

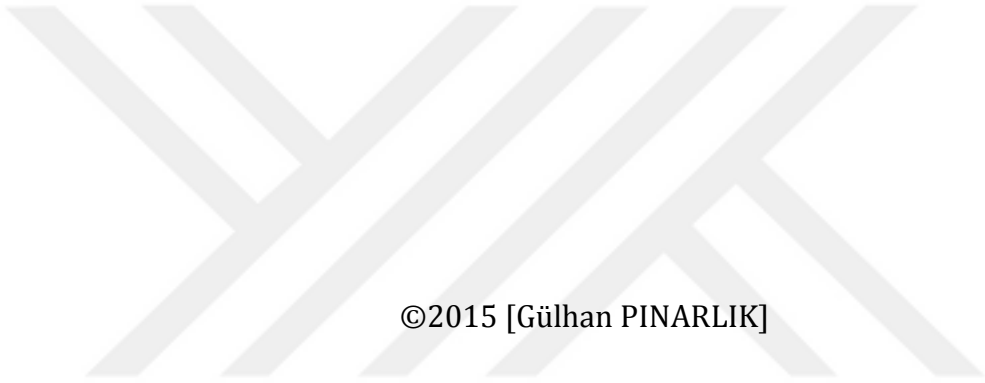
**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAV OLARAK KULLANILACAK İPLİKLERDE İPLİĞİN
KESİLMESİNDE KESME İLE İLGİLİ PARAMETRELERİN KESME
KUVVETİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Gülhan PINARLIK

**Danışman
Prof. Dr. Gabil ABDULLA**

**DOKTORA TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2015**



©2015 [Gülhan PINARLIK]

TEZ ONAYI

Gülhan PINARLIK tarafından hazırlanan "**Hav Olarak Kullanılacak İpliklerde İpliğin Kesilmesinde Kesme ile İlgili Parametrelerin Kesme Kuvvetine Etkisinin İncelenmesi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Gabil ABDULLA
Süleyman Demirel Üniversitesi

.....

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Reşat SELBAŞ
Süleyman Demirel Üniversitesi

.....

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mevlüt TERCAN
Uşak Üniversitesi

.....

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Mehmet DAYIK
Süleyman Demirel Üniversitesi

.....

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Ali Serkan SOYDAN
Pamukkale Üniversitesi

.....

Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Yasin TUNCER

.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Gülhan PINARLIK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	12
2.1. Kesme Yöntemleri	12
2.1.1. Talaşlı kesme yöntemleri	12
2.1.2. Talaşsız kesme yöntemleri	15
2.1.1. Termik kesme yöntemleri.....	18
2.1.1. Su jetlikesme yöntemleri.....	20
2.1.1. Ultrasonik kesme yöntemleri	21
2.2. Kesme Teorileri	21
2.3. Organik Malzemelerin Kesilmesinde Kesme Kuvveti.....	30
2.4. Tekstil Liflerinin Bıçak ile Kesilmesinde Bıçak Geometrisi.....	47
3. MATERYAL VE YÖNTEM	52
3.1. Materyal	52
3.1.1. İplikler.....	52
3.1.2. Bıçaklar.....	52
3.1.3. Bileme taşları	52
3.1.4. Yuvarlak bıçaklı kesme ünitesinin tasarımı	53
3.1.4.1.İplik tutucu mekanizmanın tasarımı	53
3.1.4.2.Kesme ünitesinin imalat aşaması	58
3.2. Yöntemler	60
3.2.1. Deney Metodu	60
3.2.2. İplik yoğunluğunun kesme kuvvetine etkisinin belirlenmesi ...	61
3.2.3. Ön gerilmenin kesme kuvvetine etkisinin belirlenmesi	61
3.2.4. Hav ipliği uzunluğunun kesme kuvvetine etkisinin	
belirlenmesi	61
3.2.5Kesme sırasında ipliğin bıçakla karşılaşma açısının kesme	
kuvvetine etkisinin belirlenmesi	61
3.2.6. Kesme hızının kesme kuvvetine etkisinin belirlenmesi	62
3.2.7. Bıçak çakısının yarıçapının kesme kuvvetine kesme kuvvetine	
etkisinin belirlenmesi	62
3.2.8. Bıçağın bilenme açısının kesme kuvvetine etkisinin	
belirlenmesi	62
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	63
4.1. Tekstil Liflerinin Statik Ortamda Kesilmesi	63
4.2. Liflerin Bıçağın Kesici Etkisi ile Kesilmesi	68
4.3. Tekstil Liflerinin Dinamik Ortamda Kesilmesi (Kaymalı Kesme).....	76
4.4. İpliklerin Kesilmesinin Mekanikliği.....	87
4.5. İpliklerin Statik Ortamda Kesilmesi (Kaymasız Kesilmesi)	88
4.6. İpliklerin Dinamik Ortamda Kesilmesi (Kaymalı Kesme).....	91

4.7. Tekstil Liflerinin Yaslanmadan Kesilmesinin kritik Hızı.....	92
4.8. İpliğin Kesilmesi Sırasında İplikte Oluşan Gerilme Kuvveti ile Diğer Faktörler Arasındaki İlişkiler	96
4.8.1. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile iplik yoğunluğu arasındaki ilişki.....	97
4.8.2. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile ön gerilme kuvveti arasındaki ilişki	104
4.8.3. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile hav ipliği uzunluğu arasındaki ilişki.....	108
4.8.4. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile ipliğin bıçakla karşılaşma açısı arasındaki ilişki.....	110
4.8.5. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile kesme hızı arasındaki ilişki.....	112
4.8.6. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile bıçak çakısının yarıçapı arasındaki ilişki.....	114
4.8.7. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile bıçağın bilenme açısı arasındaki ilişki.....	116
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	119
KAYNAKLAR	123
EKLER.....	132
EK A.Strain gauge ile kesme anında kuvvet ölçümü.....	132
EK B. Kesmede kullanılan yuvarlak bıçak örnekleri	141
ÖZGEÇMİŞ.....	144

ÖZET

Doktora Tezi

HAV OLARAK KULLANILACAK İPLİKLERDE İPLİĞİN KESİLMESİNDE KESME İLE İLGİLİ PARAMETRELERİN KESME KUVVETİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Gülhan PINARLIK

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Gabil ABDULLA

Bu çalışmada öncelikle organik tekstil malzemelerinin kesilmesinde kullanılan kesme yöntemleri ve bu konuda geliştirilmiş kesme teorileri hakkında bilgi verilmiştir. Son zamanlarda materyal ve malzemelerin kesilmesinde, çok sayıda kesme yöntemi icat edilmiş ve kullanılmaktadır. Kesme yöntemlerindeki bu gelişmenin yanı sıra mekanik kesme yönteminin üretim aşamalarında kullanımından vazgeçilememiştir.

Patent ve literatür araştırmaları sonucunda tekstilin pek çok alanında kullanılan organik malzemelerin kesme işlemlerine ait yeterli araştırmanın bulunmadığı gözlenmiştir. Konusunda uzman ulusal ve uluslar arası tekstil makineleri üreticileri ile bu makineleri kullanan firmalarla yapılan görüşmeler, üretimde kesim işlemi sırasında lif materyali ile çalışma sonucunda kullanılan bıçağın teknik özelliklerine bağlı olarak keskinliğinin azaldığı, bu nedenle zorunlu olarak bıçağın bilendiği ve sonuçta da bıçak ömrünü olumsuz yönde etkilediği anlaşılmıştır. Hem bıçağın değiştirilmesi sırasında makinenin durdurulması zorunluluğu nedeni ile randıman kaybı, hem de bıçak maliyetleri işletmeler için önemli bir sorun teşkil etmektedir.

Tekstilde kullanılan liflerin ve ipliklerin bıçak ile kesilmesi sonucunda, kesilen yüzeylerin kalitesi araştırılarak, temiz bir kesme için gerekli kesme kuvvetini hesaplama yöntemleri üzerinde çalışılmıştır.

Bu tezde hav iplikleri ve liflerinin kesilmesi prosesinin mekaniğini araştırmada kullanılmak üzere iplik kesme ünitesi tasarlanmış ve imal edilmiştir.

Sonuç olarak elde edilen verilerin tekstilde kullanılan makinelerin kesme ünitelerinin tasarımında randımanın arttırılması ve maliyetlerin azaltılmasında faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tekstil, lif, iplik, kesme, kesme kuvveti.

2016, 144 sayfa

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PARAMETERS ASSOCIATED WITH CUTTING ON CUTTING FORCE IN PILE YARN

Gülhan PINARLIK

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Textile Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Gabil ABDULLA

In this study, cutting procedures of organic textile material and developed cutting theories are introduced in the first place. It is important that numerous cutting procedures are invented and used recently. Despite the advances in the cutting technique, usage of mechanical cutting procedures in production is not abandoned.

A review of literature and patents reveals that researches on organic material cutting techniques that are used on many areas of textile industry are inadequate. Interviews with national and international textile machinery producers and firms that use this machinery show that the sharpness of the blade decreases as a result of its motion against fiber material during cutting procedure depending on the features of the blade. As a consequence, the blade is sharpened, causing a negative impact on lifetime of the blade. Both the efficiency lost due to the production pause for blade replacement and the blade costs is a potent problem for the corporations.

This study investigates the surface quality of blade-cut fibers and yarns used in textile to develop a calculation method for the force required for a clean cut.

In this thesis, a fiber cutting unit is designed and produced to study the mechanics of fibers and yarns cutting methods.

Finally, it is theorized that the obtained data would be valuable to decrease the costs and increase the efficiency of cutting units used in textile industry.

Keywords: Textile, fibers, yarn, cutting, cutting force.

2015, 144 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof Dr. Gabil ABDULLA'yateşekkürlerimi sunarım. Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof Dr. Gabil ABDULLA'ya teşekkürlerimi sunarım. Tez sürecinde Tez izleme komitesinde yer alarak, tez çalışmasını yönlendirmemde bana destek olan Süleyman Demirel Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Mehmet DAYIK ve Teknoloji Fakültesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Reşat SELBAŞ'a teşekkürü bir borç bilirim. Hem doktora tez çalışmam konusunda destekleri ile yön veren çok değerli hocalarım Sayın Doç. Dr. İbrahim ÜÇGÜL, Yrd. Doç. Dr. Meliha OKTAV BULUT, Yrd. Doç. Dr. Sibel KAPLAN'A, çok teşekkür ederim.

3163-D1-12 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Hayatımın her anında olduğu gibi doktora tez çalışmamın her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım

GülhanPINARLIK
ISPARTA, 2015

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. İlk çağlarda hayvan postlarının giysi olarak kullanımı.....	1
Şekil 1.2. Ortaçağ roma giysileri	2
Şekil 1.3. Avrupa 19. yüzyıl giysileri.....	2
Şekil 1.4. Türkiye'nin son on yıllık toplam ithalat ve ihracat hacmi	6
Şekil 1.5. Türkiye'nin son on yıllık halı ve diğer dokumaya elverişli maddeden yer kaplaması ürünlerin ihracat ve ithalat hacmi.....	7
Şekil 1.6. Metex-Wireflex 14 dokuma makinesinde bıçaklı tellerin kullanıldığı sistem.....	8
Şekil 1.7. Kesili ve ilmeli havlı yüzey oluşumlarının dokumada enine görüntüsü	8
Şekil 1.8. Wan De Wiele CRP92 model halı dokuma makinesinde çift kat yüz yüze Wilton tipi halı üretim sistemi.....	9
Şekil 1.9. Çift kat yüz yüze Wilton tipi halı üretim sisteminde atkı ve çözgü ipliklerinin dokuma sırasında yerleşiminin enine kesit örnekleri	10
Şekil 2.1. Kesme yöntemlerinin sınıflandırılması	12
Şekil 2.2. Talaşlı kesme yönteminde kullanılan aletler.....	13
Şekil 2.3. Testerede kesmenin prensibi	13
Şekil 2.4. Talaş kaldırma işleminin kesiti.....	14
Şekil 2.5. Talaş oluşumu sırasında kayma şekil değişimi.....	14
Şekil 2.6. Talaşsız kesmede kullanılan aletler	15
Şekil 2.7. Makas geometrisi ve kesilen malzeme.....	16
Şekil 2.8. Bıçaklar iş parçası yüzeyini arasındaki açı.....	16
Şekil 2.9. İş parçasına dik yerleştirilmiş bıçak ile kesmesi.....	17
Şekil 2.10. İş parçasının yuvarlak bıçak ile kesmesi	17
Şekil 2.11. Termik kesme yöntemleri	19
Şekil 2.12. Demir olmayan malzemelerde N ₂ /H ₂ O plazma ile kesme etkisi	19
Şekil 2.13. Lazerle kesim.....	20
Şekil 2.14. Su jeti	20
Şekil 2.15. Ultrasonik kumaş kesme.....	21
Şekil 2.16. Kaymalı kesmede kesme kuvvetinin azalması	22
Şekil 2.17. Kesme kuvvetinin azalması	24
Şekil 2.18. Bıçakla kesilen malzemenin birbirini etkileme şeması.....	25
Şekil 2.19. Kaymalı kesmede çakının bileme açısının değişimi	28
Şekil 2.20. Kesme prosesinin sınıflandırılması	28

Şekil 2.21. P_n Normal kuvveti ile bıçağın yer değişmesi S Arasındaki bağıntı	30
Şekil 2.22. Bıçağın hareket ve kuvvet diyagramı.....	35
Şekil 2.23. Kesme alanının üstten görünümü	38
Şekil 2.24. Üst ve alt bıçaklar şekilleri	38
Şekil 2.25. Jilet tutucu	39
Şekil 2.26. Yük sisteminin genel düzenlemesi, örs, gerilmiş lif ve kesme konumda tel.....	39
Şekil 2.27. Instron test makinesi tarafından kaydedilen bıçakla kesme sırasında hareketin P kuvvetinin değeri ve değişimi.....	40
Şekil 2.28. Çalışma fazının başlangıcında bıçak çakısının ucundaki kuvvetler ...	41
Şekil 2.29. Bilenmesi sırasında. bıçak çakısı ucu.....	42
Şekil 2.30. Kendiliğinden bilenen üç katlı bıçak	45
Şekil 2.31. Bıçak çakısı türleri.....	48
Şekil 2.32. Bıçak ağzı açıları.....	48
Şekil 2.33. Bıçak ağzı şekilleri	49
Şekil 2.34. İki kesici çakısı bulunan bir bıçağın yapıları.....	49
Şekil 2.35. Bıçak çakısının hav ipliği ile karşılaşması1	50
Şekil 2.36. Çakının iplikte görüşme sıklığının dağılımı	51
Şekil 2.37. Bileme yüzeyleri.....	51
Şekil 3.1. Yuvarlak bıçak	52
Şekil 3.2. İplik tutucu mekanizma	53
Şekil 3.3. İmal edilen iplik tutucu	54
Şekil 3.4. Gövde.....	54
Şekil 3.5. İplik Tutucunun Gövdeye Montajı	55
Şekil 3.6. İplik tutucu mekanizmada sabitleme ve mesafe ayarı.....	56
Şekil 3.7. Çeneler arasındaki mesafe ayarı	56
Şekil 3.8. Montaj resmi	57
Şekil 3.9. Kesme ünitesi ve bıçak	58
Şekil 3.10. Deney seti.....	59
Şekil 3.11. İplik kesme prosesini araştırmak için laboratuvar düzeneği elemanları	60
Şekil 4.1. Statik kuvvet etkisi ile liflerin kesilmesi.....	63
Şekil 4.2. Bıçak çakısı altındaki lif malzemesinde gerilme durumu	65
Şekil 4.3. İki ucundan sabitlenmiş lifin eğimi	66
Şekil 4.4. Bıçak ile malzemenin temas alanının bulunması.....	69
Şekil 4.5. Lifin kesilme şekilleri.....	70

Şekil 4.6. Naylon ve polyester liflerinin kesilmesi	71
Şekil 4.7. Pamuk ve viskoz rayon liflerinin kesilmesi.....	72
Şekil 4.8. Asetat, akrilik ve yün liflerinin kesilmesi.....	73
Şekil 4.9. Statik kesmede bıçak çıkısını etkileyen kuvvetler.....	74
Şekil 4.10. Kaymalı kesmede bıçak çıkısının kesilen malzeme (lif) ile teması ...	77
Şekil 4.11. Kaymalı kesmede salınım prosesinin yer değiştirme ve hız grafikleri	79
Şekil 4.12. İki ucu bağlanmış lifin sürtünme kuvvetinin etkisi ile burulması	83
Şekil 4.13. Bıçak çıkısı pürüzlülüklerinin kesilen malzeme ile görüşmesi.....	85
Şekil 4.14. Bıçağın farklı sayıda liflerden oluşan ipliklerle teması.....	88
Şekil 4.15. Lifin iplikte tutunma katsayısı eğrisi.....	89
Şekil 4.16. İplikte lifi etkileyen kuvvetler	90
Şekil 4.17. Kaymalı kesmede bıçakla ipliğin karşılaşması	91
Şekil 4.18. Tekstil liflerinin yaslanmadan kesilmesinin kritik hızının hesap şeması.	93
Şekil 4.19. İplik gerilme kuvveti N ile iplik yoğunluğu T arasındaki ilişki	99
Şekil 4.20. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile ön gerilme kuvveti arasındaki ilişki.....	107
Şekil 4.21. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile hav ipliklerinin uzunluğu arasındaki ilişki.	109
Şekil 4.22. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvvet ile kesme sırasında ipliğin bıçakla karşılaşma açısı arasındaki ilişki.	111
Şekil 4.23. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvvet ile kesme hızı arasındaki ilişki.....	113
Şekil 4.24. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile bıçak çıkısının yarıçapı arasındaki ilişki..	115
Şekil 4.25. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvvet ile bıçağın bilenme açısı arasındaki ilişki... ..	117
Şekil A.1. Bir strain gaugenin karakteristik tasarımı	134
Şekil A.2. HBM Marka 350 Ω 'luk Metalik Strain Gauge ve Lehim Terminali.....	134
Şekil A.3. Çubuğun yandan görünüşü	135
Şekil A.4. Wheatstone köprü devresi	136
Şekil A.5. K – Katsayısı	137
Şekil A.6. Aktif gage ile wheatstone köprüsü	138
Şekil A.7. Wheatstone Köprü Devreleri.....	139
Şekil A.8. Yapıştırıcı kalınlığının etkisi	140
Şekil A.9. Üzeri koruyucu madde ile kaplanmış strain gauge.....	140

Şekil B.1.Yuvarlak bıçak tipleri.....	142
Şekil B.2.Dairesel bıçak tipleri	143
Şekil B.3. Yuvarlak bıçaklı el kesim makinesi bıçak tipleri.....	143
Şekil B.4. Bant bıçaklı kesim makinesinin bantlarının kesici ağız tipleri.....	144



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Makine halılarının sınıflandırılması	5
Çizelge 1.2. Halı ve hazır giyim ürünleri imalat mevcut üretim kapasiteleri	5
Çizelge 1.3. Genel ithalat ve ihracatta halı ve diğer dokumaya elverişli maddeden yer kaplaması ürünlerin yeri	6
Çizelge 4.1. İplik yoğunluğunun kesme kuvvetine etkisi	97
Çizelge 4.2. $N=f(T)$ denkleminin regresyon katsayılarının hesap tablosu	98
Çizelge 4.3. Kesme sırasında ipliğin gerilme kuvvetinin düzeltilmiş değerler dispersiyonu hesabı	102
Çizelge 4.4. Kesme sırasında ipliğin gerilme kuvvetinin faktik değerler dispersiyonu hesabı	103
Çizelge 4.5. Ön gerilmenin kesme kuvvetine etkisi	105
Çizelge 4.6. $N=f(G)$ denkleminin regresyon katsayılarının hesaplama tablosu ..	106
Çizelge 4.7. İpliğin gerinmesinin denkleştirilmiş dağılım tablosu	106
Çizelge 4.8. İpliklerin gerinme kuvvetinin gerçek dağılım değerlerinin hesabı ..	106
Çizelge 4.9. Hav ipliği uzunluğunun kesme kuvvetine etkisi	108
Çizelge 4.10. Kesme sırasında ipliğin bıçakla karşılaşma açısının kesme kuvvetine etkisi	110
Çizelge 4.11. Kesme hızının kesme kuvvetine etkisinin belirlenmesi deney Sonuçları	112
Çizelge 4.12. Bıçak çakısının yarıçapının kesme kuvvetine etkisi	114
Çizelge 4.13. Bıçağın bilenme açısının kesme kuvvetine etkisi	116
Çizelge 4.14. Hav ipliği türü ve hav ipliklerinin iplik türü katsayısı K_p	118

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Alan
b	Genişlik
C_ϕ	Elastik moment
d	Çap
E	Elastike modülü
E_1	Bir kesim için enerji
E	Malzemenin elastikiyet modülü
E	Özel kesim enerjisi
f	Sürtünme katsayısı
$F(v)$	Sürtünme kuvveti
G	Ön gerilme
g	Yerçekimi ivmesi
H	Kesme yüksekliği
h	Derinlik
J	Atalet momenti
L	Uzunluk
M	Moment
m	Kütle
n	İpliği oluşturan lif sayısı
N	Gerilme kuvveti
P	Kuvvet
Q	Sıkıştırma kuvveti
r	Yarıçap
R	Yüzey pürüzlüğü
S	En kesit alanı,
t	Süre
T	Yoğunluğu
T_K	Salınım periyodu
v	Hız
V	Aşınan malzeme miktarı
W	İvme
W_p	Polar moment
Y	Deformasyon
α	Açı
β	Bileme açısı
E	Deformasyon
γ	Özgül ağırlık
ϕ	Dönme açısı
μ	Poisson katsayısı
θ	Malzemenin elastiklik sabiti
σ	Basınç gerilmesi
τ	Eğriliklerin yarıçapı
ω	Açısal hız
Δ	Fark

1. GİRİŞ

Tarihin ilk çağlarından beri insan topluluklarının temel ihtiyaçları beslenme, korunma ve barınma olmuştur. Korunma ihtiyacını karşılamak için ilk insanlar eti için avladıkları hayvanların derilerinden yararlanmışlardır. Şekil 1.1.'de ilk çağlarda hayvan postlarının giysi olarak kullanımı görülmektedir.



Şekil 1.1. İlk çağlarda hayvan postlarının giysi olarak kullanımı (İmh, 2015)

İplikleri eğirmeyi, kumaşları dokumayı ve bunlardan giyim eşyaları yapmayı öğrenmeleri ise yüzyılları bulan denemelerin sonucu gerçekleşecektir. Anadolu'da Çatalhöyük'te (M.Ö. 7400-6000) 2013 yılında yapılan kazılarda ketenden yapılmış kumaş kalıntıları bulunmuştur. Bu kumaş dokumacılığın en eski örneklerinden birisi olarak gösterilmektedir (Çatalhöyük, 2013). M.Ö. 4200 yıllarında yünün, M.Ö. 3000'lerde ise pamuk ve ipeğin kullanılmaya başlandığı tahmin edilmektedir.

Başlangıçta korunmak amacıyla giyinen ilk insanlar zamanla oluşan toplumsal sınıfları ayırmak ve toplumlar arası farklılıkları ortaya koymak için farklı giyinmeye başlamışlar, bunun yanı sıra süslenme ihtiyaçlarını karşılayan giysiler ile birlikte sembolik anlamlar taşıyan giysileri de kullanmışlardır.

İlk ve orta çağlarda giysiler, Şekil 1.2.'de görüldüğü gibi vücudun belli bölgelerini örtülmesi amacıyla kullanılmaktadır (Karenswhimsy, 2014). Orta

çağın standart kıyafetleri olan bol giysiler bir ya da iki parçadan kolaylıkla yapılabilir.



Şekil 1.2. Ortaçağ roma giysileri (Karenswhimsy, 2014).

Rönesans’la birlikte giysiler insan formunu belirginleştirme amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Zamanla bol olan giyim tarzı daralmış ve yerini vücut yapısına uygun giysilere bırakmıştır. Şekil 1.3.’de 19. Yüzyıl Avrupa’sında giyilen giysiler görülmektedir.



Şekil 1.3. Avrupa 19. yüzyıl giysileri (19thcenturypaperdolls.weebly, 2015)

Bu dönemde kumaşların kesilmesiyle ve bu parçaların dikiş ile yeniden birleştirilmesi sonucu giysilere insan bedenine benzeyen formlar verilebiliyordu. 19. yüzyılda dikiş makinesinin bulunmasıyla birlikte zahmetli ve zaman alan giysi üretiminin biraz daha kolaylaşması daha sonraları doğal

liflerin yanı sıra kimyasal liflerin de piyasaya girmesiyle tekstil sanayinde önemli gelişmelerin önü açılmıştır.

Sanayinin gelişmesi insanların gelir seviyelerine de yansımış, elde edilen gelirin artması ihtiyaçlarını da arttırıp çeşitlendirmiştir. Artık daha rahat yaşamak için temel harcamaların yanı sıra başka ihtiyaçlarına kaynak ayırmaya başlamışlardır. Gelişmiş ülkelerde olduğu kadar, gelişmekte olan ülkelerde de insanların giyim konusundaki tüketim alışkanlıkları değişmiş, özellikle seri üretimin başlamasıyla birlikte hazır giyime olan eğilim artmıştır. Hazır giyime olan talebin artmasına paralel olarak üretimde de artışlar gözlenmiştir. Bu üretim artışı hazır giyim dışındaki tekstil ürünlerine de yansımıştır.

Ülkemizde 1930'lu yıllarda devlet tarafından açılan Sümerbank'ın öncülüğü ve daha sonraları özellikle de 1950'li yıllardan sonra özel sektöre ait işletmelerin faaliyete geçmesiyle Türk tekstil sanayi önemli bir atılım yapmıştır. 1960'lı yıllarda başlayan Türk tekstil sanayinin yoğun yatırım hamleleri devam etmiş 1970-1980'li yıllarda özellikle hazır giyim sanayini büyük bir tırmanışa geçirmiştir. Türkiye'de gelişmiş bir hammadde kaynağının var olması, sektörün emek – yoğun bir sanayi dalı oluşu, ihracat imkanlarının da bulunması sebebi ile ülkemizde bu sektör günden güne gelişme göstermektedir.

Dünyayı etkileyen ekonomik krizlerden nasibini almış olmakla birlikte küreselleşen dünyamızda firmalar, birbirleri ile rekabet edebilmek, dünya piyasalarında tutunabilmek için daha hızlı, daha fazla, daha kaliteli ürün üretebilme yarışına girmişlerdir. Tekstilde kullanılan makinelere olan talebin artmasının yanı sıra onlardan istenilen özellikler de artmıştır.

Tekstilde kullanılan hammaddelerin ve bunlardan elde edilen ürünlerin boyutları çoğu zaman istenilen ölçülerde ve şekillerde değildir. Bunların çeşitli aletler ve makineler kullanarak istenilen ölçülerde şekillendirilmesi gerekir. Bu nedenle lif, iplik, kumaş ve diğer tekstil ürünlerinde üretimin çeşitli aşamalarında kesme işlemi kullanılır. Filament halindeki lifleri ştapel hale getirme, iplik bobinleme, çeşitli fantezi ipliklerin (örneğin şenil iplik) üretimi,

kumaş dokuma, konfeksiyonda kumaşların kesimi, non woven yüzeylerin üretimi, havlı kumaşların elde edilmesi vb. üretim aşamalarında kesme işlemi uygulanır.

Kumaşın yüzeyinden dışarı doğru uzanan iplik uçlarına hav adı verilir. Havın amacı kumaşın yüzeyinde iplik demetleri oluşturarak belirli bir efekt elde etmektir. Kumaş yüzeyi havlarla kaplı ise bu kumaşlara genel olarak “havlı kumaşlar” adı verilir. Günlük hayatımızda havlı kumaşlar, yumuşak tuşeleri ve hacimli yapıları nedeniyle tercih edilmektedir. Havlu, halı ve kadife kumaşlar olarak sınıflandırabileceğimiz (Başer 2004) havlı kumaşlar tekstil ürünleri içerisinde önemli bir yere sahiptir. Günümüzde havlı kumaşlar giyim sektöründe kullanıldığı gibi ev tekstilinde, iş yerlerinde, ofislerde, otellerde, okullarda, hastanelerde ve birçok alanda geniş olarak kullanılmaktadır.

Havlı kumaş yapılarından biri olan halılar eskiden elde dokunur ve yünden yapılırlardı. Sanayinin gelişmesi insanların gelir seviyesine de yansımış, elde edilen gelirin artması ile birlikte ihtiyaçları da arttırıp çeşitlendirmiştir. Artık daha rahat yaşamak için temel harcamaların yanı sıra başka ihtiyaçlara da kaynak ayrılmaya başlanmıştır. Gelişmiş ülkelerde olduğu kadar, gelişmekte olan ülkelerde de insanların tekstil ürünleri konusundaki tüketim alışkanlıklarında artan yönde bir değişim gözlenmektedir. Artan tüketim ihtiyaçlarını karşılamak için halılar makinelerde dokunmaya başlanmış ve yünün yerini de akrilik, polipropilen gibi kimyasal lifler almaya başlamıştır. Son yıllarda halı üretiminde %100 yün ipliğinin yanı sıra % 100 kimyasal liflerden yapılmış iplikler ve/veya bunların çeşitli oranlarda karışımları da kullanılmaktadır. Makine halıları Çizelge 1.1'deki gibi değişik şekillerde sınıflandırılabilir.

Çizelge 1.1. Makine halılarının sınıflandırılması

MAKİNE HALISI	
Halı üretim yöntemi	a) Dokuma-- Wilton -- Aksminster b) Tafting c) İğneli-keçe (Nonwoven)
Yapılışı	a) Kesik ilmeli (düz-velür), b) Kesiksiz ilmeli (bukle tipi).
Kullanıldıkları yerler	a) Hafif (yatak, misafir, otel odaları gibi), b) Orta (oturma odaları, hol ve koridorlar), c) Ağır (genel kullanıma açık yerler; ofisler, kütüphaneler, oteller ve okullar vs.).

Üretim, ihracat, istihdam, yatırım ve ekonomik kalkınmada ülkemizin gelişmesine katkıda bulunan aynı zamanda geleneksel bir sanayi kolu da olan halı sanayi, tekstil sektörü içinde önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye halı ve hazır giyim ürünleri imalatının mevcut üretim kapasitesine ait veriler Çizelge1.2’de verilmektedir.

Çizelge 1.2. Halı ve hazır giyim ürünleri imalat mevcut üretim kapasiteleri
(Onuncu Kalkınma Planı 2014)

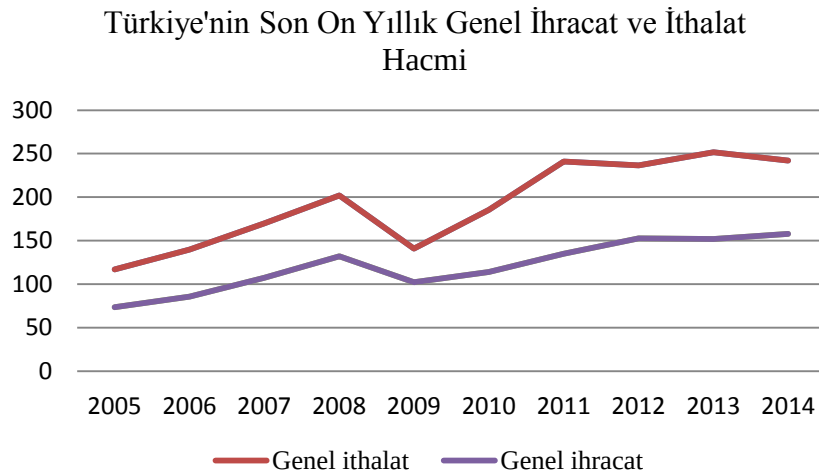
3214-Her Çeşit Halı ve Kilim Sanayi	Adet	m ²	Ton
	12 233 026	215 935 241	7 186

Son on yılda genel ithalat ve ihracatta, halı ve diğer dokumaya elverişli maddeden yer kaplaması ürünlerin yeri Çizelge1.3.’de gösterilmektedir. İthalattaki payın binde 1’lerden on binde 7’lere düşmesine karşın ihracattaki payın binde 9’lardan binde 14.4’e çıkmış olması sektörün ülke ekonomisinde gelir ve döviz kaynağı olarak öneminin arttığını göstermektedir.

Çizelge 1.3. Genel ithalat ve ihracatta halı ve diğer dokumaya elverişli maddeden yer kaplaması ürünlerin yeri (Milyar \$) (TÜİK, 2015)

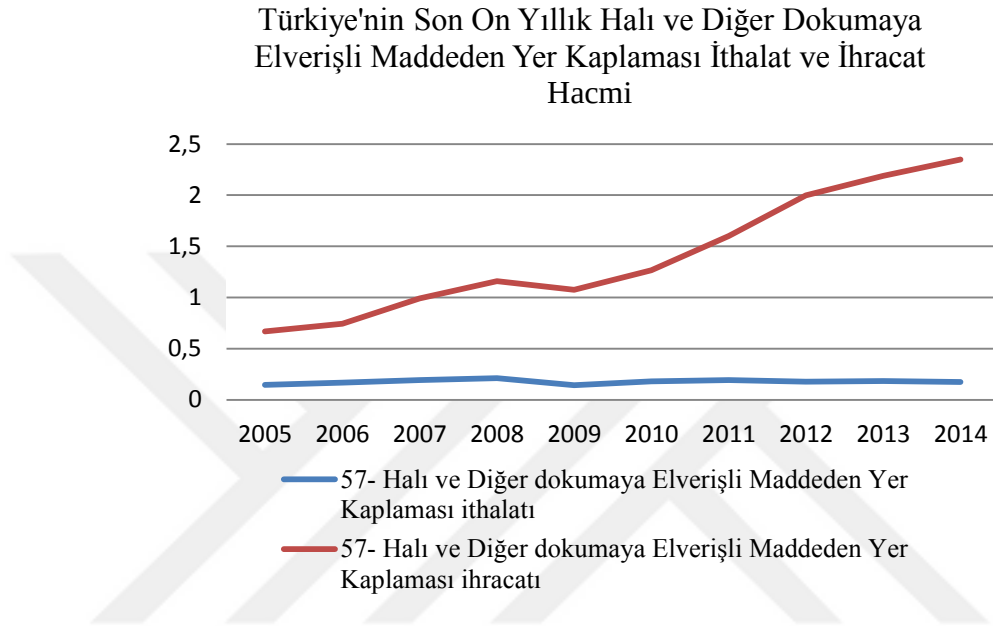
Yıllar	Genel ithalat	57- Halı ve Diğer dokumaya Elverişli Maddeden Yer Kaplaması ithalatı	İthalattaki Payı %	Genel ihracat	57- Halı ve Diğer dokumaya Elverişli Maddeden Yer Kaplaması ihracatı	İhracattaki Payı %
2005	116 774 151	144 698	0.124	73 476 408	669 989	0.912
2006	139 576 174	167 540	0.120	85 534 676	743 093	0.869
2007	170 062 715	192 767	0.113	107 271 750	991 984	0.925
2008	201 963 574	210 302	0.104	132 027 196	1 158 452	0.877
2009	140 928 421	141 494	0.100	102 142 613	1 075 386	1.053
2010	185 544 332	181 415	0.098	113 883 219	1 266 828	1.112
2011	240 841 676	194 098	0.081	134 906 869	1 601 798	1.187
2012	236 545 141	176 995	0.075	152 461 737	1 997 286	1.310
2013	251 661 250	184 563	0.073	151 802 637	2 187 814	1.441
2014	242 182 568	174 468	0.072	157 627 674	2 347 648	1.489

Şekil 1.4'de Türkiye'nin son on yıllık toplam ithalat ve ihracat hacmi görülmektedir.



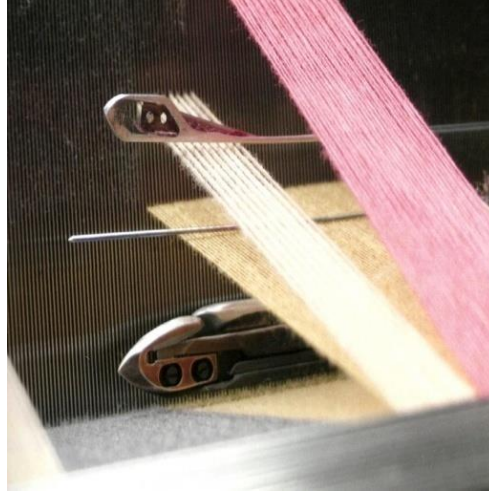
Şekil 1.4. Türkiye'nin son on yıllık toplam ithalat ve ihracat hacmi

Şekil 1.5' Türkiye'nin son on yıllık halı ve diğer dokumaya elverişli maddeden yer kaplaması ürünlerin ihracat ve ithalat hacmi görülmektedir. Grafikte de görüldüğü gibi 2010-2014 yılları arasındaki ihracattaki artış, 2005-2009 yılları arasındaki ihracattaki artıştan daha fazladır. İthalatta ise artmanın aksine düşme gözlenmektedir.



Şekil 1.5. Türkiye'nin son on yıllık halı ve diğer dokumaya elverişli maddeden yer kaplaması ürünlerin ihracat ve ithalat hacmi

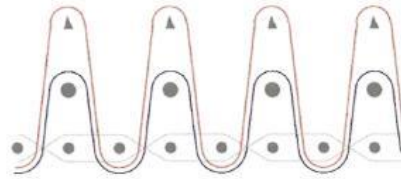
Halı dokumacılığı yüzlerce yıldır elde yapılmakla birlikte makineler ile halı dokunması için ilk geliştirilen mekanik sistem, halka ilmeli Wilton veya Brüksel Wilton'dur. Daha sonraları bu sisteme sadece Wilton denilmiştir. Bu bıçaklı tellerin kullanıldığı bir sistemdir. Şekil 1.6'de Metex-Wireflex 14 dokuma makinesinde bıçaklı tellerin kullanıldığı sistem görülmektedir.



