	0.255	0.183	0.211	0.214	0.255
		17.3	0.181	0.145	0.234	0.241	0.176	0.141	0.201	0.236
		20.2	0.171	0.146	0.218	0.237	0.173	0.137	0.198	0.233
30	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.219	0.251	0.289	0.296	0.199	0.231	0.278	0.280
		10.2	0.165	0.240	0.273	0.287	0.193	0.216	0.271	0.279
		14.5	0.131	0.214	0.266	0.268	0.185	0.210	0.253	0.268
		17.3	0.105	0.155	0.261	0.262	0.182	0.142	0.242	0.256
		20.2	0.088	0.149	0.259	0.260	0.176	0.138	0.236	0.243
50	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.104	0.105	0.198	0.207	0.100	0.102	0.184	0.194
		10.2	0.098	0.100	0.192	0.200	0.098	0.099	0.179	0.196
		14.5	0.090	0.097	0.185	0.190	0.088	0.096	0.177	0.187
		17.3	0.085	0.087	0.180	0.187	0.082	0.085	0.176	0.185
		20.2	0.083	0.084	0.176	0.183	0.082	0.084	0.169	0.177
70	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.102	0.102	0.114	0.190	0.101	0.102	0.111	0.178
		10.2	0.094	0.100	0.099	0.183	0.092	0.094	0.094	0.169
		14.5	0.090	0.095	0.091	0.177	0.084	0.086	0.089	0.154
		17.3	0.079	0.081	0.088	0.173	0.072	0.082	0.082	0.143
		20.2	0.071	0.080	0.086	0.165	0.067	0.080	0.078	0.132
100	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.062	0.100	0.103	0.109	0.058	0.094	0.077	0.077
		10.2	0.054	0.092	0.091	0.103	0.052	0.082	0.056	0.058
		14.5	0.046	0.083	0.090	0.103	0.045	0.074	0.051	0.054
		17.3	0.040	0.075	0.080	0.091	0.036	0.065	0.050	0.053
		20.2	0.030	0.068	0.075	0.090	0.023	0.058	0.042	0.049

Ek-1.2. Gramaja göre gruplandırılmış % 100 poliester numunelerin kumaş- aşındırıcı yün kumaş sürtünme katsayısı değerleri

Gramaj (g/m ²)	Sürtünme Kuvveti (N)		μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)			
			MD		CD		MD		CD	
	Hız (mm/dak)		250	500	250	500	250	500	250	500
45	Uygulanan Kuvvet (N)	7,4	0.236	0.282	0.137	0.182	0.214	0.248	0.121	0.315
		10,2	0.220	0.244	0.135	0.163	0.195	0.219	0.118	0.264
		13,1	0.201	0.221	0.130	0.161	0.180	0.200	0.117	0.252
		17,3	0.168	0.193	0.124	0.147	0.150	0.174	0.111	0.192
		20,2	0.165	0.186	0.122	0.145	0.144	0.166	0.102	0.103
70	Uygulanan Kuvvet (N)	7,4	0.184	0.211	0.083	0.146	0.097	0.193	0.076	0.388
		10,2	0.113	0.187	0.082	0.145	0.088	0.177	0.075	0.265
		13,1	0.111	0.171	0.075	0.143	0.086	0.165	0.059	0.138
		17,3	0.103	0.153	0.072	0.128	0.074	0.145	0.041	0.130
		20,2	0.103	0.151	0.052	0.122	0.056	0.139	0.036	0.071
100	Uygulanan Kuvvet (N)	7,4	0.175	0.192	0.139	0.228	0.137	0.172	0.136	0.448
		10,2	0.165	0.184	0.137	0.222	0.134	0.165	0.133	0.389
		13,1	0.155	0.177	0.136	0.204	0.134	0.157	0.126	0.337
		17,3	0.141	0.156	0.130	0.175	0.123	0.138	0.115	0.327
		20,2	0.140	0.152	0.130	0.171	0.122	0.134	0.115	0.324
120	Uygulanan Kuvvet (N)	7,4	0.174	0.185	0.136	0.153	0.129	0.157	0.129	0.145
		10,2	0.162	0.183	0.127	0.152	0.125	0.141	0.113	0.134
		13,1	0.151	0.172	0.114	0.146	0.110	0.138	0.111	0.128
		17,3	0.133	0.167	0.113	0.139	0.106	0.125	0.104	0.105
		20,2	0.130	0.150	0.111	0.125	0.105	0.111	0.095	0.096
150	Uygulanan Kuvvet (N)	7,4	0.134	0.176	0.129	0.144	0.113	0.152	0.120	0.133
		10,2	0.121	0.174	0.121	0.132	0.111	0.147	0.116	0.121
		13,1	0.107	0.150	0.110	0.116	0.107	0.139	0.107	0.110
		17,3	0.104	0.111	0.105	0.111	0.102	0.120	0.104	0.100
		20,2	0.100	0.110	0.104	0.190	0.095	0.103	0.102	0.100
200	Uygulanan Kuvvet (N)	7,4	0.129	0.170	0.111	0.140	0.092	0.148	0.120	0.130
		10,2	0.112	0.166	0.107	0.130	0.085	0.142	0.111	0.122
		13,1	0.100	0.141	0.102	0.118	0.080	0.135	0.102	0.121
		17,3	0.091	0.104	0.090	0.109	0.075	0.126	0.100	0.106
		20,2	0.088	0.100	0.081	0.101	0.072	0.117	0.089	0.094
250	Uygulanan Kuvvet (N)	7,4	0.106	0.159	0.108	0.137	0.090	0.145	0.119	0.121
		10,2	0.106	0.156	0.103	0.130	0.082	0.137	0.115	0.120
		13,1	0.087	0.143	0.095	0.100	0.078	0.126	0.105	0.107
		17,3	0.083	0.136	0.090	0.097	0.056	0.120	0.102	0.105
		20,2	0.078	0.125	0.067	0.094	0.040	0.114	0.097	0.100

Ek-1.3. Lif cinsi grubu kumaş- aşındırıcı yün kumaş sürtünme katsayısı değerleri
(45-70-100 g/m²)

Gramaj(g/m ²) Lif Cinsi	Sürtünme Kuvveti (N)	μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)				
		MD		CD		MD		CD		
	Hız (mm\dak)	250	500	250	500	250	500	250	500	
45 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.236	0.282	0.137	0.182	0.214	0.315	0.121	0.248
		10.2	0.220	0.244	0.135	0.163	0.195	0.264	0.118	0.219
		14.5	0.201	0.221	0.130	0.161	0.180	0.252	0.117	0.200
		17.3	0.168	0.193	0.124	0.147	0.150	0.192	0.111	0.174
		20.2	0.165	0.186	0.122	0.145	0.144	0.103	0.102	0.166
45 CV	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.227	0.233	0.104	0.142	0.180	0.355	0.089	0.204
		10.2	0.181	0.232	0.099	0.136	0.152	0.277	0.074	0.174
		14.5	0.175	0.183	0.089	0.126	0.151	0.200	0.064	0.161
		17.3	0.136	0.153	0.076	0.123	0.132	0.178	0.055	0.133
		20.2	0.125	0.135	0.070	0.117	0.120	0.146	0.043	0.129
70 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.184	0.211	0.083	0.146	0.097	0.388	0.076	0.193
		10.2	0.113	0.187	0.082	0.145	0.088	0.265	0.075	0.177
		14.5	0.111	0.171	0.075	0.143	0.086	0.138	0.059	0.165
		17.3	0.103	0.153	0.072	0.128	0.074	0.130	0.041	0.145
		20.2	0.103	0.151	0.052	0.122	0.056	0.071	0.036	0.139
70 CV	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.234	0.237	0.158	0.194	0.194	0.389	0.128	0.203
		10.2	0.188	0.203	0.152	0.168	0.171	0.271	0.122	0.182
		14.5	0.167	0.183	0.150	0.159	0.157	0.189	0.120	0.167
		17.3	0.145	0.156	0.126	0.144	0.137	0.137	0.107	0.145
		20.2	0.142	0.154	0.122	0.139	0.131	0.121	0.103	0.139
100 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.175	0.192	0.139	0.228	0.137	0.448	0.136	0.172
		10.2	0.165	0.184	0.137	0.222	0.134	0.389	0.133	0.165
		14.5	0.155	0.177	0.136	0.204	0.134	0.337	0.126	0.157
		17.3	0.141	0.156	0.130	0.175	0.123	0.327	0.115	0.138
		20.2	0.140	0.152	0.130	0.171	0.122	0.324	0.115	0.134
100 CV	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.266	0.278	0.101	0.225	0.231	0.454	0.217	0.239
		10.2	0.222	0.233	0.099	0.217	0.204	0.352	0.189	0.208
		14.5	0.211	0.224	0.098	0.180	0.183	0.325	0.174	0.191
		17.3	0.189	0.198	0.068	0.170	0.153	0.229	0.149	0.163
		20.2	0.171	0.182	0.067	0.156	0.145	0.222	0.142	0.154

Ek-1.4. Lif cinsi grubu kumaş-aşındırıcı yün kumaş sürtünme katsayısı değerleri (12-17-100 g/m²)