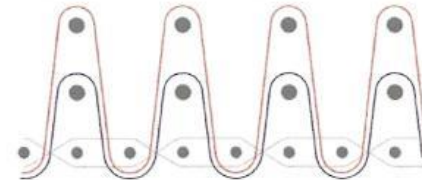
Şekil 1.6. Metex-Wireflex 14 dokuma makinesinde bıçaklı tellerin kullanıldığı sistem (Metex 2011)

Bu sistemde kesili ve ilmeli havlı yüzey oluşumlarının dokumada enine görüntüsü Şekil 1.7’de gösterilmiştir.

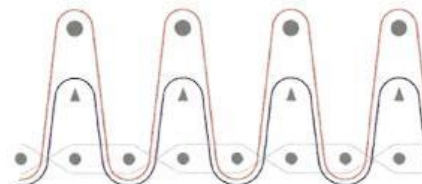
Kesili ve ilmeli hav



İkili ilmeli hav



İkili kesili hav



Kesili hav



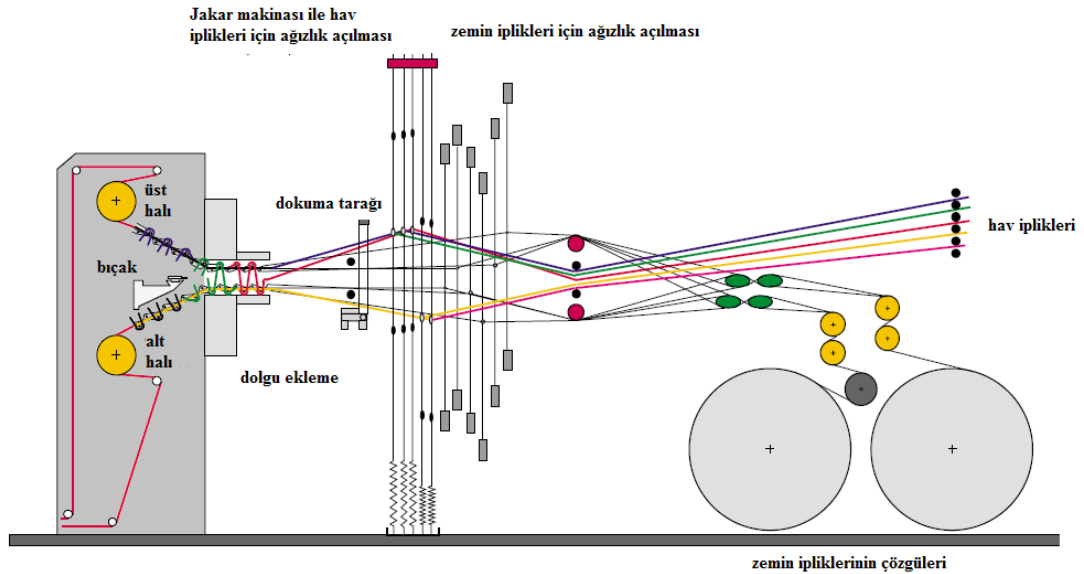
İlmeli hav



Şekil 1.7. Kesili ve ilmeli havlı yüzey oluşumlarının dokumada enine görüntüsü (Metex 2011)

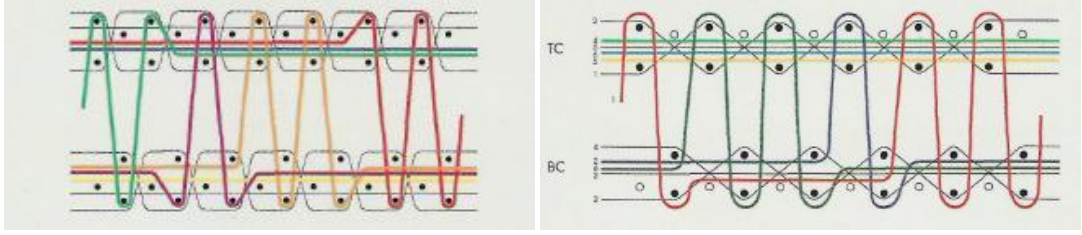
1940'lı yıllarda ise yüz yüze dokumalar geliştirilmiş, bu sistem Wilton halı dokumalar ile kombine edilerek yüz yüze Wilton halı dokuma tekniği ortaya çıkmıştır. Yüz yüze halı dokuma, halı üretiminde yüksek hızlara ulaşan bir sistemdir. Son yıllarda yüz yüze halı dokuma ile elde edilen ürünlere giderek artan bir ilgi vardır. Aslında bu teknik ilk defa 1978'de Jean Bapliste Dans tarafından kullanılmıştır. Temel prensipleri günümüze kadar pek değişiklik göstermemiştir.

Dokuma ile elde edilen makine halılarından biri olan Çift Kat Yüz Yüze Wilton Tipi halı üretim sistemine face to face de denilmektedir (Crawshaw 2002) (Goswami, 2009). Halı üretiminde ülkemizde de kullanılan bir yöntemdir. Şekil 1.8'de Wan De Wiele CRP92 model halı dokuma makinesinde çift kat yüz yüze Wilton tipi halı üretim sistemi görülmektedir.



Şekil 1.8. Wan De Wiele CRP92 model halı dokuma makinesinde çift kat yüz yüze Wilton tipi halı üretim sistemi (Wan De Wiele 2011)

Halı dokuma makinesinde çift kat yüz yüze wilton tipi halı üretim sisteminde atkı ve çözgü ipliklerinin dokuma sırasında yerleşiminin enine kesitleri için Şekil 1.9'da iki örnek görülmektedir.



Şekil 1.9. Çift kat yüz yüze Wilton tipi halı üretim sisteminde atkı ve çözgü ipliklerinin dokuma sırasında yerleşiminin enine kesit örnekleri (Wan De Wiele 2007)

Bu sistemde iki halı yüz yüze dokunduktan sonra bıçakla kesilerek hav yüzeyi elde edilmektedir. Bu halıların üretiminde hav kesme işlemi kumaş dokunurken olmaktadır. Wilton tipi halıların üretiminde diğer havlı yüzeylerde de olduğu gibi havların kesim işlemi kumaş kalitesi açısından önemlidir.

Bu çalışmada hav iplikleri ve liflerin kesilmesi prosesinin mekaniği araştırılacaktır. Üretimde kesim işlemi sırasında, lif materyali ile çalışma sonucunda, kullanılan bıçağın, teknik özelliklerine bağlı olarak keskinliğinin azalması bileme zorunluluğunun ortaya çıkarmakta, sonuç olarak da bıçak ömrü olumsuz olarak etkilenmektedir. Hem bıçağın değiştirilmesi sırasında makinenin durdurulma zorunluluğu nedeni ile randıman kaybı, hem de bıçak maliyetleri işletmeler için önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bu çalışmadan elde edilecek sonuçların, havlı kumaş dokuma makinelerinin tasarımında başlangıç verileri olarak kullanılabileceği gibi üretim aşamasındaki randımanın artırılmasında ve maliyetlerin azaltılmasında faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Kesme işleminde son zamanlarda materyal ve malzeme kesilmesinde çok sayıda yöntem icat edilmiş ve bu yöntemler tekstil dışında da birçok alanda kullanılmaktadır. Bu çalışmada eski ve yeni kesme yöntemleri incelenecek ve havlı kumaşların üretimi için (bugünkü teknolojinin ışığında) en uygun kesme yöntemini belirleyip gerekli kesme parametreleri incelenip sunulacaktır.

Son 30-40 yıla kadar mekanik kesme söz konusu olmakla birlikte kesme işleminde son yıllarda yeni teknolojiler de uygulanmaktadır. Fakat en kaliteli ve en ekonomik yöntemin mekanik kesme yöntemi olduğu düşünülmektedir.

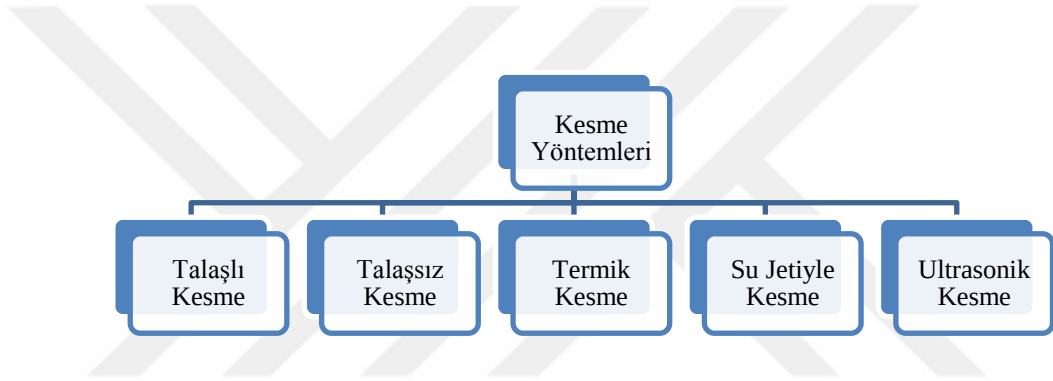
Tekstilde kullandığımız malzemeler organik malzemelerdir. Tıp, gıda ve tarım alanlarında da organik malzemeler ile çalışılır. Bütün bu saydığımız alanlarda organik malzemelerin mekanik olarak kesilmesinde kullanılan teoriler ve uygulamalar tekstil alanı için de geçerlidir. Ayrıca organik malzemeler söz konusu olduğu için çalışmamızdan elde edilecek sonuçlar tarım, gıda, tıp gibi organik malzemelerin kullanıldığı birçok alanda kaynak oluşturacaktır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1.Kesme Yöntemleri

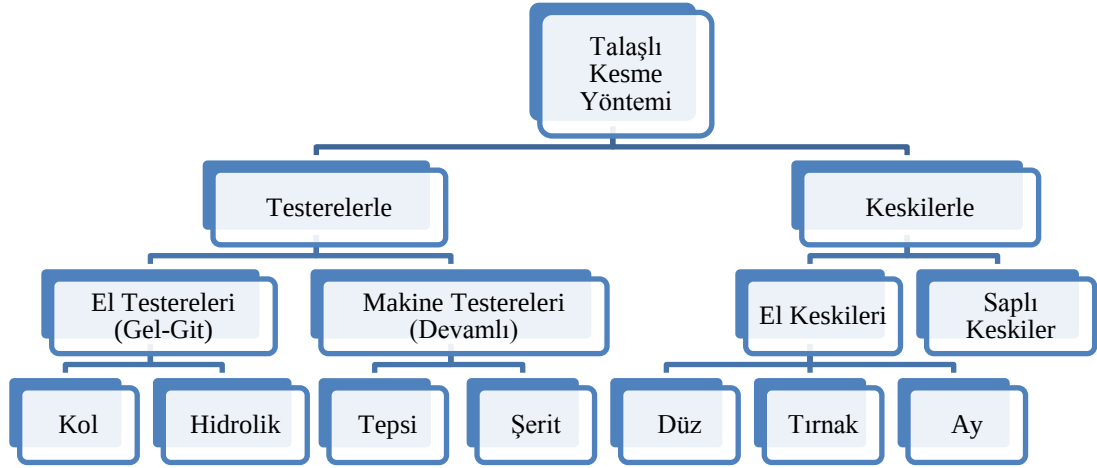
Tekstil malzemelerinin bıçakla kesilmesinde üç yöntem yaygındır; bıçakla kesme, makasla kesme ve testereler ile kesme. Günümüzde kesme işlemi için sadece bıçaklar kullanılmamakta, gelişen teknolojinin etkisi ile mekanik kesme işleminden farklı yöntemlerle de kesme işlemi yapılabilmektedir. Şekil 2.1’de eski ve yeni kesme yöntemlerinin genel bir sınıflandırılması görülmektedir (Serficeli, 2001), (Anık vd, 1996), (Akkurt vd, 2002), (Ducane-Ultrasonic Cutting, 2013).



Şekil2.1. Kesme yöntemlerinin sınıflandırılması

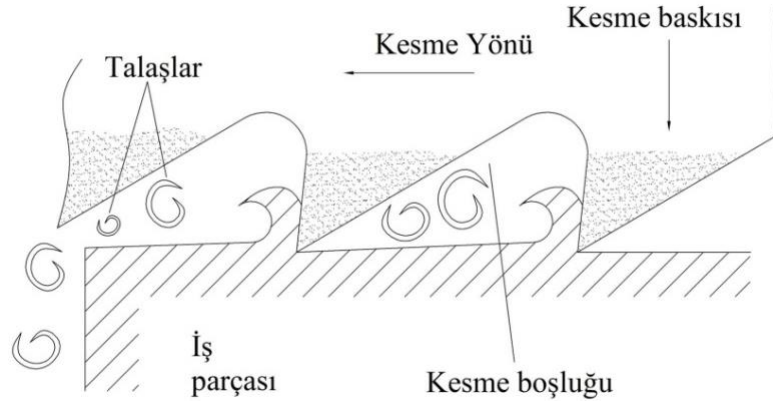
2.1.1.Talaşlı kesme yöntemi

Talaşlı kesme yöntemi testere ve keskiler ile yapılan kesme işlemidir. Kesme işlemi adını kesme işlemi sırasında oluşan talaştan alır (Serficeli, 2001). Şekil 2.2.’de talaşlı kesmede kullanılan aletler ve çeşitleri görülmektedir.



Şekil 2.2. Talaşlı kesme yönteminde kullanılan aletler (Serficeli, 2001).

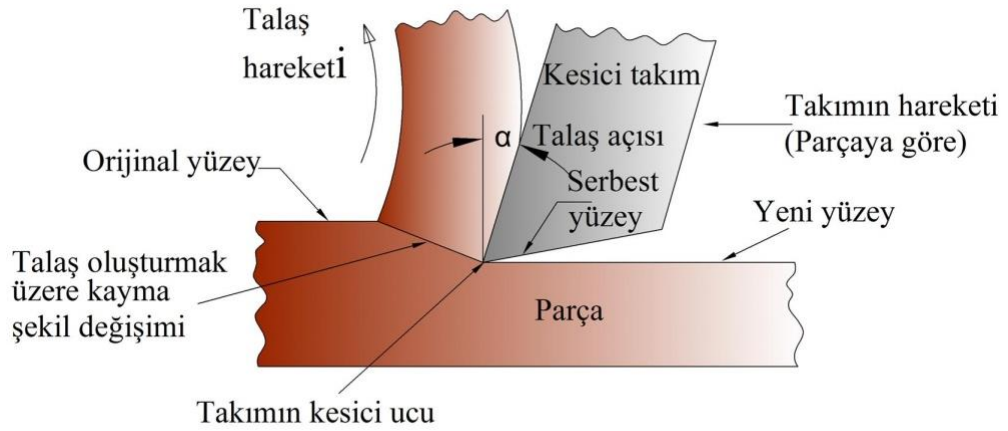
Testerelerle Kesme işleminin gerçekleşebilmesi için testereye (iş parçasına doğru) baskı kuvveti uygulanır ve dişlerin iş parçası içine dalması sağlanır. Aynı zamanda testere dişlerinin kesme yönünde de hareket ettirilmesi gerekir. Bu işlemler sürekli olarak yapılarak, iş parçası üzerinden talaş parçacıklarının kopması sağlanır. Testerelerle kesme işlemi Şekil 2.3.'de görülmektedir (Serficeli, 2001), (Milton, 2005), (Groover, 2010), (Boothroyd, 1981), (Trent vd, 2000).



Şekil 2.3. Testerede kesmenin prensibi

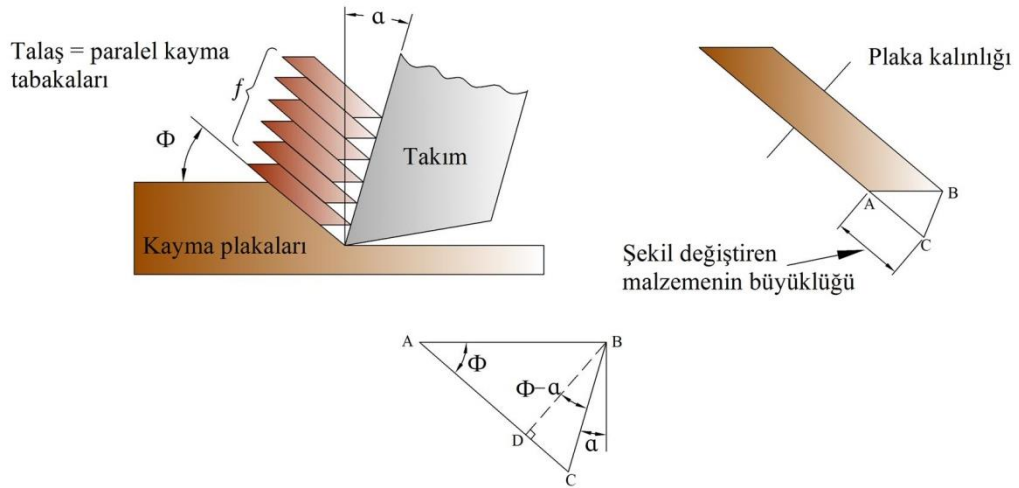
Testerelerle kesme işlemi sırasında iş parçası deforme olur ve talaş uzaklaştığında yeni yüzey ortaya çıkar. Şekil 2.4'de talaş kaldırma işleminin

kesiti görülmektedir.



Şekil 2.4. Talaş kaldırma işleminin kesiti (Groover, 2010)

Şekil 2.5'de görüldüğü gibi talaş oluşumu sırasında kayma şekil değişimi söz konusudur.



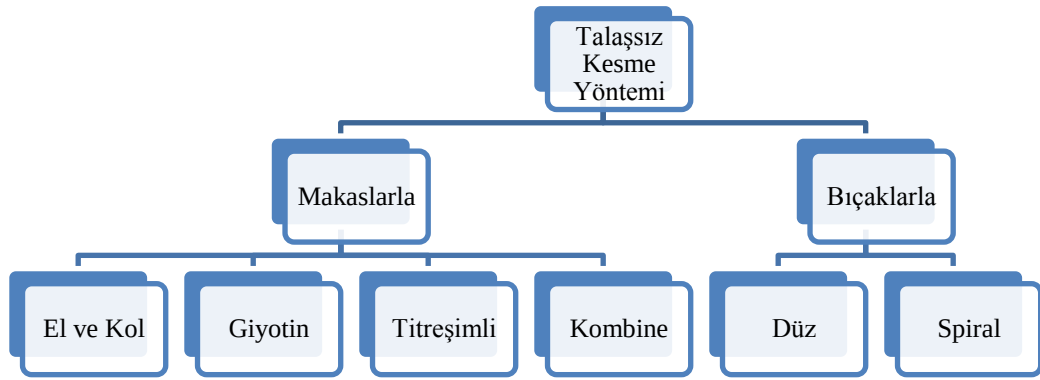
Şekil 2.5. Talaş oluşumu sırasında kayma şekil değişimi a- Birbirinin üzerinden kayan paralel seri şeklinde talaş oluşumu b- Plakalardan biri, kayma şekil değişimini göstermek için ayrılmıştır c- Şekil değiştirme denkleminin çıkarılmasında kullanılan kayma şekil değiştirme üçgeni (Groover, 2010)

Testereler metalleri kesmenin yanı sıra olan ahşap, kumaş, plastik, kemik gibi organik malzemelerin kesiminde de kullanılmaktadır.

Saplı kesimler metallerde sıcak şekillendirme ve kesme, el kesimleri ise metallerden küçük parçaların koparılması, kesilmesi, olukların açılması gibi işlemlerde kullanılır. Isıl işlem görmüş kesimlerin uç kısımları değişik açılarda bilerek kama şeklinde biçimlendirilmiştir. Keski iş parçası üzerine yerleştirildikten sonra keski eksenini boyunca kuvvet uygulanır. Keski eksenini ile iş parçası arasındaki açısının artması kaldırılacak talaşın kalınlığı artırır (Serficeli, 2001), (Milton, 2005).

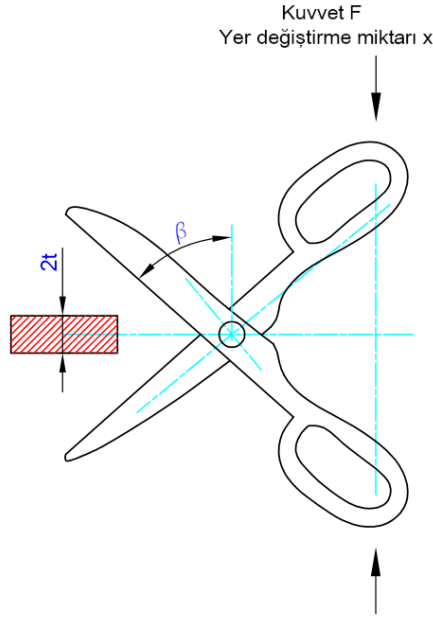
2.1.2.Talaşsız kesme yöntemi

Makaslarla ve bıçaklarla yapılan kesme işlemidir. Şekil 2.6’da talaşsız kesmede kullanılan aletler ve çeşitleri görülmektedir.

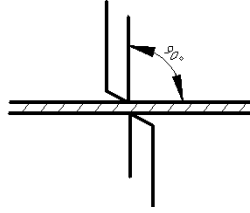


Şekil 2.6. Talaşsız kesmede kullanılan aletler (Serficeli, 2001)

Bu tür kesme işleminde talaş oluşmaz. Bu nedenle talaşsız kesme olarak adlandırılır. Makas ile kesme işleminde makas koluna uygulanacak kuvvetin miktarı kesilen materyalin kalınlığına ($2t$), kesme sırasında makas bıçaklarının dikey eksenle arasındaki β açısının büyüklüğüne ve makas kolunun yer değiştirme miktarına (x) bağlıdır (Atkins, 2009). Makaslar ile yapılan kesme işleminde iş parçası makasa yerleştirildiğinde bıçakların iş parçasını kolay açılması ve kesebilmesi için, makas bıçakları arasındaki açının 20° den küçük ve aynı zamanda bıçakların da iş parçası yüzeyine dik olması gerekir (Serficeli, 2001). Şekil 2.7 ve 2.8’de el makası ile yapılan kesme işlemi görülmektedir.



Şekil 2.7. Makas geometrisi ve kesilen malzeme (Atkins, 2009).

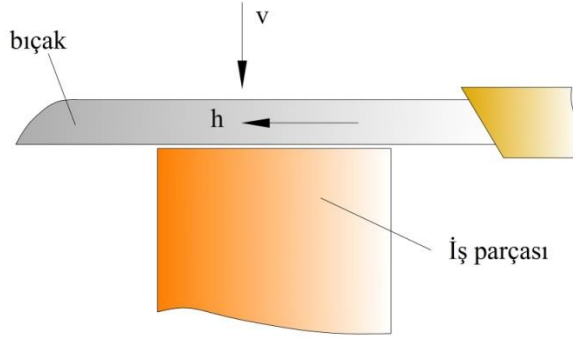


Şekil 2.8. Bıçaklar iş parçası yüzeyini arasındaki açı

Makaslar metal (sac, kablo, zincir gibi), kağıt, çim, tırnak, saç, deri, kumaş, iplik, lif gibi birbirinden çok farklı malzemelerin kesiminde eskiden beri kullanılmaktadır. Kesilecek malzemenin cinsine, miktarına bağlı olarak günümüzde makinelerle kombine edilmiş makaslar kullanılmakla birlikte el ve kol makasları kullanımdaki yerini hala korumaktadır.

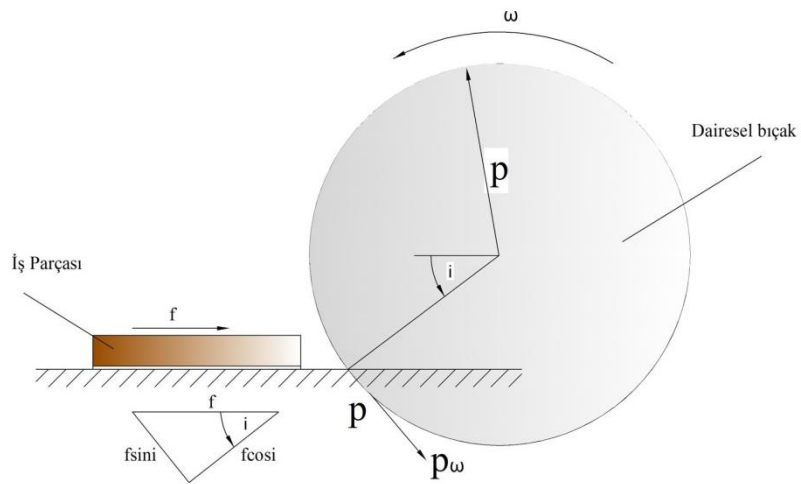
Şekil 2.9’da da görüldüğü gibi iş parçasına dik olarak yerleştirilen bıçak ile dilimleyerek kesmek için bıçağın iş parçasının içine doğru (v) bastırılması gerekir. Bu düşey hareketin yanı sıra bıçağa yatay yönde (h) iş parçasının bir ucundan diğer ucuna bir hareket verildiğinde kesme işlemi daha kolay gerçekleşecektir. Mutfakta bıçak ile ekmek keserken yaptığımız da budur.

Testerelerle kesmeden farklı olarak her iki yönde hareket sırasında kesme gerçekleşir ve talaş oluşmaz. Bıçak iş parçasına dik yerleştirilebildiği gibi açılı da yerleştirilebilir (Atkins, 2009).



Şekil 2.9. İş parçasına dik yerleştirilmiş bıçak ile kesmesi (Atkins, 2009)

Şekil 2.10'da olduğu gibi eksenini etrafında dönen bir yuvarlak bıçağa f hızıyla bir iş parçası hareket ediyorsa bu durumda, kesme kuvveti bıçağın çevresel hızına ve iş parçasının yaklaşma hızına bağlıdır. Konfeksiyonda kullanılan yuvarlak bıçaklarda veya pizza kesme bıçaklarında olduğu gibi iş parçasının durduğu yuvarlak bıçağın hem eksenini etrafında döndüğü hem de ileri doğru hareket ettiği durumlarda da kesme işlemi gerçekleşmektedir.



Şekil 2.10. İş parçasının yuvarlak bıçak ile kesmesi (Atkins, 2009)

Giyotinler kırpma veya kademeli kesme yerine bir hamlede kesme işlemini gerçekleştirirler. Kağıt kesme giyotinlerinde olduğu gibi bıçaklar düz ve ağızları eğimli yapılıdır. Bıçağın kesme işlemi için yukarıdan aşağıya iş parçasına doğru bastırılması gerekir. İş parçası özel bir şekilde kesilmek isteniyorsa, giyotin için buna uygun kesme kalıplarının imal edilmesi gerekir.

2.1.3.Termik kesme yöntemi

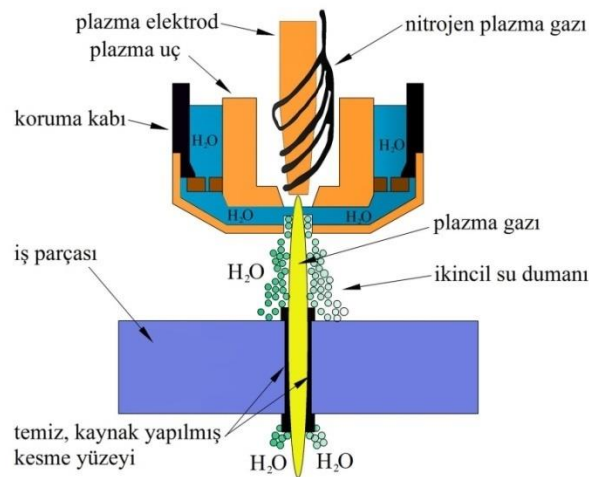
Termik kesme yönteminde, malzemeler termik yöntemler kullanılarak aşındırılır ve bu sayede kesilmeleri sağlanır. Termik kesme yöntemleri farklı açılardan sınıflandırılabilmesiyle birlikte Şekil 2.11’de de görüldüğü gibi, kesme işleminin fizikine göre yakma, ergitme veya buharlaştırma olmak üzere üç gruba ayrılır (Anık vd, 1996):

- Yakarak termik kesme yönteminde malzeme yerel olarak oksitlenir. Oluşan yanma ürünleri, yüksek hızlı bir oksijen huzmesi ile üflenerek uzaklaştırılır.
- Ergiterek termik kesme yönteminde, kesme ağzında malzeme yerel olarak ergitilir. Oluşan ergime ürünleri, yüksek sıcaklıktaki ve yüksek hızdaki bir gaz huzmesi ile kesme ağzından uzaklaştırılır.
- Buharlaştırarak termik kesmede kesme ağzında malzeme yerel olarak buharlaştırılır. Oluşan buhar ürünleri genişletilerek ve/veya bir gaz huzmesi ile üflenerek kesme ağzından uzaklaştırılır.



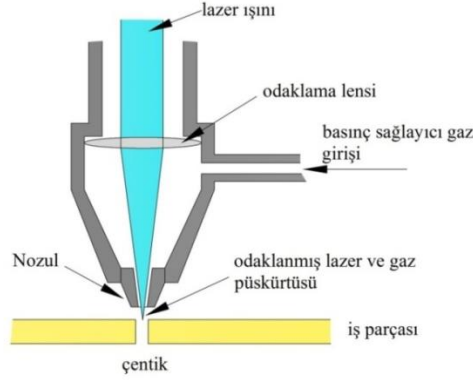
Şekil 2.11. Termik kesme yöntemleri

Plazma ile kesme alaşımlı veya alaşımsız olan iletken metallerin kesilmesinde kullanılan bir yöntemdir. Plazma ile kesme yönteminde, torç içinde akan gazla enerji verilerek kısmen iyonlaştırılması (plazma haline dönüştürülmesi) sağlanır. Yüksek sıcaklıkta plazma oluşturulur. Nozul ağzından gaz akışının da etkisi ile pozitif kutup olan malzemeye yönelir. Malzemenin ergimesi sağlanır ve daha sonra eriyen malzeme akan gazın jet etkisiyle itilerek uzaklaştırılır (Kutlu vd, 2008). Şekil 2.12’de demir olmayan malzemelerde N_2/H_2O plazma ile kesme etkisi görülmektedir.



Şekil 2.12. Demir olmayan malzemelerde N_2/H_2O plazma ile kesme etkisi (Milton, 2014).

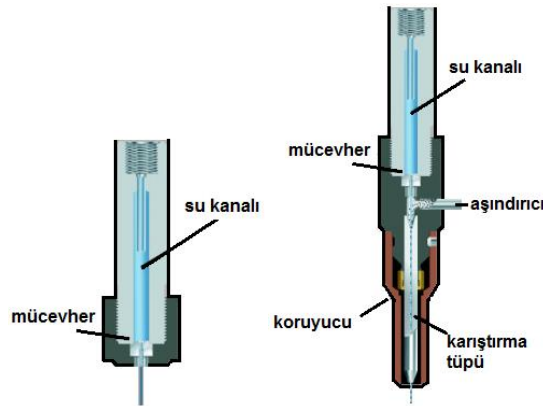
Lazerle kesme, kesme için malzemeye aktarılması gerekli enerjinin lazer ışınından sağlandığı termik kesme yöntemidir. Kesme, ilave bir gaz huzmesi altında yapılabilir (Anık vd, 1996), (Chen vd, 2001), (Rajpurohit vd, 2012). Şekil 2.13’de lazerle kesim görülmektedir.



Şekil 2.13. Lazerle kesim (Twi-global-Laser cutting, 2014)

2.1.4.Su jetli kesme yöntemi

Su jeti kesme sisteminde, özel bir basınç artırıcı (intensifier) tarafından basıncı artırılan suyun bir lüleden geçirilmesiyle yüksek hızlarda su jeti huzmesi elde edilir. Son yıllarda özellikle metal sanayide su jeti yerine aşındırıcı katkılı su jeti de kullanılmaktadır. Su jetinin çarpma etkisiyle malzemeden parçacıklar aşındırılır ve bunun sonucu olarak da parçaya istenilen şekil verilir (Geren vd, 2001). Şekil 2.14’de su jeti ile aşındırıcı katkılı su jeti görülmektedir.

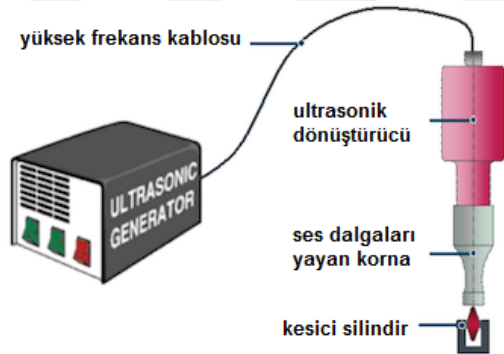


a- Tipik su jeti, b- Aşındırıcı ilaveli su jeti

Şekil 2.14.Su jeti (Anonymous, 2014).

2.1.5.Ultrasonik kesme yöntemi

Ultrasonik kesme makineleri sentetik malzemeden imal edilmiş kayış, kurdela, bant, biye dokusuz yüzeyler gibi tekstil ürünlerini kesmek için kullanılır. Bu makinelerle uygun aparatlar kullanarak, delme, dekoratif desenler verme işlemleri yapabildiği gibi iplik kullanmadan kaynak yaparak dikmek de mümkündür (Sonimak, 2009). Şekil 2.15’de görüldüğü gibi ultrasonik kumaş kesme işleminde ses dalgaları yayan korna, arkasında bir kesici silindir bulunan kumaş ile temas halindedir. Ses dalgalarının yarattığı çekiçleme etkisi kumaş içindeki liflerin erimesini sağlayarak kesme veya kaynak işlemi gerçekleşir (Decoup, 2014). Kesim kalitesi konvansiyonel yöntemlere kıyasla çok yüksek düzeyde olmakla birlikte kesme işlemi esnasında malzemeye kaynak mühürleme uygulanması malzemenin kesim kenarlarında tellenmeyi önlemektedir (Bamforth vd, 2006).



Şekil 2.15. Ultrasonik kumaş kesme(Decoup, 2014)

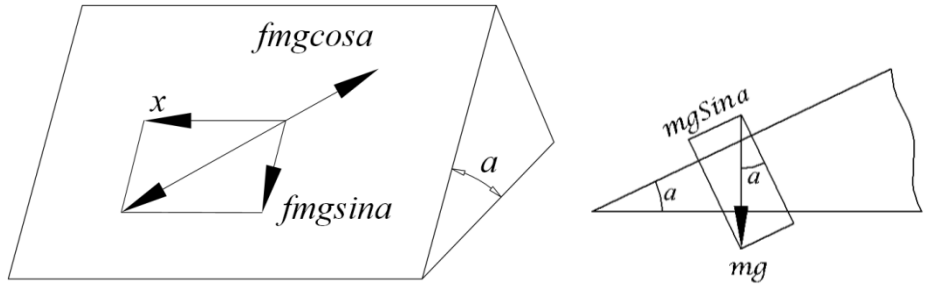
Tekstil sanayinin yanı sıra folyo ve muşamba imalatı, air-bag imalatı ve gıda sanayi (Arnold vd, 2009), (Zahn vd, 2006) olmak üzere birçok alanda başarıyla kullanılmaktadır.

2.2.Kesme Teorileri

Tekstil lif ve iplikleri fiziki ve mekanik özellikleri bakımından organik malzemelere benzer. Organik malzemelerin kesilmesi ile ilgili kesme parametreleri, tekstilde kullanılan lif ve iplikler için de geçerlidir. Organik

malzemelerin kesilmesi ile ilgili yapılan araştırmalar bıçakla kesmenin karmaşık bir proses olduğunu göstermektedir (Bazyuk, 1969) (Berşaddskiy, 1958) (Borkunov, 1975) (Bosoy, 1967) (Vasilenko, 1937) (Voskresenskiy, 1956) (Goryaçkin, 1966) (Dobrovolskiy, 1964) (Dorkin, 1974) (Jeligovski, 1941) (İvanovski, 1975) (Kiselev, 1966) (Kovan, 1959) (Romaşkina, 1969) (Dowgiallo, 2005) (Kakitis vd. 2012). Enine ve kaymalı harekette bulunan bıçakla kesme kuvvetinin azalmasını aşılayan çok sayıda hipotezin bulunması, bıçakla kesmenin fiziksel tanımının tam aşıklığa kavuşmadığını göstermektedir. Bu bölümde organik malzemelerin kesilmesine aşıklık getiren ve pratik çalışmalarla da kendisini doğrulayan kesme teorilerinden birkaçı ele alınmıştır.

Goryaçkin (1965) tarım makinelerinin kesici mekanizmaları üzerinde yaptığı çalışmalarında kesme teorileri ile ilgili hesaplama yöntemleri geliştirmiştir. Kendi adı ile anılan ve kaymalı kesmede kesme kuvvetinin azalmasını aşılayan hipotezini aşağıdaki şekilde aşıklamaktadır: "Yatayla α aşıısı altında yerleşmiş düzlem üzerinde ağırlığı mg olan bir cisim ele alalım. (şekil 2.16.). Bilindiği gibi α aşıısı sürtünme aşıısı φ 'den küçük olduğu sürece $mg \sin \alpha$ bileşeni cismi hareket ettiremez. Ancak cisme $mg \sin \alpha$ 'ya dikey yönde bir yer değişme verilirse, cisim kolaylıkla kaymaya başlar."



şekil 2.16. Kaymalı kesmede kesme kuvvetinin azalması (Goryaçkin, 1965)

şekil 2.16.'dan:

$$x^2 + (fmg \sin \alpha)^2 = (fmg \cos \alpha)^2 \quad (2.1)$$

ve

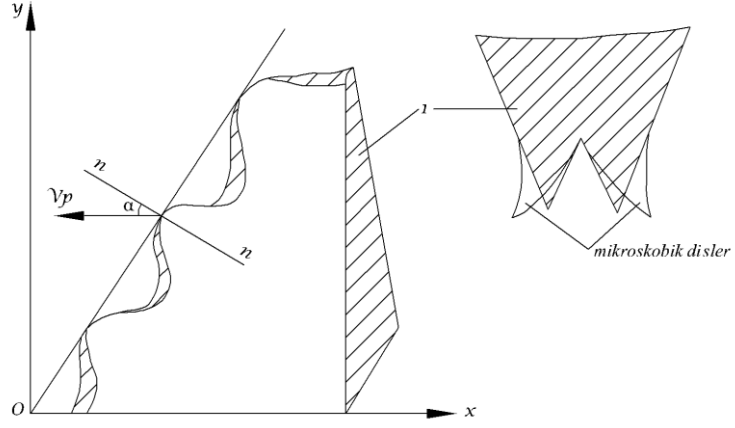
$$x^2 = \frac{mg}{\cos \varphi} \sqrt{\sin(\varphi - \alpha) \sin(\varphi + \alpha)} \quad (2.2)$$

α açısının küçük değerlerinde $\alpha \cong 0$ ve $x = fmg$ alınır.

Buna göre kaymalı kesmede, sürtünme kuvvetinin bir kısmı, kesme yönüne yatay düzleme taşındığından bıçağın malzemeye girişi kolaylaşır. Burada φ sürtünme açısıdır.

Prokoptsev (1965) ve Sizov'un (1971) yaptığı araştırmalar, kaymalı kesmede kesme kuvvetinin, denklem 2.1. ve 2.2 'de belirtilen değerlerden çok daha büyük bir hızla azaldığını göstermektedir. Bu araştırmalar kayma hızının artması ile kesme kuvvetinde bir azalma olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ancak Goryaçkin'in çalışmaları mikroskobik dişlerin çabuk aşındığını ve kaymalı kesmede kütlenmiş bıçak kullanımında kesme kuvvetinin daha hızlı azaldığını göstermektedir.

Başka bir teoride bıçak çakısı mikroskobik testere olarak görülmüş ve bundan dolayı kesme prosesinin önemli derecede kolaylaştığı varsayılmıştır. İvaşko(1958) bu teoriye göre kesme prosesinin, mikroskobik dişlerin şekil ve boyutlarına bağlı olduğunu öne sürmüştür. Bu teoriye göre, Şekil 2.17'de de görüldüğü gibi kayma olmadığında ($\alpha=0$) kesme prosesinde keskin dişlerle birlikte dişler aralığındaki küt alanlar da yer almaktadır. Bir başka deyişle, kesilen malzeme, bıçak çakısının tüm alanıyla temasta bulunmaktadır. Kaymalı kesmede ise, küt alanlar, kesilen malzemeye temasa girememektedir. Romaşkina (1968) da çalışmalarında bu teoriyi doğrulamaktadır. Ancak Goryaçkin'in çalışmaları dişlerin çabuk aşındığını ve küt bıçakla kaymalı kesmenin keskin bıçaktan daha etkili olduğunu göstermektedir.

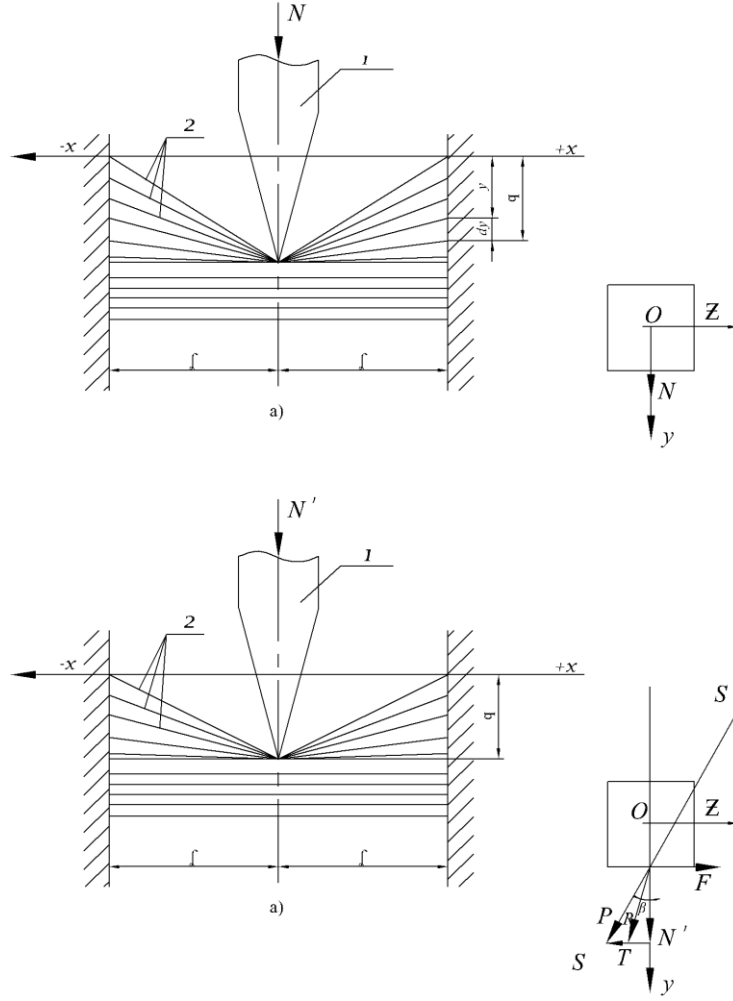


Şekil 2.17. Kesme kuvvetinin azalması (İvaşko, 1958)

Novikov (1957) kalın saplı tarım ürünleri üzerinde yaptığı çalışmalarında, kesme işleminin kalın saplı tarım ürünlerinin bıçakla temasta bulunan alanda sap liflerinin kopması sonucu gerçekleştiğini savunmuş ve “Statik Kesme Teorisi”ni ortaya atmıştır. Şekil 2.18’de Novikov’un elde ettiği sonuçlara dayanarak kesmeyi açıkladığı bir model görülmektedir. Model iki mesnet arasında ön gerilme ile bağlanmış ve bıçakla temas durumunda olan sap liflerinden oluşur. Bu teoreme göre sapın kesilmesi onlara dikey yönde etki gösteren bıçakta oluşan N kuvveti etkisinden sap liflerinin kopması ile başlar (Bıçağın kayması sıfırdır, yani $\alpha = 0$). N kuvvetinin değeri;

$$N = \frac{bEq^2}{l} \quad (2.3)$$

denklemini ile hesaplanabilir. Burada: q liflerin kopma anı için eğilim değeri; E kesilen malzemenin elastisite modülü; B lif topluluğunun genişliği; l bıçakla bağlama noktası arası uzaklığıdır.



Şekil 2.18. Bıçakla kesilen malzemenin birbirini etkileme şeması a-Kaymasız kesme;b- Kaymalı kesme. 1- Bıçak; 2- Kesilen malzeme (Novikov, 1957).

Bıçağa karmaşık hareket verildiğinde ($\alpha \neq 0$), yani bıçak oy eksenine α açısı altında SS yönünde hareket aldığı ve α açısı sürtünme açısı φ 'den büyük olduğunda, O noktasında yerleşen parçacıklar deformasyon nedeni ile R kuvvetinin doğrultusunda hareket alırlar ve oy eksenine β açısı oluştururlar. Bu açının değeri;

$$\tan \beta = \frac{T - F}{N} = \frac{N' \tan \alpha - N' \tan \varphi}{N'} = \tan \alpha - \tan \varphi \quad (2.4)$$

denklemleri ile hesaplanabilir. (2.4) denklemine göre α açısının artması ile lifin deformasyonu ve buna bağlı olarak ipliğin bu yönde eğilimi söz konusu olduğundan ipliğin y eksenine boyunca eğilimi azalacaktır.

$$q' = q \cos \beta \quad (2.5)$$

Novikov'a göre bu olay normal kuvvet N' 'nin azalmasının temel nedeni olarak kabul edilir fakat "kesme kuvveti" kavramını amacına uygun kullanmamıştır. Bu teoride kaymalı kesme sırasında ancak normal kuvvetin azalmasının nedeni açıklanmaktadır. Bu durumda ortaya çıkan ve SS doğrultusunda hızla artan teğetsel kuvvet göz ardı edilmektedir. Sonuç olarak toplam kesme kuvveti sabit kalmaktadır.

Kakitis ve ark. (2012) köpük alçı matris ile takviye edilmiş selüloz maddelerin kompozit uygulamalarında kullanılan doğal malzemelerden olan kenevir lifi üzerinde çalışmışlardır. Kompozitte kullanılacak kenevir liflerinin kesimi için dönen bıçaklı bir fiber kesici tasarlamışlardır. Kenevir saplarını parçalamada kaymalı kesmeyi kullanarak deneyleri yapmışlardır. Deneyler sonucunda özel kesme enerjisi e 'yi;

$$e = \frac{E_1}{m_1} \quad (2.6)$$

denklemleri ile hesaplamışlardır. Burada E_1 , bir kesim için enerji (J), m_1 , bir m^2 kütlesi ($kg.m^{-1}$)dir. Toplam enerjinin bir kesim enerjisi ve l 'ye bağlı olduğunu saptamışlar, buna göre;

$$E = e \cdot \frac{m}{\Delta l} \quad (2.7)$$

Denklemlerde; e özel kesim enerjisi ($J.mkg^{-1}$), m kenevir liflerinin toplam kütlesi (kg), l partikül uzunluğu (m)dur. Döner bıçak kullanıldığında, kesme enerjisi,

bıçak kenar keskinliğine ve bıçak tarafındaki sürtünme kuvvetlerine neden olduğundan malzemenin özelliklerine bağlıdır (Kakitis, 2012).

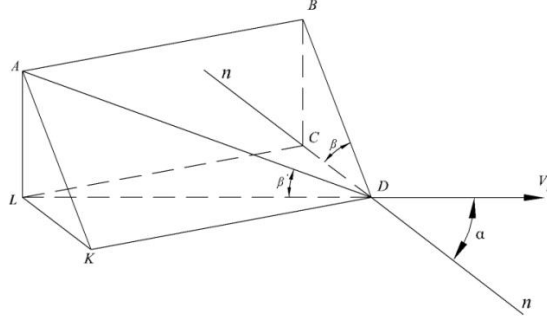
Solod (1949) “Kritik Parçalanma Teorisi” üzerinde çalışmıştır. Bu teoriye göre malzemenin parçalara ayrılması kritik gerginliklerin oluşması ile gerçekleşir. Bu gerginliklerin büyüklüğü kesilen malzemenin fiziksel özelliklerine ve bıçak çakısının kalınlığına bağlıdır ve α ’nın istenilen değeri için sabittir. Malzemenin parçalanması temas alanının dışında, bıçağın hareket doğrultusunda normal düzlemde gerçekleşir. Sizov (1971) ve Prokopsev (1965) çalışmalarında Solod’un teorisinin kesme prosesine tam açıklık getirmediğini belirtmişlerdir.

Prokopsev (1965), teorisinde kesmenin iki sıkıştırma ve parçalanma fazlardan oluşan proses gibi ele alınmasını önermiştir. Bu nedenle bıçağın hareket yönü ile çakıya çekilmiş normal arasında sürtünme açısından büyük bir α açısı oluşuyorsa, sıkıştırma fazında bıçağın kayması ile birlikte bıçakla malzeme arasında sürtünme meydana gelir. Bu teoriye göre kaymanın meydana gelmesi, kesme kuvvetinin azalmasına neden olmaktadır. Prokopsev, ayrıca kaymalı kesmenin sıkıştırma fazında bıçakla temasta bulunan malzemenin parçalanmadan önce temas alanında oluşan mikro çatlakların etkisinden zayıfladığını öne sürmektedir. Teori, yüzeyinde mikro çatlak oluşan kristallerin mukavemetinin zayıfladığı üzerine inşa edilmiştir ve malzeme kristallerinin mukavemet teorisi organik malzemelerin kesilmesi prosesinin araştırılmasında da kullanılabilir. Bu teori deneylerle tam olarak teyit edilmemiştir (Fink vd. 1961).

Golovka ve Terehov (1967) moleküler teoriyi ileri sürmektedir. Teoride kaymalı kesmede kesme kuvvetinin azalmasının nedeninin maddenin (malzemenin) moleküler yapısından kaynaklandığı öngörülmektedir. Matematik denklemlerle ispat edilen teoremin deneyleri teyit edilmemiştir.

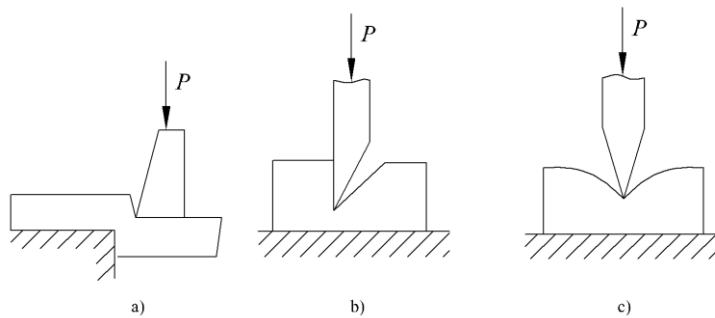
Sellegren’nin kesme kuvvetinin azalmasını açıklayan (Kronenberg, 1969) ve bilim adamları Voskresenskiy (1956) ve Reznik (1975) tarafından da doğrulanan teorisi “Kesme Açısının Transformasyonu” teorisidir. Teoride bıçak

ikiyüzlü takoz gibi varsayılmaktadır ve kesme kuvveti P_{kes} 'nin azalması gerçek kesme açısının β değişimi (transformasyonu) ile açıklanmaktadır (Şekil 2.19). Teorinin geometrik tanımı çok basittir. Şekil 2.3'e göre $\alpha = 90^\circ$ 'de β 'nin değeri sıfıra yaklaştığından, kesme kuvvetinin de sıfıra yakın olması gerekmektedir.



Şekil 2.19. Kaymalı kesmede çakının bileme açısının değişimi

Jeligovski (1941) çalışmalarında kesmeyi bir birine bağlı üç farklı teknolojik prosesin bir araya gelmesinden oluşan bir proses olarak tanımlamaktadır: Şekil 2.20'de görüldüğü gibi zımba ile kesme; keski ile kesme ve bıçakla kesme. Reznik (1975) bu teknolojik proseslerin daha detaylı sınıflandırılması yapmış ve tüm kesme proseslerini araştırarak organik malzemelerin kesilmesi için bıçakla kesmenin daha uygun olmakla birlikte bazı hallerde uygulanabilecek tek yöntem olduğunu öne sürmüştür.



Şekil 2.20. Kesme prosesinin sınıflandırılması. a-Zımba ile kesme , b- Keski ile kesme, c-Bıçakla kesme

Yukarıda sözü edilen teorilerin dışında çok sayıda teorinin var olduğu bilinmektedir. Kesme proseslerini araştıran yazarlara göre organik ve tekstil

malzemelerin kesilmesi için bıçakla kesme daha uygun olmakla birlikte bazı hallerde tek bir yöntemdir (Reznik, 1975).

Özetle bıçakla kesmenin üç temel yöntemi olduğu bilinmektedir:

- a. **Normal Kesme:** Kırma yöntemi ile kesmedir. Çakıya çekilmiş normal ile bıçağın hareket doğrultusu arasındaki açının değeri sıfıra eşittir ($\alpha=0$). Bıçağın herhangi bir yönde boyuna ve kaymalı hareketi söz konusu değildir,
- b. **Statik Kesme:** Bıçak malzemeye göre kaymasız harekette bulunur. Bu durumda $0 < \alpha < \varphi$ 'dir; burada φ sürtünme açısıdır,
- c. **Dinamik Kesme - Kaymalı Kesme:** Bıçak kesilen malzemeye göre kaymalı harekette bulunur. Bu durumda $\alpha > \varphi$.

Bazyuk (1969) çalışmalarında tekstil malzemelerinin kesilmesi yöntemlerini sınıflandırmış ve mekanik kesme yöntemlerinin bir sıra önemli dezavantajlarından bahsetmiştir. Örneğin günden güne sentetik liflerin kullanımının artması ile bıçakla kesmede malzemenin fiziksel-mekanik karakteristiklerinin değişmesi ve kesme kalitesinin düşmesi büyük problemler oluşturabilmektedir. Öte yandan bıçakların kolay üretilmesi, kesme basitliği ve kesme prosesi maliyetinin düşük olması bu yöntemin tekstil malzemelerinin kesilmesinde yaygın olarak kullanılmasını sağlamaktadır.

Tekstil malzemelerinin kesilmesinde bıçakla kesmenin üç yöntemi yaygındır: bıçakla kesme, makasla kesme ve testere ile kesme.

Kırma, döner ve düzlemsel kalıplarla kesme ayakkabı ve konfeksiyon sanayisinde kullanılmaktadır. Tekstil liflerinin döner kalıplarla kesilmesine liflerin üretiminde rastlamak mümkündür (Keith, 1979). Bu kesme yönteminin araştırılması üzerinde Slivakov (1976) ve Çobitko (1974) çalışmışlardır. Çobitko'ya göre döner kalıplarla kesmede kesme kuvveti sıçrayışlarla değişir.

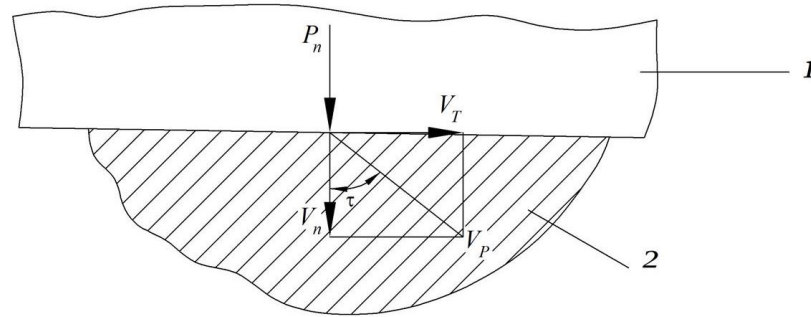
Malzemelerin mekanik olarak kesilmesinde, eski çağlardan günümüze kadar geçen sürede testere, keski, bıçaklar ve makaslar kullanılmış ve halen

kullanılmaya devam etmektedir. Kimyasal yöntemde liflerin kesilmesi için organik malzemeleri hızla parçalayan kimyasallar kullanılır. Özellikle son yıllarda, sağladığı üstünlükler ve imalat işlemlerinde sunduğu esnekliklerden dolayı termik kesme (lazer, plazma vb.), su jeti ile kesme ve ultrasonik kesme gibi yeni yöntemler de kullanılmaktadır.

Malzemelerin kesilmesi ile uğraşan araştırmaların temel hedefi malzemeyi parçalara ayırmak için gerekli olan kesme kuvvetinin bulunması olmaktadır. Bu alandaki ilk çalışmalardan birisi Time vd. (1970) ahşap malzemelerin kesmeye direnci ile kesme prosesinin parametreleri arasında ilişkiyi bulma çalışmaları gösterilebilir. Zorev (1979) ise çalışmalarında metal malzemeler için benzer araştırmalar yapmıştır.

2.3.Organik Malzemelerin Kesilmesinde Kesme Kuvveti

Organik ve benzer malzemelerin kesilmesi için gerekli olan kesme kuvvetinin bulunması ile ilgili çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Goryaçkin (1965) malzemelerin kesilmesi için gerekli P_n normal kuvveti ile bıçağın yer değişmesi S arasında olan deneye dayalı bağıntılar üzerinde çalışmıştır. Şekil 2.21'de P_n normal kuvveti ile bıçağın yer değişmesi S arasında bağıntı açıklanmaktadır.



Şekil 2.21. P_n Normal kuvveti ile bıçağın yer değişmesi S Arasındaki bağıntı 1- Bıçak; 2- Kesilen malzeme

$$P_n^5 = const. S = Ae^{-P_n} \quad (2.8)$$

$$\varepsilon = \frac{v_t}{v_n} = \operatorname{tg} \tau \quad (2.9)$$

Burada; ε kayma katsayısı, v_t kesme hızının teğetsel bileşeni, v_n kesme hızının normal bileşeni, τ kayma açısıdır (v ve v_n vektörleri arasındaki).

Reznik (1975) çalışmalarında, bıçak çakısının kesilen malzeme ile karşılıklı etkilerini araştırarak kesme kuvveti için:

$$P_{KP} = \delta \Delta l \sigma_p + \frac{E h_{cx}^2 f}{4} \left[\frac{2 \operatorname{tg} \beta}{f h} + \frac{\sin 2 \beta \operatorname{tg} \beta}{h} + \mu (1 + \cos^2 \beta) \right] \quad (2.10)$$

denklemini çıkarmıştır. Denklemden; δ çakının kalınlığı, Δl çakının genişliği ($\Delta l = 1$), σ_p kontak gerilmesi, E elastikiyet modülü, h_{cx} çakı altında malzemenin sıkışma derinliği, f sürtünme katsayısı, β bıçağın bilenme açısı, μ Poisson katsayısı, h kesilecek malzemenin yüksekliğidir. (2.10) nolu denklem kaymasız kesme için çıkarılmıştır. Denklemden görüldüğü gibi kesme kuvveti bıçağın geometrik parametrelerine ve kesilen malzemenin fiziksel-mekanik göstergelerine bağlıdır.

Sizov (1971) yaptığı araştırmalar ile (2.10) denkleminin kaymalı kesme durumu için kullanılmasının imkansız olduğunu belirlemiş ve bu denklemini kullanarak tarım ürünlerinin kesilmesi için bıçağın malzemeye göre kaymasını ve bıçağın bilenme açısının değişimini de göz önünde bulunduran yeni bir denklem çıkarmıştır;

$$P_{pe3}^K = \frac{\partial_0 \sigma_p \cos \alpha}{\cos \varphi \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi \cos^2 \alpha}} + \frac{E h_{cx}^2}{2h} \left[\operatorname{tg} \beta \cos \alpha + \frac{f \operatorname{tg}^2 \beta \cos^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \beta \cos^2 \alpha} + \mu \left(f + \frac{1 + \operatorname{tg}^2 \beta \cos^2 \alpha}{\operatorname{tg}^2 \beta \cos^2 \alpha} \right) \right] \quad (2.11)$$

Kesilen malzemenin çapı bıçağın boyut ölçülerine göre çok küçük olduğunda (2.10) ve (2.11) nolu denklemlerin sonuçları gerçeği yansıtmadığından, bu durum için Bosoy'un (1967) elde ettiği denklemin kullanılması önerilir;

$$P_{\max} = \frac{EJ}{h^2} [\cos \varphi + \operatorname{tg} \varphi (\sin \varphi + 1)] \quad (2.12)$$

Bosoy'a (1967) göre $\varphi = 33^\circ$ olduğunda kesme kuvvetinin hesaplanması için daha basit deneysel denklemler önermektedir;

$$P_{\max}^s = 1,325 \frac{EJ}{h^2} \dots\dots\dots P_{\max}^k = 1,842 \frac{EJ}{h^2} \quad (2.13)$$

Burada $P_{\max}^s$ statik kesmede kesme kuvveti, $P_{\max}^k$ kaymalı kesmede kesme kuvvetidir.

Berozin tarafından önerilen yöntemde kesme kuvveti, kesme sırasında kinetik enerjinin emilmesi teorisinden yararlanılarak çıkartılmaktadır;

$$P_p = C_p d_{cm} e^{aV_{mal} + bV_{bıç}} \quad (2.14)$$

Denklemden; C_p yaslanmadan kesmede kesme direncini göz önünde bulunduran katsayı, a ve b ampirik katsayılar, V_{mal} malzemenin hızı, $V_{bıç}$ bıçağın hızıdır.

Kesme kuvvetinin bulunması ile ilgili incelemelere ahşap, et ürünleri ve başka malzemelerin kesilmesi için yapılan araştırmalarda rastlanılır. Koçegarov vd. (1978) tarafından yapılan araştırmalarda ahşap malzemenin kesilmesi için;

$$P_i = \frac{\ell_x}{\ell_x - 3ef_3} (P_n F_n + P_{\bar{o}} F_{\bar{o}} + P_k b) \quad (2.15)$$

denklemini çıkarılmıştır. Denklemden: e yan ara boşluk (iki bıçak arasında), ℓ_x bıçağın malzemeye dalma derinliği, f_3 bıçağın arka yüzeyi ile malzeme arasında sürtünme katsayısı, P_n , $P_{\bar{o}}$ bıçağın ön ve arka yüzeylerinde birim alana isabet eden özgül kesme direnci, F_n , $F_{\bar{o}}$ bıçağın ön ve arka yüzeylerinde birim alana isabet eden özgül temas alanları, P_k çakının birim uzunluğuna isabet eden özgül kesme direnci, b çakının temas uzunluğudur.

Karpov balık ürünlerinin kesilmesi sırasında ortaya çıkan direnç kuvvetlerini araştırmıştır. Döner diskli bıçaklarla balıkların kesilmesinde kesme kuvveti;

$$R = \sigma + \frac{E\partial}{\ell} (1 - f \varepsilon \operatorname{tg} \alpha_{\phi}) + 2f \left(h - \frac{b_H}{2} \operatorname{tg} \gamma - \partial^2 \operatorname{ctg} \alpha_{\phi} \right) \frac{E\partial}{\ell} + M_{MP} V^2 \operatorname{tg}^2 \alpha_{\phi} \quad (2.16)$$

denklemleri ile bulunabilir. Denklemlerde: l bıçağın dalma derinliği, b_H çakının bıçağın hız vektörü normaline üzerindeki izdüşümü, E elastisite modülü, f sürtünme katsayısı, V kesme hızı, σ özgül kesme kuvveti, ∂ bıçağın kalınlığı, M_{MP} - özgül indirgenmiş kütle, α_{ϕ} - malzemenin gerçek parçalanma açısıdır. Karpov sürtünme kuvvetinin değeri dalma derinliğine bağlıdır ve kesme kuvvetinin oluşumunda önemli yeri olduğunu öne sürmüştür.

Farklı malzemeler için kesme kuvvetinin bulunması için çıkarılmış (2.8) ve (2.16) denklemlerinin analizi, kesilen malzeme ve araştırma yöntemlerinin farklı olmasına rağmen bu denklemlerin kuruluş ve içeriklerine göre birbirlerine göre çok az farklılık gösterdiklerini ortaya koymaktadırlar.

Romaşkina (1968), Dorkin (1974) ve Ryabsev (1976) tekstil liflerinin kesilmesinde kesme kuvvetinin araştırılması üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Dorkin'in elde ettiği denklem tıraş bıçağının çakısını etkileyen kuvvetin hesaplanması içindir;

$$P = \frac{Eh_1^2}{2h \sin \beta} \left\{ 1 - \operatorname{tg} \alpha_1 \left[\frac{1 - \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{tg} (\alpha_1 + \alpha_2)}{1 + \operatorname{tg} (\alpha_1 + \alpha_2)} + \frac{\operatorname{tg} \beta}{\cos \alpha_1} \right] \right\} \quad (2.17)$$

Burada; h_1 bıçağın liflere dalma derinliği, β helisel bıçağın helis açısı, α_1 helisel bıçağın bilenme açısı, α_2 düz bıçağın bilenme açısıdır.

Atkı ipliklerinde kesilmesi prosesini araştıran Romaşkina (1968) kesme kuvveti için;

$$P_{KP} = \delta\sigma_p + \frac{Eh_{CHC}^2}{h} \left[tg\beta + \sin\varphi\sqrt{tg^2\beta + \mu} \right] \quad (2.18)$$

denklemini çıkarmış ve alınan sonuçları deney sonuçları ile karşılaştırmıştır. Denklemden φ sürtünme açısıdır. Denklem kesme kuvvetinin P_{KP}, φ ve μ parametrelerine bağlı olduğu gibi, aynı zamanda çakının β parametresine ve kesilen ipliğin çapına da bağlı olduğunu göstermektedir.

Sitkei'ye (1986) göre bitki sapının kesilme işlemi, uygulanan basıncın bıçağın materyali kesme özelliği kazanana kadar materyali sıkıştırması ve kesilmekte olan materyal içerisinde bıçağın hareketi olmak üzere iki aşamada incelenebilir. Bıçaklarda kesici ucun kalınlığı kesme direncini etkilemektedir. Kesici kalınlığı 70-80 μm kadar olan bıçaklarda kesme kuvveti sabit kalırken, bunun üstündeki değerlerde önemli derecede artmaktadır. Sonuç olarak kolayca deforme olması ve hızlı şekilde yıpranmasına karşın, enerji tüketimi düşük olan çok ince bıçak uçlarının kullanılması önerilmektedir.

Kesme gerilmesi, kesme kuvvetinin sapın kesit alanına oranı ile hesaplanabilir (Mohsenin 1970, Çakır 1995);

$$\tau = \frac{F}{A} \cdot 10^{-3} \quad (2.19)$$

Burada; τ kesilme gerilmesi (MPa), F maksimum kesme kuvveti (kN), A materyalin kesilme noktasındaki kesit alanıdır (m^2).

Toplam kesilme enerjisi: Kesme testi sırasında kayıt edilen kuvvetlere ve bıçağın aldığı yola bağlı olarak sapın toplam kesilme enerjisi (Burden ve Faires 1989, Çakır 1995);

$$E = \int_a^b F(x) dx \quad (2.20)$$

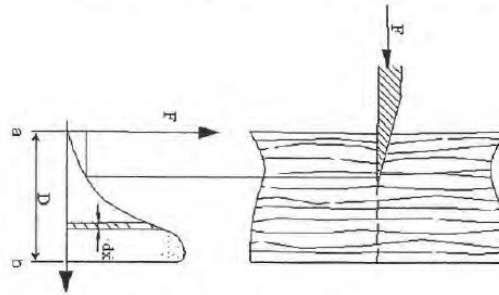
Burada; E toplam kesilme enerjisi (J), F kesme kuvveti (N), dx: bıçağın anlık yer değiştirmesi (m), a kesme kuvvetinin sıfır olduğu ve bıçağın harekete başladığı nokta (m), b bıçağın ulaştığı ve kesme işleminin bittiği son noktadır (m).

Hesaplanan toplam kesilme enerjisinden yararlanarak özgül kesilme enerjisi aşağıdaki şekilde hesaplanabilir (Çakır 1995, Beyhan ve Tekgüler 2000);

$$E_{\bar{o}} = \frac{E}{A} \quad (2.21)$$

Burada; $E_{\bar{o}}$ özgül kesilme enerjisi (J/cm²), E toplam kesilme enerjisi (J), A materyalin kesilme noktasındaki kesit alanıdır (cm²).

Kocabıyık ayçiçeği saplarının tarlada kesimi üzerine yaptığı çalışmasında sapların kesilmesi sırasında hareket ve kuvvet diyagramını çıkarmıştır. Şekil 2.22’de görüldüğü gibi bıçağın ilk harekete başladığı nokta (a) sıfır ve bıçağın ulaştığı son nokta ise (b) sap çapına eşit olmaktadır (Kocabıyık, 2004).



Şekil 2.22. Bıçağın hareket ve kuvvet diyagramı

Brown vd. (2005) gıdalarda kesme kuvvetini etkileyen parametreler üzerinde çalışmışlar, kesme hızı ve gıda sıcaklığı ile kesme kuvveti arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Düz bıçak ile farklı hız ve sıcaklıkları denemişlerdir. Peynirde artan sıcaklıkla ve artan kesme hızıyla birlikte kesme kuvveti azalırken, sığır eti ve pastırmada donmuş örneklerde yüksek kesme hızlarında yüksek kesme kuvveti ile karşılaşmışlardır.

Callaghan vd. (2011) tıbbi makaslarla cerrahi kesim sırasında sürtünme ve malzemenin kırılma kuvvetlerini ölçmeye çalışmışlardır. Bunun için bıçak üzerine tek bir fiber Bragg ızgara (FBR) sensörü yapıştırarak ve makasla dokunun etkileşimini ölçmeye çalışmışlardır. Rajan vd. (2010) makas bıçağı üzerine monte ettikleri FBR ile kesim esnasında 0-30 N doğrudan yük aralığında ve 0-10 N yanal yük aralığı için ölçümler gerçekleştirmişlerdir.

Horsfall vd. (1999) İngiltere’de polis memurları için delinmeye mukavim vücut zırhları üzerinde çalışmışlardır. Bıçaklama işlemi sırasında oluşan enerjiyi ve hızı ölçmek için, komando tarzı bir bıçağın arkasına piezoelektrik basınç sensörü konumlandırmışlardır. Bunun ile bıçak üzerindeki eksenel kuvvetleri ölçmüşlerdir.

Knoff (2001) lif kesiminin giysi sürecinin bir türü olduğunu öne sürmüş ve bu nedenle lifin enine sertliğinin kesme direnciyle bir ilişkisi olması gerektiğini savunmuştur. Enine basma deneyleri bir miktar tekli fiberler üzerinden yürütülmüş hacimsel oranda enine şekil değiştirme işindeki eğilimler (TDW) aynı iplikleri kapsayan çok filamanlı iplikler yardımıyla ölçülmüş, kesme direnci ile iyi bir şekilde ilişkilendirilmiştir. Nem miktarı ise TDW ve kesme direnci ile ters ilişkilendirilmiştir.

Anctil vd. (2003) dokuma kumaş direncini incelemek için niteleme aracı olarak bıçaklar, özel tasarlanmış çiviler ve misket bombaları kullanmışlardır. Dokuma kumaşları Kevlar, Twaron, Spectra, Dyneema, ve Zylon’dan oluşmaktadır.

Gadow ve Von Niessensermetin (2006) saplama direncini ve seramik kaplama kumaşların zırh teknolojilerini incelemişler. Geliştirilmiş kumaşların enerji emilimine neden olduğu fakat ağırlıkta da kayda değer bir artış sağladığını bulmuşlardır.

Decker vd. (2007), Sun vd. () ile birlikte kalınlaşan sıvı emdirilmiş Kevlar, naylon ve UHMWPE kumaşlarının kesme gerilimi altında delinme direncini

arttırmışlar. Bununla birlikte bıçak saplanmasına karşı direnç sadece STF işlemleriyle geliştirmişlerdir.

Mayo vd. (2010) düzgün ve termoplastik emdirilmiş Kevlar'ın bıçak saplanmasına karşı direncini incelemişler. Kevlar 706 içindeki ısı basan termoplastik filmlerin dokuma kumaşının kesilme ve delinme direncini çarpıcı bir şekilde arttırdığını bulmuşlardır (Mayo 2010).

Kim ve Nam (2012) ayrıca kaplanmış kumaşların bıçak saplanmasına karşı direnci üzerine çalışmışlardır. Güç-zaman verileri ve mikroskopi inceleyip deneyleri için liflerin sıklıkla silahla ilk etkileşim sırasındaki gerilim altında başarısız olduğuna karar vermişlerdir.

Wang vd. (2010) termoset emdirilmiş ve çok yüksek molekül ağırlıklı polietilen ve çelik kullanılmış kumaşların dinamik saplanma direncini incelemişlerdir.

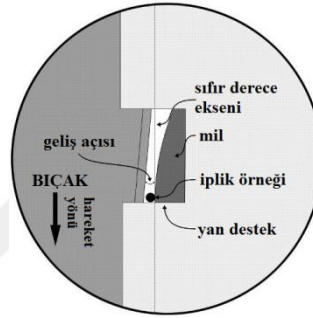
Nolan vd. (2013) normal korumasız giysilerin bıçak saplanmasına karşı direnci hakkında rapor hazırlamışlardır.

Kumaşın kesiğe karşı verdiği tepkiyi daha detaylı bir şekilde anlamak için birkaç araştırma grubu çok filamanlı ipliklerin kesme direncini üzerinde çalışmışlardır. Shin vd. (2003) İpliklerinin gerilim altındaki kesme direncini ölçmek için bir deney geliştirdiler. Kevlar, Spectra ve Zylon ile çalışmalar yapmışlardır. Bunun sonucunda Kevlar en düşük kesme direncini gösterirken en yüksek kesme direncini Zylon göstermiştir. Kesim için gereken enerjinin bıçağın keskinliği, ipin gerginliği ve kesim açısının artışıyla birlikte düşüş gösterdiğini bulmuşlardır.

Mayo vd. (2014) organik ve inorganik yüksek performanslı tek liflerin kesilme direncini incelemişlerdir. Kevlar, Twaron'un, Vectran, Technora ZYLON, Dyneema, karbon fiber ve S-cam dahil çeşitli lif türlerini tasarladıkları bir deney düzeneğinde incelemeleri sonucunda tüm organik liflerin, kesme direncinin

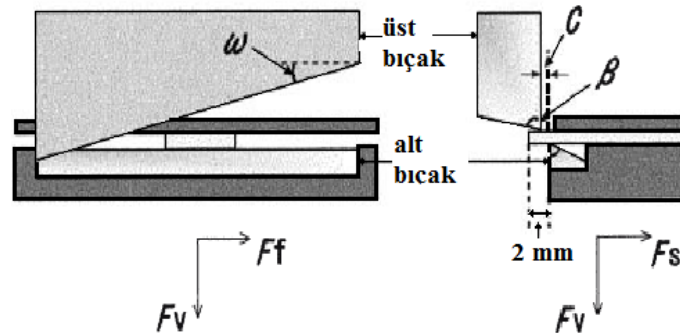
seviyelerinin benzerlik gösterdiğini, hem organik hem de inorganik liflerde kesme açısı artışı ile birlikte daha az kesim direnci gözlemlemişlerdir.

Moreland vd. (2010) aramid liflerinin işleme koşullarının kesme direnci üzerine etkilerini incelemişler ve tek uçlu elyaf demetinin kesme kuvvetini ölçmek için bir cihaz geliştirmişlerdir. Şekil'de 2.23'de kesme alanının üstten görünümü verilmiştir.