Gramaj(g/m ²) Lif Cinsi	Sürtünme Kuvveti (N)	μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)				
		MD		CD		MD		CD		
	Hız (mm\dak)	250	500	250	500	250	500	250	500	
12 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.165	0.184	0.096	0.180	0.156	0.176	0.091	0.160
		10.2	0.156	0.162	0.095	0.169	0.142	0.160	0.081	0.145
		14.5	0.139	0.158	0.092	0.167	0.132	0.150	0.079	0.136
		17.3	0.131	0.139	0.087	0.139	0.116	0.131	0.076	0.121
		20.2	0.129	0.137	0.082	0.138	0.113	0.127	0.069	0.119
12 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.150	0.107	0.123	0.148	0.145	0.099	0.103	0.129
		10.2	0.132	0.105	0.116	0.136	0.129	0.094	0.099	0.120
		14.5	0.129	0.100	0.114	0.121	0.118	0.090	0.094	0.110
		17.3	0.109	0.096	0.096	0.111	0.103	0.082	0.083	0.097
		20.2	0.106	0.094	0.094	0.110	0.099	0.081	0.082	0.095
17 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.203	0.240	0.246	0.279	0.200	0.212	0.245	0.254
		10.2	0.198	0.232	0.235	0.261	0.197	0.210	0.231	0.251
		14.5	0.195	0.221	0.234	0.259	0.190	0.208	0.220	0.248
		17.3	0.190	0.210	0.220	0.243	0.183	0.204	0.209	0.241
		20.2	0.183	0.204	0.213	0.221	0.180	0.199	0.200	0.210
17 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.190	0.226	0.228	0.266	0.189	0.206	0.220	0.251
		10.2	0.187	0.215	0.225	0.243	0.184	0.205	0.218	0.237
		14.5	0.187	0.210	0.224	0.239	0.179	0.204	0.216	0.228
		17.3	0.186	0.203	0.212	0.217	0.178	0.197	0.204	0.212
		20.2	0.179	0.200	0.210	0.216	0.169	0.198	0.203	0.207
100 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.175	0.192	0.139	0.228	0.137	0.172	0.136	0.448
		10.2	0.165	0.184	0.137	0.222	0.134	0.165	0.133	0.389
		14.5	0.155	0.177	0.136	0.204	0.134	0.157	0.126	0.337
		17.3	0.141	0.156	0.130	0.175	0.123	0.138	0.115	0.327
		20.2	0.140	0.152	0.130	0.171	0.122	0.134	0.115	0.324
100 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.062	0.103	0.103	0.109	0.098	0.094	0.077	0.097
		10.2	0.054	0.092	0.091	0.103	0.092	0.094	0.056	0.088
		14.5	0.046	0.083	0.090	0.103	0.085	0.094	0.051	0.081
		17.3	0.040	0.075	0.080	0.091	0.076	0.092	0.050	0.074
		20.2	0.030	0.068	0.075	0.090	0.073	0.089	0.042	0.069

Ek-1.5. Lif cinsi grubu kumaş-aşındırıcı yün kumaş sürtünme katsayısı değerleri
(70-100 g/m²)

Gramaj(g/m ²) Lif Cinsi	Sürtünme Kuvveti (N)	μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)				
		MD		CD		MD		CD		
	Hız (mm/dak)	250	500	250	500	250	500	250	500	
70 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.184	0.211	0.083	0.146	0.097	0.193	0.076	0.388
		10.2	0.113	0.187	0.082	0.145	0.088	0.177	0.075	0.265
		14.5	0.111	0.171	0.075	0.143	0.086	0.165	0.059	0.138
		17.3	0.103	0.153	0.072	0.128	0.074	0.145	0.041	0.130
		20.2	0.103	0.151	0.052	0.122	0.056	0.139	0.036	0.071
70 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.102	0.102	0.114	0.190	0.101	0.102	0.111	0.178
		10.2	0.094	0.100	0.099	0.183	0.092	0.094	0.094	0.169
		14.5	0.090	0.095	0.091	0.177	0.084	0.086	0.089	0.154
		17.3	0.079	0.081	0.088	0.173	0.072	0.082	0.082	0.143
		20.2	0.071	0.080	0.086	0.165	0.067	0.080	0.078	0.132
100 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.175	0.192	0.139	0.228	0.137	0.172	0.136	0.448
		10.2	0.165	0.184	0.137	0.222	0.134	0.165	0.133	0.389
		14.5	0.155	0.177	0.136	0.204	0.134	0.157	0.126	0.337
		17.3	0.141	0.156	0.130	0.175	0.123	0.138	0.115	0.327
		20.2	0.140	0.152	0.130	0.171	0.122	0.134	0.115	0.324
100 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.062	0.103	0.103	0.109	0.098	0.094	0.077	0.097
		10.2	0.054	0.092	0.091	0.103	0.092	0.094	0.056	0.088
		14.5	0.046	0.083	0.090	0.103	0.085	0.094	0.051	0.081
		17.3	0.040	0.075	0.080	0.091	0.076	0.092	0.050	0.074
		20.2	0.030	0.068	0.075	0.090	0.073	0.089	0.042	0.069

Ek-1.6. Bitim işlemleri grubu kumaş-aşındırıcı yün kumaş sürtünme katsayısı değerleri

Gramaj/ Lif Cinsi/ Bitim İşlemi	Sürtünme Kuvveti (N)	μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)				
		MD		CD		MD		CD		
	Hız (mm/dak)	250	500	250	500	250	500	250	500	
17 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.190	0.226	0.228	0.266	0.189	0.206	0.220	0.251
		10.2	0.187	0.215	0.225	0.243	0.184	0.205	0.218	0.237
		14.5	0.187	0.210	0.224	0.239	0.179	0.204	0.216	0.228
		17.3	0.186	0.203	0.212	0.217	0.178	0.197	0.204	0.212
		20.2	0.179	0.200	0.210	0.216	0.169	0.198	0.203	0.207
17PP UV	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.087	0.112	0.123	0.165	0.120	0.125	0.106	0.165
		10.2	0.084	0.104	0.112	0.142	0.107	0.121	0.103	0.134
		14.5	0.072	0.099	0.110	0.137	0.103	0.117	0.100	0.125
		17.3	0.068	0.089	0.107	0.115	0.099	0.101	0.092	0.115
		20.2	0.056	0.087	0.105	0.109	0.096	0.095	0.091	0.108
18 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.150	-	0.121	0.166	0.140	-	0.106	0.167
		10.2	0.131	0.071	0.117	0.147	0.129	0.062	0.104	0.134
		14.5	0.130	0.065	0.103	0.137	0.121	0.050	0.100	0.125
		17.3	0.115	0.057	0.099	0.125	0.107	0.046	0.092	0.115
		20.2	0.112	0.040	0.096	0.124	0.105	0.036	0.091	0.108
18 PP Hidrofil	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.091	0.103	0.095	0.153	0.071	0.095	0.080	0.145
		10.2	0.080	0.099	0.091	0.147	0.065	0.083	0.074	0.143
		14.5	0.073	0.098	0.084	0.138	0.063	0.072	0.070	0.133
		17.3	0.069	0.076	0.082	0.123	0.062	0.068	0.066	0.118
		20.2	0.065	0.072	0.081	0.118	0.055	0.064	0.057	0.114
55 Cv	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.228	0.239	0.251	0.276	0.207	0.213	0.154	0.224
		10.2	0.212	0.206	0.245	0.265	0.179	0.189	0.144	0.195
		14.5	0.186	0.185	0.193	0.195	0.175	0.175	0.137	0.192
		17.3	0.178	0.169	0.179	0.193	0.155	0.158	0.122	0.164
		20.2	0.175	0.157	0.186	0.189	0.146	0.151	0.117	0.156
55 Cv Anti Bakteriyel	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.149	0.168	0.164	0.236	0.127	0.153	0.128	0.224
		10.2	0.135	0.161	0.156	0.199	0.123	0.145	0.114	0.190
		14.5	0.132	0.153	0.152	0.197	0.120	0.144	0.113	0.179
		17.3	0.132	0.152	0.151	0.187	0.108	0.140	0.104	0.160
		20.2	0.125	0.149	0.143	0.180	0.107	0.139	0.103	0.154

Ek-1.7. Gramaja göre gruplandırılmış % 100 polipropilen numunelerin kumaş-ahşap sürtünme katsayısı değerleri

Gramaj (g/m ²)	Sürtünme Kuvveti (N)	μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)				
		MD		CD		MD		CD		
	Hız (mm/dak)	250	500	250	500	250	500	250	500	
17	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.084	0.072	0.089	0.071	0.063	0.055	0.061	0.051
		10.2	0.075	0.067	0.068	0.062	0.060	0.048	0.060	0.050
		14.5	0.065	0.064	0.065	0.061	0.054	0.038	0.060	0.049
		17.3	0.059	0.057	0.060	0.056	0.057	0.032	0.056	0.034
		20.2	0.049	0.048	0.056	0.049	0.043	0.005	0.050	0.026
20	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.140	0.077	0.163	0.079	0.137	0.069	0.142	0.071
		10.2	0.131	0.074	0.150	0.068	0.129	0.068	0.137	0.069
		14.5	0.115	0.068	0.150	0.067	0.127	0.058	0.129	0.060
		17.3	0.111	0.066	0.134	0.065	0.124	0.057	0.127	0.059
		20.2	0.110	0.053	0.124	0.056	0.112	0.042	0.115	0.054
30	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.162	0.079	0.170	0.081	0.136	0.073	0.165	0.075
		10.2	0.149	0.067	0.154	0.077	0.129	0.070	0.152	0.072
		14.5	0.145	0.065	0.152	0.066	0.120	0.064	0.146	0.065
		17.3	0.130	0.063	0.148	0.066	0.105	0.059	0.135	0.060
		20.2	0.121	0.051	0.144	0.060	0.100	0.043	0.120	0.044
50	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.128	0.056	0.130	0.058	0.119	0.055	0.120	0.061
		10.2	0.122	0.054	0.123	0.057	0.108	0.051	0.112	0.052
		14.5	0.116	0.053	0.123	0.055	0.106	0.050	0.106	0.052
		17.3	0.107	0.040	0.116	0.044	0.092	0.037	0.097	0.040
		20.2	0.104	0.019	0.111	0.019	0.090	0.024	0.091	0.027
70	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.073	0.048	0.084	0.055	0.064	0.047	0.066	0.047
		10.2	0.065	0.047	0.072	0.053	0.058	0.043	0.064	0.044
		14.5	0.063	0.044	0.066	0.051	0.057	0.042	0.062	0.044
		17.3	0.059	0.034	0.064	0.046	0.052	0.031	0.050	0.040
		20.2	0.052	0.030	0.064	0.045	0.049	0.020	0.045	0.036
100	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.068	0.036	0.081	0.039	0.034	0.024	0.038	0.034
		10.2	0.025	0.033	0.027	0.036	0.032	0.021	0.033	0.033
		14.5	0.022	0.032	0.027	0.035	0.032	0.016	0.033	0.033
		17.3	0.020	0.023	0.027	0.032	0.026	0.009	0.030	0.029
		20.2	0.016	0.020	0.018	0.023	0.016	0.002	0.027	0.020

Ek-1.8. Gramaja göre gruplandırılmış % 100 poliester numunelerin kumaş- ahşap sürtünme katsayısı değerleri