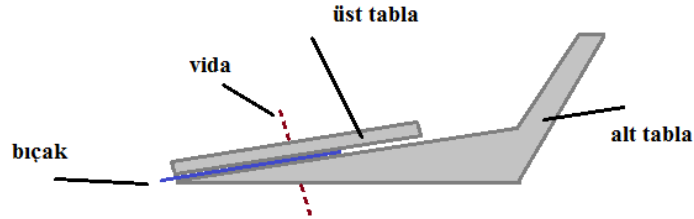
Şekil 2.23. Kesme alanının üstten görünümü

Ohuci vd. (2006) bambu küplerinin üretimi için bir çift kesme bıçağı ile bambunun enine kesimini incelemişlerdir. Bu çalışmalarında Şekil 2.24'de görüldüğü gibi alt ve üste yerleştirilmiş kesme bıçakları ile universal kesme makinesinde testler yapmışlardır. Bambu kalınlığı arttıkça kesme kuvvetinde artma, üst bıçağın kesme açısı arttıkça kesme kuvvetinde düşme gözlemlemişlerdir.



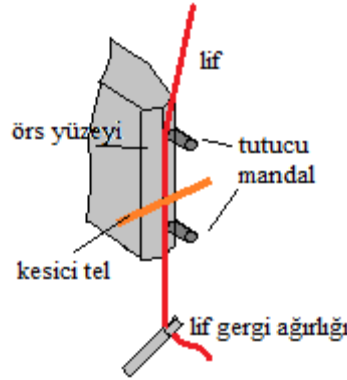
Şekil 2.24. Üst ve alt bıçaklar şekilleri. b Bıçak açısı, w Kesme açısı; C Temizleme, F_v , Düşey kuvvet; F_f İleri kuvvet; F_s , Yan kuvvet

Qiming vd. (2005) hardy mikrotomunda lif kesiti alınırken istikrarlı bir kesme kuvveti ve sabit bir kesme açısı sağlayabilmek için Şekil 2.25’da görülen alt plakanın yüzeyle açısı 15^0 olan bir tutma plakası tasarlamışlardır.



Şekil 2.25. Jilet tutucu

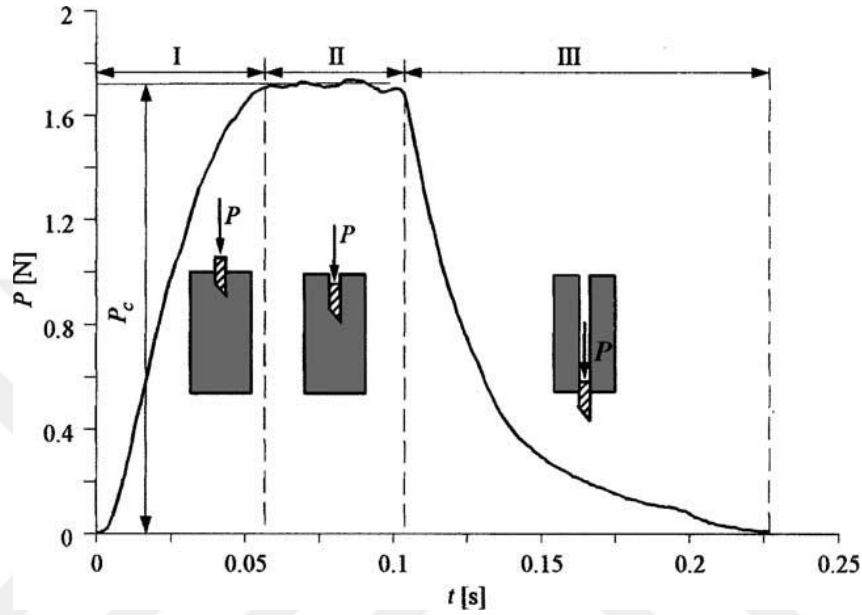
Setle (1962) ince kesim telleri ile lifleri kesebilmek için hem lifin gerginliğinin ayarlandığı hem de kesme telinin gergin bir şekilde sabitlenebildiği Şekil.2.26’da görülen lif kesme düzeneği tasarlamıştır. Yaptığı çalışmalarda lif ile kesme teli arasındaki temas alanında basınç dağılımının üniform olmadığını belirlemiş ve bu nedenle kuvvet ortalama bileşeni üzerinden hesaplamalar yapmıştır.



Şekil 2.26. Yük sisteminin genel düzenlemesi, örs, gerilmiş lif ve kesme konumunda tel.

Lifleri kesmede bıçak ve taban plakası, bıçakla dilen (yaran) sıkma silindirleri, bıçak çıkıntılı lastik kaplı sıkma silindirleri, dışı yivli yuvarlak bıçak ve baskı silindirleri, içi yivli bıçak kenarlı daire ve kam vb. olmak üzere çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Keith, 1979).

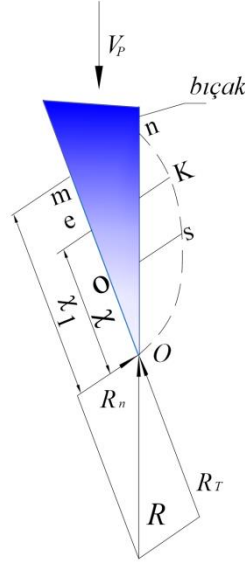
Dawgiallo (2004)'nın lifli malzemelerde kesme kuvveti üzerine yaptığı çalışmalarda lifli malzeme olarak pancar, havuç, patates ve alabalık kullanmıştır. Kesme işlemi sırasında Instron test makinası tarafından kaydedilen bıçakla kesme sırasında hareketin P kuvvetinin değeri ve değişimi Şekil 2.27'de görülmektedir.



Şekil 2.27. Instron test makinesi tarafından kaydedilen bıçakla kesme sırasında hareketin P kuvvetinin değeri ve değişimi: Bölge I - Bıçak malzemenin içine gömülüşü, Bölge II - Kesme sabitlenmiş, Bölge III - Bıçağın malzemeden çıkışı

Birçok araştırmacı bıçakların kesme kalitesinin onların geometrik ve kinematik parametrelerine bağlı olduğunu ve bu parametreler içerisinde çakının kalınlığının, bilenme açısının, çakının üzerinde yerleşmiş dişlerin, çakının yarıçapının, kesme hızının, yüzey pürüzlüğünün incelenmesi gerektiğini gösterirler (Reznik, 1967, 1975) (Voskresenski, 1955, 1956) (Sizov, 1971). Çakı üzerinde olan mikro dişler kaymalı kesmede kesme kuvvesinin azalmasına neden olsalar da, çabuk aşınırlar (Goryaçkin, 1965, 1966) (Jeligovski, 1941) (Sizov, 1971). Son derece keskin bıçak kullanılması problemi bir çok araştırmacı tarafından incelenmiş ve böyle bir bıçağın üretilmesinin imkansız olduğu görülmüştür (Voskresenski, 1956) (Deşeviy, 1934) (Klimenko, 1965) (Sizov, 1971).

Deşeviy (1934) çalışmalarında son derece keskin bıçak çakısının kesme işleminin başlangıcında kırılmaya mahkum olduğu göstermektedir. Şekil 2.28’de çalışma fazının başlangıcında bıçak çakısının ucundaki kuvvetler görülmektedir.



Şekil 2.28. Çalışma fazının başlangıcında bıçak çakısının ucundaki kuvvetler

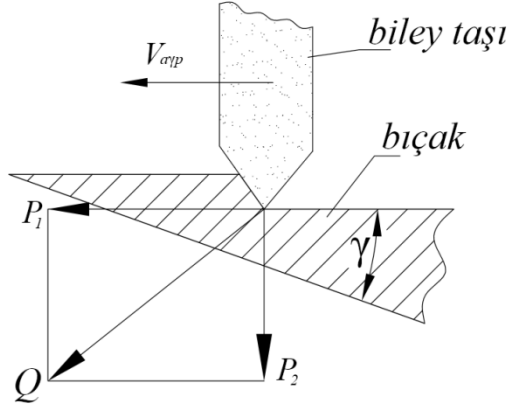
Şekil 2.28’de R malzemenin kesme direnç kuvveti, R_t ve R_n bu kuvvetin teğetsel ve normal bileşenleri olarak kabul edildiğinde;

$$R_n x = \frac{b h^2}{6} [\sigma] \quad \text{veya} \quad h = \sqrt{\frac{6 R_n x}{[\sigma] b}} \quad (2.22)$$

olur. Burada h çakının kesme kuvvetini kaldırabilecek minimum kalınlığıdır.

Öte yandan Şekil 2.29’de görüldüğü gibi son derece keskin çakının üretilmesi o kadar kolay bir iş değildir. Bıçak çakısı ucunun bilenmesi sırasında kopması kaçınılmazdır. Reznik’e (1975) göre bıçakların kesme kalitesinin azalması sadece aşınmaya bağlı değildir aynı zamanda ilk aşamalarda eğici kuvvetlerin etkisinden çakının kırılması kesme kalitesini aşınma kadar etkilemektedir. Sizov (1971) çalışmalarında çakının profilini araştırmış, kırılmalar ve aşınma sonucu bıçak çakısının bıçağın iki yüzeyini birbirine bağlayan bir eğrisel düzleme dönüştüğünü ve onu yaklaşık olarak silindir kısmı gibi ele almanın mümkün

olduğunu öne sürmüştür. Bu fikre Voskresenskiy (1956) ve Reznik (1975) de katılmaktadır.



Şekil 2.29 Bilenmesi sırasında. bıçak çakısı ucu

Kesme kalitesinin kesme hızına bağımlılığı tartışılmazdır (Vasilenko, 1937) (Voskresenskiy, 1956) (Goryaçkin, 1965, 1966) (Reznik, 1975) (Sizov, 1971). Kesme hızı artırıldıkça kesme kalitesi artmaktadır. Yaslanmadan kesmede ise kesme hızı daha büyük önem taşımaya başlar. Abdulkadirov'un (1967) çalışmaları tarım ürünlerinin yaslanmadan kesilmesinde kesme hızının 60 m/sn'nin üzerine çıkarılması öngörmektedir.

Bıçak yüzeylerinin işlenme kalitesi kalın malzemelerin kesilmesinde etkili olmaktadır. Yüzey pürüzlüğünün azalması sürtünme kuvvetinin ve sonuç olarak kesme kuvvetinde azalma meydana getirmektedir (Kiselev, 1966).

Bıçakların bilenmesi problemleri ile Dobrovolski (1964), Reznik (1975), Voskresenski (1956) ve birçok araştırmacı uğraşmışlardır. Bilenmenin kesme prosesini iyileştirdiği ve kaliteni yükselttiği eskilerden beri bilinen bir gerçektir. Bu gerçeği bir daha teyit etmişlerdir.

Bıçakla kesme teorisi ile ilgili araştırmalarda ele alınan önemli konulardan biri de kritik kesme hızının bulunmasıdır (İşlinskiy, 1937) (Karpenko, 1936)

(Koreneviç, 1971) (Ştompel, 1961). Tarım ürünlerinin kesilmesi için kritik hız denklemi ilk olarak Goryaçkin tarafından çıkarılmıştır;

$$V_{KP} = P \sqrt{\frac{1}{G \gamma}} \quad (2.23)$$

denklemden: P - malzemenin parçalara ayrılması için gerekli olan kesme gerilmesi, G kayma modülü, γ birim uzunluğun özgül ağırlığıdır. Deneyler gerçek kritik hızların denklemden elde edilen değerlerden daha yüksek olduğunu göstermektedir. Karpenko (1936) yaptığı deneylerde kesme hızının 4.6 m/sn altında olan değerlerinde tarım ürünlerinin yaslanmadan kesilmesinin imkansız olduğu kanıtlamıştır. (2.8) denklemi kesme prosesinin geometrik parametrelerini göz ardı etmektedir. Bu yanlışlığı ele alan Vasilenko (1937) kritik kesme hızı için;

$$V_{KP} = \sqrt{f_g g \left(\frac{3EJ}{PH^2} - 2 \right)} \quad (2.24)$$

denklemini önerir. Denklemden H sabitleme (bağlama) noktasından kesme noktasına olan uzaklık, P kesme kuvveti, f_g ürünün dinamik eğilimi $f_g = \sqrt{S^2 - H^2}$, S ürünün serbest ucunun uzunluğudur.

İşlinskiy (1937) çalışmalarında aynı yöntemi kullanmış ve tarım ürününü bir ucundan bağlanmış ankastre mil gibi ele almış ve tüm kütlenin serbest uçta toplandığını varsaymıştır. Bu durumda $Q \geq R$ değerleri için;

$$V_{KP} = R \frac{(\ell - h)h}{3\ell - h} \sqrt{\frac{4\ell - h}{3m E J}} \quad (2.25)$$

denklemini çıkarmıştır. Burada: θ malzemeyi parçalara ayıracak kuvvet, RQ kuvvetinin sınır değeri, l ürünün tam uzunluğu, h bağlama noktasından kesme alanına olan uzaklık, m ürünün kütlesidir.

Bosoy'un (1967) kritik kesme hızının bulunması elde ettiği denklem aşağıdaki gibidir;

$$V_{KP} > \frac{R}{\frac{3\Delta t EJ}{h^3} + \frac{m}{\Delta t}} \quad (2.26)$$

Burada m ürünün temas noktasına indirgenmiş kütlesidir. Günümüzde tarım makinelerinin hesabı ve tasarımında kritik kesme hızının bulunması için (2.23) denklemi ile yanı sıra Koroneviç'in (1971) önerdiği deneysel denklem kullanılmaktadır;

$$V_{KP} > \sqrt{\frac{3EJ f_{cm}}{h^4 \left\{ \frac{33}{140} + \frac{2}{g} \left[\left(\frac{3}{2} \frac{\ell}{h} - \frac{1}{2} \right)^3 - 1 \right] \right\} \Delta m}} + \frac{d_{cm}}{\Delta t} \quad (2.27)$$

Denklemde: Δt çakının kesilen malzeme ile temas süresi, f_{cm} ürünün statik eğilimidir.

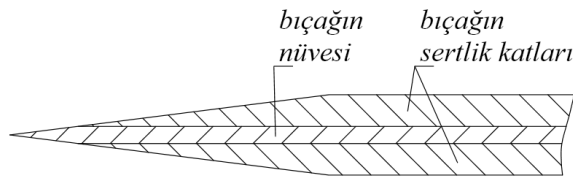
Kritik kesme hızı denklemlerinin analizi, araştırma sonuçlarının birbirlerinden farklı olduğunu gösterir. Bu denklemlerde kesmeyi etkileyen birçok önemli faktörün göz ardı edilmesi ile alınan sonuçlar gerçeği yansıtmamaktadır. Ştompelin'in (1961) yaptığı araştırmalar bu denklemlerden elde edilen değerlerle çalışan kesme mekanizmalarında kesme oranının %30-50 den fazla olmadığını göstermektedir.

En önemli problemlerden biri de bıçak dayanıklılığıdır. Bıçakların dayanıklılık problemi ile Kiselyov (1966), Voskresenski (1956), Reznik (1975), Poole (2000) gibi birçok araştırmacı uğraşmışlardır. Çelik malzemelerden üretilmiş bıçakları araştırmış ve yüzey işlemlerinin yapılması ile bıçakların dayanıklılığının artırılabilirliğini ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda bıçakların dayanıklılığının birçok faktöre bağlı olduğunu öne sürmüşlerdir. Bunlar;

- 1) Bıçağın malzemesi,
- 2) Üretim teknolojisi,
- 3) Isı işlemi,
- 4) Yüzeylerin işlenmesi,
- 5) Bıçağın çalışma ortamıdır.

Araştırmacılara göre bıçakların optimal sertliği 57-58 HRC aralığında olmalıdır. Sertliğin artırılması bıçak çakısının kopmalarını artırdığından, bıçak ömrü kısalmaktadır. Bıçak malzemesinin kristallik kuruluşunun martensit olması durumunda aşınmaya dayanıklılığı arttığı gibi, kopmaların da azaldığı görülmektedir.

İgnatyev bıçakların dayanıklılığının konstruktif yöntemle artırılması yöntemleri üzerinde çalışmış ve Şekil 2.30'da görülen kendiliğinden bilen bıçak konstruksiyonu önermiştir. Bıçağın sertlik katları yumuşak ve çabuk aşınan, aynı zamanda rijit malzemeden üretilmektedir ve kesici uç bıçağın nüvesinin kalınlığı bıçak çakısının çapı kadardır. Bundan dolayı bıçağın bilenmesi olayı ortadan kalkmış olur.



Şekil 2.30. Kendiliğinden bilen üç katlı bıçak

Analizler hav ipliklerinin kesilmesi prosesini yassı ileri-geri yer değiştirme yapan, disk şeklinde dönme hareketinde bulunan ve şerit şeklindeki bıçaklarla gerçekleştirmek mümkün olduğunu gösterir. Yassı ve disk şekilli bıçakların geometrik ve kinematik parametrelerinin araştırılması sonuçlarını birçok bilim adamının yayımlarında bulmak mümkündür (Sızov, 1971) (Abdukadirov, 1967) (Reznik, 1975) (Voskresenski, 1956) (Dowgiallo, 2005) (Kakitis vd. 2012).

Araştırmalar disk şeklindeki bıçakların daha dayanıklı, uzun ömürlü olmanın yanı sıra istenilen hızlarda çalıştırılabildiklerini gösterir.

şerit tipi bıçakların dokuma tezgahlarında kullanılması teknik bakımdan mümkün görölmektedir. Lebedev ve Maydel deri ve lastik malzemelerin kesiminde kullanılmakta olan şerit bıçaklar üzerinde araştırma yapmışlardır. Bu bıçaklarda hız artımı ile şeridin titreme alması sonucu kesme doğrultusunun bozulması ve kesme kalitesinin azalması problemleri ortaya çıkmakta titreşimlerin giderilmesi için mknatıslı damperlerin kullanımı önerilmektedir. Bu işlem titreşim amplitüdünü 4-5 kez düşürebilir. Bu zaman kesim kalitesinin arttığı görölür. Araştırmalarda şerit bıçağın geometrik parametreleri de ele alınmaktadır.

Hav ipliklerinin kesimi atkı ipliklerinin sayısına ve örme koşullarına bağlı olduğundan şerit bıçakların dokuma tezgahlarında uygulamasına rastlanmamaktadır. Yüz yüze örme battaniyelerde kesme işlemi ayrı olarak yapılabilmektedir.

Hav yüzeyinin kesilme kalitesi ile ilgili araştırmalar çok azdır (Borkunov, 1975) (Vorsoviye, 1963) (Dorkin, 1974) (Maksimov, 1972). Uygulamada havlı kumaşlar dokuma veya örme işleminden sonra ayrı olarak spiral bıçaklar ile traş edilerek yüzey kalitesi arttırılmaktadır. Kesme kalitesini üç sınıfa ayrılır: temiz kesme, yarı-temiz kesme ve kaba kesme. Maksimov (1972) havlı yüzeyin doğruluktan ve düzlemde sapma olaylarını araştırmıştır. Bu amaçla özel bir cihaz tasarlamış ve üretmiştir. Ölçmeler hav yüzeylerinde olan sapmaların 0,15 – 0,17 mm-den büyük olması durumunda gözle saptandığını ortaya koymuştur. Bazyuk (1969) ve Voronina (1974) hav ipliklerinin termo-fizik yöntemlerle kesilmesi sonucu yüzey kalitesindeki değişikliklerle ilgili araştırmalar yapmışlardır.

2.4. Tekstil Liflerinin Bıçak ile Kesilmesinde Bıçak Geometrisi

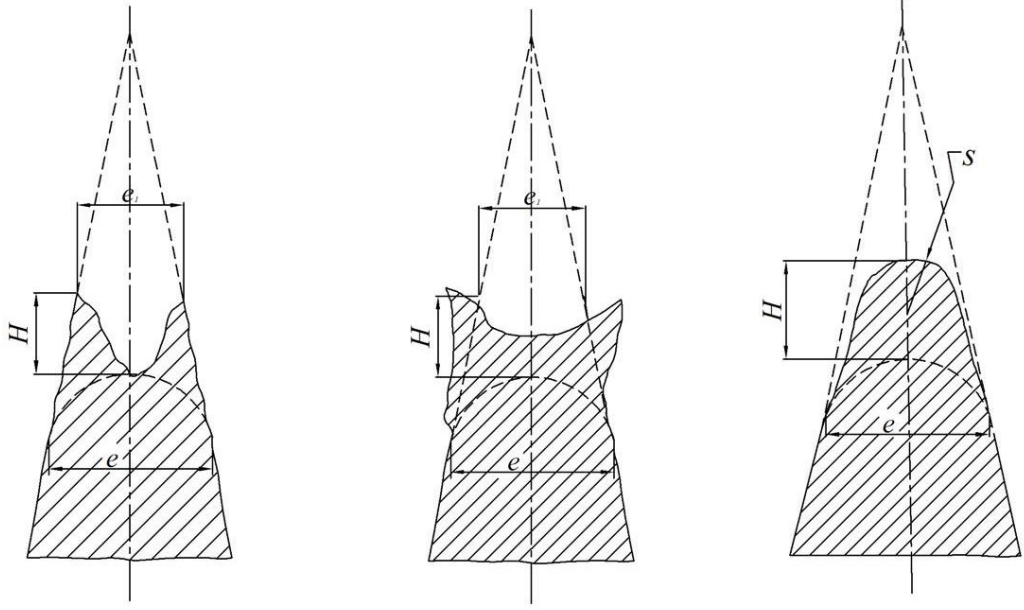
Düz veya spiral bıçaklarla yapılan kesme işleminde talaş oluşmaz bu nedenle talaşsız kesme olarak bilinir. Tekstilde kullanılan lif ve iplikler gibi daha birçok organik malzeme (et, peynir, ahşap, deri, tarım ürünleri vb.) bıçak ile kesilir.

Bıçakla kesilen malzemelerin yüzey kalitesi ilk önce bıçak çakısının durumuna bağlıdır. Mekanik kesme ile uğraşan araştırmacıların tamamı bıçağın mikro geometrisi ve geometrisi üzerine çalışmalar yapmışlardır (Voskresenskiy, 1956) (İvaşko, 1958) (Kapustin, 1950) (Reznik 1975) (Mazinov, 1976).

Voskresenskiy(1956) çalışmalarında bıçak çakısını mikroskopta incelemiş, bıçak çakısının asimetrik eğri şeklinde olduğunu ve yan yüzeylerle bir şekilde bağlandığını göstermiştir. Bıçak ile kesilen malzemenin kalitesi öncelikle bıçak çakısının durumuna bağlıdır. Bıçak çakıları üç türe ayrılmaktadır:

- Taşlanmış bıçak,
- Yeni bilenmiş bıçak ve
- Aşınmış bıçak

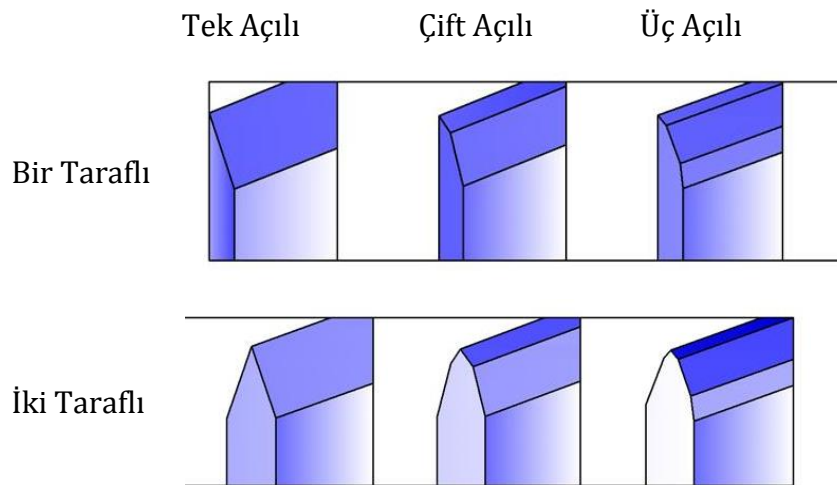
Bıçağın geometrisi üzerine yapılan çalışmalar bıçak çakısının asimetrik eğri şeklinde olduğunu ve yan yüzeylerle bir şekilde bağlandığını göstermektedir (Voskresenskiy, 1955). Şekil 2.31’de da görüldüğü gibi bıçağın en kesitin mikroskobik görünüşü bıçağın gerçek profilini sergilemektedir.



Taşlanmış bıçak çakısı Yeni bilenmiş bıçak çakısı Aşınmış bıçak çakısı

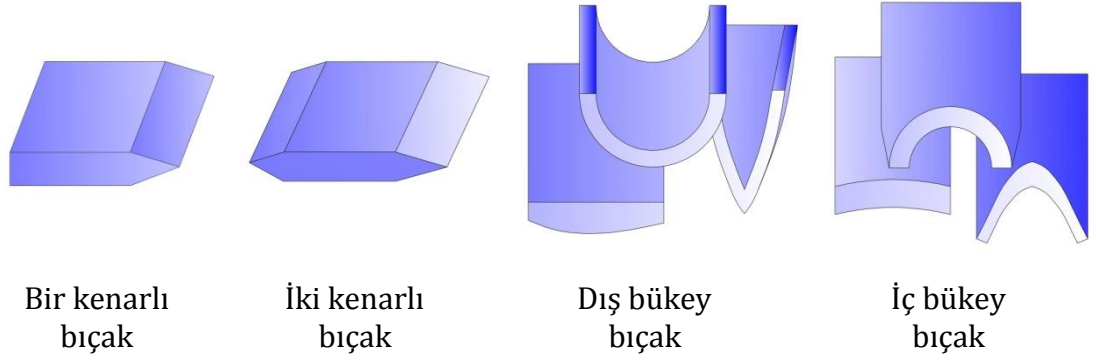
Şekil 2.31. Bıçak çakısı türleri

Geometrik yapılarına göre halı dokuma makinelerinde kullanılan bıçaklar simetrik iki tarafı bilenmiş ve asimetrik bir tarafı bilenmiş olmak üzere ikiye ayrılırlar. Şekil 2.32’de bıçak ağzı açıları görülmektedir (Lutz-blades-bıçak kenarı, 2011).



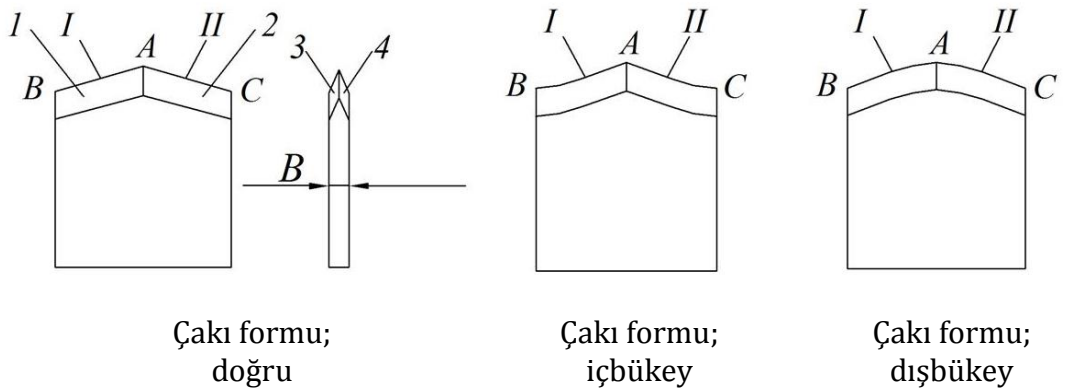
Şekil 2.32. Bıçak ağzı açıları

Endüstride bıçaklar bir kenarlı, iki kenarlı, dışbükey ve içbükey olmak üzere farklı şekillerde üretilebilmektedirler. Şekil 2.33'da bıçak ağzı şekilleri görülmektedir(Lutz-blades-bıçak kenarı, 2011).



Şekil 2.33. Bıçak ağzı şekilleri

İleri geri hareket ederek hav ipliklerinin kesilmesini gerçekleştiren bıçakların iki kesici çakısının olması gerekir. Şekil 2.34'de iki kesici çakısı bulunan bir bıçağın yapıları görülmektedir. İki kesici çakının olması bıçağın geometrisini daha da karmaşık yapar. A noktasını çakının zirvesi, 1 yüzeyini ön sol kenar, 2 yüzeyini ön sağ kenar, 3 ve 4 yüzeylerini uygun olarak arka sol ve sağ kenar olarak adlandırılır.

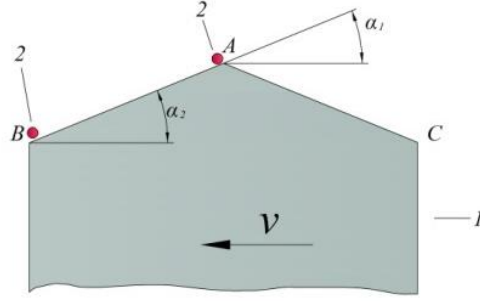


Şekil 2.34. İki kesici çakısı bulunan bir bıçağın yapıları

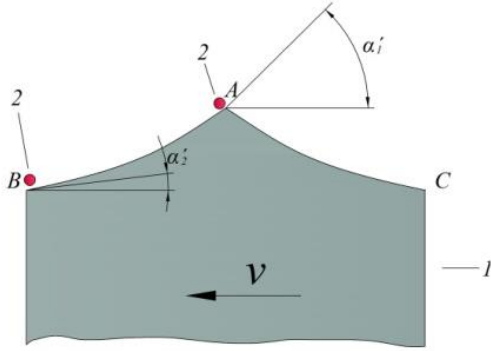
Bosoy(1967) çalışmalarında Şekil 2.35'da görülen üç tür çakı formu tarım ürünlerinin kesilmesi alanında da incelemiştir. Bu çalışmaya göre en düşük

kesme kuvveti Şekil 2.35’de de görüldüğü gibi iç bükeyli çakıda gerçekleşmektedir.

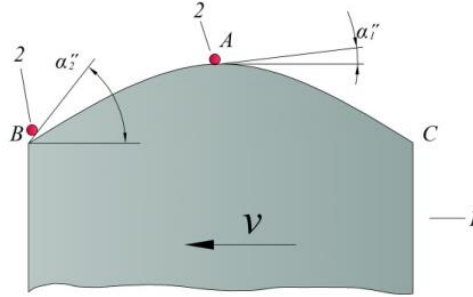
Çakı Formu;
Doğru



Çakı Formu;
İçbükey



Çakı Formu;
Dışbükey



Şekil 2.35. Bıçak çakısının hav ipliği ile karşılaşması 1-Bıçak, 2-Hav ipliği

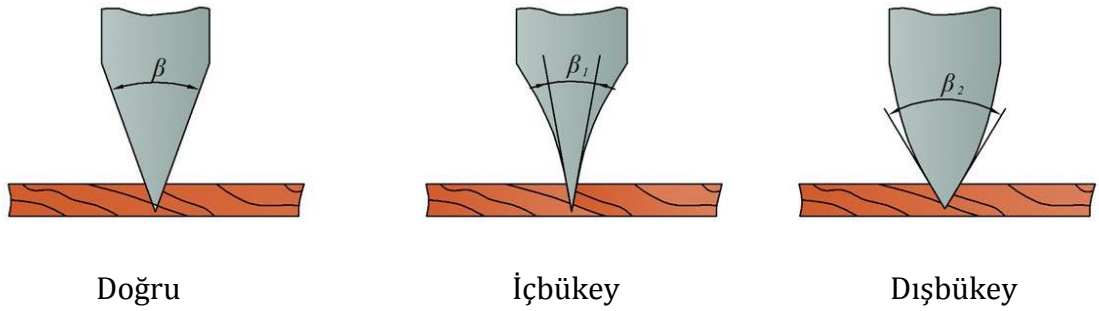
Bosoy araştırmalarını teorik olarak gerçekleştirmiştir. Bıçak çakısının kesilen malzeme ile B veya C noktalarında temas ettiğini varsaymıştır. Bundan dolayı bıçak, kesilen malzeme ile temasa başladığında α açısı kendinin en düşük değerini alır. Bu nedenle kesme kuvvetinin de düşük olması doğaldır. Gerçekte kesme sırasında çakının zirvesine yakın kısmı da çalışılmaktadır. Şekil 2.36’de grafikte görüldüğü gibi kesmede zirveye yakın alanda α açısının değeri hızla artmaktadır. Bu nedenle bıçağın çakısına dışbükeyli eğri formunun verilmesi

daha avantajlıdır. Bu tür çakılarda sağ ve sol kısımlar birbirleriyle eğri üzerinde kesintisiz bağlanırlar. Bu yapı bıçak üretimini de kolaylaştırır.



Şekil 2.36. Çakının iplikle görüşme sıklığının dağılımı

Bıçağın bileme açısı β ele alındığında, Şekil 2.37 'de de görüldüğü gibi bileme açısının elde edilmesinin üç geometrik yapının mümkün olduğu görülür; doğru hat üzerinde kesişen yüzeyler, içbükey ve dışbükey çizgiler boyunca kesişen yüzeyler. Kesilen malzemenin ölçülerinin bıçak ölçülerine göre çok küçük olmasından dolayı onların temasının düz düzlem üzerinde meydana geleceği varsayılır.



Şekil 2.37. Bileme yüzeyleri

Şekil 2.37'ya göre içbükeyli yüzeylerden oluşan bıçağın bileme açısı β kesilen malzeme ile temas alanında minimum değerlere ulaşır. Dışbükeyli çakıların üretilmesi ve onların bilenmesi uygulamada zorluklar çıkarır. Bu nedenle pratikte kesiti doğru hatlar olan bıçaklar kullanılması önerilir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

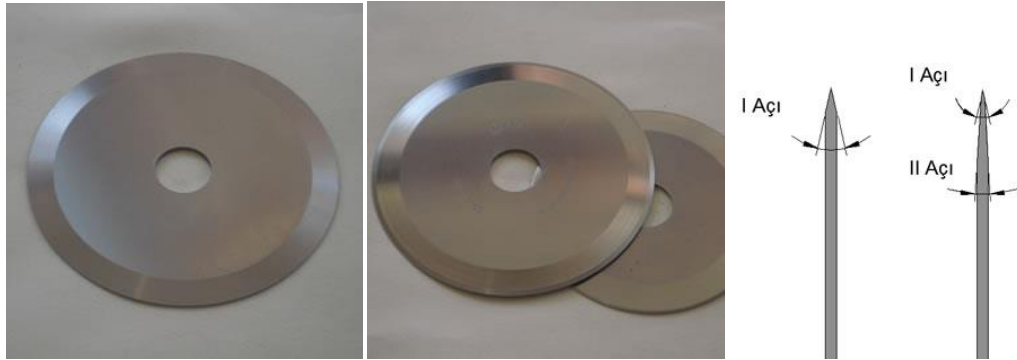
3.1. Materyal

3.1.1. İplikler

İplik örnekleri için TS EN ISO 139, TS 239 ve TS EN 12751 incelenerek bunun bilgisi doğrultusunda kendi standartlarındaki numune alma ve kondisyonlama yöntemleri uygulanmıştır. İplik numara ölçümleri TS 244 EN ISO 2060'a göre hesaplanmış ve deneylerde Nm 10, 12/1, 18/1, 24/1, 30/1, 35/1, 42/1, 47/1 inceliklerinde sekiz farklı numarada pamuk ipliği kullanılmıştır.

3.1.2. Bıçaklar

Bu çalışmada Şekil 3.1'de görülen yuvarlak bıçaklar kullanılmıştır. Dış çap 100 mm iç çap 22 mm iki tarafı bilemeli, iki ağızlı tek ve çift açılı 1,5 mm kalınlığında yuvarlak bıçak kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Yuvarlak bıçak

3.1.3. Bileme taşları

Çalışmalarımızda tanecik büyüklüğü 32 ölçüleri 12x12x100 mm meyil açısı $\beta=10^\circ$ olan biley taşı kullanılmıştır.

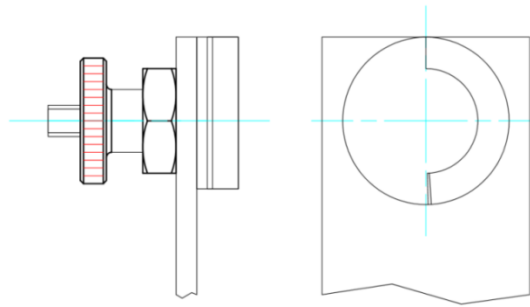
3.1.4.Yuvarlak bıçaklı iplik kesme ünitesinin tasarımı

Bu bölümde doktora tezi kapsamında kesme sırasında iplikte oluşan gerilimi ölçebilmek amacıyla yuvarlak bıçaklı iplik kesme mekanizmasının tasarımı anlatılacaktır.

Hav ipliklerinin kesilmesi sırasında iplikte oluşan gerilimi 0,01 gram hassasiyet ile ölçebilen bir makinenin tasarımı yapılmıştır. Öncelikle iplik tutucu tasarımı yapılmış, sonra bu sistem yuvarlak bıçak takılabilen bıçak sabit ve bıçak dönmekte iken kesme yapabilecek bir gövdeye monte edilmiştir. İpliğin kesilmesi sırasında iplikte oluşan gerilimin ölçülmesi için yük hücreleri kullanılmış ve ölçüm işlemi bir web kamera ile bilgisayara kaydedilerek ipliğin kesme anında oluşan gerilim ölçülmüştür.

3.1.4.1.İplik tutucu mekanizmanın tasarımı

Yüz yüze halı dokumada hav iplikleri üst ve alt zemin kumaşlarını oluşturan iplikler tarafından tutulmakta ve bu sırada kesme işlemi gerçekleşmektedir. Bu nedenle kesme işlemini gerçekleştirmeden önce bu sisteme benzer bir şekilde ipliklerin her iki ucundan da tutmamızı sağlayacak Şekil 3.2 'de görülen bir iplik tutucu mekanizma tasarlanmıştır.



Şekil 3.2. İplik tutucu mekanizma

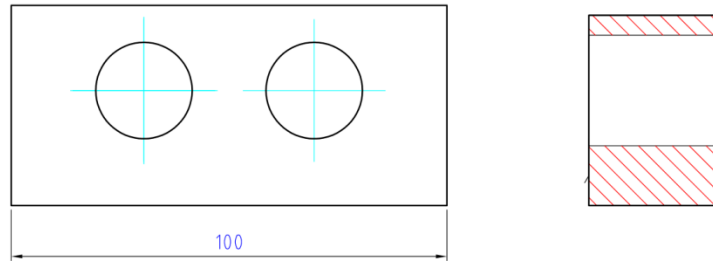
Bu iplik tutucu, kesme sırasında ipliği her iki ucundan da tutacak, aynı zamanda tutma sırasında ipliklerin kayma ve ezilip deforme olmasına neden olmayacak şekilde tasarlanmış ve imal edilmiştir. Şekil 3.2.'deki iplik tutucu

mekanizmadaniki adet imal edilmiştir. Buradaki gövdeye karşılıklı olarak monte edilmiştir. Şekil 3.5'deki 14 nolu özel somun gevşetilerek iplik çeneler arasına yerleştirilmekte ve sonra sıkıştırılmaktadır. Şekil 3.3'de imal edilen iplik tutucu mekanizma görülmektedir.



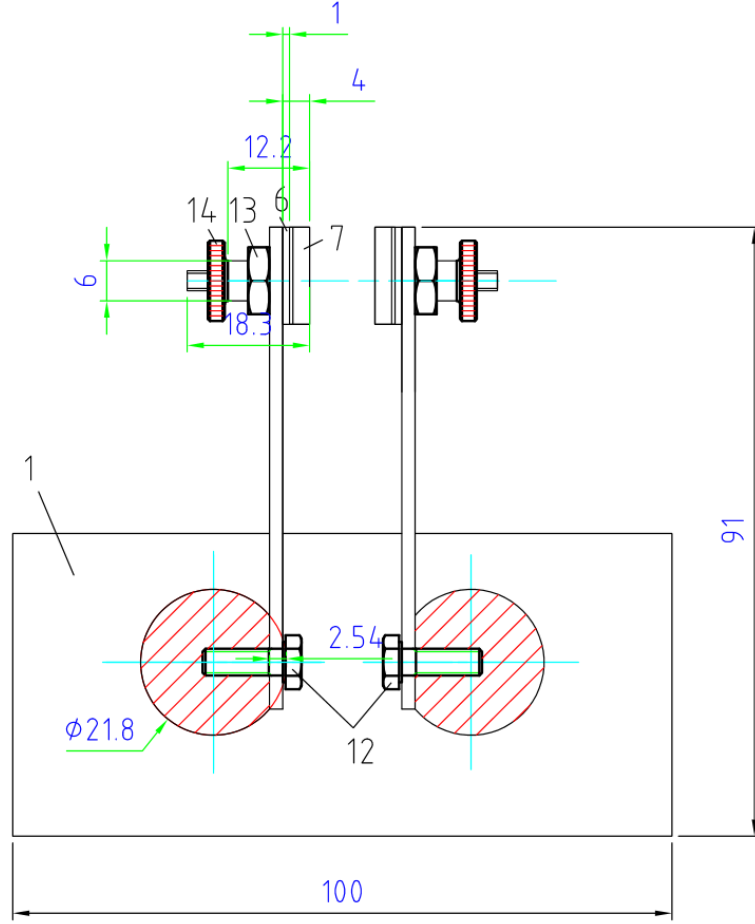
Şekil 3.3. İmal edilen iplik tutucu

İplik tutucu çeneler ve ayar mekanizmaları Şekil 3.34'daki gövde üzerine monte edilmiştir.



Şekil 3.4. Gövde

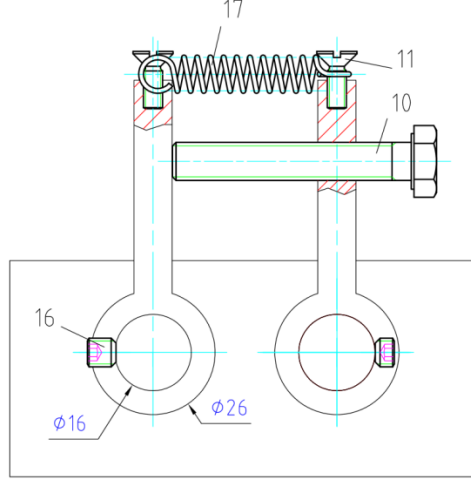
Şekil 3.5'de iplik tutucu mekanizmanın ana gövdeye montaj şeması görülmektedir.



Şekil 3.5. İplik Tutucunun Gövdeye Montajı

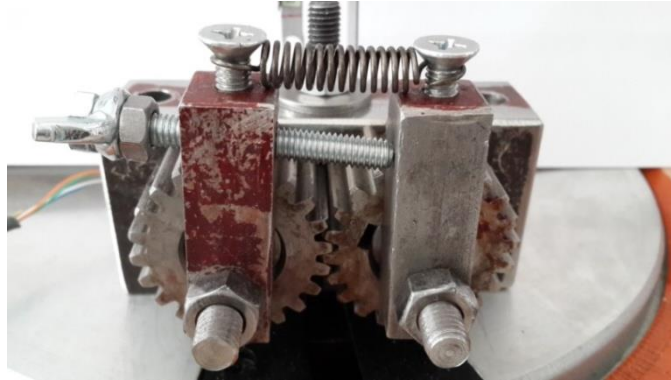
- 1- Gövde
- 2- Levha
- 3- Kol
- 4- Mil
- 5- Dişli
- 6- Tutucunun Gövdesi
- 7- Tutucu
- 8- Ayar Cıvatası
- 9- Bağlama Cıvatası
- 10- Cıvatalar
- 11- Somun
- 12- Somun (Özel Somun)
- 13- Bağlama Cıvatası
- 14- Bağlama Cıvatası
- 15- Yay

İplik tutucu çenelerin sabit durması, aynı zamanda çeneler arası mesafenin ayarlanması ve tutucu çeneler tarafından tutulan ipliği istenildiği kadar gerebilecek 17 nolu yay ve 10 nolu ayar civatası kullanılarak Şekil 3.6'de görüldüğü gibi bir ayar noktası tasarlanmıştır.



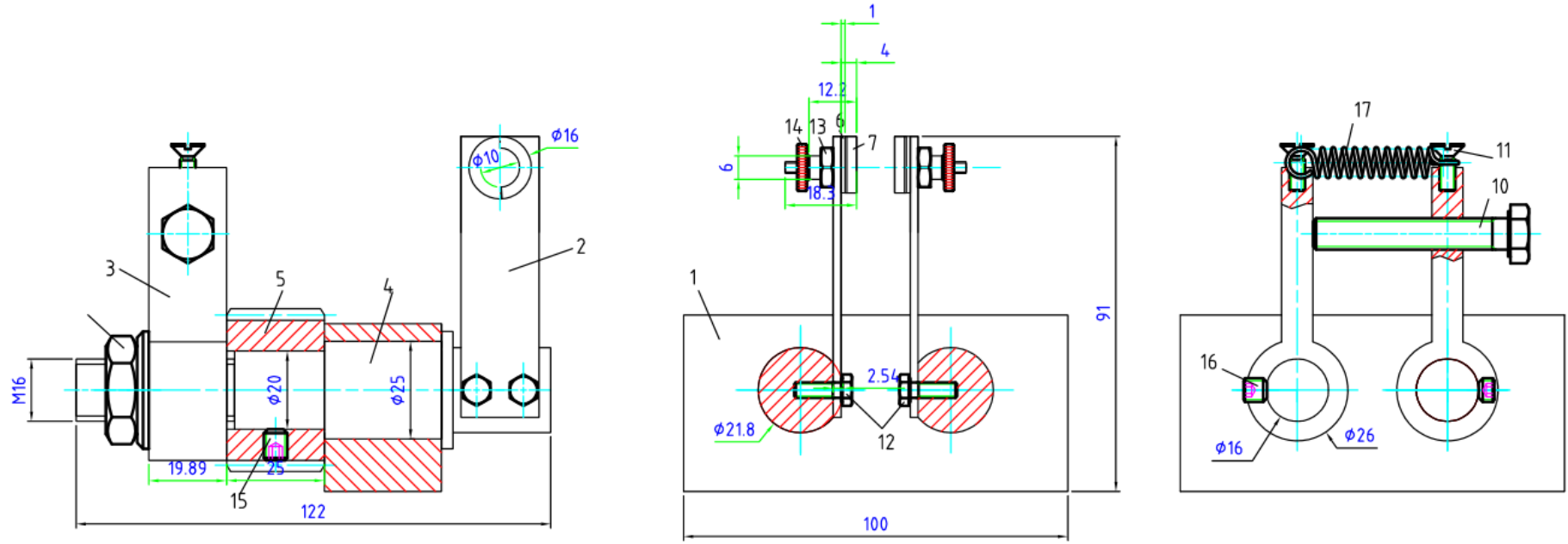
Şekil 3.6. İplik tutucu mekanizmada sabitleme ve mesafe ayarı

Çeneler arasındaki mesafe 0-20 mm arasında ayarlanabilecek şekilde Şekil 3.7'de de görüldüğü gibi bir çift dişli mekanizmaya bağlanmıştır. Bu mesafeyi daha da arttırmak mümkündür. Kesme anında çenelerin sabit tutulması gerekmektedir. Bu da bir yay kuvveti ile sağlanmaktadır. Çeneler arası mesafe bir ayar civatası yardımı ile ayarlanmaktadır.



Şekil 3.7. Çeneler arasındaki mesafe ayarı

İplik tutucu mekanizmanın montaj resmi Şekil 3.8'de görülmektedir



Şekil 3.8. Montaj resmi

İplikte oluşan gerilimi ölçmek için çeneler ayrı ayrı 2 nolu çelik plakaya monte edilmiştir. Çelik plaka olarak yay çeliği kullanılmıştır.

3.1.4.2.Kesme ünitesinin imalat aşaması

Tekstil lif ve ipliklerinin kesilmesi için tasarlanan deney setinde öncelikle iplik tutucu kısım tasarlanıp imal edilmiştir. Daha sonra iplik kesmede kullanılacak bıçaklar bıçak sabit ve bıçak hareketli iken kesme yapılabilecek, iplik ile bıçağın farklı karşılaşma açılarında kafanın hareket edebileceği, motor devrinin ekstra bir servo motor ile ayarlanabileceği, bir testere gövdesine monte edilmiştir. Bu gövdenin üstüne tasarlanan iplik tutucu monte edilip yeri ayarlanır. Şekil 3.9'de kesme ünitesi ve bıçak görülmektedir.



Şekil 3.9. Kesme ünitesi ve bıçak

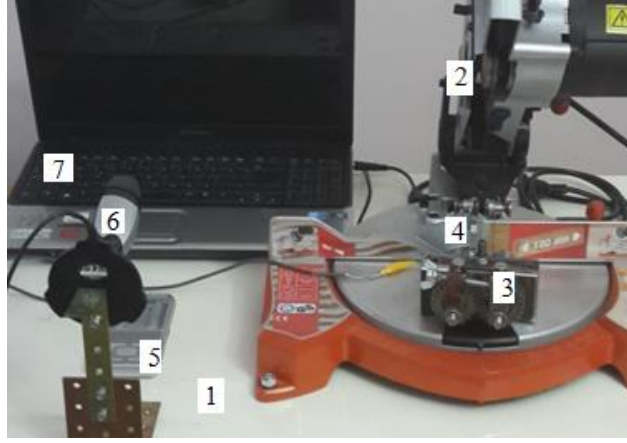
İplik tutucunun çenelerinden biri üzerine yapıştırılan iki adet strain gauge bir hassas dijital ölçüm cihazına bağlanır. Kesme deneyleri sırasında oluşan gerilmeler Web kamera tarafından bir bilgisayar kaydedilir. Deney setinin

parçaları ahşap bir kaide üzerine sabitlenmiştir. Şekil 3.10’da montajı yapılmış deney seti görülmektedir.



Şekil 3.10. Deney seti

Ele alınan tek bir kesme faktörünün kesme prosesine etkisini tespit etmek için Şekil 3.11’de gösterilen laboratuvar düzeneği tasarlandı ve üretildi. Bu deney düzeneği 1 nolu gövdeden, 2 nolu bıçak, 3 nolu iplik tutucu mekanizma, 4 nolu üzerine straining yapılandırılmış hassas elemandan, 5 nolu hassas dijital ölçüm cihazından, 6 nolu Web kameradan ve 7 nolu bir bilgisayardan oluşmaktadır.



Şekil 3.11. İplik kesme prosesini araştırmak için laboratuvar düzeneği elemanları

3 nolu iplik tutucular farklı çaplarda ipliklerin bağlanmasına olanak sağlamaktadır. 4 nolu eleman yay çeliğinden yapılmıştır. Bir tanesinin üzerine özel profil monte edilmiş ve profil üzerine straining yapıştırılmıştır. R1 ve R2 strainingleri yarım Wheatstone köprü şeması ile bağlıdır. Köprüden alınan sinyal 5 nolu hassas dijital ölçüm cihazına iletilmektedir. 6 nolu Web kamera ile alınan görüntüler 7 nolu bir bilgisayara kaydedilmektedir.

Ölçüm yapılacak iplik 3 nolu iplik tutucunun çenelerine bağlandıktan sonra özel cıvata yardımı ile ipliğe gerekli başlangıç gerilmesi verilir. Bu işlemden sonra bıçak aşağı doğru indirilerek ipliğin kesilmesi sağlanır. Bu işlem bıçak sabit ve bıçak dönmekte iken her iki durumda da yapılabilir.

3.2.Yöntem

3.2.1.Deney metodu

Bu bölümde hav ipliklerinin kesilmesi prosesi mekaniğinin deneysel araştırılması yapılmıştır. Kesme parametreleri ve büyüklüklerinin kesme sürecine etkisini, çalışan tezgahta araştırmak pratik olarak imkansızdır. Böyle bir çalışma uzun zaman süresi ve karmaşık deneylerin gerçekleştirilmesine ihtiyaç duyacaktır.

Ele alınan tek bir kesme faktörünün kesme prosesine etkisini tespit etmek için Şekil 3.10'da gösterilen deney seti tasarlandı ve üretildi.

Ölçüm yapılacak iplik 3 nolu iplik tutucunun çenelerine bağlandıktan sonra özel cıvata yardımı ile ipliğe gerekli başlangıç gerilmesi verilir. Bu işlemden sonra bıçak aşağı doğru indirilerek ipliğin kesilmesi sağlanır. Bu işlem bıçak sabit ve bıçak dönmekte iken her iki durumda da yapılabilmektedir.

3.2.2.İplik yoğunluğunun kesme kuvvetine etkisinin belirlenmesi

Deneylerde Nm 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80inceliklerinde pamuk iplikleri iplikler kullanılmıştır. Deneyde kullanılan bıçağın parametreleri $\alpha=0$, $\beta=15^\circ$, $r=0,5$ μm 'dur. Çalışmalarda $v=0$, $G=20$ sN, $h=10$ mm'de sabit tutulmuştur.

3.2.3.Ön gerilmenin kesme kuvvetine etkisinin belirlenmesi

Deneylerde Nm 10, Nm 20 ve Nm 40 pamuk ipliği kullanılmıştır. Deneyde kullanılan bıçağın parametreleri $\alpha=10^\circ$, $\beta=15^\circ$, $r=0,5$ μm 'dur. Çalışmalarda $v=0$, $G=20$ sN, Nm 10 sabit tutulmuştur. 0; 20; 40; 60; 80 sN olarak seçilen ön gerilme kuvvetleri altında kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ölçülmüştür.

3.2.4.Hav ipliği uzunluğunun kesme kuvvetine etkisinin belirlenmesi

Deneylerde Nm 10pamuk ipliği kullanılmıştır. Deneyde kullanılan bıçağın parametreleri $\alpha=0^\circ$, $\beta=15^\circ$, $r=0,5$ μm 'dur. Çalışmalarda $v=0$, $G=20$ sN, Nm 10sabit tutulmuştur. 2; 4; 6; 8; 10; 12 mm hav uzunluğu ayarlanmıştır. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ölçülmüştür.

3.2.5.Kesme sırasında ipliğin bıçakla karşılaşma açısının kesme kuvvetine etkisinin belirlenmesi

Deneylerde Nm 10 pamuk ipliği kullanılmıştır. Deneyde kullanılan bıçağın parametreleri $\beta=15^\circ$, $r=0,5$ μm 'dur. Çalışmalarda $v=0$, $G=20$ sN, Nm 10 sabit

tutulmuştur. Kesme sırasında ipliğin bıçakla karşılaşma açısı α değeri 15° ; 30° ; 45° ; 60° ; 75° ve 90° alınarak kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ölçülmüştür.

3.2.6.Kesme hızının kesme kuvvetine etkisinin belirlenmesi

Deneylerde Nm 10pamuk ipliği kullanılmıştır. Deneyde kullanılan bıçağın parametreleri $\alpha=0^{\circ}$, $\beta=15^{\circ}$, $r=0,5 \mu\text{m}$ 'dur. . Çalışmalarda $G=20 \text{ sN}$, Nm 10sabit tutulmuştur. Kesme hızı v değeri, 0,1; 1,4; 2,8; 4,2; 5,6 m/sn alınarak kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ölçülmüştür.

3.2.7.Bıçak çakısının yarıçapının kesme kuvvetine etkisinin belirlenmesi

Deneylerde Nm 10pamuk ipliği kullanılmıştır. Deneyde kullanılan bıçağın parametreleri $\alpha=0^{\circ}$, $\beta=15^{\circ}$ 'dur. Çalışmalarda $v=0$, $G=20 \text{ sN}$ sabit tutulmuştur. Bıçak çakısının yarıçapı r değeri, 5; 10; 15; 20 μm alınarak kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ölçülmüştür.

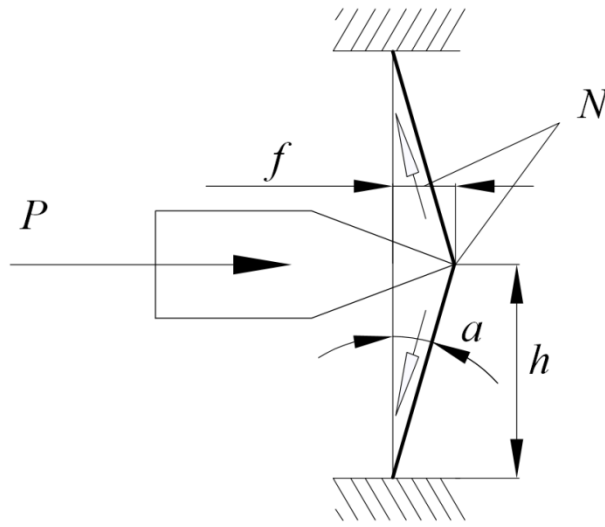
3.2.8.Bıçağın bilenme açısının kesme kuvvetine etkisinin belirlenmesi

Deneylerde Nm 10 pamuk ipliği kullanılmıştır. Deneyde kullanılan bıçağın parametreleri $\alpha=0^{\circ}$, $r=0,5 \mu\text{m}$ 'dur. Çalışmalarda $v=0$, $G=20 \text{ sN}$ sabit tutulmuştur. Bıçak çakısının bilenme açısı yarıçapı β değeri 10° , 12° , 15° , 20° , 30° , 35° alınarak kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ölçülmüştür.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Tekstil Liflerinin Statik Ortamda Kesilmesi

Statik kesmede liflerin dikey durumda kesilmesi imkansızdır. Kesme direncinin oluşması için lifler kesici kuvvet yönünde yer değişme alırlar. Liflerin direnç kuvvetini gidermek için Şekil 4.1’de görüldüğü gibi bıçağa bir P kesme kuvveti verilmesi gerekir.



Şekil 4.1. Statik kuvvet etkisi ile liflerin kesilmesi

Bu kuvvetler arasında olan bağıntı aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$P = 2N \sin \alpha \quad (4.1)$$

Denklemden; N kesme sırasında lifte oluşan gerilme kuvveti, α lifin kesme sırasında eğim açısıdır.

$$\alpha = \arctg \frac{f_p}{l} \quad (4.2)$$

Denklemden; l lifin kesme yüksekliği, f_p bıçağın yer değişmesidir.

$$f_p = l\sqrt{\varepsilon_p^2 + 2\varepsilon_p} \quad (4.3)$$

Kesme parametreline bağılı olarak liflerin bıçakla kesilmesinin üç temel nedeni olabilir:

- Gerilmenin en fazla oluştuğu noktada çekme kuvvetlerinin etkisinden,
- Bıçağın kesici etkisinden,
- Bıçak çakısının kesilen lifin moleküler boşluklarına dalması ve moleküler bağların kırılması ile.

Birinci halde kopma şartına göre $N \geq N_\phi^P$. Burada N_ϕ^P tek bir lifin kopma kuvvetidir ve aşağıdaki denklemle bulunur;

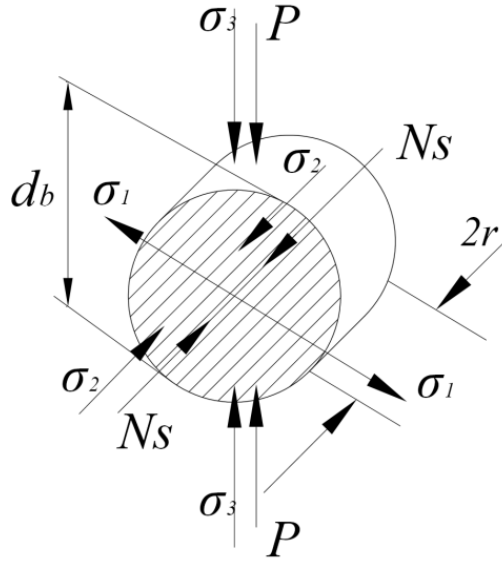
$$N_\phi^P = Es\varepsilon_p \quad (4.4)$$

Denklemde: E karşısından kesilen lifin elastike modülü, s lifin en kesit alanı, ε_p çekme sırasında lifin aldığı deformasyondur.

(4.1) denkleminde N yerine N_ϕ^P 'nin (4.4) denklemindeki değerini yazarak P_{pe}^p için bir ifade elde edilir. Bu kuvvetin etkisinden söz konusu lif en zayıf noktada kopar.

$$P_{pe}^p \geq 2Es\varepsilon_p \sin \alpha \quad (4.5)$$

(4.5) denklemi P_{pe}^p ve N aralığında olan bağıntısının ideal lifler için ifade etmektedir. Gerçekte ise temas alanında oluşan gerilmeler sonucu P_{pe}^p kuvvetinin değeri (4.5) denkleminde alınan değerden küçük alınır.



Şekil 4.2. Bıçak çakısı altındaki lif malzemesinde gerilme durumu

Lif malzemesinde basma kuvvellerinin etkisinden oluşan gerilmelerin dağılım şeması Şekil 4.2'de verilmiştir. N_{CHC} kuvvetinin etkisinden P_{pe} basma kuvvetinin oluşması Poisson efektine bağlıdır. Deformasyon teorisi kurallarını göz önünde bulundurursak Şekil 4.2'ye göre;

$$\alpha_1 = 0 \quad \alpha_2 = -\frac{4N_{CHC}}{\pi d_b^2} \quad \alpha_3 = -\frac{P_p}{2d_b r} \quad (4.6)$$

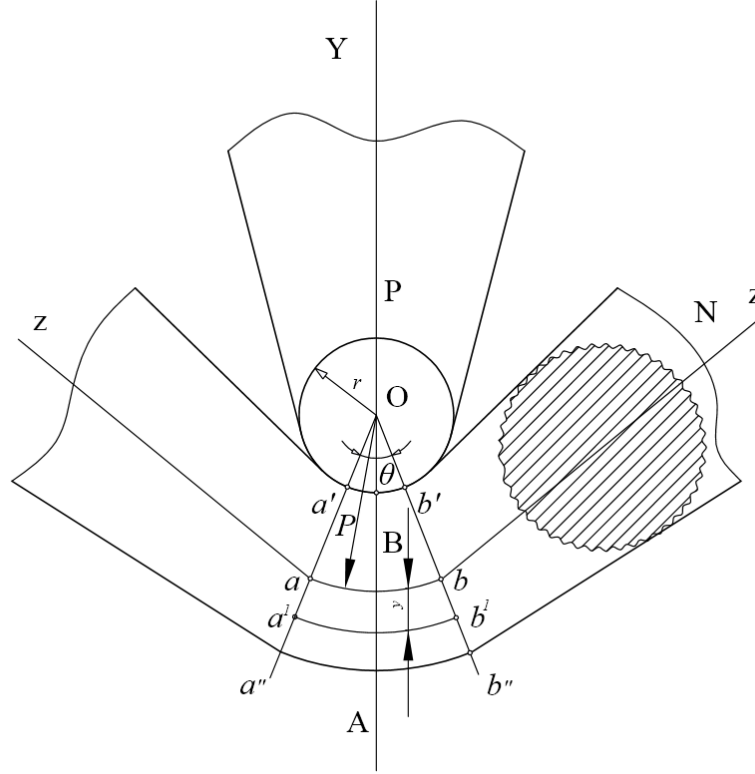
Denklemlerde; d_b kesilen lifin çapı, r bıçak çakısının yarıçapıdır. Bıçağın $2r$ 'e eşit olan genişliği kesme sırasında değişmediği için $\varepsilon_2=0$ olacaktır. Bu durumda Hook'un genel denkleminde:

$$\alpha_1 = \frac{1}{E}(\sigma_2 - \sigma_3 \mu) = 0 \quad (4.7)$$

$$\alpha_2 = \mu \sigma_3 = -\frac{\mu P_p}{2d_b r} \quad (4.8)$$

$$N_{CHC} = -\frac{\sigma_2 \pi d_b^2}{4} = \frac{\mu P_p \pi d_b^2}{8d_b r} = \frac{\mu P_p \pi d_b}{8r} \quad (4.9)$$

Kesme esnasında lifler ek olarak eğilme deformasyonuna maruz kaldıklarından dolayı Şekil 4.3'da görüldüğü gibi temas alanında bulunan kat basma, karşı alanda bulunan kat ise çekmeye zorlanır.



Şekil 4.3. İki ucundan sabitlenmiş lifin eğimi

Nötr doğrusundan h uzaklıkta yerleşen kesitte eğilme gerilmesini tespit edelim. Problemin çözümünde gerilme kuvveti etkisinden z - z kesitinde oluşan gerilmenin eğim sırasında değişmez kaldığı varsayılmaktadır. Nötr çizgisi boyunca lifin ab kısmının uzunluğu değişmez kaldığından (Pisarenko, 1974);

$$dz = \rho d\theta \quad (4.10)$$

olur. Öte yandan;

$$dz = \frac{(\rho + y)d\theta}{\varepsilon + 1} \quad (4.11)$$

İfadede ε nötr çizgisinden y uzaklığında yerleşmiş a_1b_1 doğrusunun izafi uzamasıdır. (4.10) ve (4.11) denklemlerinden;

$$\varepsilon = \frac{y}{\rho} \quad (4.12)$$

olduğu bulunur.

Gerilme teorisine göre temiz eğim olduğunda elementin denge durumu üç denklemlerle ifade edilir (Piserenko, 1974);

$$N = \int_F \sigma dF \quad M_y = \int_F \sigma z dF \quad M_x = \int_F \sigma y dF \quad (4.13)$$

Bıçak çakısı altında ancak eğici moment etki gösterdiğinden;

$$N = 0 \quad M_y = 0 \quad M_x = M$$

olduğu görülür. Büyüklüğü $M = P_z r / 2$ denklemi ile hesaplanan eğici momentin etkisinden lifte oluşan gerilmenin bulunması için denklemin çıkartılması önemlidir. Denklemden momentin kolu bıçağın yarıçapı r 'ye eşittir. Yukarıda çıkartılan denklemleri irdeleyerek eğici moment etkisinden lifte oluşan gerilme için;

$$N_{pac} = \frac{P_p r \pi d^2 \left(r + \frac{d}{2} \right)}{8J_x} \quad (4.14)$$

denklemini elde edilir. Denklemden; J_x lifin x eksenine göre en kesit atalet momentidir.

4.2.Liflerin Bıçağın Kesici Etkisi ile Kesilmesi

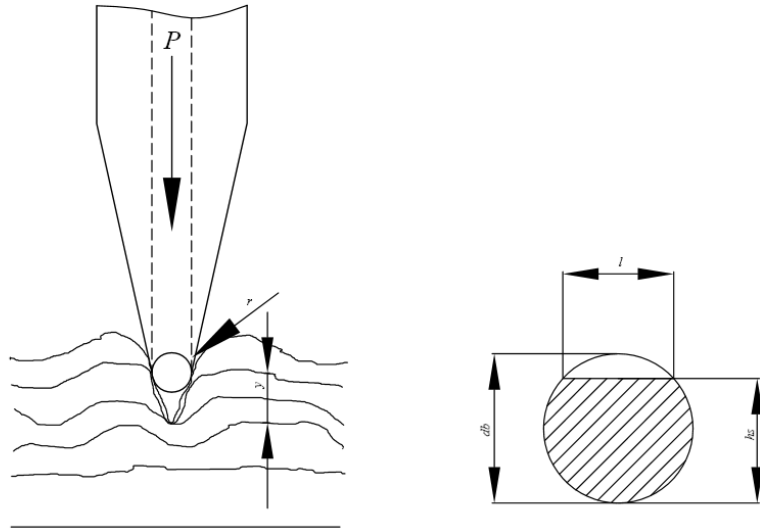
Liflerin bıçağın kesici etkisinden kesilmesi denildiğinde lifin bıçakla temas alanından başlayarak parçalara ayrılması Şekil 4.3'de de görüldüğü gibi B noktasından anlaşılır. Lifin uzunlamasına oluşan gerilmeler sonucu parçalanmasını araştırırken temas alanının yeterince büyük olmasından dolayı kontak gerilmelerinin düşük olduğu varsayılmıştır. Oysa çakının yarıçapı r azaldıkça kesilmenin gerçekleşmesinde bu gerilmelerin etkisi daha belirgin olmaya başlar. Araştırmalarda lifin malzemesinin homojen olduğu ve ezilme deformasyonunun etkisinden çatlakların oluşmadığı kabul edilmiştir. Söz konusu şartın matematik gösterimi aşağıdaki gibidir:

$$\sigma_K^{\phi} > \sigma_{K,np} \quad (4.15)$$

Denklemden; $\sigma_{K,np}$ kontak altında sınır basınç gerilmesi, σ_K^{ϕ} temas anında lifte oluşan gerçek basınç gerilmesidir.

$$\sigma_K^{\phi} = \frac{P_p}{S_K} > \sigma_{K,np} \quad (4.16)$$

Denklemden; S_K temas alanıdır. Kesme prosesinin başlaması ile lifin ezilmesi aynı anda olur. (4.16) denkleminin yerine getirilmesi için temas alanının büyümesi ile bıçağın malzemeye uyguladığı basınç kuvvetinin de büyümesi beklenir. Temas alanının doğru hesaplanması zordur. Bunun nedeni bıçağın etkisinden malzemenin ezilmesinin yanı sıra en kesit alanının da değişmesidir. Buna bakmaksızın temas alanını belli bir yaklaşımla hesaplamak mümkündür. Bunun için kesme sırasında lifin en kesit alanının değişmez kaldığı kabul edilmektedir. Şekil 4.4'de görüldüğü gibi dalma derinliğinin küçük değerlerinde bıçağın yan yüzeyleri paralel, çakısının ise yarıçapı r olan silindir olduğu varsayılabilir.



Şekil 4.4. Bıçak ile malzemenin temas alanının bulunması

Şekil 3.14'den:

$$l = 2\sqrt{d_b h - h^2}$$

olduğu görülür. Denklemden; d_b lifin çapı, h lifin ezilme derinliğidir.

$$b = 2\sqrt{2ry - y^2}$$

$$S_K = 4\sqrt{d_b h - h^2} \sqrt{2ry - y^2} \quad (4.17)$$

Burada; b temas alanının genişliğidir. Birinci ve ikinci olayların sonuçlarının analizi bıçakla lifin temasının karmaşık karakter taşıdığını ve lifin parçalara ayrılmasının iki noktadan, A veya B' den birinde başlayacağını gösterir. Buna uygun olarak kesme kuvvetinin bulunması için iki denklem elde edilir;

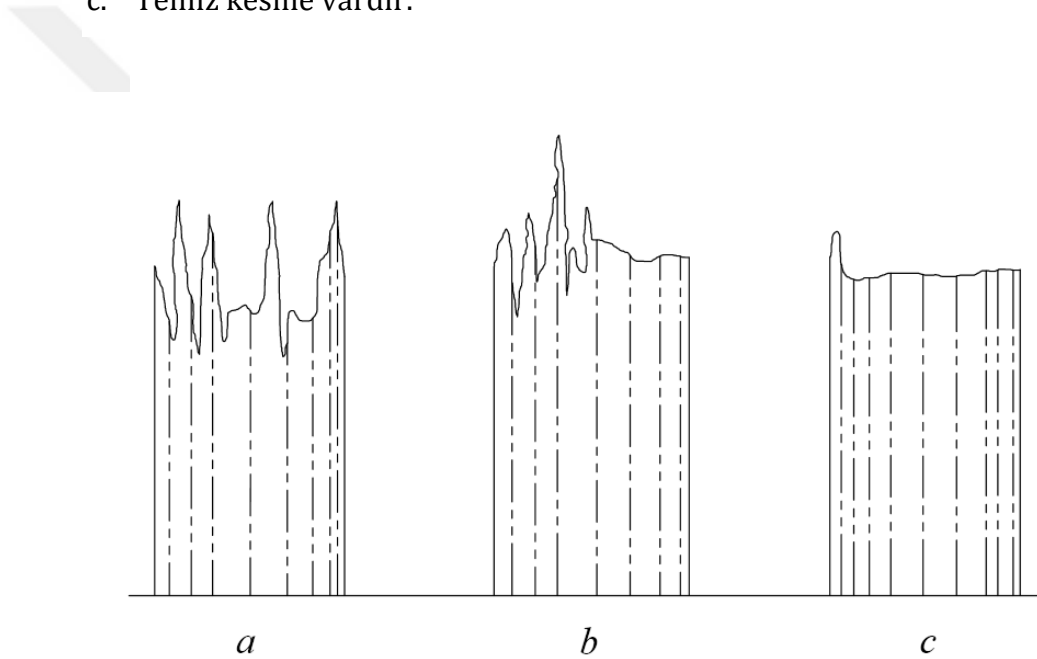
$$P_{pe31} = 4\sigma_{K,np} \sqrt{d_b h - h^2} \sqrt{2ry - y^2} \quad (4.18)$$

$$P_{pe32} = \frac{(ES_l \varepsilon_p - G) \sin \arctg \sqrt{\varepsilon_p^2 + 2\varepsilon_p}}{1 + \frac{\pi}{4} \left[\frac{\mu d_e}{r} + \frac{rd_b^2 (r + d_b / 2)}{8J_x} \right] \sin \arctg \sqrt{\varepsilon_p^2 + 2\varepsilon_p}} \quad (4.19)$$

Hesap sonuçlarından daha küçük olanı kesme kuvvetinin değeri olarak seçilir.

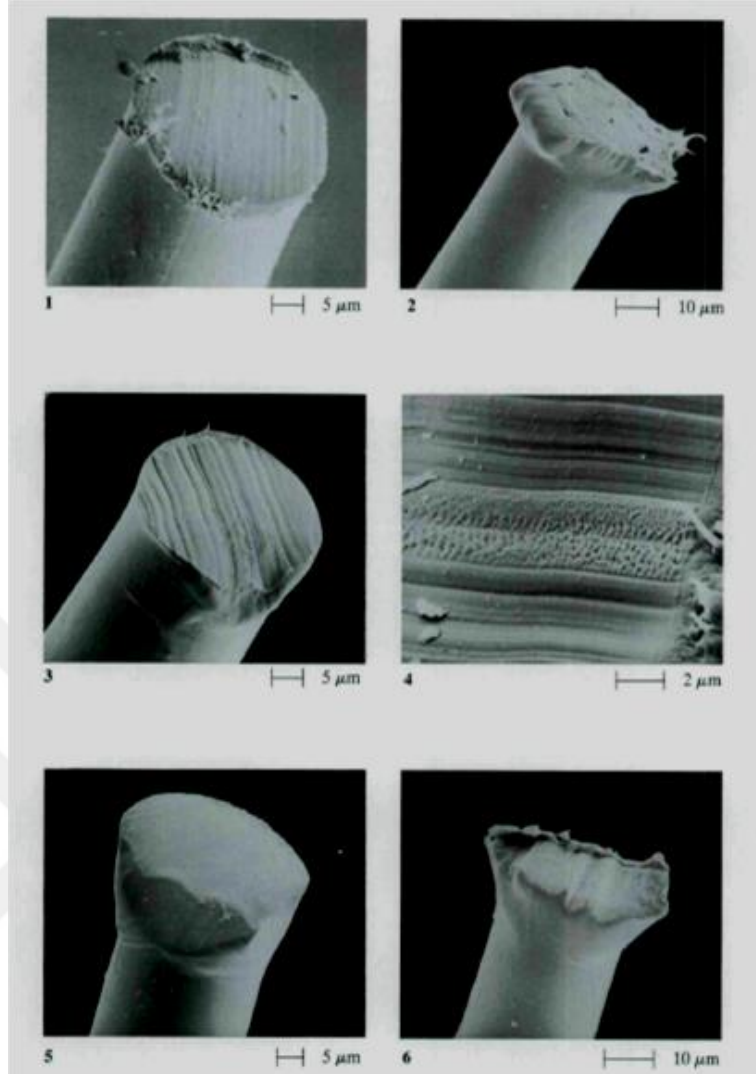
Teorik araştırmalar ve kesilmiş liflerin incelenmesi sonucu Şekil 4.5’de görüldüğü gibi liflerin üç tür kesilme şeklinin var olduğu söylenebilir:

- Kesme yoktur. Lif kopma sonucu parçalara ayrılmıştır,
- Yarı temiz kesme vardır,
- Temiz kesme vardır.