Gramaj (g/m ²)	Sürtünme Kuvveti (N)	μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)				
		MD		CD		MD		CD		
		250	500	250	500	250	500	250	500	
45	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.097	0.089	0.098	0.093	0.104	0.084	0.115	0.086
		10.2	0.090	0.073	0.094	0.075	0.082	0.060	0.105	0.066
		14.5	0.086	0.070	0.091	0.071	0.081	0.059	0.086	0.062
		17.3	0.085	0.050	0.088	0.055	0.071	0.055	0.076	0.062
		20.2	0.084	0.027	0.085	0.035	0.070	0.030	0.072	0.033
70	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.102	0.102	0.111	0.098	0.101	0.101	0.103	0.103
		10.2	0.097	0.088	0.094	0.097	0.096	0.092	0.101	0.098
		14.5	0.094	0.085	0.090	0.094	0.091	0.089	0.095	0.090
		17.3	0.091	0.084	0.089	0.094	0.086	0.080	0.087	0.089
		20.2	0.071	0.072	0.083	0.076	0.077	0.079	0.083	0.084
100	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.162	0.101	0.167	0.105	0.137	0.085	0.162	0.070
		10.2	0.147	0.095	0.153	0.097	0.117	0.080	0.124	0.060
		14.5	0.135	0.074	0.144	0.075	0.115	0.079	0.123	0.058
		17.3	0.123	0.068	0.124	0.070	0.105	0.052	0.109	0.037
		20.2	0.107	0.041	0.115	0.054	0.101	0.005	0.105	0.014
120	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.178	0.092	0.180	0.105	0.158	0.088	0.179	0.070
		10.2	0.139	0.087	0.147	0.101	0.132	0.087	0.142	0.070
		14.5	0.114	0.087	0.118	0.091	0.105	0.075	0.101	0.069
		17.3	0.109	0.075	0.111	0.089	0.099	0.065	0.096	0.066
		20.2	0.105	0.074	0.109	0.076	0.090	0.059	0.094	0.062
150	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.150	0.067	0.152	0.068	0.115	0.064	0.139	0.074
		10.2	0.122	0.058	0.124	0.059	0.114	0.049	0.138	0.067
		14.5	0.119	0.056	0.123	0.057	0.106	0.044	0.130	0.055
		17.3	0.112	0.052	0.115	0.051	0.097	0.035	0.128	0.041
		20.2	0.099	0.036	0.102	0.051	0.094	0.022	0.127	0.034
200	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.135	0.044	0.135	0.046	0.131	0.040	0.135	0.055
		10.2	0.123	0.038	0.132	0.041	0.120	0.032	0.124	0.039
		14.5	0.097	0.032	0.109	0.037	0.089	0.024	0.106	0.014
		17.3	0.090	0.030	0.095	0.030	0.088	0.015	0.095	0.013
		20.2	0.072	0.011	0.076	0.014	0.068	0.012	0.078	0.011
250	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.090	0.054	0.106	0.045	0.079	0.045	0.081	0.045
		10.2	0.081	0.054	0.104	0.044	0.077	0.037	0.080	0.037
		14.5	0.080	0.037	0.101	0.029	0.073	0.027	0.076	0.027
		17.3	0.076	0.034	0.091	0.029	0.070	0.013	0.073	0.014
		20.2	0.074	0.021	0.080	0.022	0.067	0.011	0.071	0.012

Ek-1.9. Lif Cinsi Grubu Kumaş-Ahşap Sürtünme Katsayısı Değerleri
(45-70-100 g/m²)

Gramaj (g/m ²)/ Lif Cinsi	Sürtünme Kuvveti (N)	μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)				
		MD		CD		MD		CD		
	Hız (mm/dak)	250	500	250	500	250	500	250	500	
45 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.097	0.089	0.098	0.093	0.104	0.084	0.115	0.086
		10.2	0.090	0.073	0.094	0.075	0.082	0.060	0.105	0.066
		14.5	0.086	0.070	0.091	0.071	0.081	0.059	0.086	0.062
		17.3	0.085	0.050	0.088	0.055	0.071	0.055	0.076	0.062
		20.2	0.084	0.027	0.085	0.035	0.070	0.030	0.072	0.033
45 CV	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.124	0.121	0.127	0.120	0.120	0.114	0.125	0.121
		10.2	0.113	0.110	0.118	0.105	0.112	0.105	0.111	0.120
		14.5	0.106	0.104	0.115	0.102	0.100	0.093	0.100	0.116
		17.3	0.102	0.100	0.108	0.101	0.098	0.089	0.100	0.111
		20.2	0.096	0.090	0.107	0.100	0.088	0.075	0.092	0.087
70 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.102	0.102	0.111	0.098	0.101	0.101	0.103	0.103
		10.2	0.097	0.088	0.094	0.097	0.096	0.092	0.101	0.098
		14.5	0.094	0.085	0.090	0.094	0.091	0.089	0.095	0.090
		17.3	0.091	0.084	0.089	0.094	0.086	0.080	0.087	0.089
		20.2	0.071	0.072	0.083	0.076	0.077	0.079	0.083	0.084
70 CV	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.142	0.138	0.156	0.148	0.141	0.130	0.155	0.153
		10.2	0.131	0.125	0.142	0.137	0.128	0.121	0.137	0.132
		14.5	0.125	0.114	0.134	0.125	0.121	0.111	0.128	0.121
		17.3	0.117	0.108	0.128	0.118	0.110	0.095	0.115	0.111
		20.2	0.103	0.101	0.117	0.103	0.099	0.091	0.111	0.103
100 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.162	0.101	0.167	0.105	0.137	0.085	0.162	0.070
		10.2	0.147	0.095	0.153	0.097	0.117	0.080	0.124	0.060
		14.5	0.135	0.074	0.144	0.075	0.115	0.079	0.123	0.058
		17.3	0.123	0.068	0.124	0.070	0.105	0.052	0.109	0.037
		20.2	0.107	0.041	0.115	0.054	0.101	0.005	0.105	0.014
100 CV	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.182	0.158	0.195	0.183	0.176	0.162	0.178	0.171
		10.2	0.175	0.168	0.187	0.174	0.162	0.154	0.165	0.167
		14.5	0.153	0.142	0.173	0.169	0.150	0.140	0.158	0.162
		17.3	0.148	0.135	0.161	0.150	0.141	0.132	0.146	0.149
		20.2	0.136	0.123	0.152	0.143	0.132	0.121	0.133	0.138

Ek-1.10. Lif Cinsi Grubu Kumaş-Ahşap Sürtünme Katsayısı Değerleri
(12-17-100 g/m²)

Gramaj (g/m ²)/ Lif Cinsi	Sürtünme Kuvveti (N)	μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)				
		MD		CD		MD		CD		
		250	500	250	500	250	500	250	500	
12 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.120	0.116	0.124	0.120	0.110	0.102	0.117	0.110
		10.2	0.114	0.111	0.121	0.119	0.104	0.100	0.106	0.102
		14.5	0.108	0.103	0.115	0.104	0.102	0.100	0.093	0.101
		17.3	0.099	0.095	0.108	0.099	0.094	0.089	0.087	0.095
		20.2	0.096	0.086	0.106	0.082	0.081	0.075	0.065	0.073
12 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.092	0.071	0.099	0.090	0.075	0.055	0.081	0.063
		10.2	0.084	0.082	0.088	0.085	0.072	0.048	0.080	0.054
		14.5	0.080	0.078	0.085	0.083	0.064	0.048	0.075	0.049
		17.3	0.073	0.062	0.077	0.068	0.057	0.037	0.062	0.044
		20.2	0.067	0.055	0.069	0.063	0.043	0.032	0.058	0.036
17 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.116	0.109	0.122	0.119	0.109	0.100	0.113	0.105
		10.2	0.113	0.111	0.119	0.114	0.102	0.097	0.112	0.100
		14.5	0.102	0.100	0.108	0.100	0.099	0.087	0.106	0.093
		17.3	0.092	0.083	0.097	0.086	0.089	0.068	0.098	0.082
		20.2	0.089	0.081	0.093	0.084	0.082	0.055	0.095	0.071
17 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.084	0.072	0.089	0.071	0.063	0.055	0.061	0.051
		10.2	0.075	0.067	0.068	0.062	0.060	0.048	0.060	0.050
		14.5	0.065	0.064	0.065	0.061	0.054	0.038	0.060	0.049
		17.3	0.059	0.057	0.060	0.056	0.057	0.032	0.056	0.034
		20.2	0.049	0.048	0.056	0.049	0.043	0.005	0.050	0.026
100 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.162	0.101	0.167	0.105	0.137	0.085	0.162	0.070
		10.2	0.147	0.095	0.153	0.097	0.117	0.080	0.124	0.060
		14.5	0.135	0.074	0.144	0.075	0.115	0.079	0.123	0.058
		17.3	0.123	0.068	0.124	0.070	0.105	0.052	0.109	0.037
		20.2	0.107	0.041	0.115	0.054	0.101	0.005	0.105	0.014
100 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.068	0.036	0.081	0.039	0.034	0.024	0.038	0.034
		10.2	0.025	0.033	0.027	0.036	0.032	0.021	0.033	0.033
		14.5	0.022	0.032	0.027	0.035	0.032	0.016	0.033	0.033
		17.3	0.020	0.023	0.027	0.032	0.026	0.009	0.030	0.029
		20.2	0.016	0.020	0.018	0.023	0.016	0.002	0.027	0.020

Ek-1.11. Lif Cinsi Grubu Kumaş-Ahşap Sürtünme Katsayısı Değerleri
(70-100 g/m²)

Gramaj (g/m ²)/ Lif Cinsi	Sürtünme Kuvveti (N)	μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)				
		MD		CD		MD		CD		
	Hız (mm/dak)	250	500	250	500	250	500	250	500	
70 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.073	0.048	0.084	0.055	0.064	0.047	0.066	0.047
		10.2	0.065	0.047	0.072	0.053	0.058	0.043	0.064	0.044
		14.5	0.063	0.044	0.066	0.051	0.057	0.042	0.062	0.044
		17.3	0.059	0.034	0.064	0.046	0.052	0.031	0.050	0.040
		20.2	0.052	0.030	0.064	0.045	0.049	0.020	0.045	0.036
70 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.102	0.102	0.111	0.098	0.101	0.101	0.103	0.103
		10.2	0.097	0.088	0.094	0.097	0.096	0.092	0.101	0.098
		14.5	0.094	0.085	0.090	0.094	0.091	0.089	0.095	0.090
		17.3	0.091	0.084	0.089	0.094	0.086	0.080	0.087	0.089
		20.2	0.071	0.072	0.083	0.076	0.077	0.079	0.083	0.084
100 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.068	0.036	0.081	0.039	0.034	0.024	0.038	0.034
		10.2	0.025	0.033	0.027	0.036	0.032	0.021	0.033	0.033
		14.5	0.022	0.032	0.027	0.035	0.032	0.016	0.033	0.033
		17.3	0.020	0.023	0.027	0.032	0.026	0.009	0.030	0.029
		20.2	0.016	0.020	0.018	0.023	0.016	0.002	0.027	0.020
100 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.162	0.101	0.167	0.105	0.137	0.085	0.162	0.070
		10.2	0.147	0.095	0.153	0.097	0.117	0.080	0.124	0.060
		14.5	0.135	0.074	0.144	0.075	0.115	0.079	0.123	0.058
		17.3	0.123	0.068	0.124	0.070	0.105	0.052	0.109	0.037
		20.2	0.107	0.041	0.115	0.054	0.101	0.005	0.105	0.014