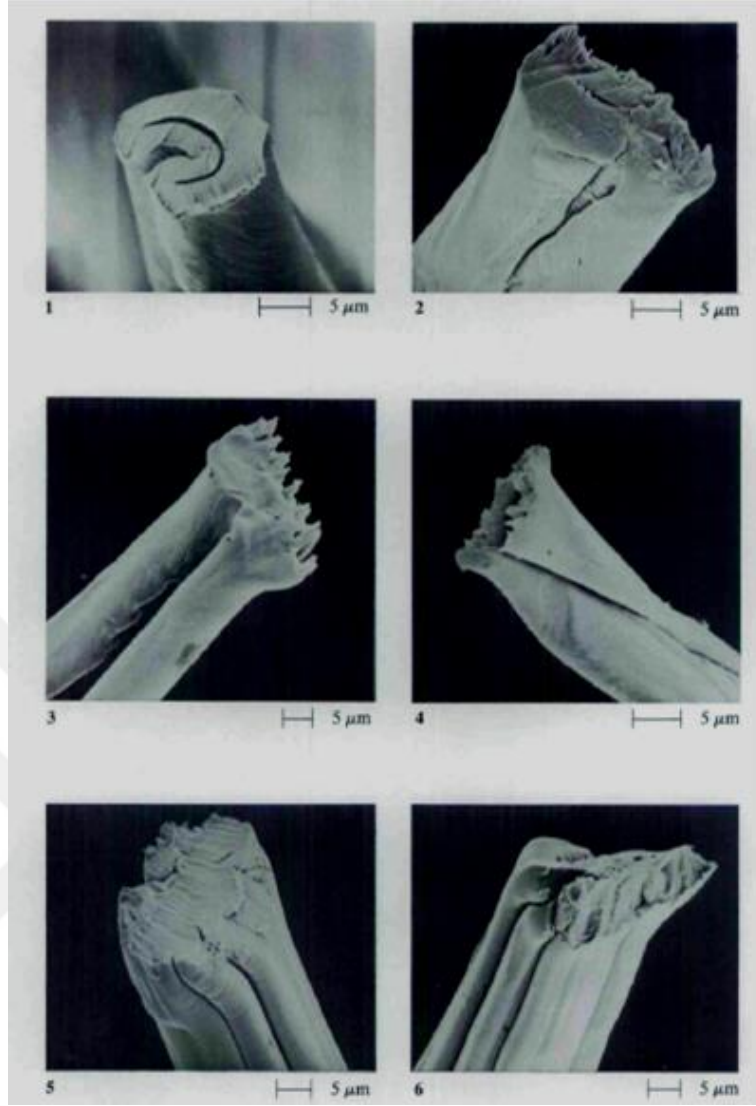


Şekil 4.5. Lifin kesilme şekilleri

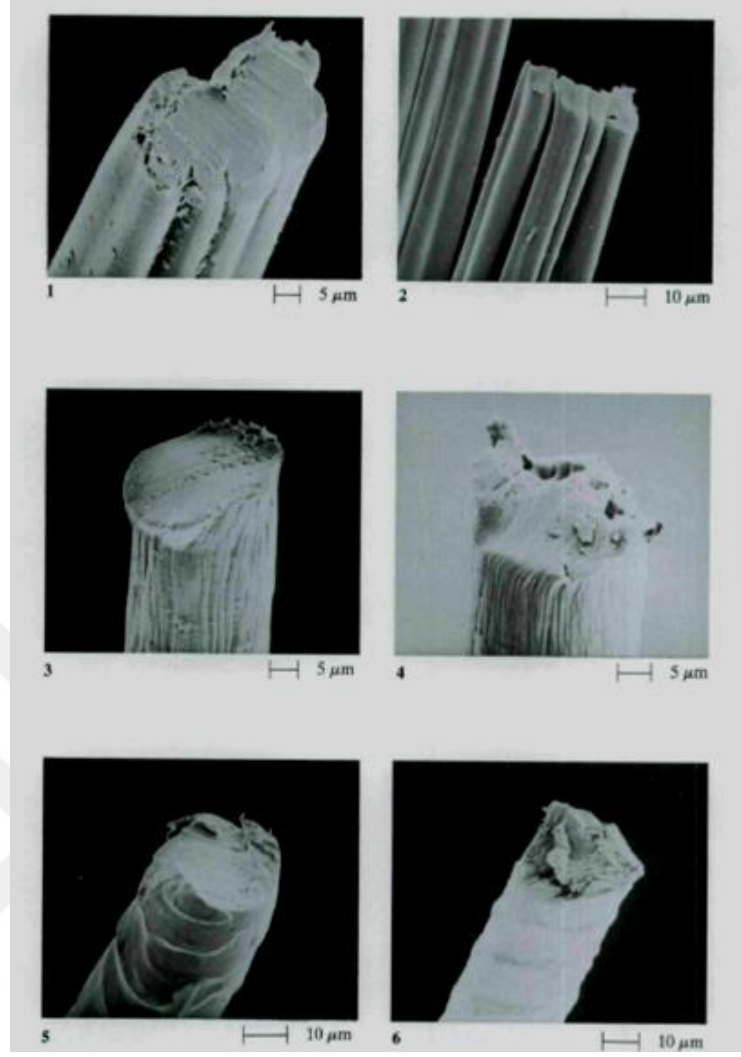
Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’da çeşitli tekstil liflerinin jilet, bıçak ve makas ile kesilmeleri sonucunda lif uçlarında oluşan deformasyon görülmektedir.,



Şekil 4.6. Naylon ve polyester liflerinin kesilmesi (1) Jilet ile kesilmiş naylon, (2) Bıçakla kesilmiş naylon, (3) (4) Jilet ile kesilmiş naylon, (5) Jilet ile kesilmiş polyester, (6) Makasla ile kesilmiş polyester (Hearle, 1998).



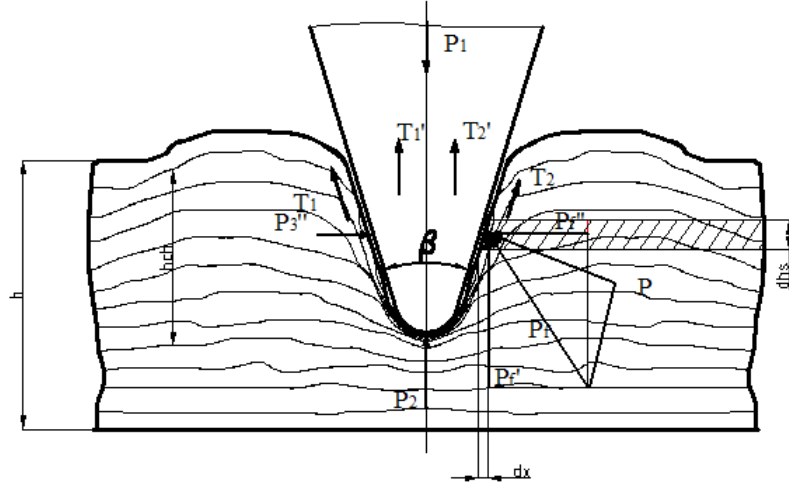
Şekil 4.7. Pamuk ve viskoz rayon liflerinin kesilmesi (1), (2) Jilet ile kesilmiş pamuk, (3) Bıçak ile kesilmiş pamuk, (4) Makas ile kesilmiş pamuk, (5) Jilet ile kesilmiş viskoz rayon, (6) Bıçak ile kesilmiş viskoz rayon (Hearle, 1998).



Şekil 4.8. Asetat, akrilik ve yün liflerinin kesilmesi (1) Jilet ile kesilmiş sekonder asetat, (2) Bıçak ile kesilmiş sekonder asetat, (3) Jilet ile kesilmiş yüne benzeyen akrilik, (4) Makas ile kesilmiş yüne benzeyen akrilik, (5) Jilet ile kesilmiş yün, (6) Bıçak ile kesilmiş yün (Hearle, 1998).

Ele alınan kuvvetler dışında lifin kesilmesi sırasında sürtünme ve sıkışma kuvvetlerinin de göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Şekil 4.9.'da da görüldüğü gibi kesme sırasında bıçak aşağıdaki kuvvetlerin etkisinde bulunur:

- Çakının altında oluşan direnç kuvveti(P_2)
- Lifin sıkıştırılmasından oluşan kuvvet(P_3)
- Bıçak çakısının sıkıştırdığı katın direnç kuvveti(P_f')
- Sürtünme kuvvetleri(T_1 ve T_2)



Şekil 4.9. Statik kesmede bıçak çakısını etkileyen kuvvetler

P_{pe31} kesme kuvveti (4.18) denkleminde bilinmektedir. Bıçağın yan yüzeylerini etkileyen N normal kuvvetin değeri;

$$N = P_{\phi}^{CK} \sin \frac{\beta}{2} + P_{\phi}^{C\delta K} \cos \frac{\beta}{2} \quad (4.20)$$

denkleminde hesaplanır. Bu kuvvetin oluşturduğu T_1 ve T_2 sürtünme kuvvetleri;

$$T_1 = T_2 = fN \quad (4.21)$$

bağıntısı ile bulunur. Şekil 12'den sürtünme kuvvetlerinin dikey bileşenlerinin;

$$T_1' = T_2' = T_1 \cos \frac{\beta}{2}$$

veya

$$T_1' = T_2' = f \left(\frac{1}{2} P_{\phi}^{CK} \sin \beta + P_{\phi}^{C\delta K} \cos^2 \frac{\beta}{2} \right) \quad (4.22)$$

denklemleri ile ifade edildikleri görülmektedir. P_{ϕ}^{CK} ve $P_{\phi}^{C\delta K}$ kuvvetlerinin bıçak çakısının yüzeylerine etkisini incelendiğinde P_{ϕ}^{CK} kuvvetinin etki alanı;

$$F_x = \Delta h_{CK} \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \quad (4.23)$$

bağıntısı ile değişir. Denklemden; Δl çakının kesilen malzeme ile görüşme uzunluğu, h_{CK} çakının life dalma derinliğidir. Bu durumda;

$$dP_{\phi}^{CK} = \sigma_{CK} dF_x = E \varepsilon_{CK} \Delta h_{CK} \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$$

Burada ε_{CK} liflerin bağıl sıkışma katsayısıdır.

$$\varepsilon_{CK} = \frac{h_{CK}}{h}$$

denklemini ile bulunur. $\Delta l_{\max} = d_b$ olduğunu varsayarsak ve integralini alırsak;

$$P_{\phi}^{CK} = E \frac{d_b}{h} \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \int_0^{h_{CK}} h_{CK} dh_{CK} = \frac{E d_b}{2h} h_{CK} \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \quad (4.24)$$

denklemini elde edilir. Aynı yöntemle çakını etkileyen sıkıştırma kuvveti tayin edilir.

$$dP_{\phi}^{C\delta K} = E \varepsilon_1 \Delta l dh_{CK}$$

Denklemden; ε_1 kuvveti doğrultusunda bağıl deformasyonu ifade eder.

$$\varepsilon_1 = \varepsilon \mu = \mu \frac{h_{CK}}{h}$$

μ poisson katsayısıdır.

$$P_{\phi}^{C\delta\delta} = \frac{\mu E d_b}{h} \int_0^{h_{CK}} h_{CK} dh_{CK} = \frac{\mu E d_b}{2h} h_{CK}^2 \quad (4.25)$$

olduğu bulunmaktadır.(4.18), (4.24), ve (4.25) denklemlerinden P_{kes1} için:

$$P_{kes1} = 4\sigma_{K.N} \sqrt{d_b h_{CK} - h_{CK}^2} \sqrt{2ry - y^2} + \frac{E d_b}{h} h_{CK}^2 \tan \frac{\beta}{2} + \frac{E d_b h_{CK}^2 f}{h} \left(\frac{1}{2} \tan \frac{\beta}{2} \sin \beta + \mu \cos^2 \frac{\beta}{2} \right) \quad (4.26)$$

denklemini elde edilir. Bu denklem farklı liflerin bıçak ile kesilmesinde kesme kuvveti hesaplarında kullanılabilir. P_{kes1} hesap sonuçları verilmiştir. Bu da bıçak ünitelerinin dinamik analizi ve tasarımında önemli bir teknolojik parametre oluşturmaktadır.

Bu bölümde liflerin statik bir ortamda bıçak ile kesilmesi üzerine oluşturulan kesme teorileri incelenmiş ve teorik olarak kesme kuvvetini hesaplama yöntemleri işlenmiştir.

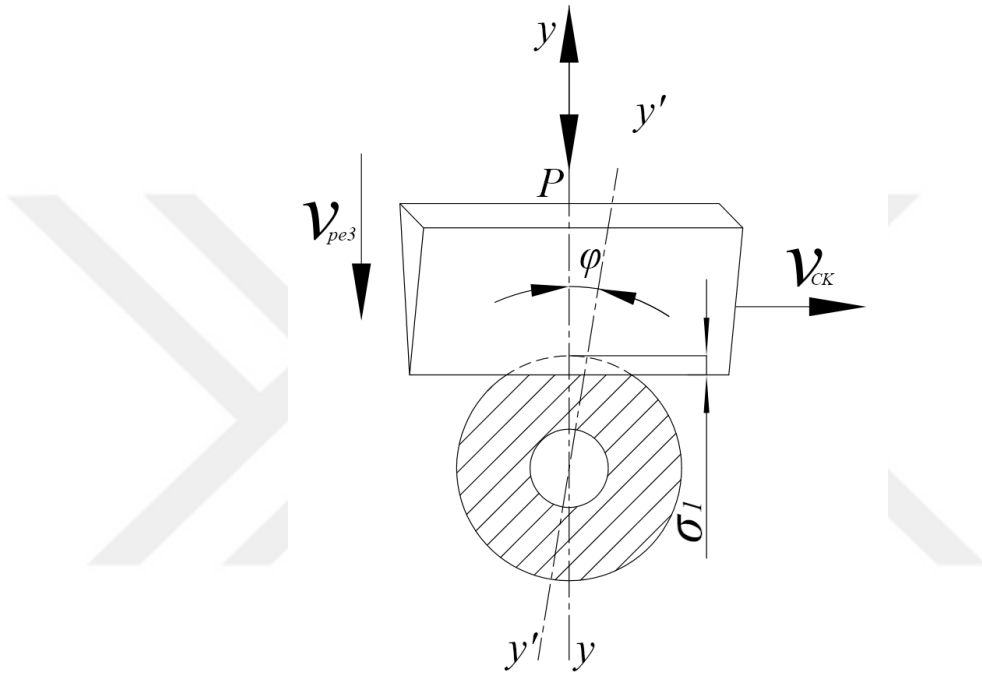
Son 30-40 yıla kadar mekanik kesme söz konusu olmakla birlikte son yıllarda yeni kesme teknolojileri de kullanılmaktadır. Fakat en kaliteli ve en ekonomik kesme yönteminin mekanik kesme yöntemi olduğu düşünülmektedir. Tekstil lif ve ipliklerinin bıçakla tam ve temiz kesilmesinin imkansız olduğu kanıtlanmıştır. Liflerin kesilmesinde kısmen kopmaların yer alması kaçınılmazdır ancak iyi bir kesme sonucu bu kopmalar gözle görünmeyecek kadar küçük olabilmektedir.

4.3. Tekstil Liflerinin Dinamik Ortamda Kesilmesi (Kaymalı Kesme)

Bıçakla kesme prosesinin araştırılması üzerinde çalışan araştırmacılar, hızın artması ile kaymalı kesmede uygulanan kesme kuvvetinin azaldığını göstermişlerdir. Kesme kuvvetinin azalmasını açıklayan çok sayıda teorilerin

olmasına rağmen, tekstil lif ve ipliklerin kesilmesinde bu olaya tam açıklık getiren bir teori bulunmamaktadır.

Şekil 4.10'de görüldüğü gibi bıçak çakısının altına bir lif yerleştirildiğinde kaymalı kesme sırasında iki noktasından bağlanmış olan lif, sürtünme kuvvetinin etkisi ile kendi eksenini boyunca burulmaya zorlanmaktadır.



Şekil 4.10. Kaymalı kesmede bıçak çakısının kesilen malzeme (lif) ile teması

P Bıçak çakısının lifi kesme kuvveti; v_{pes} kesme hızı; v_{ck} kayma hızı; φ bu temas anında oluşan lifteki dönme miktarı; δ_l başlangıç konumunda iken çakı ile çakının etkisiyle kesilen malzemenin temasıdır. Çakı altına yerleşen lifte kayma sırasında oluşan ve lifi etkileyen kuvvetler; lifi kesme kuvveti P_{kes} , sürtünme kuvveti $F_{sür}$ ve lifte oluşan gerilme kuvveti N 'dir.

İki noktasından bağlanmış lif, kaymalı kesmede sürtünme kuvvetinin etkisinden kendi eksenini boyunca burulmaya zorlandığından dolayı kaymalı kesme iki aşamada incelenir.

Birinci aşamada lifin sürtünmeden dolayı burulmadığı varsayılmaktadır. Deneyler bu durumda kesme kuvvetinin azaldığını göstermektedir. Kaymalı kesme sırasında organik malzemelerin kesme kuvvetinin azalması özellikle ara boşlukları yağlarla, su ve başka sıvı maddelerle dolmuş liflerden oluşan malzemelerde daha net görülmektedir (Aleksandrov, 1954) (Kukin, 1964) (Dowgiallo, 2004). Bu malzemelerin mekanik parametreleri, liflerin geometrik, mekanik karakteristiklerine ve liflerin lif demeti içindeki yerleşimine bağlıdır.

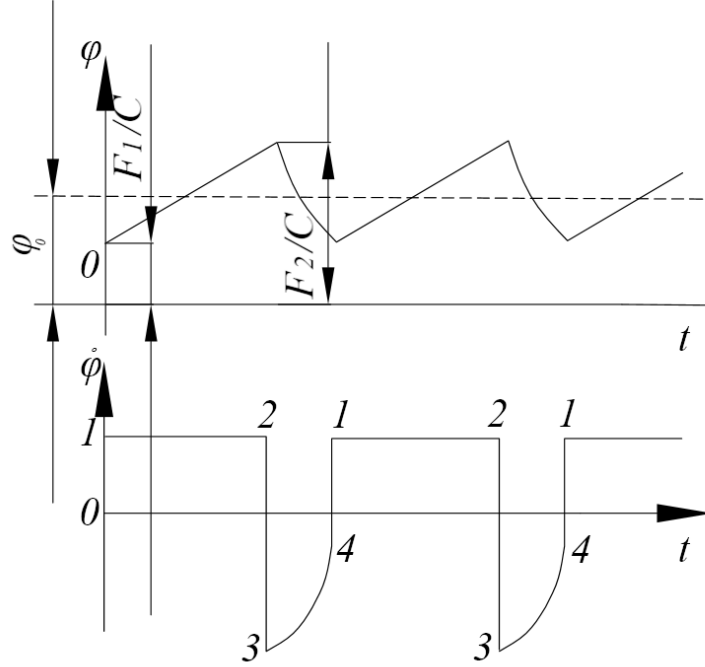
Tek bir lifin kesilmesini araştıralım. Lifin uçları lifin gövdesine bağlıdır. Başlangıçta çakının etkisinden lif δ_1 deformasyonu alır ve temas alanında oluşan sürtünme kuvveti lifi φ açısı kadar döndürür; elastik burucu momentin oluşmasına neden olur. φ 'nin kritik değerinde, sürtünme kuvvetinin momentinin elastik kuvvet momentine eşit olduğu anda statik sürtünme dinamik sürtünmeye dönüştüğünden lif elastik kuvvet momentinin etkisi ile geriye dönmesi başlar ve bu momentin değeri dinamik sürtünme kuvvetinin momentine eşit olması ile sona erer. $M_{d.s.} = M_{e.k.}$ olduğunda çakı lifi yeniden döndürmeye başlar. Böylelikle bıçakla temasta olan lif salınım yapmış olur ki, bu da kesme kuvvetinin azalma nedenlerinden biri sayılmaktadır. Titreşim teorisinden salınımların malzemenin yorulma mukavemetinin büyük hızla düşürdüğü bilindiğinden lifte bu olayın varlığı kesme kuvvetinin azalma nedeni olduğu varsayılmalıdır (bu varsayım deneylerce kanıtlanmıştır). Bu etkiyi değerlendirmek için bıçağın hızına bağlı olarak yükleme süreçlerinin sayısının bulunması gerekmektedir. Problemin kesin çözümü olmadığından titreşimin amplitüdünün bulunması ile yetinilmiştir (Antipova, 1959) (Klimenko, 1965) (Vvedeniye, 1977). Araştırmada lifler kütlesi olmayan elastik eleman gibi ele alınmıştır. Böyle bir sistemin hareket denklemini;

$$C\varphi = F(v)r \quad (4.27)$$

şeklinde yazmak mümkündür. Burada $C\varphi$ liflerde oluşan elastik moment; $F(v)$ sürtünme kuvveti; r lifin yarıçapı; φ bu temas anında oluşan lifteki dönme miktarı; δ_1 başlangıç konumunda iken çakı ile çakının etkisiyle kesilen

malzemenin temasıdır. (4.27) denklemini karşılayan hareket diyagramları:

$\varphi = \varphi(t)$ ve $\dot{\varphi} = \dot{\varphi}(t)$ Şekil 4.11.'de gösterilmektedir.



Şekil 4.11. Kaymalı kesmede salınım prosesinin yer değiştirme ve hız grafikleri

Lifin burulması ω_1 sabit açısal hızla başlar (1-2 bölgesi). 4.27. denklemi ile hesaplanan φ dönme açısı başlangıçta (1 noktası);

$$\varphi_1 = \frac{F_1 \tau}{C}$$

ve sonda (2 noktası)

$$\varphi_2 = \frac{F_2 \tau}{C} \quad (4.28)$$

şeklinde bulunur. (3-4) bölgesinde lifin burulması azalan hızla devam etmektedir. 3 noktasında $\dot{\varphi}_3 = -(\omega_3 - \omega_0)$ ve $\varphi_3 = \frac{F_3 \tau}{C}$, ($\varphi_3 = \varphi_2$). Aşamanın

sonunda 4 noktasında $\dot{\varphi}_4 = -(\omega_4 - \omega_0)$ ve kayma $\varphi_4 = \frac{F_4 \tau}{C}$; ($\varphi_4 = \varphi_1$); $\varphi_0 = \frac{F_0 \tau}{C}$

değerinden maksimum sapma her iki yön boyunca eşit alınmıyor ve bundan dolayı titreşimin genliği yerine salınım yüksekliğinin bulunması ile uğraşırız.

Salınımın toplam dönme açısı;

$$|\varphi_2| + |\varphi_1| = (F_2 - F_1) \tau / C \quad (4.29)$$

olarak bulunur. Bıçağın hızı (kayma doğrultusunda) sabit olduğundan lifin dönme süresi t_D ;

$$t_D = \frac{(F_2 - F_1) \tau}{C \dot{\varphi}_0} \quad t_D = \frac{(F_{TP} - F_{TP.Db}) \tau}{C \dot{\varphi}_0} \quad (4.30)$$

denklemleri ile hesaplanmaktadır. Elastik kuvvet etkisinden lifin dönme süresinin hesabı için (4.27) denkleminde (Vvedeniye, 1977);

$$\tau dF = c d\varphi = c \dot{\varphi} dt \quad , \quad \frac{\tau dF}{d\dot{\varphi}} = c \dot{\varphi} \frac{dt}{d\dot{\varphi}}$$

ve buradan

$$t_{pack} = \frac{\tau}{C} \int_{\dot{\varphi}_3}^{\dot{\varphi}_4} \frac{F'_{\dot{\varphi}}}{\dot{\varphi}} d\dot{\varphi} \quad (4.31)$$

Salınımların periyodu;

$$T_K = t_D + t_{pack} \quad (4.32)$$

ve yüklenme süreç sayısı;

$$N_4 = \frac{T_1}{T_K} \quad (4.33)$$

olarak bulunmaktadır. Burada T_1 lifin kesilmesi süresidir.

Salınım periyodunun hesaplanmasında sürtünme kuvveti önemli olduğundan (4.20) denkleminden karşılaşma açısının α 'ya eşit olduğunu varsayarak

$$F_{TP}^t = 2N f \operatorname{tg} \alpha = 2 \left(P_{\phi}^{c\delta\kappa} \sin \frac{\beta}{2} + P_{\phi}^{o\delta\kappa} \cos \frac{\beta}{2} \right) f \operatorname{tg} \alpha \quad (4.34)$$

elde edilmektedir ve sonuçta burulmada kayma gerginliğinin maksimum değeri

$$\tau_{maks} = \frac{F_{TP.nok}^t r}{W_p \cdot K_{NN}} \text{ 'dir} \quad (4.35)$$

Denklemden W_p lifin en kesitinin polar momenti; K_{td} tekrarlanan değişken yüklemelerde gerginlik katsayısıdır. Yorulma yüklemelerinden lifin kopma şartı;

$$\tau_{maks} \geq \tau_{sb} \quad (4.36)$$

Burada τ_{sb} burulmada gerilmenin sınır değeridir.

Bıçağın kesilen malzeme üzerinde kayması, malzemenin sürtünme karakteristiğine bağlı olarak aşınmaya yol açar ve bu da kesme kuvvetinin azalması nedenlerinden biri olmaktadır. Bıçağın malzemesi kesilen malzemeye göre çok büyük sertliğe sahip olduğundan onun aşınması sıfıra eşittir (Treniye, 1978). Dayanıklılık haddini aşan gerginliklerde mikro gerginliklerin değişiminin üç aşaması gözlenilmektedir:

- Hızlı değişme alanı,
- Kararlaşmış alan,
- Malzemenin parçalanmasına neden olan çok büyük hızla değişme alanı.

Son durumda gerçek basıncın yaklaşık değeri:

$$P_{\tau} = 0,61 \left(\frac{R_a}{\tau \theta^2} \right)^{0,43} P_c^{0,14} \quad (4.37)$$

denkleminde bulunmaktadır. Denklemden P_c kontür basıncı; R_a yüzey pürüzlüğü; τ_n enine kesitte eğriliklerin yarıçapı; τ_{np} boyuna kesitte eğriliklerin yarıçapı; θ malzemenin elastiklik sabiti $\theta = (1 - \mu^2) / E$ ve μ Poisson katsayısıdır.

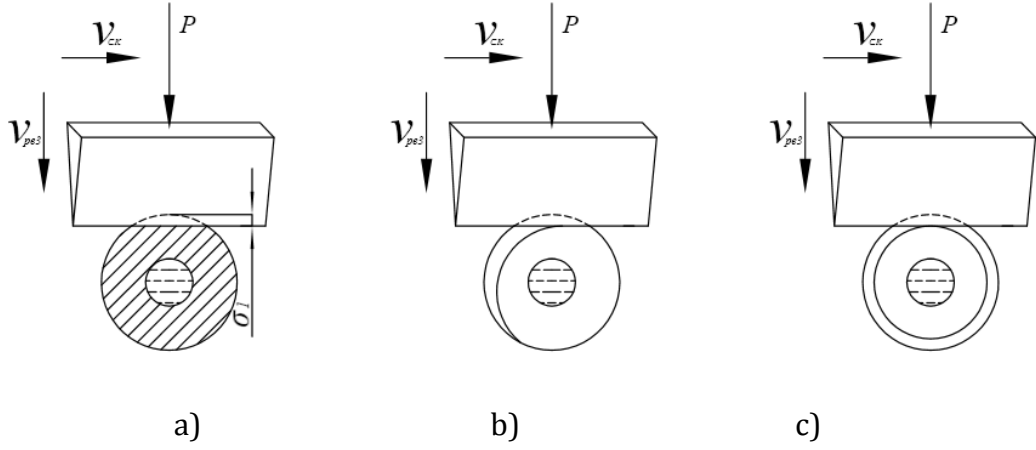
Teorik ve deneysel araştırmalar temas alanında gerçek basıncın kontür basıncından fazla olduğunu gösterdiğinden, bu alanda dayanıklılık haddini aşan gerginliklerin olduğu düşünülebilir. Bu gerginlikler, maksimum değerlerine kesme işleminin başlangıcında ulaşır. Kragelskiy vd. (1977) çalışmalarında bu olayı her yönü ile incelenmiş ve birim kayma uzunluğunda aşınan malzeme miktarını belirlemek için (4.38) denklemini çıkarmıştır;

$$V = \frac{\varepsilon}{\nu + 1} R_{maks} A_{\tau} \quad (4.38)$$

Denklemden ε parçaların yaklaşması, A_{τ} gerçek temas alanı, V birim zaman süresinde aşınan malzeme miktarı, R_{maks} pürüzlüklerin maksimum yüksekliği, ν mesnet yüzeyi eğrisinin tahmini değeridir.

Bu denklem aşınmış malzemenin hacminin belirlenmesi, kaymalı kesmede lifin en kesit alanının net şekilde değerlendirmeye olanak sağlar. Bu faktör, gerilim konsantrasyon katsayısını da etkiler.

Lifin yıpranmasının 2. aşamasını değerlendirelim. Bu aşamada kaymalı kesmenin kaymasız kesmeden farklı olan temel yönleri ele alınmaktadır. Bu iki uçundan bağlanmış lifin F_{TP}^t sürtünme kuvvetinin etkisinden Şekil 4.12’de görüldüğü gibi burulmasıdır.



Şekil 4.12. İki ucu bağlanmış lifin sürtünme kuvvetinin etkisi ile burulması

F_{TP}^t kuvvetinin burucu momenti;

$$M_{Bur} = F_{TP}^t r_b \quad (4.39)$$

Denklemden r_b lifin en kesit yarıçapıdır. M_{Bur} momenti belli bir değere vardığında lifin en kesit alanı bağlama noktalarına göre kayma almaktadır. M_{Bur} etkisinden lifin dönme açısı:

$$\varphi = \int_0^{\ell} \frac{M_{Bur}}{G J_p} dx \quad (4.40)$$

denklemlerle bulunmaktadır. Bu denklemi yazarken lifin l uzunluğu boyunca

F_{TP}^t kuvvetinden aldığı momentin değişmediği varsayılır. O zaman;

$$\varphi = \frac{F_{TP}^t \tau_b \ell}{G J_p} \quad (4.41)$$

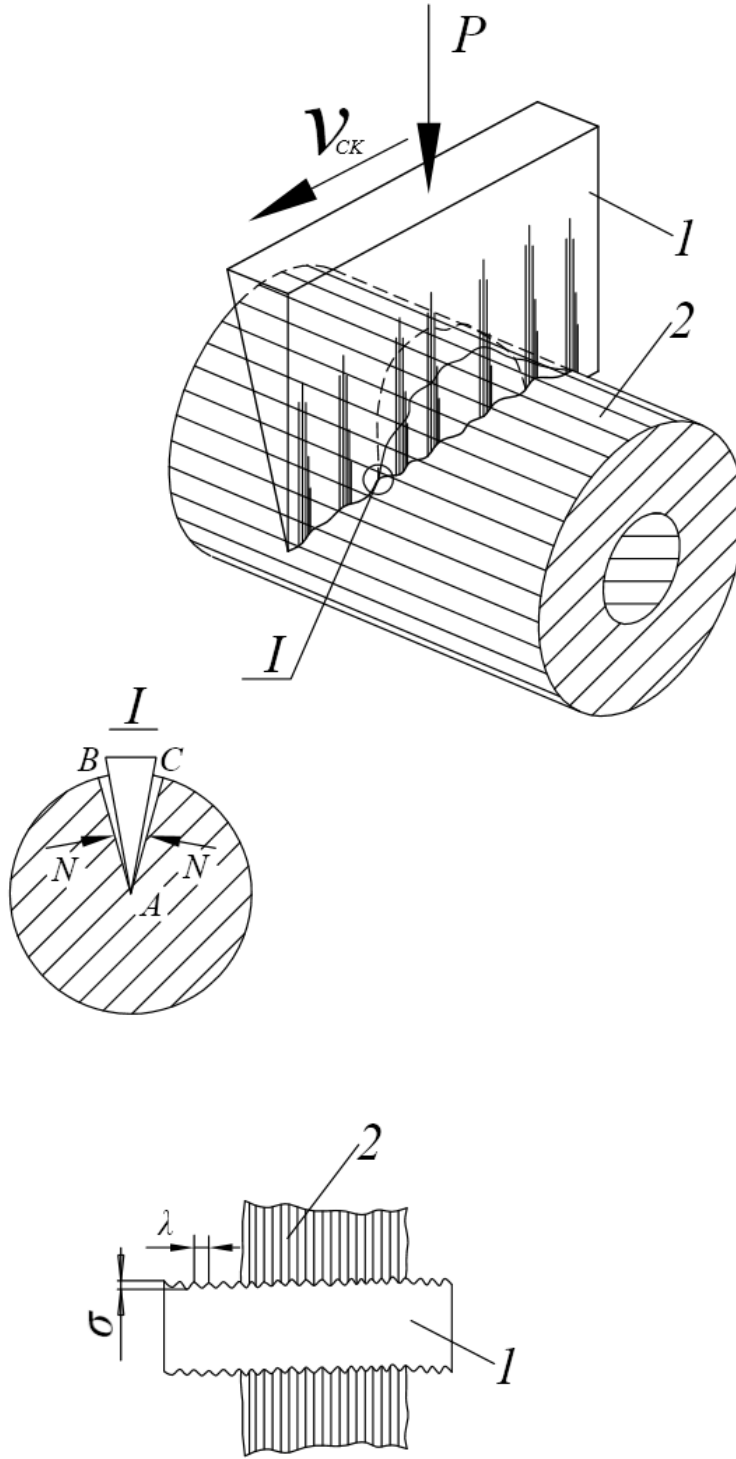
Denklemden G kayma elastikiyet modülü; J_p lifin en kesitinin polar atalet momenti; φ lifin kuvvet etkisinden burulma açısıdır.

Şekil 4.12'de de görülen lifin burulması sırasında gerginlik yoğunlaşarak lifin çevresi boyunca yaygınlaşır ve bundan dolayı lifin en kesitinde gerginlik değeri artış gösterir.

φ Açısının alabileceği iki en önemli değeri gözden geçirelim.

- 1) $\varphi = 180^\circ$, yani bıçak çakısı altında kalan kısım bağlanma noktasına göre 180° dönmüştür (şekil 4.12.b). Bu durumda gerginlik yoğunlaşarak en tehlikeli A noktasına ulaşır. Belirlendiği gibi bu noktada çekme kuvvetlerinin gerginliği maksimum değere ulaşır. Eğim teorisinden bilindiği üzere bu noktada daha küçük kuvvet etkisinden malzemenin parçalanması yer alacaktır.
- 2) $\varphi = 360^\circ$ bu durumda gerginlik yoğunlaşması en kesitin çevresinin tamamına yayılır ve gerginlik yoğunlaşmasına ek olarak en kesitin Δs azalmasından dolayı gerçek gerginlikler daha da büyük değere varacaktır (Şekil 4.12.c).

Yukarıda kaymalı kesme teorisi geliştirilirken bıçağın yüzeyi ideal düzlem olarak ele alınmıştır. Aslında ise bıçak çakısı yüzeyi sonsuz sayıda yüksekliklerden, çukurlardan, çatlardan oluşmaktadır (Kovan, 1959). Bu pürüzlerin lifle temas mekaniğini Şekil 4.13'de görülmektedir. Metallerin talaşlı imalat teknolojisine göre bıçak yüzeyindeki pürüzler belli bir aralıkla yerleşirler. Bu aralığı t_{cp} ile işaretleyelim. Bu sırada organik malzemelerin bir özelliğinin de belirlemek gerekir. Bıçak organik malzemeye daldığında malzeme, bıçak yüzeyinde olan bütün boşlukları, çukurları ve çatlara doldurur. Bıçak, kesilen malzemeye göre kaydığı anda kesilen yüzeylerin dalgalı hareketler yapmasına neden olur. Bu dalgalı hareketin a noktasındaki etkisini inceleyelim (Şekil 4.13.b).



Şekil 4.13. Bıçak çakısı pürüzlülüklerinin kesilen malzeme ile görüşmesi. a- Genel görünüm, b-Çakı altındaki lifin en kesiti, c-Bıçak ve lifin boyuna kesiti, 1-bıçak, 2-lif

Bu noktada sonsuz küçük bir ΔF elementi seçelim. $P_{\phi}^{u\phi\phi\phi}$ ve $P_{\phi}^{c\phi}$ kuvvetlerinin etkisinden oluşan toplam direnç kuvveti N şemada verilmiştir (Şekil 4.13.b). Bu

kuvvetlerin etkisinden AB ve AC yüzeyleri A noktasına göre titreşimler alırlar. Titreşimlerin amplitüdü ve süreç sayısı belli değerlere vardığında A noktasında yorulma çatlakları oluşmaya başlar.

Titreşim amplitütleri çakının üzerinde olan pürüzlerin yaklaşık orta yüksekliğine eşit olacaktır ($T = \sigma$). Çatlakların oluşması anına kadar olan süreçlerin sayısı aşağıdaki denklemde bulunur.

$$N_K = \frac{V t}{\lambda} \quad (4.42)$$

Denklemde V kayma hızıdır. Böylece kaymalı kesmeyi etkileyen ve kesme kuvvetini azalmasına neden olan faktörlerin tamamı ele alınmış sayılır.

Bu faktörlerin tamamını göz önünde bulunduran bir denklemin elde edilmesi pratik olarak imkansızdır. Bu gibi durumda aşağıdaki yöntem kullanılır. Bütün faktörler içinden biri için analitik denklem elde edilir. Diğer faktörler bu denkleme ampirik katsayılarla eklenirler. Ampirik katsayılar, analitik veya deneylerle bulunur.

En etkin parametre olarak temas gerginliğinden oluşan kesme kuvveti seçilmiştir. Diğer faktörler ise uygun katsayılarla denkleme eklenmiştir.

$$P_{pe31CK} = \left[4\sigma_{K.N} \sqrt{d_b h_C - h_C^2} \sqrt{2\tau y - y^2} + \frac{E d \delta}{h} h_C^2 \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + \frac{E d s h_C^2 f}{h} \left(\frac{1}{2} \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \sin \beta + \mu \cos^2 \frac{\beta}{2} \right) \right] \quad (4.43)$$

$$\times K_a K_{U3} K_{YC} K_S K_{K_C} K_{CK} K_N K_{TP}$$

Denklemde K_a salınımlar katsayısı; K_{U3} aşınma katsayısı; K_{YC} çakı altında malzemede oluşan yorulma çatlakları katsayısı; K_S en kesitin değişimi katsayısı; K_{K_C} kaymalı kesmede konsantrasyon katsayısı; K_{CK} kesme hızı katsayısı; K_N lifin bıçak altında tam dönmelerini göz önünde bulunduran katsayı; K_{TP} bıçağın bileme açısı transformasyon katsayısıdır.