Ek-1.12. Bitim İşlemine Göre Gruplandırılmış Kumaş-Ahşap Sürtünme Katsayısı Değerleri

Gramaj (g/m ²)/ Lif Cinsi/ Bitim İşlemi	Sürtünme Kuvveti (N)		μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)			
			MD		CD		MD		CD	
	Hız (mm/dak)	250	500	250	500	250	500	250	500	
17 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.084	0.072	0.089	0.071	0.063	0.060	0.061	0.055
		10.2	0.075	0.067	0.068	0.062	0.060	0.050	0.060	0.050
		14.5	0.065	0.064	0.065	0.061	0.054	0.039	0.060	0.050
		17.3	0.059	0.057	0.060	0.056	0.057	0.035	0.056	0.044
		20.2	0.049	0.048	0.056	0.049	0.043	0.010	0.050	0.032
17 PP UV	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.074	0.067	0.075	0.048	0.100	0.055	0.054	0.051
		10.2	0.073	0.055	0.074	0.041	0.043	0.048	0.052	0.050
		14.5	0.062	0.034	0.070	0.037	0.019	0.038	0.050	0.049
		17.3	0.055	0.027	0.056	0.035	0.012	0.032	0.046	0.034
		20.2	0.026	0.014	0.027	0.032	0.005	0.005	0.036	0.026
18 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.088	0.071	0.083	0.075	0.064	0.054	0.068	0.056
		10.2	0.077	0.071	0.076	0.071	0.063	0.048	0.064	0.048
		14.5	0.064	0.068	0.075	0.070	0.058	0.046	0.063	0.046
		17.3	0.056	0.053	0.070	0.059	0.055	0.033	0.058	0.034
		20.2	0.032	0.052	0.065	0.055	0.025	0.007	0.026	0.016
18 PP Hidrofilli	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.080	0.063	0.066	0.064	0.065	0.060	0.069	0.062
		10.2	0.075	0.051	0.065	0.060	0.064	0.051	0.067	0.052
		14.5	0.068	0.048	0.063	0.058	0.059	0.039	0.064	0.044
		17.3	0.059	0.048	0.049	0.056	0.056	0.034	0.058	0.040
		20.2	0.069	0.035	0.041	0.054	0.052	0.017	0.055	0.021
55 CV	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.170	0.086	0.180	0.089	0.136	0.085	0.163	0.126
		10.2	0.164	0.078	0.170	0.086	0.123	0.046	0.116	0.065
		14.5	0.146	0.077	0.148	0.079	0.122	0.045	0.110	0.064
		17.3	0.124	0.058	0.138	0.062	0.106	0.029	0.105	0.046
		20.2	0.112	0.036	0.126	0.042	0.101	0.021	0.098	0.014
55 CV Anti Bakteriyel	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.115	0.084	0.126	0.098	0.117	0.081	0.140	0.090
		10.2	0.114	0.058	0.115	0.062	0.116	0.069	0.128	0.051
		14.5	0.101	0.057	0.110	0.057	0.106	0.063	0.125	0.050
		17.3	0.099	0.052	0.102	0.053	0.104	0.040	0.110	0.034
		20.2	0.092	0.033	0.096	0.040	0.097	0.003	0.107	0.031

Ek-1.13. Gramaj Göre Gruplandırılmış % 100 Polipropilen Numunelerin Kumaş-Metal Sürtünme Katsayısı Değerleri

Gramaj (g/m ²)	Sürtünme Kuvveti (N)	μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)				
		MD		CD		MD		CD		
		250	500	250	500	250	500	250	500	
17	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.043	-	0.055	-	0.030	-	0.041	-
		10.2	0.031	-	0.048	-	0.023	-	0.030	-
		14.5	0.030	-	0.035	-	0.017	-	0.022	-
		17.3	0.022	-	0.030	-	0.011	-	0.016	-
		20.2	0.021	-	0.025	-	0.010	-	0.014	-
20	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.055	-	0.067	-	0.044	-	0.053	-
		10.2	0.042	-	0.065	-	0.039	-	0.052	-
		14.5	0.035	-	0.063	-	0.025	-	0.048	-
		17.3	.030	-	0.052	-	0.021	-	0.036	-
		20.2	0.027	-	0.048	-	0.013	-	0.032	-
30	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.061	0.053	0.070	0.062	0.056	0.052	0.064	0.055
		10.2	0.058	0.045	0.064	0.043	0.047	0.040	0.051	0.042
		14.5	0.053	0.037	0.062	0.035	0.037	0.032	0.045	0.037
		17.3	0.044	0.032	0.048	0.031	0.033	0.027	0.035	0.030
		20.2	0.032	0.031	0.041	0.030	0.024	0.023	0.027	0.025
50	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.076	0.072	0.083	0.098	0.059	0.043	0.071	0.046
		10.2	0.070	0.053	0.081	0.092	0.058	0.031	0.070	0.037
		14.5	0.063	0.047	0.076	0.084	0.056	0.020	0.062	0.022
		17.3	0.061	0.041	0.072	0.080	0.042	0.019	0.047	0.020
		20.2	0.057	0.038	0.069	0.073	0.040	0.013	0.041	0.017
70	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.055	0.048	0.058	0.049	0.043	0.037	0.036	0.024
		10.2	0.043	0.037	0.052	0.041	0.041	0.031	0.034	0.012
		14.5	0.037	0.032	0.046	0.041	0.035	0.024	0.022	0.010
		17.3	0.029	0.024	0.044	0.040	0.022	0.017	0.016	0.010
		20.2	0.022	0.018	0.034	0.026	0.019	0.012	0.015	0.009
100	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.042	0.040	0.051	0.042	0.030	0.021	0.030	0.031
		10.2	0.033	0.030	0.042	0.034	0.022	0.021	0.030	0.030
		14.5	0.021	0.018	0.030	0.031	0.022	0.019	0.027	0.027
		17.3	0.017	0.012	0.030	0.020	0.016	0.016	0.026	0.025
		20.2	0.012	0.011	0.028	0.013	0.013	0.012	0.021	0.019

Ek-1.14. Gramaja Göre Gruplandırılmış % 100 Poliester Numunelerin Kumaş-Metal Sürtünme Katsayısı Değerleri

Gramaj (g/m ²)	Sürtünme Kuvveti (N)	μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)				
		MD		CD		MD		CD		
		Hız (mm/dak)	250	500	250	500	250	500	250	500
45	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.082	0.061	0.085	0.074	0.073	0.057	0.080	0.072
		10.2	0.079	0.058	0.083	0.068	0.067	0.051	0.075	0.065
		14.5	0.065	0.042	0.077	0.062	0.061	0.040	0.066	0.051
		17.3	0.043	0.036	0.061	0.051	0.040	0.035	0.052	0.042
		20.2	0.037	0.015	0.058	0.042	0.028	0.021	0.034	0.030
70	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.092	0.076	0.101	0.092	0.085	0.071	0.093	0.086
		10.2	0.085	0.070	0.098	0.086	0.074	0.067	0.090	0.073
		14.5	0.068	0.068	0.093	0.071	0.061	0.055	0.083	0.070
		17.3	0.052	0.051	0.090	0.070	0.051	0.050	0.072	0.062
		20.2	0.047	0.042	0.082	0.063	0.037	0.023	0.058	0.061
100	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.103	0.089	0.113	0.099	0.100	0.070	0.102	0.092
		10.2	0.100	0.083	0.108	0.084	0.096	0.062	0.099	0.083
		14.5	0.088	0.072	0.102	0.073	0.082	0.058	0.083	0.072
		17.3	0.082	0.069	0.097	0.065	0.071	0.052	0.079	0.052
		20.2	0.079	0.050	0.084	0.050	0.064	0.047	0.065	0.047
120	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.112	0.092	0.126	0.100	0.107	0.088	0.112	0.093
		10.2	0.109	0.088	0.107	0.100	0.103	0.074	0.110	0.091
		14.5	0.096	0.073	0.100	0.094	0.092	0.071	0.092	0.084
		17.3	0.083	0.070	0.089	0.075	0.081	0.066	0.085	0.072
		20.2	0.071	0.069	0.078	0.062	0.065	0.052	0.079	0.056
150	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.128	0.102	0.134	0.112	0.111	0.092	0.125	0.111
		10.2	0.117	0.099	0.129	0.107	0.104	0.085	0.116	0.094
		14.5	0.111	0.093	0.120	0.097	0.089	0.077	0.100	0.086
		17.3	0.100	0.087	0.111	0.091	0.073	0.061	0.098	0.080
		20.2	0.088	0.079	0.096	0.090	0.051	0.058	0.093	0.073
200	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.132	0.114	0.145	0.126	0.125	0.104	0.132	0.114
		10.2	0.112	0.106	0.138	0.114	0.110	0.095	0.120	0.100
		14.5	0.109	0.097	0.125	0.102	0.089	0.083	0.111	0.092
		17.3	0.104	0.092	0.110	0.100	0.083	0.071	0.096	0.081
		20.2	0.100	0.084	0.097	0.095	0.072	0.067	0.091	0.080
250	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.145	0.126	0.153	0.134	0.136	0.119	0.142	0.123
		10.2	0.120	0.104	0.150	0.117	0.120	0.117	0.136	0.116
		14.5	0.111	0.093	0.148	0.103	0.105	0.100	0.128	0.102
		17.3	0.098	0.086	0.139	0.100	0.094	0.096	0.113	0.093
		20.2	0.086	0.072	0.125	0.087	0.083	0.074	0.111	0.085

Ek-1.15. Lif Cinsi Grubu Kumaş-Metal Sürtünme Katsayısı Değerleri
(45-70-100 g/m²)