4.4.İpliklerin Kesilmesinin Mekaniği

Birbirine baskı yaparak aksi yönde ilerleyen iki cismin sürtünme kuvveti (P), normal baskı (N) ile sürtünme katsayısının (f) çarpımına eşittir;

$$P = f.N \quad (4.44)$$

Bu bütün lif malzemeleri için geçerlidir. Bir iplik tek tek liflerden meydana geldiğinden, iplik yeteri kadar bir mukavemet elde edinceye kadar, sürtünme ile birbirine raptedilmiştir. İpliğin elde edebileceği en yüksek mukavemet, kendisini meydana getiren liflerin öz mukavemetlerinin toplamıdır. İplik mukavemeti:

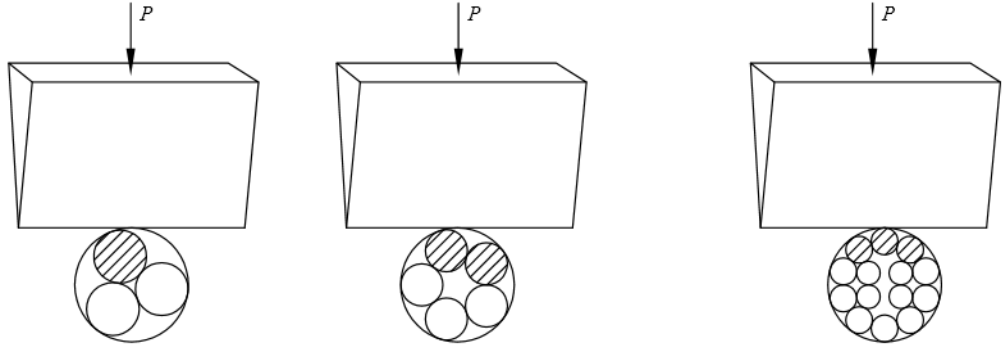
- a. Malzemenin mutlak mukavemeti ile,
- b. Tek liflerin ve lif baskısının meydana getirdiği sürtünmeden faydalanma oranının çarpımına eşittir.

İplik lif mukavemetinin sadece % 30-60 kadar kısmından faydalanabilmektedir. Sürtünme baskısını sağlamak için ipliğe büküm verilmelidir. Böylece büküm gerilimi sayesinde lifler eksene doğru basılırlar. Yani yüzeyleri ile birbirlerine yaslanarak bu baskı altındadırlar. Baskı ile sürtünme katsayısı tesirli sürtünmeyi meydana getirir. Belli bir malzeme için, sürtünme katsayısı, hemen hemen sabit bir değerdir (Ercan, 1987).

Günümüzde tekstil endüstrisinde farklı tiplerde iplikler üretilmekte ve kullanılmaktadır. İplik, birbirine sıkı sıkıya sarılmış liflerden oluşmaktadır. Bu sıkışma sırasında ortaya çıkan sürtünme kuvvetleri ipliğe gerekli olan mukavemeti verir. İplik yapısı tek bir liften oldukça farklıdır. Bu nedenle lif için elde edilmiş denklemler olduğu gibi ipliklerin kesilme prosesleri için kullanmak mümkün değildir. Lifler için elde edilen denklemler temel alınarak yeniden düzenlenen denklemler iplikler için kullanılabilir hale getirilebilir.

4.5.İpliklerin Statik Ortamda Kesilmesi (Kaymasız Kesilmesi)

Şekil 4.14'de farklı sayıda lif içeren ipliklerin, bıçak çakısı altındaki görünümü verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi aynı anda kesilmeye zorlanan lif sayısı ipliği oluşturan tüm liflerin belli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu aynı zamanda ipliği oluşturan lif sayısına, ipliğin burulma sayısına (büküm miktarı), lifler arasındaki sürtünme katsayısına ve diğer parametrelere de bağlıdır. Kesilmeye zorlanan lif sayısı üç liften oluşan iplik için bu sayı bir veya iki, beş liften oluşan iplik için iki ve üç vb. olabilir. Bunun denklemle bulunması zor olduğundan bu sayı yerine aynı anda bıçakla temasta olan lif katsayısıyla ele alınmaktadır. Bu katsayının maksimum değeri 0,5 değerini geçmemektedir. Pratik hesaplarda $k_{og}=0,3-0,5$ aralığında seçilebilir.



Şekil 4.14. Bıçağın farklı sayıda liflerden oluşan ipliklerle teması

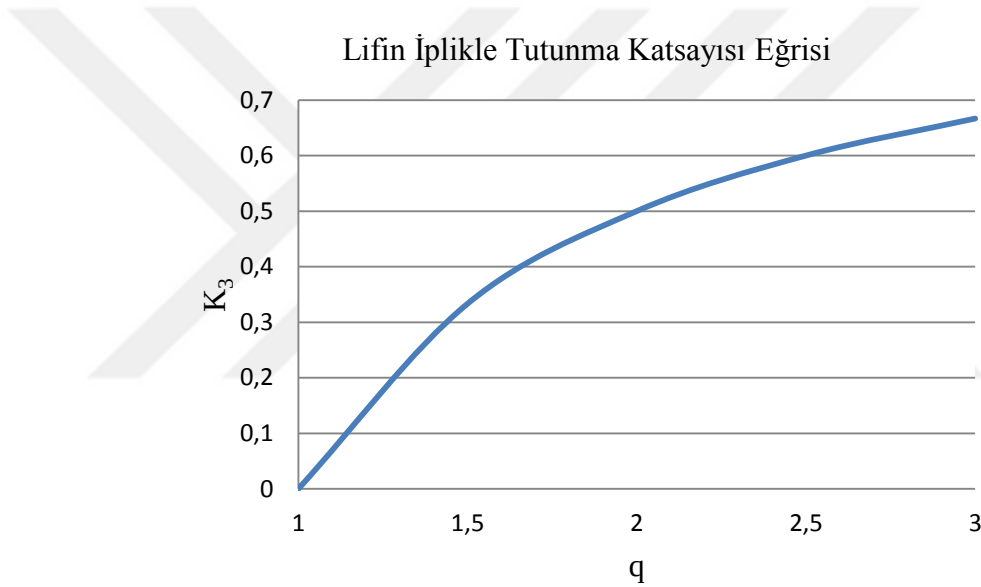
İpliklerin kesme kuvveti ipliği oluşturan liflerin uzunluklarına da bağlıdır. İki ucundan bağlanmış ipliklerin kesilmesi sırasında lif boyu iki bağlama noktası arası uzunluktan kısa olan lifler, eğer onları ipliğin gövdesinde tutan sürtünme kuvveti kesme kuvvetinden büyük ise kesilebilirler aksi halde lifler kesilmeden iplikten ayrılır ve saçaklar oluşur.

Lif uzunluğunun ipliğin kesilme kuvvetine etkisi K_3 katsayısı ile ifade edelim. İpliği oluşturan liflerin uzunluğu hav yüksekliğinin iki katından çok fazla

olduğunda katsayının değeri yaklaşık olarak 1'e eşit alınabilir. Buna göre K_3 katsayısının değeri;

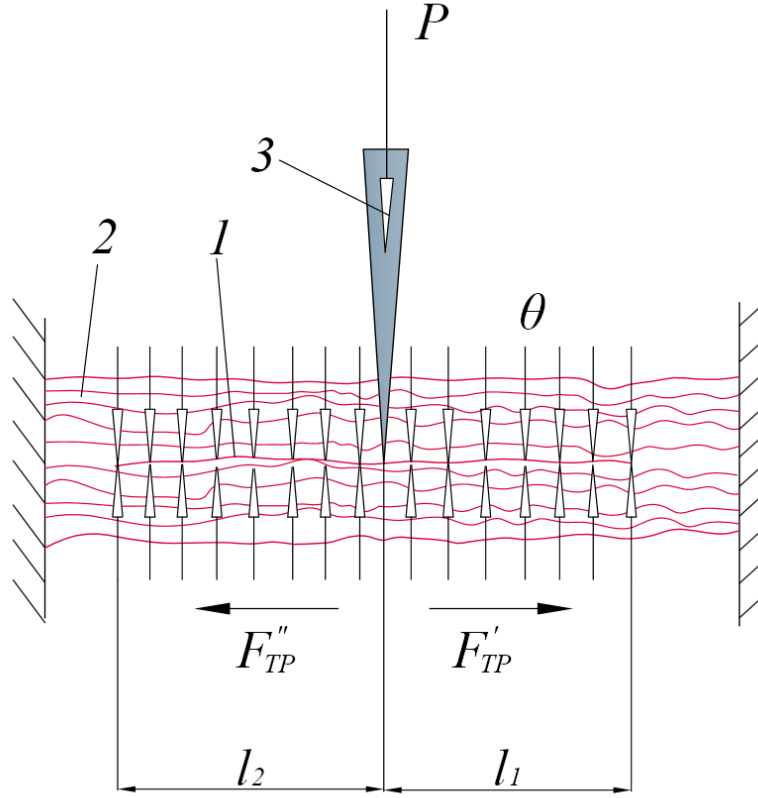
$$K_3 = 1 - \frac{1}{q} \quad (4.45)$$

İfadesi ile hesaplanabilir. Burada q , lif uzunluğunun hav yüksekliğine oranıdır ve $q = l_{lif} / l_{hav}$ ifadesi ile hesaplanabilir. Bu katsayı liflerin iplik içerisinde sürtünmeye zorlandığını göz önünde bulundurmadığından bu hali ile kullanılamaz.



Şekil 4.15. Lifin iplikte tutunma katsayısı eğrisi

İki ucu tutulmuş iplik içerisinde liflerin durumunu ele alalım. Şekil 4.16'de görüldüğü gibi ipliğe etki eden sıkıştırma kuvveti Q iplik içinde eşit dağılmaktadır.



Şekil 4.16. İplikte lifi etkileyen kuvvetler.1- Lif, 2-İplik, 3-Bıçak

P ve Q kuvvetleri arasında olan bağlantı

$$P = (F' + F'') \sin \alpha \quad (4.46)$$

Veya

$$P = fQ(l_1 + l_2) \sin \alpha \quad (4.47)$$

denklemleri ile ifade edilirler. F' ve F'' kesme anında iplikte oluşan gerilmelerdir. Denklem (4.47)'de P kesme kuvveti; Q ipliğe etki eden sıkıştırma kuvveti ve f sürtünme katsayısı değerlerini yerine yazarak lifin iplikten çıkarılmadan kesilmesi için gerekli olan minimum uzunluğu $l_1 + l_2$ hesaplanabilir.

Böylelikle ele alınan katsayıları göz önünde bulundurarak statik kesmede kesme kuvveti için;

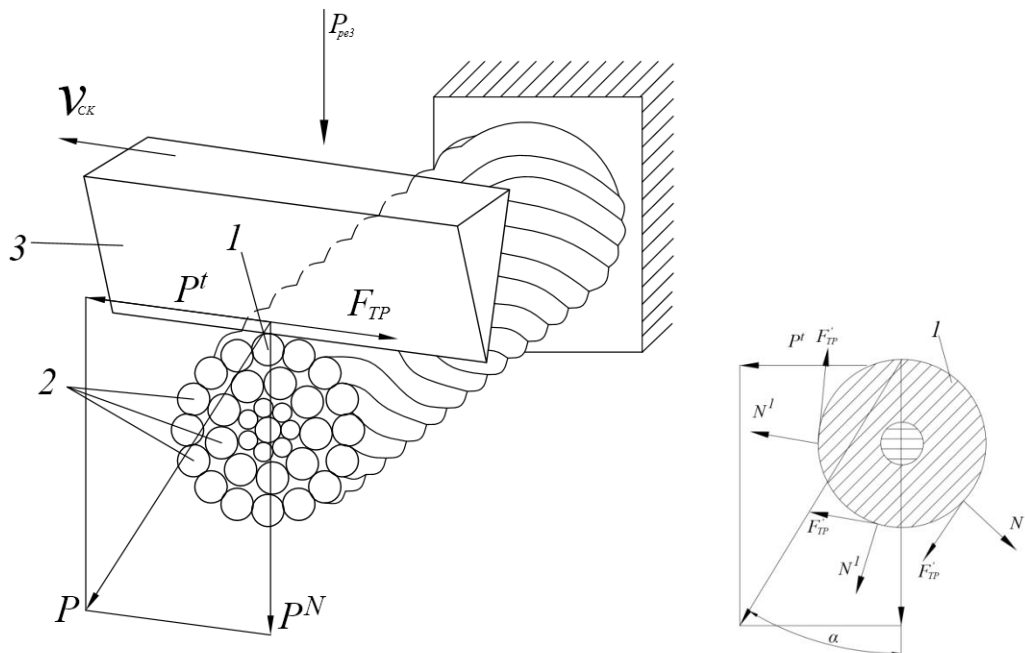
$$P_{kes1}^S = 1/2 \sum_{i=1}^n P_{kes1}^i k_p \quad (4.48)$$

$$P_{kes2}^S = 1/2 \sum_{i=1}^n P_{kes2}^i k_p \quad (4.49)$$

denklemleri yazılır. Burada n, ipliği oluşturan lif sayısıdır. Denklemler ipliği oluşturan liflerin %50'nin aynı anda kesilmeye zorlandığını var saydığından, hesap sonuçları gerçek değerlerin üzerinde alınmaktadır.

4.6.İpliklerin Dinamik Ortamda Kesilmesi (Kaymalı Kesilme)

İpliklerin kaymalı kesilmesi tek bir lifin kaymalı kesilmesi prosesinden önemli derecede farklılık göstermektedir. Bu farklılık lifin kesilmesinde bıçakla lifin temasının daimi olmasından kaynaklanmaktadır. İpliklerin kesilmesinde iplik dönme hareketi aldığından bıçakla temasta olan lif sayısı ve temas alanları durmadan değişecektir. Bundan dolayı tek bir lifin kesilmesinde kesme kuvvetini belirleyen (4.43) denklemini belli koşullarla kullanmak mümkündür.



Şekil 4.17. Kaymalı kesmede bıçakla ipliğin karşılaşması. a-Genel görünüm, b-İplik içerisindeki lifi etkileyen kuvvetler
 Şekil 4.17.a'da kaymalı kesmede bıçakla ipliğin karşılaşmasının genel şeması görülmektedir. Kaymalı kesmede bıçakla ipliğin karşılaşması sırasında iplik kesitinden tek bir lif seçerek Şekil 4.17.b'de olduğu gibi ayrı olarak inceleyelim. Lifte α açısı altında P_p kuvveti, N ve $F_{sür}$ kuvvetleri etki göstermektedir.

$$F'_{TP} = f N' \text{ ve } F'_{TP} = \sum_{i=1}^n f N'_i \quad (4.50)$$

Lifin ipliğin gövdesinde sürtünme kuvvetinin etkisinden burulabilmesi için;

$$P_p^t > \sum_{i=2}^n f N'$$

şartının yerine getirilmesi gerekmektedir. Ancak böyle bir dönmenin imkansız olduğu varsayılır. Lifin kaymalı kesilmesinde ele alınan diğer faktörlerin ipliğin kesilmesi prosesinde de yer alması kaçınılmazdır.

Böylelikle ipliklerin kaymalı kesilmesinde kesme kuvveti için hesaplama denklemlerini

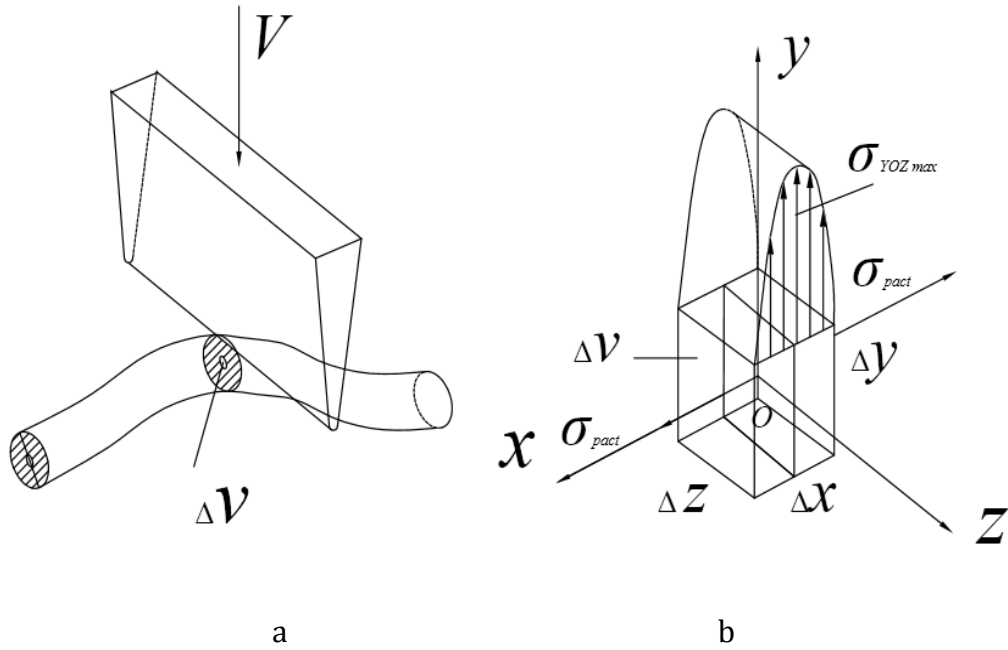
$$P_{ipkes1}^D = \sum_{i=1}^n P_{ipkes1}^i K_3 K_{og} K_{K.CK} \quad (4.51)$$

$$P_{ipkes2}^D = \sum_{i=1}^n P_{ipkes2}^i K_3 K_{og} \quad (4.52)$$

şeklinde yazmak mümkündür.

4.7. Tekstil Liflerinin Yaslanmadan Kesilmesinin Kritik Hızı

Liflerin kesilmesi prosesini mekaniğini araştırırken onların yaslanmadan kesilmesi için gerekli olan minimum kesme hızının bilinmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Lifin yaslanmadan kesilmesinin kritik hızı öyle bir hızdır ki, kesim sırasında lifin boyunca hiçbir kuvvet etki etmemektedir. Minimum kesme hızı lif tıraş makinelerinin tasarımında önemli bir parametre olarak kullanılır. Benzer parametre tarım makinelerinin tasarımında da önemli bir girdi olarak seçilir (Kapustin, 1950) (Ştompel, 1961)(Goryaçkin, 1965,1966) (Bosoy, 1967). İncelenen araştırmalarda yazarlar tarım ürünlerini bir ucundan ankastre olarak sabitlenmiş çubuk olarak ele alırlar. Doğal olarak bu durumda kritik hızın belirlenmesi için ürünün eğilmeye direnci ön plana çıkmaktadır. Böyle bir yaklaşım ve metot tekstil liflerinin incelenmesi için kullanılamaz. Birincisi liflerin eğim direnci son derece zayıftır ve ikincisi çok yüksek hızlarda kesme işleminde darbelerin oluşması söz konusudur. Şekil 4.18'de bıçağın life temas ettiği an gösterilmektedir.



Şekil 4.18. Tekstil liflerinin yaslanmadan kesilmesinin kritik hızının hesap şeması. a- Genel görünüş, b- Lif elemanının gerilme durumu

Kesme alanında genişliği bıçak çakısının kalınlığına eşit genişlikte olan küp şekilli bir element de kesme sırasında gerilme durumunu ele alalım. yoz düzleminde ezilme gerilmesinin ortalama değeri;

$$\sigma_{yoz.cp} = \frac{P_p}{F_{xoz}} \quad (4.55)$$

denklemleri ile hesaplanır. Denklemlerde F_{yoz} temas alanı; P_p kesme kuvvetidir. Tekstil liflerinde deformasyon kuvveti ile doğru orantılıdır (Kukin, 1964). Bu durumda yoz düzleminde lifin deformasyon şeklinin bıçak çakısının formuna benzer olduğu kabul edilebilir. yoz düzleminde P_p kuvvetinin etkisi arttıkça kontak gerilmesi maksimum değerine ulaşır. Bu gerilme $\sigma_{yoz.max}$ ile ifade edilmektedir. xoy düzleminde çakının $y=f(x)$ denklemi ile ifade edildiği varsayılabilir. Böylece;

$$V_y = \Delta x \Delta z y_{cp} \quad (4.56)$$

$$V_y = 2 \Delta Z \left[\frac{\Delta X}{2} y_{maks} - \int_0^{\frac{\Delta X}{2}} f(x) dx \right]$$

Denklemlerde V_y ele alınan parçacığın y eksenine doğrultusunda aldığı hacmi deformasyon; Y_{CP} lifin kuvvetinin etkisinden y eksenine doğrultusunda aldığı deformasyonun ortalama değeri; Y_{maks} lifin y eksenine doğrultusunda aldığı deformasyonun maksimum değeridir. (4.56) denklemlerden y_{maks} için;

$$Y_{maks} = \frac{\Delta X Y_{CP} + 2 \int_0^{\frac{\Delta X}{2}} f(x) dx}{\Delta X} \quad (4.56)$$

Ondan da;

$$\sigma_{yoz.maks} = \sigma_{yoz.cp} \frac{Y_{maks}}{Y_{cp}} = \sigma_{yoz.cp} \frac{\Delta X Y_{cp} + 2 \int_0^{\frac{\Delta X}{2}} f(x) dx}{\Delta X Y_{cp}} \quad (4.57)$$

elde edilmektedir.

$\sigma_{yoz.maks}$ Etkisinden x eksenini boyunca $\sigma_{pact.maks}$ gerginliği oluşmaktadır. Küpün yoz düzleminde parçalara ayrılması $\sigma_{yoz.maks}$ gerginliğinin etkisinden olabileceği gibi, $\sigma_{pact.maks}$ gerginliğinden de gerçekleşebilir. Ancak lifin yaslanmadan kesilmesi zamanı lifin uzunluğunu boyunca çekme kuvvetinin sıfıra eşit olması için aşağıdaki şartının yerine getirilmesi gerekmektedir.

$$m_e W > 2 F_{yoz} \sigma_{pact.maks} \quad (4.58)$$

Denklemden m_e ele alınan elementin kütlesi; F_{yoz} elementin en kesit alanı; W gerginliğin elementin tamamına yayılma ivmesi; $\sigma_{pact.maks}$ x eksenini doğrultusunda gerilme; μ Poisson katsayısıdır. $\sigma_{pact.maks} = \mu \sigma_{yoz.maks}$ 'dır ve (2.70) denkleminde bilinmeyen parametre W ivmesidir. Bu ivmeyi bulmak için kütlesinin bıçağın kütlesine göre son derece küçük olduğunu ve bıçağın hızının kesme sırasında değişmediği varsayılır. Yani;

$$W = v/t \quad (4.59)$$

Denklemden v bıçağın hızı (m/sn); t lifin parçalara ayrılma süresi (sn)'dir. Darbe teorisini kullanarak t 'yi hesaplanabilir. Bıçak lifle temasa girdiğinde, lifin çakı ile temas eden sonsuz küçük elementinin sıkıştırılması görülür. Zamanla bu sıkıştırma lifin bir sonraki elementine, ondan diğerine ve sonunda en son elemente gibi iletilir. Darbe teorisinde bu darbede dalga olayı olarak tanınır. Darbe dalgalarının yayılım hızı çarpışma hızından çok çok büyük olmaktadır. Bundan dolayı m_e kütlesi gerekli olan ivmeği darbe dalgasının yayılımı süresinde almış olur.

Darbe dalgasının yayılım süresi;

$$t = - \frac{\Delta Y}{\sqrt{\frac{E g}{\gamma}}} \quad (4.60)$$

denklemini ile hesaplanılır (Vvedeniye, 1977). Denkleminde E malzemenin elastikiyet modülü (N/m^2); g serbest düşme ivmesi (m / sn^2); γ lifin özgül ağırlığı (N / mm^3); ΔY elementin yüksekliği (m) dir. Böylece:

$$W = \frac{v \sqrt{\frac{E g}{\gamma}}}{\Delta Y} \quad (4.61)$$

W ve $\sigma_{pact.maks}$ değerlerini (4.58) denkleminde yerine yazarak lifin yaslanmadan kesilmesi için gerekli olan minimal V_{KP} hızını elde edilir. Denkleminde $\Delta x = l$ olduğu varsayılır.

$$V_{KP} > 2 \Delta Y \frac{\sigma_{pa3p} \left[\Delta X Y_{CP} + 2 \int_0^{\frac{\Delta X}{2}} f(x) dx \right]}{\ell \Delta X Y_{CP} \sqrt{\frac{\gamma E}{g}}} \quad (4.62)$$

Çakısının profili yaklaşık olarak $f(x) = 0,5x^2$ denklemi ile ifade edilebilecek bir bıçak için liflerin yaslanmadan kesilmesinin kritik hız hesapları yapılabilir.

4.8.İpliğin Kesilmesi Sırasında İplikte Oluşan Gerilme Kuvveti ile Diğer Faktörler Arasındaki İlişkiler

Deneylerde kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile iplik türü, yoğunluğu (T), ön gerilme (G), kesme yüksekliği (H), bileme açısı (β), bıçağın

iplikle karşılaşma açısı (α), bıçak çakısının yarıçapı (r) ve kesme hızı (v) arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Deneylerde istenen faktörün etkisini ortaya koymak için diğer faktörlerin değerleri sabit tutulmuş ve sadece istenilen faktörün büyüklüğü değiştirilmiştir.

Deneylerde pamuk iplikler kullanılmıştır Deneylerde kullanılan ipliklerin yoğunlukları Nm10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 arasında alınmıştır.

Deneylerde bileme açıları $\beta=10^\circ, 12^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 35^\circ$ olan iki tarafı bilemeli ve iki ağızlı yuvarlak bıçak kullanılmıştır.

Bıçağın iplikle karşılaşma açısı α 'nın değeri $15^\circ-30^\circ-45^\circ-60^\circ-75^\circ-90^\circ$ ayarlanmıştır.

4.8.1.İplik gerilme kuvveti N ile İplik Yoğunluğu T arasındaki ilişki

Yapılan denemeler, iplik yoğunluğunun artmasının kesme kuvvetinin artmasına sebep olduğunu göstermiştir. İplik yoğunluğunun artması ile onun kopma mukavemeti artar ve bıçak ağzının iplik üzerindeki basıncı azalır.

Denemelerde Nm10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80inceliklerinde iplikler kullanılmıştır. Deney bıçak parametreleri $\alpha=0, \beta=15^\circ, r=0,5 \mu\text{m}$; teknolojik parametreleri $v=0, G=20 \text{ sN}, h=10 \text{ mm}$ 'dir. Toplam 24 ölçüm gerçekleştirilmiş ve ölçüm sonuçları Çizelge4.1. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İplik yoğunluğunun kesme kuvvetine etkisi

İplik yoğunluğu (T) Nm	İpliklerin ön gerilmesi (G) sN	Hav yüksekliği (h) mm	Görüşme açısı (α)	Kesme hızı (v) m/sn	Çakının yarıçapı (r) μm	Bilenme açısı (β)	İpli ğn gerilmesi (N) sN		
10	20	10	0	0	0,5	15	80	77	85

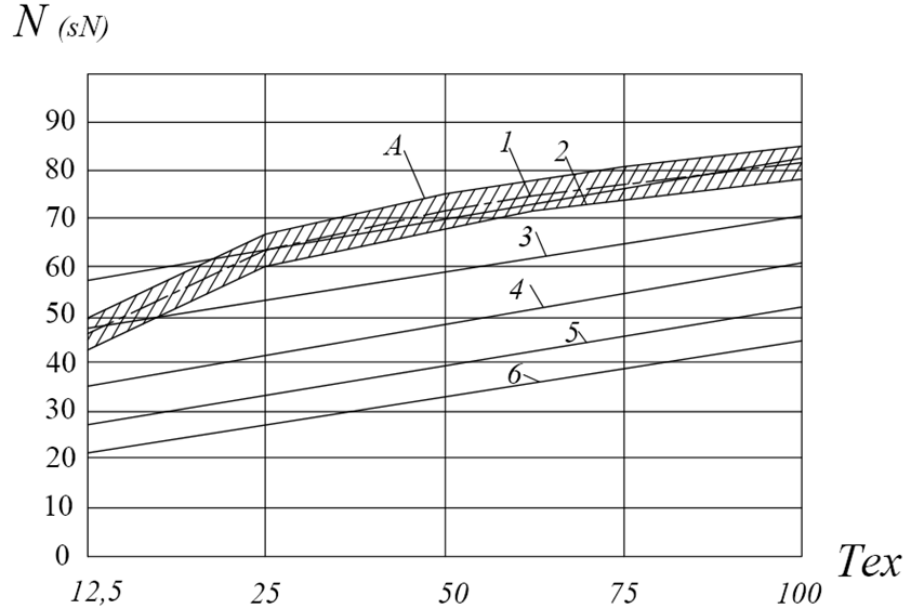
20	20	10	0	0	0,5	15	75	69	75
30	20	10	0	0	0,5	15	70	73	73
40	20	10	0	0	0,5	15	62	65	66
50	20	10	0	0	0,5	15	60	55	60
60	20	10	0	0	0,5	15	50	50	50
70	20	10	0	0	0,5	15	49	51	50
80	20	10	0	0	0,5	15	45	44	48
									$\Sigma=24$

$N=f(T)$ denkleminin regresyon katsayılarının hesap tablosu Çizelge4.2’de görülmektedir.

Çizelge 4.2. $N=f(T)$ denkleminin regresyon katsayılarının hesap tablosu

İpliğin yoğunluğu (Nm)	Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti (sN)			Ölçme sayısı		Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvvetinin ortalama değeri sN			
x	y			m	$\sum_{1}^m y$	$\bar{y}$	$x \sum_{1}^m y$	xm	x^2m
80	45	44	48	3	147	49	11760	240	19200
70	49	51	50	3	150	50	10500	210	14700
60	50	50	50	3	150	50	9000	180	10800
50	60	55	60	3	175	58,3	8750	150	7500
40	62	65	66	3	193	64,3	7720	120	4800
30	70	73	73	3	216	72	6480	90	2700
20	75	69	75	3	219	73	4380	60	1200
10	80	77	85	3	235	78,3	2350	30	300
Σ =360				Σ = 24	Σ =1485	61,8	Σ =6094 0	Σ =1080	Σ =61200
									$\Sigma =2820,90$

Sonuçların grafik şeması Şekil 4.19’de verilmiştir. Grafikteki noktaların yerleşmesi ne bakıldığında bu grafiğin ampirik bağıntısının doğru ile ifade edilebileceği görülmektedir.



Şekil 4.19. İplik gerilme kuvveti N ile iplik yoğunluğu T arasındaki ilişki A - Emniyet aralığı; 1 - ve 2 - $G=0$ sN için deneysel ve teorik regresyon eğrisi; 3- $G=20$ sN için teorik regresyon eğrisi; 4- $G=40$ sN için teorik regresyon eğrisi; 5- $G=60$ sN için teorik regresyon eğrisi; 6- $G=80$ sN için teorik regresyon eğrisi

Buna göre f fonksiyonu:

$$y = f(x) = a + bx \quad (4.63)$$

ifadesinde olduğu gibi bir doğrusal fonksiyonun hesabında a, b parameterelerinin bulunmasında en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır.

y_i değeri $f(x_i)$ için yaklaşık değer, $f(x_i) \approx y_i$, kabul edilince yapılan hata $y_i - f(x_i)$ dir ve amaç, bu hatalar minimum olacak şekilde bir f fonksiyonu bulmaktır. $y_i - f(x_i)$ farklarından her birine bir artık denir.

En küçük kareler yönteminde aranan fonksiyon, ya da onun parametreleri, tüm artıkların kareleri toplamı olan

$$\sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2 = (y_1 - f(x_1))^2 + \dots + (y_n - f(x_n))^2 \quad (4.64)$$

ifadesini minimum yapacak şekilde belirlenir. Bu, yönteme neden en küçük kareler yöntemi dendiğini açıklar. Sözü edilen kareler toplamının minimum olması için her bir hatanın küçük olması gerekir.

Bir veri tablosuna en iyi uyan doğrusal fonksiyonun grafiği olan doğruya regresyon doğrusu veya en küçük kareler doğrusu denir.

Her $i = 1, 2, \dots, n$ için (x_i, y_i) verildiğinde bu verilere en iyi uyan

$$y = f(x) = a + bx$$

fonksiyonunun belirlediği doğruyu yani regresyon doğrusu bulunurken önce $y_i - f(x_i)$ artık değerleri bulunarak bunların karelerinin toplamı olan;

$$f(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - bx_i - a)^2 = (y_1 - bx_1 - a)^2 + \dots + (y_n - bx_n - a)^2 \quad (4.65)$$

fonksiyonu oluşturulur. Her m ve b için $f(a, b) \geq 0$ olduğundan ve $y = f(x) = a + bx$ doğrusu verilen noktalardan uzaklaştıkça $f(a, b)$ sonsuza ıraksayacağından, $f(a, b)$ nin bir mutlak minimum değeridir ve bu minimum değer $f(a, b)$ fonksiyonunun bir kritik noktasında ortaya çıkar. Artıkları kareleri toplamı olan iki değişkenli;

$$f(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b)^2 = (y_1 - ax_1 - b)^2 + \dots + (y_n - ax_n - b)^2$$

fonksiyonunun kısmi türevleri sıfıra eşitlenerek;

$$\frac{\partial f}{\partial a} = 0 \quad ; \quad \frac{\partial f}{\partial b} = 0$$

Olası gerekir. İşlemleri yaptıktan sonra :

$$\frac{\partial f}{\partial a} = -2 \sum (y - a - bx) = 0$$

Elde edilir. Veya

$$\sum (y - a - bx) = 0$$

Buradan

$$\sum y = na + b \sum x$$

Elde edilir. Burada n noktaların sayısıdır.

$$\frac{\partial f}{\partial b} = -2 \sum (yx - ax - bx^2) = 0$$

Veya

$$\sum (yx - ax - bx^2) = 0$$

Buradan

$$\sum yx = a \sum x + b \sum x^2$$

Bilinmeyen a ve b katsayıları ile ilgili iki denkleme ulaşılır.

$$\sum y = na + b \sum x \tag{4.66}$$

$$x \sum y = a \sum x + b \sum x^2$$

Veya

$$\sum ym = na + b \sum xm \tag{4.67}$$

$$x \sum ym = a \sum xm + b \sum x^2 m$$

Denklemleri Çizelge 4.3 'deki yerlerine yazılarak aranan doğrunun denklemi elde edilir.

$$y = -0.48x + 84.2 \quad (4.68)$$

Denklemden x değerleri yazılarak y doğrusu elde edilmektedir. x ve y arasındaki bağıntının doğrusal ilişkinin gücünü (derecesini) ve yönünü belirlemek için Korelasyon analizi yapılır. Korelasyonun belirli bir birimi yoktur. İki değişken arasında doğrusal bir ilişki yok ise korelasyon katsayısı $r=0$ bulunur. $r>0$ ise iki değişken arasında aynı yönde bir ilişki, $r<0$ ise iki değişken arasında ters yönde bir ilişki söz konusudur. Her zaman için $-1 \leq r \leq 1$ eşitsizliği geçerlidir.

$r = -1$ veya $r = +1$ çıkması iki değişken arasında tam bir doğrusal ilişkinin var olması demektir. Değişkenler arasındaki dağılım grafiği çizildiğinde oluşan doğrunun eğimi (+) ise (sağa yatık doğru) pozitif korelasyon, eğim (-) ise (sola yatık doğru) negatif korelasyon söz konusudur.

x ve y arasındaki bağıntının doğrusal ilişkinin gücünü (derecesini) ve yönünü belirlemek için Çizelge 4.3 ve 4.4.'de görülen y_b değerler tablosu düzenlenir ve fonksiyon değerlerinin denkleştirilmiş σ_b^2 ve gerçek σ_a^2 dağılımı hesaplanır.

Çizelge 4.3. Kesme sırasında ipliğin gerilme kuvvetinin düzeltilmiş değerler dispersiyonu hesabı

y_b	$y_b - \bar{y}$	$(y_b - \bar{y})^2$	$(y_b - \bar{y})^2 m$
46,6	15,2	231,1	693
51,3	10,5	110,25	330,75
56,0	58	33,64	100,92
60,7	1,1	1,21	3,63
65,4	3,6	131	39
70,1	8,3	68,9	206,7
74,8	13,0	169	507
79,5	17,7	313,3	939,9

Çizelge 4.4. Kesme sırasında ipliğin gerilme kuvvetinin faktik değerler dispersiyonu hesabı

y_f	n	$y_f - \bar{y}$	$(y_f - \bar{y})^2$	$(y_f - \bar{y})^2 n$
44	1	17,86	319	319
45	1	16,86	282	282
48	1	13,86	190	190
49	1	12,86	165,4	165,4
50	4	11,86	140,6	140,6
51	2	10,86	118	118
55	1	6,86	47	47
60	2	1,86	3,46	3,46
62	1	0,14	0,0196	0,0196
65	1	3,14	9,85	9,85
66	1	4,14	17,14	17,14
69	1	7,14	51	51
70	1	8,14	66,26	66,26
73	2	11,14	124,1	124,1
75	2	13,14	172,6	172,6
77	1	15,14	229,22	229,22
80	1	18,14	329	329
85	1	23,14	535,5	535,5
	$\Sigma = 24$			$\Sigma = 3522$

$$\sigma_b^2 = \frac{\sum (y_b - \bar{y})^2 m}{\sum m} = 117,54$$

$$\sigma_a^2 = \frac{\sum (y_a - \bar{y})^2 m}{\sum m} = 146,75$$

Korelasyon katsayısı;

$$\tau = \sqrt{\frac{\sigma_b^2}{\sigma_a^2}} = 0,8949$$

Elde edilen korelasyon katsayısını t kriteri ile değerlendirdiğimizde bu durum için;

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2} \quad (4.69)$$

n-2 serbestlik derecesinde student dağılımına sahiptir. (4.8) denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir;

$$|r| = \frac{t}{\sqrt{t^2 + n - 2}} \quad (4.70)$$

Korelasyon katsayısının mutlak değeri (4.70) denkleminin sağ kısmından büyük olursa, x ve y (veya T ve N) için elde edilen değerlerin gerçeği yansıttığı ve rastgele değişkenler arasında doğrudan bağıntı olduğu kabul edilir.