Gramaj (g/m ²)/ Lif Cinsi	Sürtünme Kuvveti (N)	μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)				
		MD		CD		MD		CD		
	Hız (mm/dak)	250	500	250	500	250	500	250	500	
45 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.082	0.061	0.085	0.074	0.073	0.057	0.080	0.072
		10.2	0.079	0.058	0.083	0.068	0.067	0.051	0.075	0.065
		14.5	0.065	0.042	0.077	0.062	0.061	0.040	0.066	0.051
		17.3	0.043	0.036	0.061	0.051	0.040	0.035	0.052	0.042
		20.2	0.037	0.015	0.058	0.042	0.028	0.021	0.034	0.030
45 CV	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.101	0.090	0.115	0.100	0.095	0.089	0.101	0.093
		10.2	0.100	0.085	0.110	0.094	0.092	0.075	0.096	0.084
		14.5	0.095	0.073	0.104	0.088	0.087	0.063	0.093	0.072
		17.3	0.078	0.062	0.102	0.072	0.064	0.061	0.076	0.067
		20.2	0.064	0.051	0.094	0.065	0.052	0.050	0.069	0.057
70 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.092	0.076	0.101	0.092	0.085	0.071	0.093	0.086
		10.2	0.085	0.070	0.098	0.086	0.074	0.067	0.090	0.073
		14.5	0.068	0.068	0.093	0.071	0.061	0.055	0.083	0.070
		17.3	0.052	0.051	0.090	0.070	0.051	0.050	0.072	0.062
		20.2	0.047	0.042	0.082	0.063	0.037	0.023	0.058	0.061
70 CV	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.132	0.097	0.148	0.122	0.100	0.094	0.123	0.116
		10.2	0.126	0.088	0.139	0.116	0.099	0.090	0.116	0.104
		14.5	0.113	0.074	0.125	0.105	0.093	0.083	0.104	0.100
		17.3	0.109	0.062	0.116	0.100	0.085	0.076	0.100	0.093
		20.2	0.084	0.058	0.099	0.094	0.081	0.061	0.092	0.082
100 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.103	0.089	0.113	0.099	0.100	0.070	0.102	0.092
		10.2	0.100	0.083	0.108	0.084	0.096	0.062	0.099	0.083
		14.5	0.088	0.072	0.102	0.073	0.082	0.058	0.083	0.072
		17.3	0.082	0.069	0.097	0.065	0.071	0.052	0.079	0.052
		20.2	0.079	0.050	0.084	0.050	0.064	0.047	0.065	0.047
100 CV	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.147	0.105	0.154	0.130	0.103	0.100	0.138	0.114
		10.2	0.138	0.100	0.142	0.129	0.100	0.095	0.126	0.112
		14.5	0.126	0.093	0.138	0.122	0.095	0.091	0.115	0.096
		17.3	0.112	0.087	0.131	0.110	0.089	0.082	0.110	0.084
		20.2	0.094	0.065	0.122	0.104	0.082	0.076	0.096	0.082

Ek-1.16. Lif Cinsine Grubu Kumaş-Metal Sürtünme Katsayısı Değerleri
(12-17-100 g/m²)

Gramaj (g/m ²)/ Lif Cinsi	Sürtünme Kuvveti (N)		μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)			
			MD		CD		MD		CD	
	Hız (mm\dak)		250	500	250	500	250	500	250	500
12 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.030	-	0.042	-	0.026	-	0.023	-
		10.2	0.028	-	0.040	-	0.022	-	0.016	-
		14.5	0.016	-	0.036	-	0.018	-	0.013	-
		17.3	0.014	-	0.022	-	0.011	-	0.010	-
		20.2	0.006	-	0.015	-	0.004	-	0.009	-
12 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.022	-	0.025	-	0.017	-	0.020	-
		10.2	0.015	-	0.017	-	0.013	-	0.014	-
		14.5	0.010	-	0.013	-	0.009	-	0.010	-
		17.3	0.009	-	0.010	-	0.005	-	0.008	-
		20.2	0.004	-	0.006	-	0.002	-	0.005	-
17 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.055	-	0.072	-	0.049	-	0.057	-
		10.2	0.047	-	0.063	-	0.042	-	0.048	-
		14.5	0.041	-	0.059	-	0.035	-	0.035	-
		17.3	0.038	-	0.047	-	0.026	-	0.029	-
		20.2	0.029	-	0.035	-	0.018	-	0.022	-
17 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.043	-	0.055	-	0.030	-	0.041	-
		10.2	0.031	-	0.048	-	0.023	-	0.030	-
		14.5	0.030	-	0.035	-	0.017	-	0.022	-
		17.3	0.022	-	0.030	-	0.011	-	0.016	-
		20.2	0.021	-	0.025	-	0.010	-	0.014	-
100 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.103	0.089	0.113	0.099	0.100	0.070	0.102	0.092
		10.2	0.100	0.083	0.108	0.084	0.096	0.062	0.099	0.083
		14.5	0.088	0.072	0.102	0.073	0.082	0.058	0.083	0.072
		17.3	0.082	0.069	0.097	0.065	0.071	0.052	0.079	0.052
		20.2	0.079	0.050	0.084	0.050	0.064	0.047	0.065	0.047
100 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.042	0.040	0.051	0.042	0.030	0.021	0.030	0.031
		10.2	0.033	0.030	0.042	0.034	0.022	0.021	0.030	0.030
		14.5	0.021	0.018	0.030	0.031	0.022	0.019	0.027	0.027
		17.3	0.017	0.012	0.030	0.020	0.016	0.016	0.026	0.025
		20.2	0.012	0.011	0.028	0.013	0.013	0.012	0.021	0.019

Ek-1.17. Lif Cinsi Grubu Kumaş-Metal Sürtünme Katsayısı Değerleri
(70-100 g/m²)

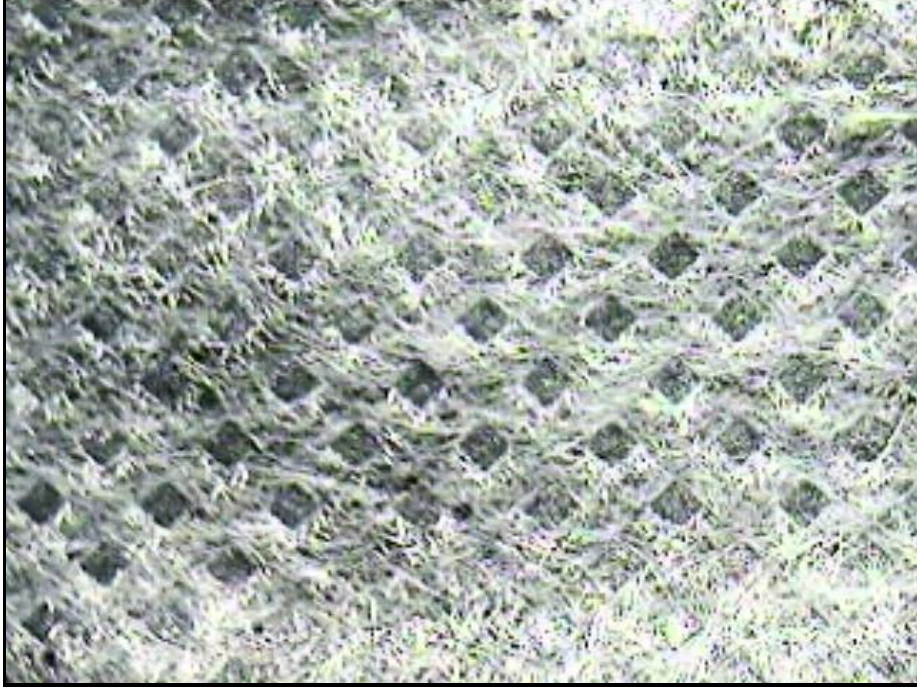
Gramaj (g/m ²)/ Lif Cinsi	Sürtünme Kuvveti (N)		μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)			
			MD		CD		MD		CD	
	Hız (mm\dak)		250	500	250	500	250	500	250	500
70 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.055	0.048	0.058	0.049	0.043	0.037	0.036	0.024
		10.2	0.043	0.037	0.052	0.041	0.041	0.031	0.034	0.012
		14.5	0.037	0.032	0.046	0.041	0.035	0.024	0.022	0.010
		17.3	0.029	0.024	0.044	0.040	0.022	0.017	0.016	0.010
		20.2	0.022	0.018	0.034	0.026	0.019	0.012	0.015	0.009
70 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.092	0.076	0.101	0.092	0.085	0.071	0.093	0.086
		10.2	0.085	0.070	0.098	0.086	0.074	0.067	0.090	0.073
		14.5	0.068	0.068	0.093	0.071	0.061	0.055	0.083	0.070
		17.3	0.052	0.051	0.090	0.070	0.051	0.050	0.072	0.062
		20.2	0.047	0.042	0.082	0.063	0.037	0.023	0.058	0.061
100 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.042	0.040	0.051	0.042	0.030	0.021	0.030	0.031
		10.2	0.033	0.030	0.042	0.034	0.022	0.021	0.030	0.030
		14.5	0.021	0.018	0.030	0.031	0.022	0.019	0.027	0.027
		17.3	0.017	0.012	0.030	0.020	0.016	0.016	0.026	0.025
		20.2	0.012	0.011	0.028	0.013	0.013	0.012	0.021	0.019
100 PES	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.103	0.089	0.113	0.099	0.100	0.070	0.102	0.092
		10.2	0.100	0.083	0.108	0.084	0.096	0.062	0.099	0.083
		14.5	0.088	0.072	0.102	0.073	0.082	0.058	0.083	0.072
		17.3	0.082	0.069	0.097	0.065	0.071	0.052	0.079	0.052
		20.2	0.079	0.050	0.084	0.050	0.064	0.047	0.065	0.047

Ek-1.18. Bitim İşlemine Göre Gruplandırılmış Kumaş- Metal Sürtünme Katsayısı Değerleri

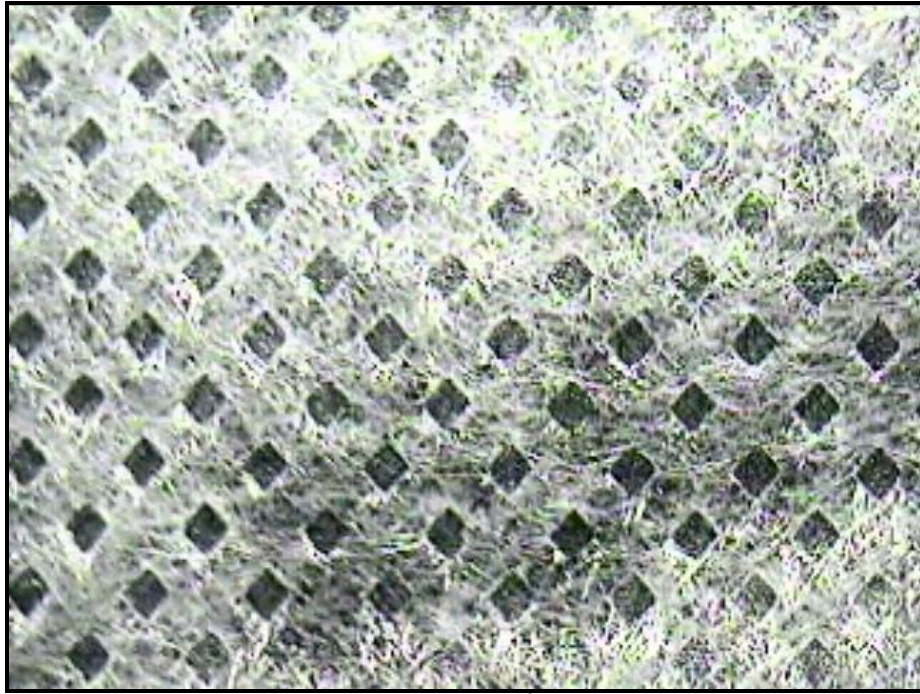
Gramaj (g/m ²)/ Lif Cinsi/ Bitim İşlemi	Sürtünme Kuvveti (N)		μ_s (Statik Sürtünme Katsayısı)				μ_k (Kinetik Sürtünme Katsayısı)			
			MD		CD		MD		CD	
	Hız (mm/dak)		250	500	250	500	250	500	250	500
17 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.043	-	0.055	-	0.030	-	0.041	-
		10.2	0.031	-	0.048	-	0.023	-	0.030	-
		14.5	0.030	-	0.035	-	0.017	-	0.022	-
		17.3	0.022	-	0.030	-	0.011	-	0.016	-
		20.2	0.021	-	0.025	-	0.010	-	0.014	-
17 PP UV	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.032	-	0.034	-	0.023	-	0.031	-
		10.2	0.028	-	0.029	-	0.014	-	0.022	-
		14.5	0.026	-	0.028	-	0.011	-	0.017	-
		17.3	0.017	-	0.025	-	0.008	-	0.014	-
		20.2	0.012	-	0.017	-	0.006	-	0.008	-
18 PP	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.044	-	0.056	-	0.037	-	0.048	-
		10.2	0.036	-	0.047	-	0.028	-	0.036	-
		14.5	0.031	-	0.045	-	0.017	-	0.031	-
		17.3	0.027	-	0.038	-	0.012	-	0.027	-
		20.2	0.020	-	0.023	-	0.009	-	0.019	-
18 PP Hidrofilli	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.038	-	0.046	-	0.022	-	0.029	-
		10.2	0.031	-	0.042	-	0.018	-	0.027	-
		14.5	0.027	-	0.034	-	0.015	-	0.024	-
		17.3	0.025	-	0.026	-	0.012	-	0.018	-
		20.2	0.019	-	0.013	-	0.009	-	0.010	-
55 CV	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.126	0.088	0.138	0.125	0.082	0.071	0.101	0.076
		10.2	0.109	0.083	0.132	0.120	0.074	0.069	0.092	0.052
		14.5	0.103	0.067	0.129	0.094	0.069	0.053	0.085	0.048
		17.3	0.084	0.053	0.116	0.077	0.046	0.038	0.072	0.031
		20.2	0.075	0.052	0.112	0.070	0.031	0.026	0.066	0.019
55 CV Anti Bakteriyel	Uygulanan Kuvvet (N)	7.4	0.112	0.076	0.126	0.092	0.065	0.045	0.094	0.053
		10.2	0.105	0.063	0.117	0.084	0.052	0.040	0.092	0.049
		14.5	0.093	0.059	0.111	0.075	0.047	0.031	0.076	0.037
		17.3	0.084	0.047	0.093	0.061	0.033	0.020	0.046	0.022
		20.2	0.061	0.038	0.084	0.059	0.020	0.014	0.042	0.018

EK-2. DOKUNMAMIŞ KUMAŞ NUMUNELERİ YÜZEY GÖRÜNTÜLERİ

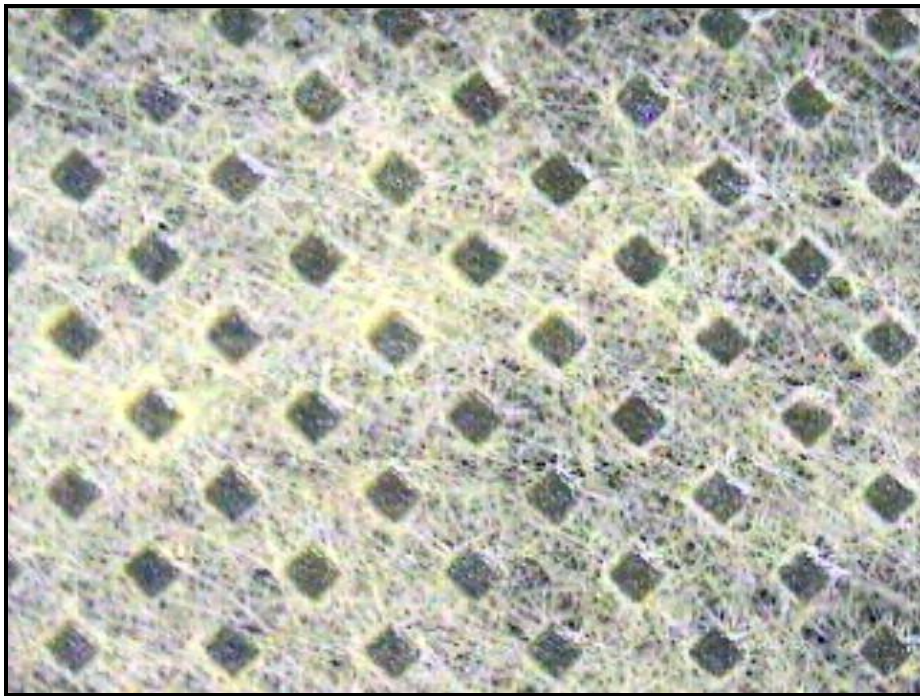
Çalışma kapsamında kullanılan dokunmamış kumaş numunelerinin Dijital Kameralı Makroskopi Cihazı kullanılarak 40 kat büyütülmüş fotoğrafları bu bölümde yer almaktadır.



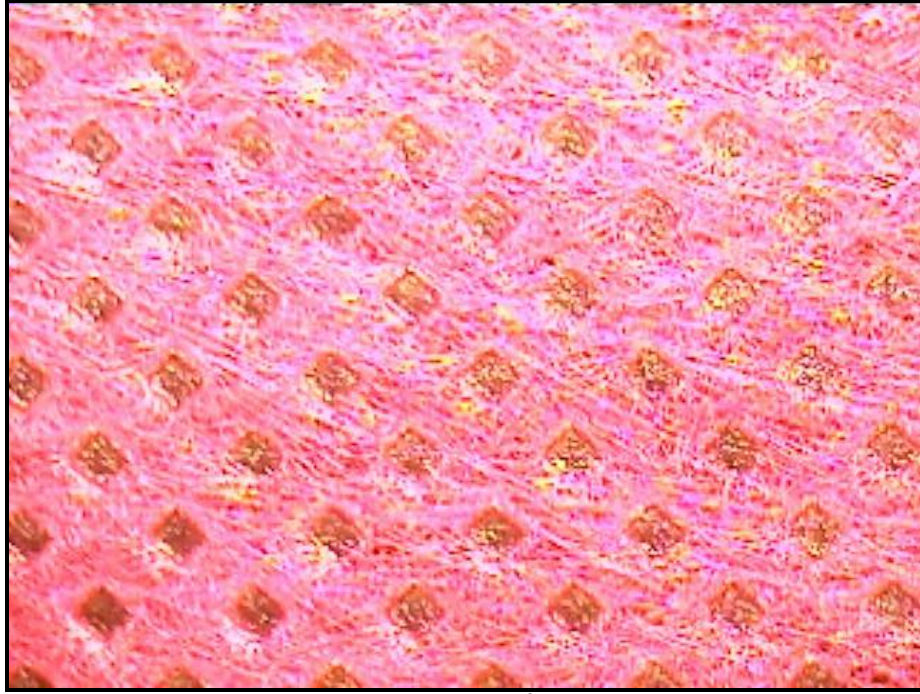
Ek-2.1. Gramaj grubu 20 g/m² polipropilen (40x)



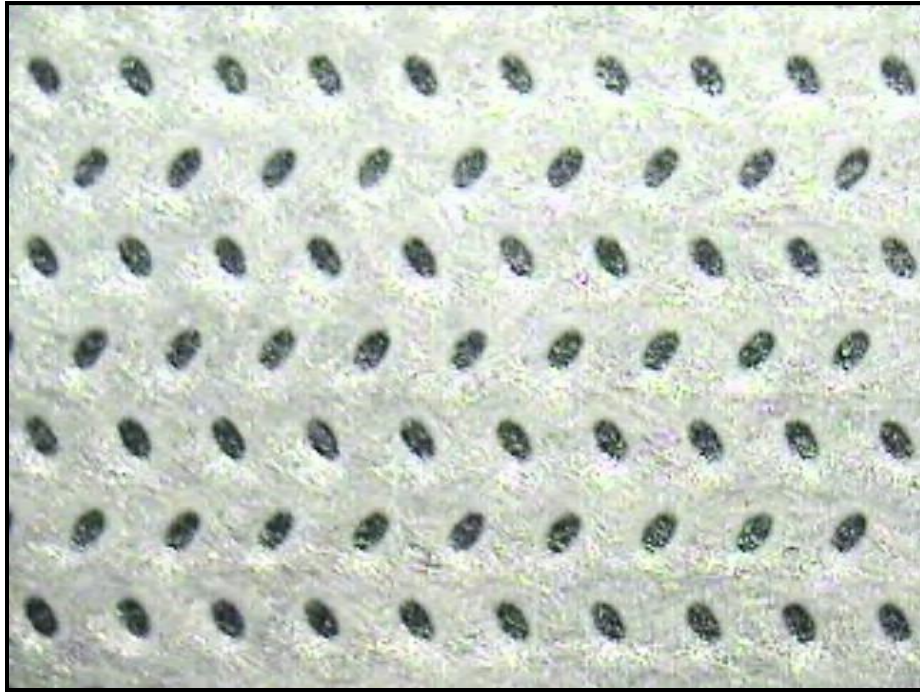
Ek-2.2. Gramaj grubu 30 g/m² polipropilen (40x)



Ek-2.3. Gramaj grubu 50 g/m² polipropilen (40x)



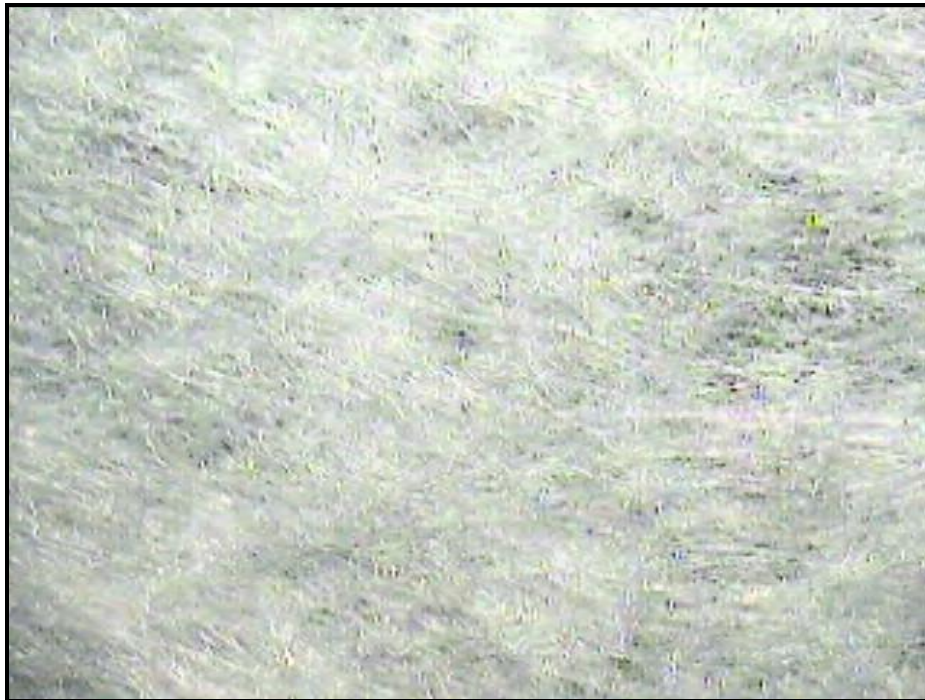
Ek-2.4. Gramaj grubu 70 g/m² polipropilen (40x)



Ek-2.5. Gramaj grubu 100 g/m² polipropilen (40x)



Ek-2.6. Gramaj grubu 70 g/m² poliester (40x)



Ek-2.7. Gramaj grubu 100 g/m² poliester (40x)



Ek-2.8. Gramaj grubu 120 g/m² poliester (40x)



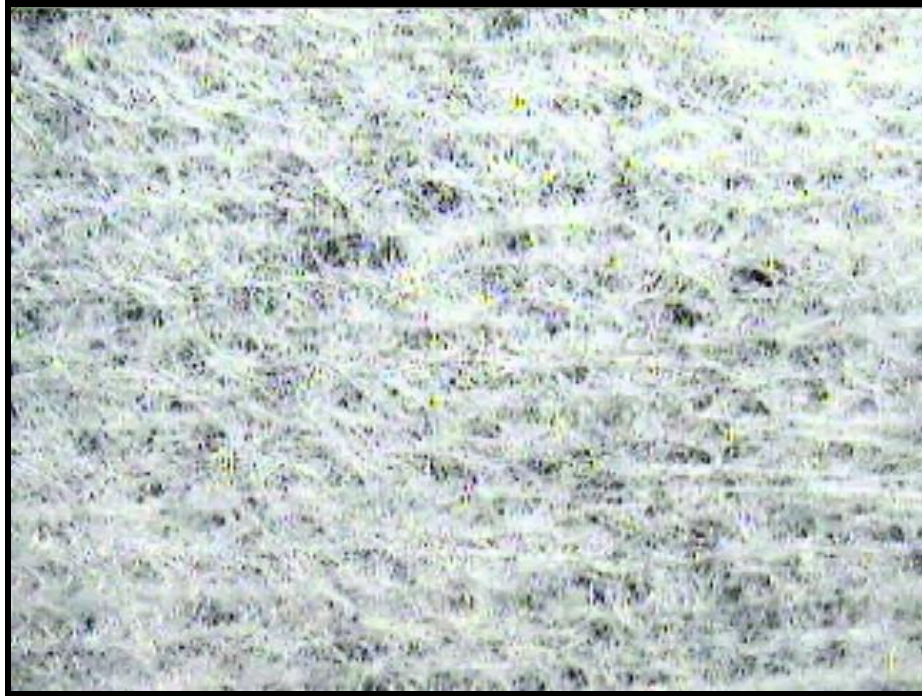
Ek-2.9. Gramaj grubu 150 g/m² poliester (40x)



Ek-2.10. Gramaj grubu 200 g/m² poliester (40x)



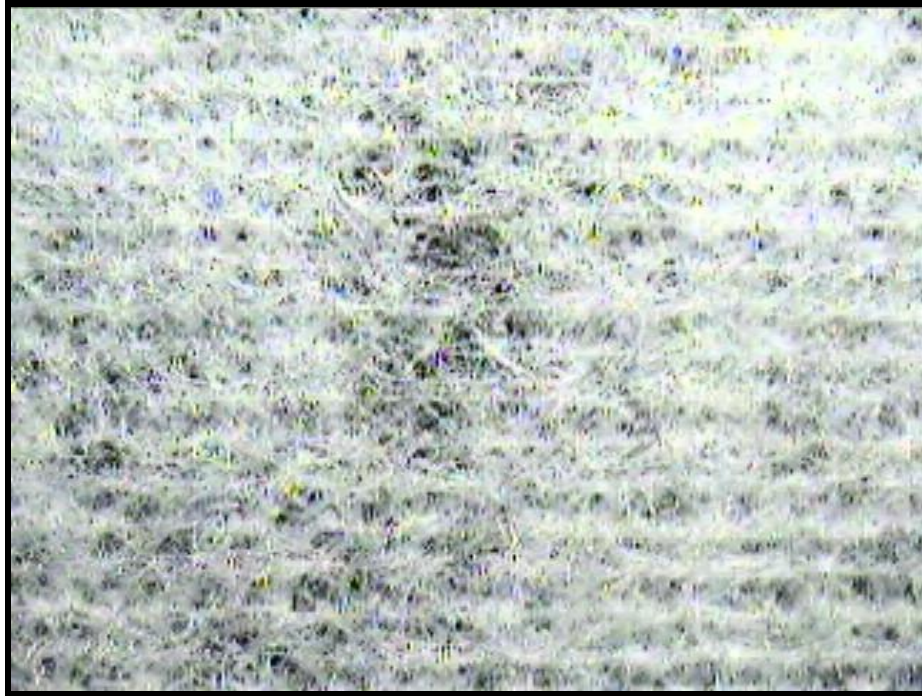
Ek-2.11. Gramaj grubu 250 g/m² poliester (40x)



Ek-2.12. Lif cinsi grubu 45 g/m² poliester (40x)



Ek-2.13. Lif cinsi grubu 45 g/m² viskon (40x)



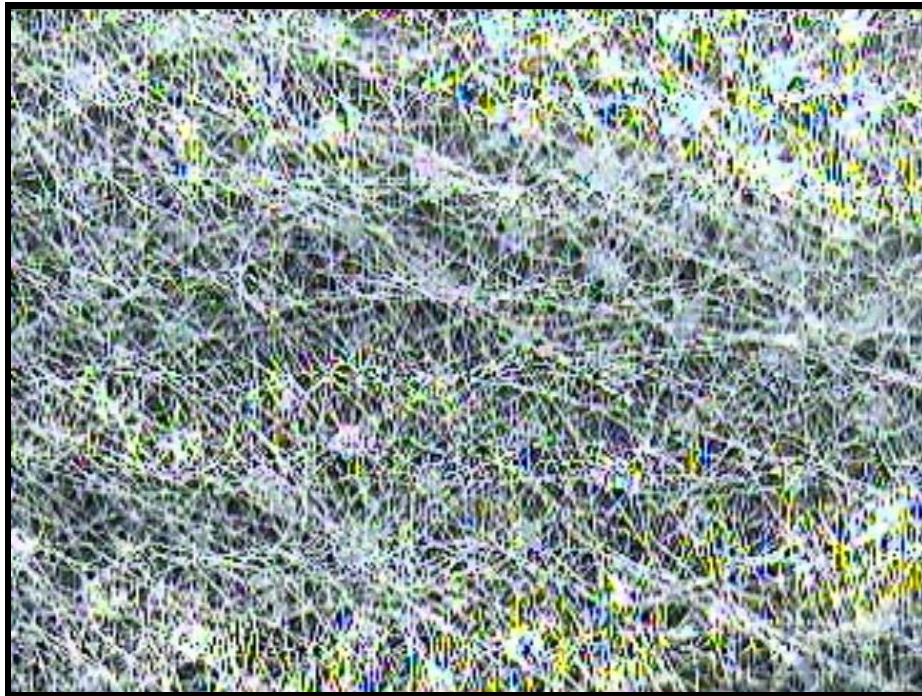
Ek-2.14. Lif cinsi grubu 70 g/m² poliester (40x)



Ek-2.15. Lif cinsi grubu 70 g/m² viskon (40x)



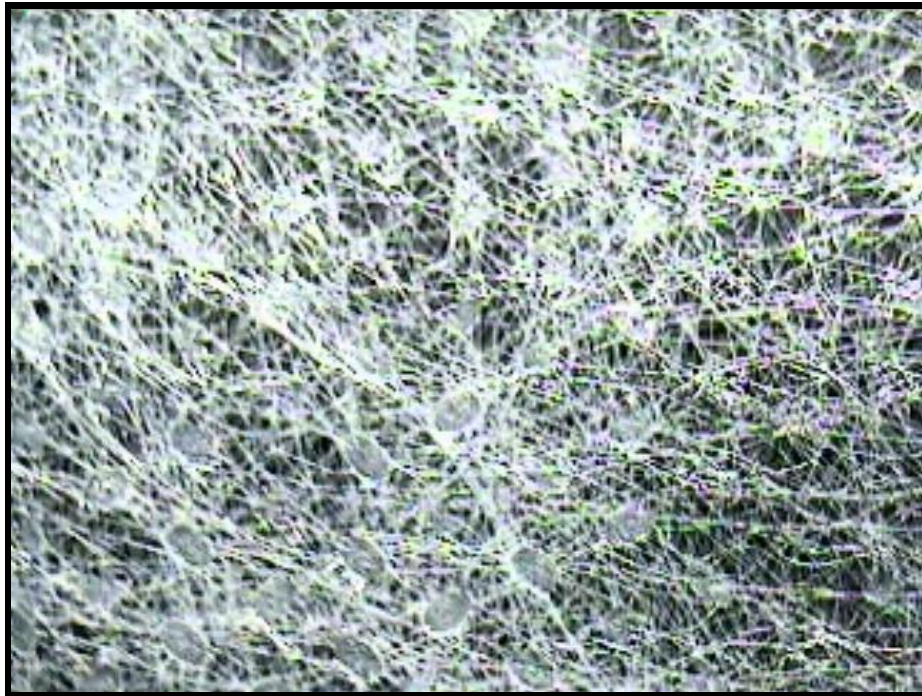
Ek-2.16. Lif cinsi grubu 100 g/m^2 viskon (40x)



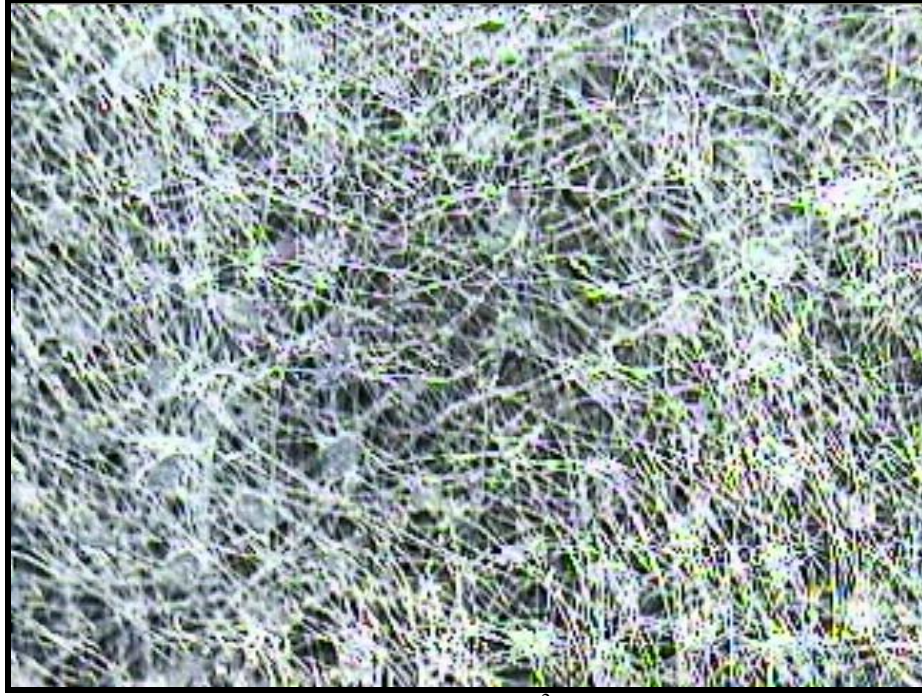
Ek-2.17. Lif cinsi grubu 12 g/m^2 poliester (40x)



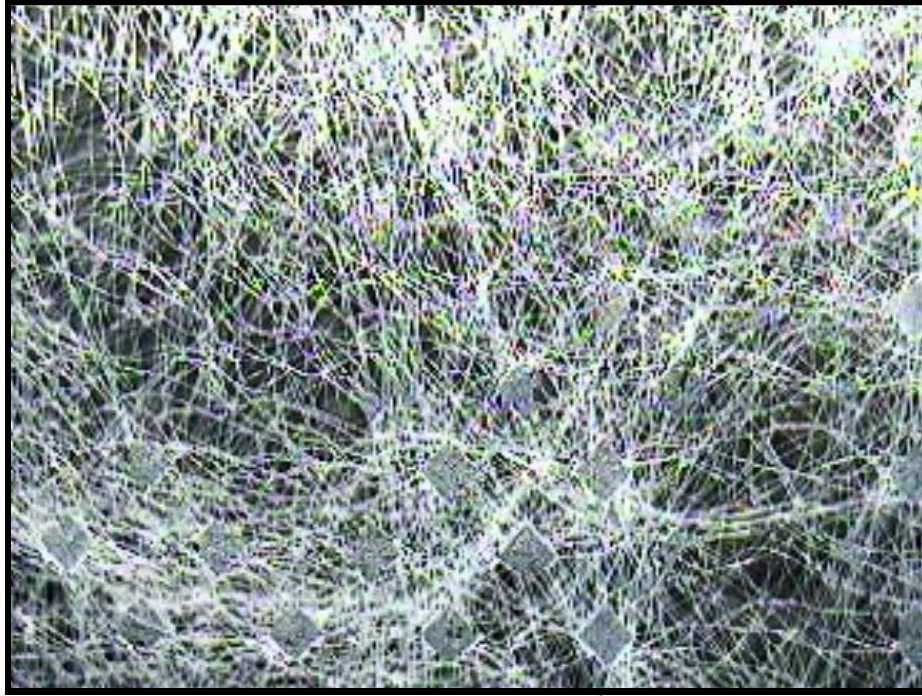
Ek-2.18. Lif cinsi grubu 12 g/m² polipropilen (40x)



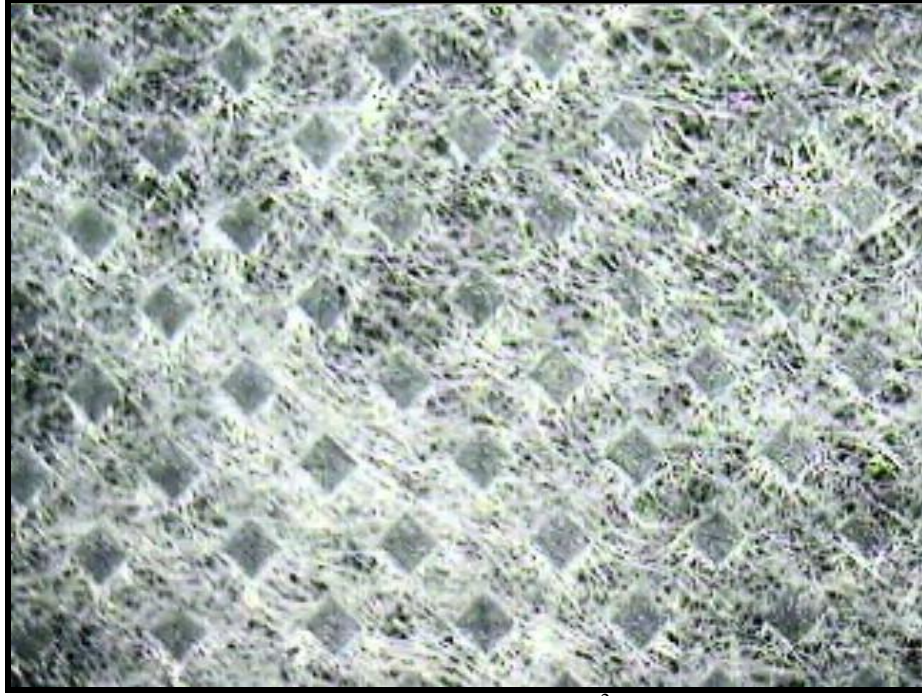
Ek-2.19. Lif cinsi grubu 17 g/m² poliester (40x)



Ek-2.20. Lif cinsi grubu 17 g/m² polipropilen (40x)



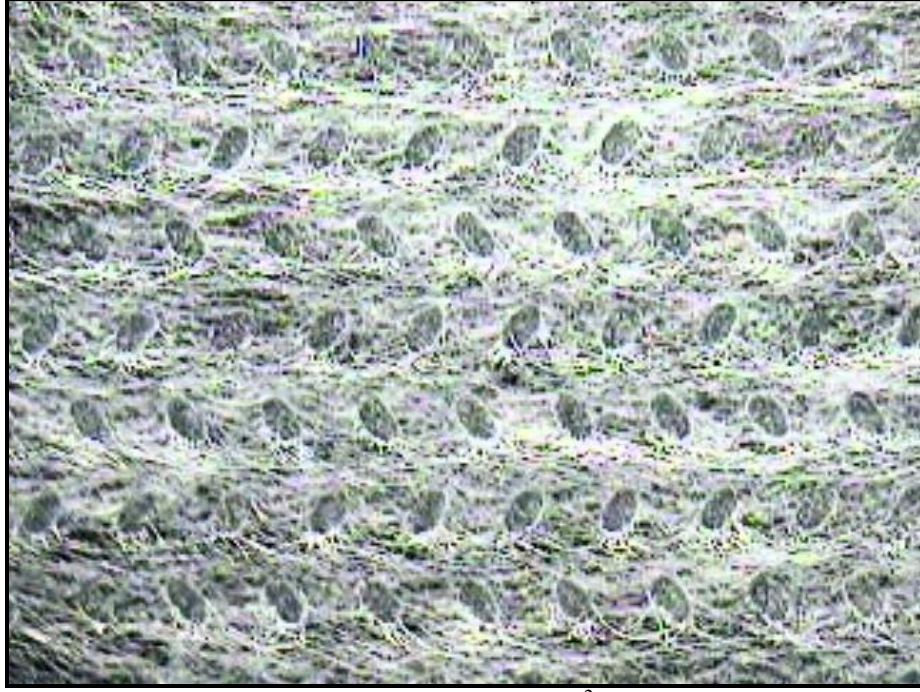
Ek-2.21. Bitim işlemi grubu 17 g/m² UV'siz (40x)



Ek-2.22. Bitim işleme grubu 17 g/m² UV'li (40x)



Ek-2.23. Bitim işleme grubu 18 g/m² hidrofilsiz (40x)



Ek-2.24. Bitim işleme grubu 18 g/m² hidrofilli (40x)



Ek-2.25. Bitim işleme grubu 55 g/m² bakteriyel (40x)



Ek-2.26. Bitim işlemleri grubu 55 g/m² anti-bakteriyel (40x)