Styudent tablosundan P=0,95 olasılığı ve f=n-2=22 serbestlik derecesi için t=2,06 olur. Bu durumda (4.70) denkleminin sağ tarafı;

$$|r| = \frac{2.06}{5.1228} = 0.4021$$

$r=0,8949$ hesaplanmış değeri $0,4021$ 'den büyüktür. Bundan dolayı N (ipliğin kesilme sırasında gerilme kuvveti) ve T arasında genel bir bağıntı vardır.

r^2 değeri eğim çizgisi için tahmin edilen değerlerin gerçek verilerimize ne kadar yakın olduğunu gösteren 0 ile 1 arasında olması gereken değerdir. r^2 değeri 1 'e çok yakın olması çizilen eğrinin verilere ne kadar yakın olduğunu gösterir. $r^2=0,8949$ olarak bulundu ki bu değer eğim çizgisi için tahmin edilen değerlerin gerçek verilerimize ne kadar yakın olduğunu gösteren 0 ile 1 arasında olması gereken değerdir. r^2 değeri 1 'e çok yakın bu da eğrimizin verilere ne kadar yakın olduğunu göstermektedir.

4.8.2.Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile ön gerilme kuvveti arasındaki ilişki

Yapılan denemeler, iplikte ön gerilme arttıkça iplikte oluşan gerilme kuvvetinin azaldığını göstermiştir.

Deneyle, kesme prosesinin aşağıdaki parametrelerinde gerçekleşmiştir: $\alpha=10^\circ, \beta=15^\circ, r=0,5 \mu\text{m}; v=0, G=20 \text{ sN}, N_m 10$. Ön gerilme kuvvetleri değıştirilerek kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ölçölmüş, toplam 45 ölçüm gerçekleştirilmiş ve ölçüm sonuçları Çizelge 4.5. 'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Ön gerilmenin kesme kuvvetine etkisi

İplik yoğunluğu (T) Nm	İpliklerin ön gerilmesi (G) sN	Hav yüksekliğı (h) mm	Görüşme açısı (α)	Kesme hızı (v) m/sn	Çakının yarıçapı (r) μm	Bilenme açısı (β)	İpli ğn gerilmesi (N) sN		
10	0	10	0	0	0,5	15	87	92	95
10	20	10	0	0	0,5	15	80	77	85
10	40	10	0	0	0,5	15	75	78	77
10	60	10	0	0	0,5	15	72	75	70
10	80	10	0	0	0,5	15	70	72	68
20	0	10	0	0	0,5	15	70	75	81
20	20	10	0	0	0,5	15	70	72	75
20	40	10	0	0	0,5	15	70	74	71
20	60	10	0	0	0,5	15	62	69	64
20	80	10	0	0	0,5	15	55	57	60
40	0	10	0	0	0,5	15	61	65	70
40	20	10	0	0	0,5	15	61	63	66
40	40	10	0	0	0,5	15	60	62	65
40	60	10	0	0	0,5	15	56	58	60
40	80	10	0	0	0,5	15	48	50	52
$\Sigma=45$									

$N=f(G)$ denkleminin regresyon katsayılarının hesap tablosuÇizelge4.6'da görölmektedir.

Çizelge 4.6. $N=f(G)$ denkleminin regresyon katsayılarının hesaplama tablosu

İpliğin ön gerinmesi (G), sN x	Kesme sırasında ipliğin gerinmesi(N) sN y	Ölçme sayısı m	$\sum_1^m y$	Kesme sıra, sında ipliğin gerinmesinin orta değeri (N) sN $\bar{y}$	$x \sum_1^m y$	xm	X ² m
0,01	87 92 95	3	274	91.3333	0	0	0
20.00	80 77 85	3	242	80.6667	4840	60	1200
40.00	75 78 77	3	230	76.6667	9200	120	4800
60.00	72 75 70	3	217	72.3333	13020	180	10800
80.00	70 72 68	3	210	70	16800	240	19200
200.00		15	1173	78.2	43860	600	36000

x ve y arasındaki bağıntının gücünü (derecesini) ve yönünü belirlemek için Çizelge 4.7 ve 4.8.'de görülen y_b değerler tablosu düzenlenmiştir.

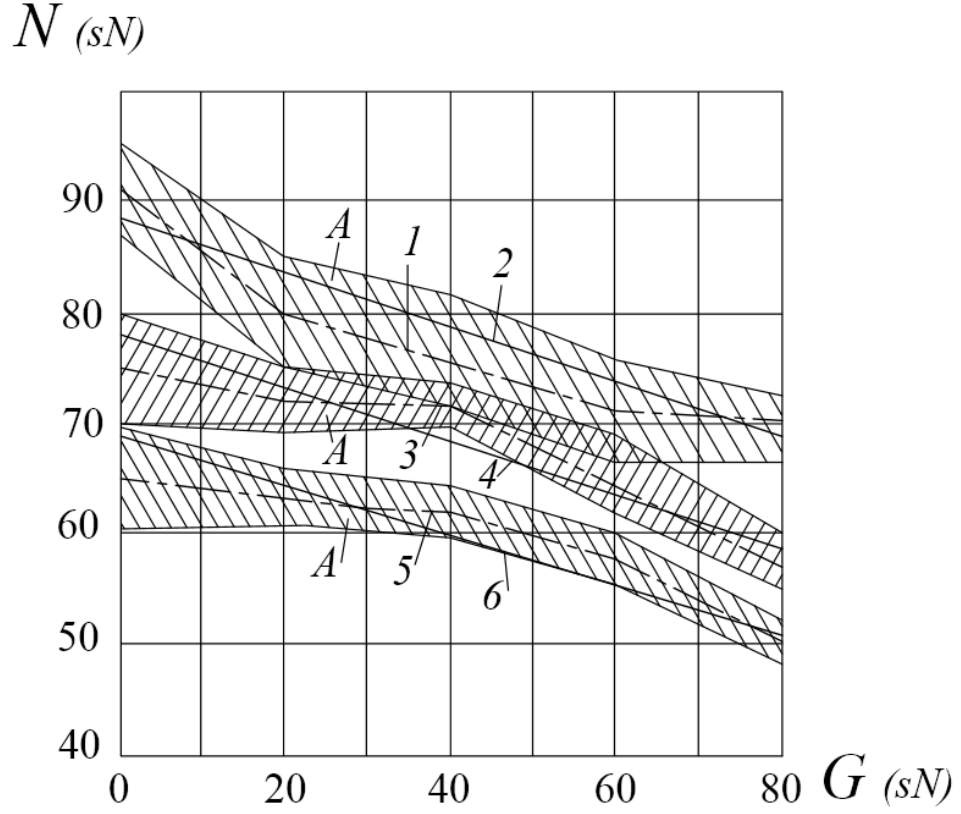
Çizelge 4.7. İpliğin gerinmesinin denkleştirilmiş dağılım tablosu

x	y_B	$y_B - \bar{y}$	$(y_B - \bar{y})^2$	$(y_B - \bar{y})^2 . m$
0,01	88,4	10,24	104,8	314,6
20.00	83,3	5,14	26,42	79,26
40.00	78,2	0,04	0,0016	0,0048
60.00	73,1	5,06	25,6	76,8
80.00	68	10,16	103,22	309,33
				$\Sigma=780,33$

Çizelge 4.8. İpliklerin gerinme kuvvetinin gerçek dağılım değerlerinin hesabı

y_ϕ	n	$y_\phi - \bar{y}$	$(y_\phi - \bar{y})^2$	$(y_\phi - \bar{y})^2 . n$
68	1	10,16	103,22	103,22
70	2	8,16	66,58	133,2
72	2	6,16	37,9	76
75	2	3,16	9,98	19,97
77	2	1,16	1,345	2,69
78	1	0,16	0,0256	0,0256
80	1	1,84	3,38	3,38
85	1	6,84	46,78	46,78
87	1	8,84	78,14	78,14
92	1	13,84	191,54	191,54
95	1	16,84	283,58	283,54
	$\Sigma=15$			$\Sigma=938,53$

Sonuçların grafik şeması Şekil 4.20’de görülmektedir. Grafikteki noktaların yerleşmesi ne bakıldığında bu grafiğin ampirik bağıntısının doğru ile ifade edilebileceği görülmektedir.



Şekil 4.20. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile ön gerilme kuvveti arasındaki ilişki. A - Emniyet aralığı; 1 - ve 2 - Nm 10 için deneysel ve teorik regresyon eğrisi ; 3- ve 4- Nm 20 için deneysel ve teorik regresyon eğrisi ; 5- ve 6- Nm 40 için deneysel ve teorik regresyon eğrisi

Aranan doğrunun denklemi;

$$y = -0.255x + 88.4 \quad (4.2)$$

olarak hesaplanır. $r^2=0,912$ olarak bulundu ki bu değer değeri 1 'e çok yakın bu dağrimizin verilere ne kadar yakın olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı N (ipliğin kesilme sırasında gerilme kuvveti) ve G (ön gerilme kuvveti) arasında genel bir bağıntı vardır.

4.8.3.Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile hav ipliğinin uzunluğu arasındaki ilişki

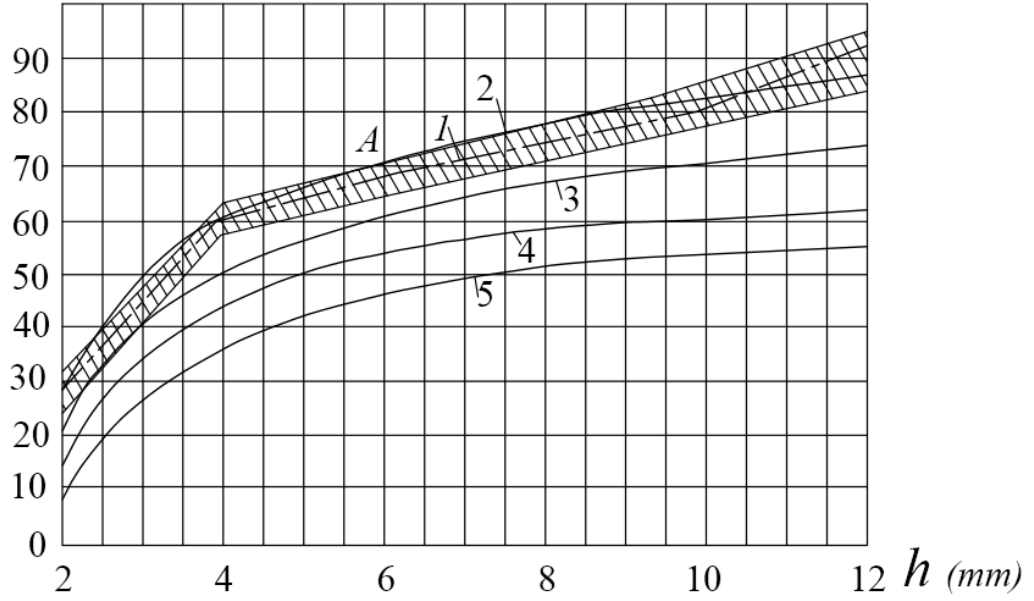
Yapılan denemeler Şekil 4.21.'de görüldüğü gibi hav ipliklerinin uzunluğunun artmasının kesme kuvvetinin artmasına sebep olduğunu göstermiştir.Toplam 18 ölçüm gerçekleştirilmiş, deney parametreleri ve ölçüm sonuçları Çizelge4.9. 'da verilmiştir.

Çizelge 4.9.Hav ipliği uzunluğunun kesme kuvvetine etkisi

İplik yoğunluğu (T) Nm	İpliklerin ön gerilmesi (G) sN	Hav yüksekliği (h) mm	Görüşme açısı (α)	Kesme hızı (v) m/sn	Çakının yarıçapı (r) μ m	Bilenme açısı (β)	İpliğin gerilmesi (N) sN		
80	20	2	0	0	0,5	15	21	29	32
80	20	4	0	0	0,5	15	58	60	64
80	20	6	0	0	0,5	15	65	70	68
80	20	8	0	0	0,5	15	70	74	77
80	20	10	0	0	0,5	15	66	71	75
80	20	12	0	0	0,5	15	84	93	95
$\Sigma=18$									

Grafikteki noktaların yerleşmesi ne bakıldığında bu grafiğin ampirik bağıntısının logaritmik olarak ifade edilebileceği görülmektedir.

$N_{(sN)}$



Şekil 4.21. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile hav ipliklerinin uzunluğu arasındaki ilişki. A - Emniyet aralığı; 1 - ve 2 - Nm 10 için deneysel ve teorik regresyon eğrisi ; 3- Nm 20 için teorik regresyon eğrisi ve 4- Nm 50 için teorik regresyon eğrisi ; 5- Nm 80 için teorik regresyon eğrisi

Noktaların yerleşimi, logaritmik bir eğri ile ifade edilebileceğini göstermektedir. Bu bağıntı hesaplanarak doğrunun denklemi,

$$y = -\frac{132.7}{x} + 94.6 \quad (4.3)$$

olarak bulunur. $r^2=0,975$ olarak bulundu ki bu değer 1 'e çok yakın bu dağrimizin verilere ne kadar yakın olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı N (ipliğin kesilme sırasında gerilme kuvveti) ve h (hav ipliklerinin uzunluğu) arasında genel bir bağıntı vardır.

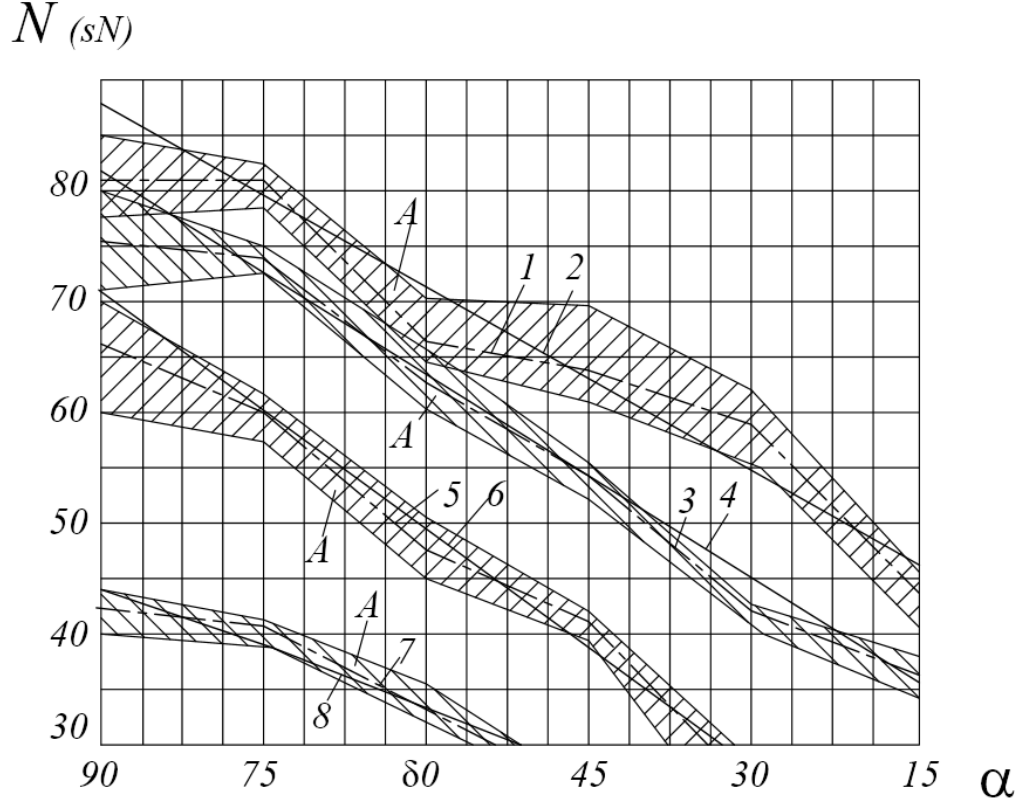
4.8.4.Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile kesme sırasında bıçakla karşılaşma açısı arasındaki ilişki

Yapılan denemeler Şekil 4.22.'de görüldüğü gibi kesme sırasında ipliğin bıçakla karşılaşma açısının artmasının kesme kuvvetinin artmasına sebep olduğunu göstermiştir.Toplam 57 ölçüm gerçekleştirilmiş, deney parametreleri ve ölçüm sonuçları Çizelge 4.10. 'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Kesme sırasında ipliğin bıçakla karşılaşma açısının kesme kuvvetine etkisi

İplik yoğunluğu (T) Nm	İpliklerin ön gerilmesi (G) sN	Hav yüksekliği (h) mm	Görüşme açısı (α)	Kesme hızı (v) m/sn	Çakının yarıçapı (r) μ m	Bilenme açısı (β)	İpliğin gerilmesi (N) sN		
10	20	10	15	0	0,5	15	43	40	45
10	20	10	30	0	0,5	15	59	55	62
10	20	10	45	0	0,5	15	64	61	70
10	20	10	60	0	0,5	15	66	65	70
10	20	10	75	0	0,5	15	81	78	82
10	20	10	90	0	0,5	15	81	78	85
20	20	10	15	0	0,5	15	33	36	37
20	20	10	30	0	0,5	15	40	42	42
20	20	10	45	0	0,5	15	52	55	54
20	20	10	60	0	0,5	15	60	63	66
20	20	10	75	0	0,5	15	73	75	74
20	20	10	90	0	0,5	15	71	80	75
40	20	10	45	0	0,5	15	38	41	42
40	20	10	60	0	0,5	15	57	59	62
40	20	10	75	0	0,5	15	57	60	62
40	20	10	90	0	0,5	15	60	66	71
80	20	10	60	0	0,5	15	31	36	30
80	20	10	75	0	0,5	15	38	41	40
80	20	10	90	0	0,5	15	40	42	44
								$\Sigma=57$	

Grafikteki noktaların yerleşmesi ne bakıldığında bu grafiğin ampirik bağıntısının doğru ile ifade edilebileceği görülmektedir.



Şekil 4.22. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvvet ile kesme sırasında ipliğin bıçakla karşılaşma açısı arasındaki ilişki. A - Emniyet aralığı; 1 - ve 2 - Nm 10 için deneysel ve teorik regresyon eğrisi ; 3- ve 4- Nm 20 için deneysel ve teorik regresyon eğrisi ; 5- ve 6- Nm 40 için deneysel ve teorik regresyon eğrisi; 7- ve 8- Nm 80 için deneysel ve teorik regresyon eğrisi

Aranan doğrunun denklemi,

$$y = 0.488x + 40.26 \quad (4.4)$$

olarak hesaplandı. $r^2=0,9435$ olarak bulundu ki bu değer 1 'e çok yakın bu dağrimizin verilere ne kadar yakın olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı N (ipliğin kesilme sırasında gerilme kuvveti) ve α (sırasında ipliğin bıçakla karşılaşma açısı) arasında genel bir bağıntı vardır.

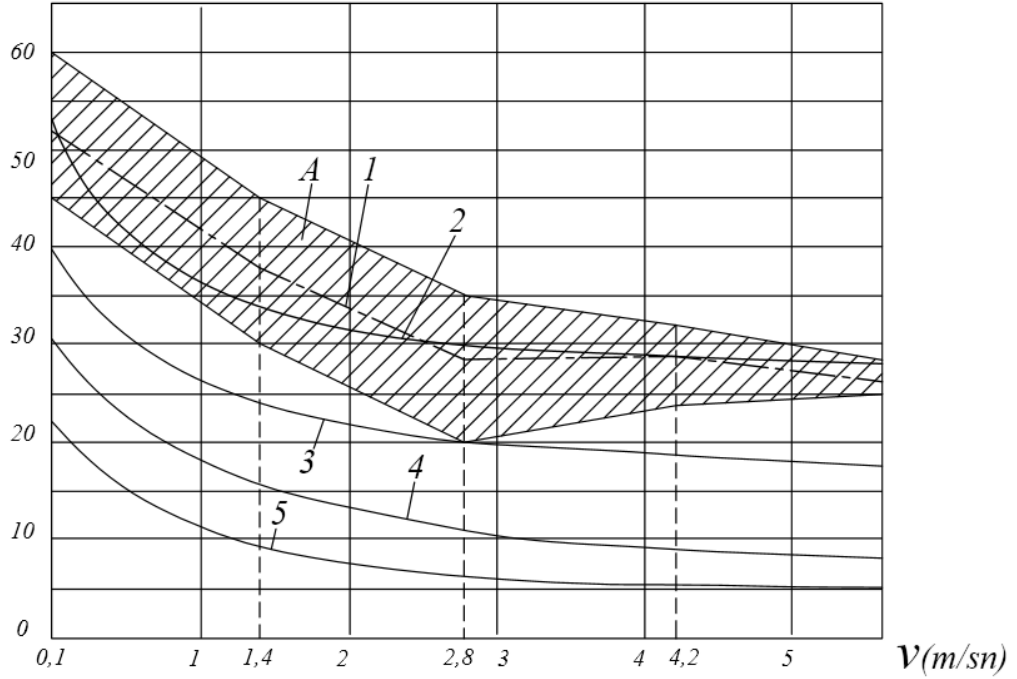
4.8.5.Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile kesme hızı arasındaki ilişki

Yapılan denemeler Şekil 4.23’da görüldüğü gibi kesme hızının artmasının kesme kuvvetinin azalmasına sebep olduğunu göstermiştir. Toplam 15 ölçüm gerçekleştirilmiş, deney parametreleri ve ölçüm sonuçları Çizelge 4.11. ‘da verilmiştir.

Çizelge 4.11. Kesme hızının kesme kuvvetine etkisinin belirlenmesi deney sonuçları

İplik yoğunluğu (T) Nm	İpliklerin ön gerilmesi (G) sN	Hav yüksekliği (h) mm	Görüşme açısı (α)	Kesme hızı (v) m/sn	Bıçak devri (d/dk)	Çakının yarıçapı (r) μ m	Bilenme açısı (β)	İpli ğn gerilmesi (N) sN		
10	20	10	0	0,1	19	0,5	15	52	45	60
10	20	10	0	1,4	267	0,5	15	30	45	38
10	20	10	0	2,8	534	0,5	15	28,5	20	35
10	20	10	0	4,2	802	0,5	15	28,5	23,8	32
10	20	10	0	5,6	1069	0,5	15	27	24,8	28,5
Σ=15										

N (sN)



Şekil 4.23. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvvet ile kesme hızı arasındaki ilişki. A - Emniyet aralığı; 1 - ve 2 - Nm 10 için deneysel ve teorik regresyon eğrisi ; 3- Nm 20 için teorik regresyon eğrisi ve 4- Nm 50 için teorik regresyon eğrisi ; 5- Nm 80 için teorik regresyon eğrisi

Noktaların yerleşimi, bir eğri ile ifade edilebileceğini göstermektedir. Bu bağıntı hesaplanarak fonksiyonun denklemi;

$$y = \frac{14}{\sqrt{x}} + 22.1 \quad (4.5)$$

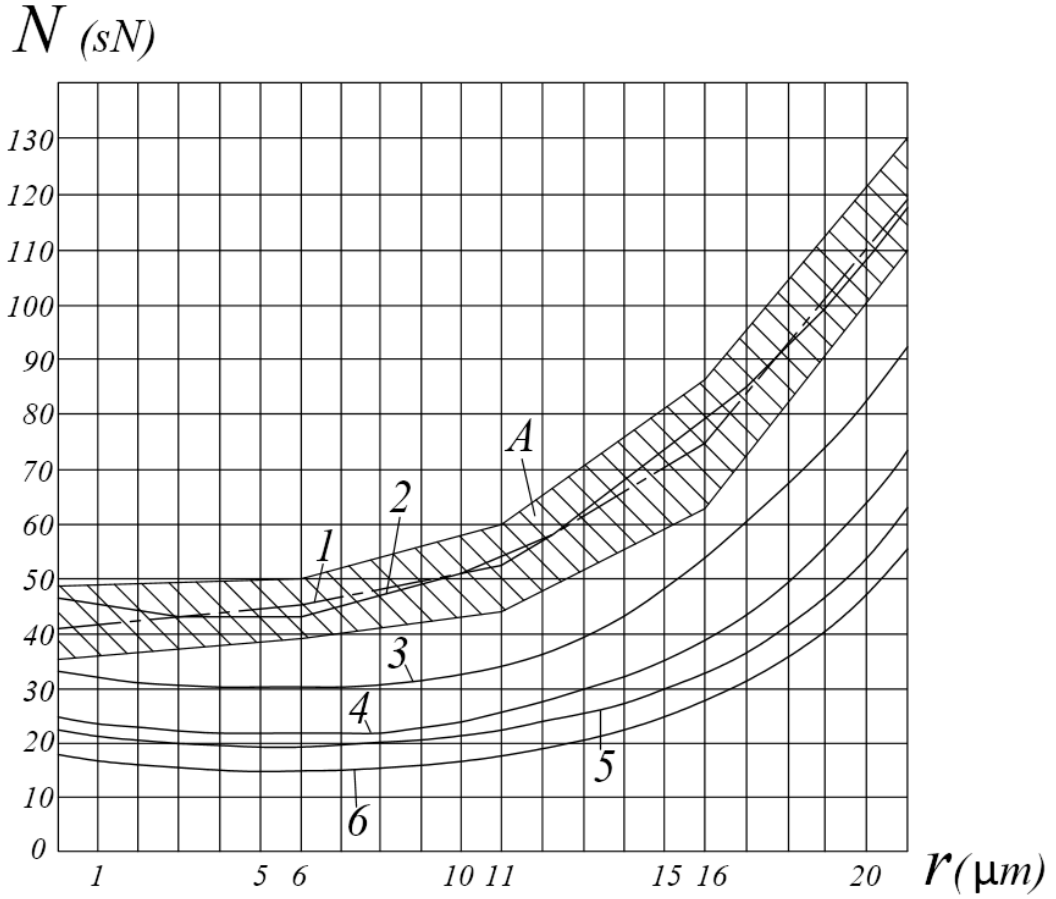
olarak hesaplanır. $r^2=0,9688$ olarak bulunur ki bu değer 1 'e çok yakın bu dağrimizin verilere ne kadar yakın olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı N (ipliğin kesilme sırasında gerilme kuvveti) ve v (kesme hızı) arasında genel bir bağıntı vardır.

4.8.6.Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile bıçak çakısının yarıçapı arasındaki ilişki

Yapılan denemeler Şekil 4.24.'da görüldüğü gibi bıçak çakısının yarıçapının artmasının kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvvetinin artmasına sebep olduğunu göstermiştir.Toplam 12 ölçüm gerçekleştirilmiş, deney parametreleri ve ölçüm sonuçları Çizelge 4.12. 'da verilmiştir.

Çizelge 4.12.Bıçak çakısının yarıçapının kesme kuvvetine etkisi

İplik yoğunluğu (T) Nm	İpliklerin ön gerilmesi (G) sN	Hav yüksekliği (h) mm	Görüşme açısı (α)	Kesme hızı (v) m/sn	Çakının yarıçapı (r) μ m	Bilenme açısı (β)	İpliğin gerilmesi (N) sN		
10	20	10	0	0	5	15	44	38,5	49,5
10	20	10	0	0	10	15	50	42,5	57,7
10	20	10	0	0	15	15	70	59	81
10	20	10	0	0	20	15	110	100	121,5
$\Sigma=12$									



Şekil 4.24. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile bıçak çakısının yarıçapı arasındaki ilişki. A - Emniyet aralığı; 1 - ve 2 - Nm 10 için deneysel ve teorik regresyon eğrisi ; 3- Nm 30 için teorik regresyon eğrisi ve 4- Nm 50 için teorik regresyon eğrisi ; 5- Nm 60 için teorik regresyon eğrisi; 6- Nm 80 için teorik regresyon eğrisi

Noktaların yerleşimi, bir eğri ile ifade edilebileceğini göstermektedir. Bu bağıntı hesaplanarak doğrunun denklemi,

$$y = 0.282x^2 - 2.45x + 45.6 \quad (4.6)$$

olarak bulunur. $r^2=0,962$ olarak bulundu ki bu değer 1 'e çok yakın bu dağrimizin verilere ne kadar yakın olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı N (ipliğin kesilme sırasında gerilme kuvveti) ve r (bıçak çakısının yarıçapı) arasında genel bir bağıntı vardır.

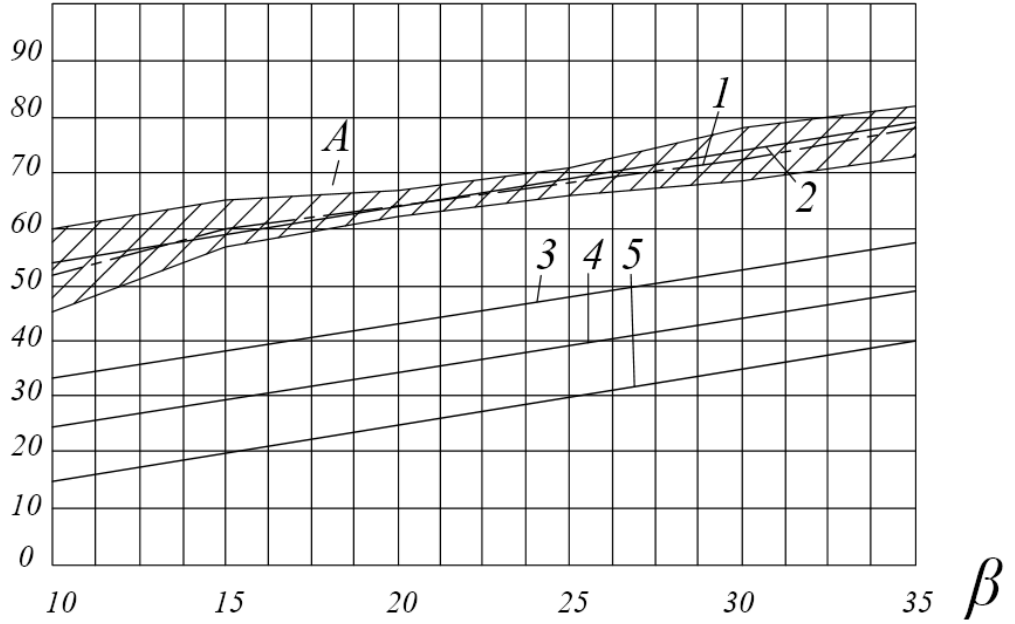
4.8.7.Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvveti ile bıçağın bilenme açısı arasındaki ilişki

Yapılan denemeler Şekil 4.25.'de görüldüğü gibi bıçağın bilenme açısının artmasının kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvvetinin artmasına sebep olduğunu göstermiştir. Toplam 18 ölçüm gerçekleştirilmiş, deney parametreleri ve ölçüm sonuçları Çizelge 4.13. 'da verilmiştir.

Çizelge 4.13.Bıçağın bilenme açısının kesme kuvvetine etkisi

İplik yoğunluğu (T) Nm	İpliklerin ön gerilmesi (G) sN	Hav yüksekliği (h) mm	Görüşme açısı (α)	Kesme hızı (v) m/sn	Çakının yarıçapı (r) μ m	Bilenme açısı (β)	İpliğin gerilmesi (N) sN		
10	20	10	0	0	0,5	10	52	45	60
10	20	10	0	0	0,5	12	55	50	62
10	20	10	0	0	0,5	15	60	57	65
10	20	10	0	0	0,5	20	65	62	67
10	20	10	0	0	0,5	30	72	68	78
10	20	10	0	0	0,5	35	78	73	82
$\Sigma=18$									

N (sN)



Şekil 4.25. Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvvet ile bıçağın bilenme açısı arasındaki ilişki. A - Emniyet aralığı; 1 - ve 2 - Nm 10 için deneysel ve teorik regresyon eğrisi ; 3- Nm 30 için teorik regresyon eğrisi ve 4- Nm 50 için teorik regresyon eğrisi ; 5- Nm 80 için teorik regresyon eğrisi

Noktaların yerleşimi, bir doğru ile ifade edilebileceğini göstermektedir. Bu bağıntı hesaplanarak doğrunun denklemi;

$$y = 0.969x + 44.3 \quad (4.7)$$

olarak hesaplanır. $r^2=0,80$ olarak bulunur ki bu değer 1 'e çok yakın bu dağrımızın verilere ne kadar yakın olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı N (ipliğin kesilme sırasında gerilme kuvveti) ve β (bıçağın bilenme açısı) arasında genel bir bağıntı vardır.

Kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvvetinin değişiminde bıçağın iplikle karşılaşma açısının diğer faktörlere göre daha etkili olduğu gözlenmiştir. Bu parametrenin değiştirilmesi, kesme kuvvetinin etkili bir şekilde değişmesine neden olmaktadır. Karşılaşma açısı α 'nın 90^0 'den 10^0 'ye kadar azalması ile

kesme prosesinin niteliksel değişimi gerçekleşmekte ve bu değişim kaymasız kesmenin kaymalı kesmeye dönüşümü şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

Havlı kumaşların tasarımında, hav ipliklerinin n gerilmesinin, türünün ve kumaşın içinde bu ipliklerin bağlanması, kumaşın atkı iplikleri üzerine sıklığının ve diğer parametrelerin seçimi ve optimizasyonunda büyük pratik öneme sahiptir (Surnina ve ark., 1967).

Deneyler pamuk ipliği ile yapılmasına rağmen deney sonuçları diğer iplikler için de geçerlidir. Bunun için P değeri iplik türü katsayısı K_p ile çarpılmalıdır.

Farklı hav ipliklerinin iplik türü katsayısı K_p izelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Hav ipliği türü ve hav ipliklerinin iplik türü katsayısı K_p

Hav ipliği türü	K_p
Pamuk	1
Keten	1,8
Kuru eğirmeli keten	0,7
Kaba iplik (Yn iplik)	0,2
İnce iplik (Yn iplik)	0,4
Ham ipek	1,4
PES	1,4
Kimyasal İplikler	2,3
Cam iplik	2,5

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tekstilde kullanılan hammaddelerin ve bunlardan elde edilen ürünlerin boyutları çoğu zaman istenilen ölçülerde ve şekillerde değildir. Bunların çeşitli alet ve makineler kullanarak istenilen ölçülerde şekillendirilmesi gerekir. Bu nedenle lif, iplik, kumaş ve diğer tekstil ürünlerinde üretimin çeşitli aşamalarında kesme işlemi kullanılır. Filament halindeki lifleri ştapel hale getirme, iplik bobinleme, çeşitli fantezi ipliklerin (örneğin şenil iplik) üretimi, kumaş dokuma, konfeksiyonda kumaşların kesimi, non woven yüzeylerin üretimi, havlı kumaşların elde edilmesi vb. üretim aşamalarında kesme işlemi uygulanır.

Tekstil malzemelerinin bıçakla kesilmesinde üç yöntem yaygındır; bıçakla kesme, makasla kesme ve testereler ile kesme. Günümüzde kesme işlemi için sadece bıçaklar kullanılmamakta, gelişen teknolojinin etkisi ile termik (lazer vb.), su jetli ve ultrasonik kesme gibi mekanik kesme işleminden farklı yöntemlerle de kesme işlemi yapılabilmektedir.

Son 30-40 yıla kadar mekanik kesme söz konusu olmakla birlikte kesme işleminde son yıllarda yeni teknolojiler de uygulanmaktadır. Fakat en kaliteli ve en ekonomik yöntemin mekanik kesme yöntemi olduğu düşünülmektedir.

Tekstil lif ve iplikleri fiziki ve mekanik özellikleri bakımından organik malzemelere benzer. Tıp, gıda ve tarım alanlarında da organik malzemeler ile çalışılır. Bütün bu saydığımız alanlarda organik malzemelerin mekanik olarak kesilmesinde kullanılan teoriler ve uygulamalar tekstil alanı için de geçerlidir. Yapılan araştırmalar tekstil lif ve ipliklerinin bıçak ile kesmesinin fiziksel tanımının tam açıklığa kavuşmadığını göstermektedir. Ayrıca organik malzemeler söz konusu olduğu için çalışmamızdan elde edilen sonuçlar tarım, gıda, tıp gibi organik malzemelerin kullanıldığı birçok alanda kaynak oluşturacaktır.

Bu çalışmada kaymalı ve kaymasız kesmeişleminde tekstil lif ve ipliklerin bıçak ile kesilmesinde kesme kuvveti hesaplama işlemleri yapılmıştır.

Araştırmalar, tekstil malzemelerinin bıçakla kesilmesinin üç farklı yönteminin olduğunu ortaya koymuştur:

- 1) Gerilmenin en fazla olduğu noktada çekme kuvvetlerinin etkisinden,
- 2) Bıçağın kesici etkisinden,
- 3) Bıçak çakısının kesilen elyafın moleküler boşluklarına dalması ve moleküler bağların kırılması sonucu.

Tezde bu yöntemlerden ikisi ele alınmış ve uygun olarak kesme kuvveti için iki denklem çıkartılmıştır. Tekstil liflerinin kaymalı kesilmesinin karmaşık fiziki proses olduğu kanıtlanmıştır. Prosesi etkileyen çok sayıda faktör olmakla birlikte en önemlisi sayılan, kesme kuvveti temel faktör olarak seçilmiştir.

Tekstil lif ve ipliklerinin bıçakla kesilmesinde, kesme işlemini etkileyen kesme kuvvetinin yanı sıra tekstil liflerinin kesilmesinde etkisi önemli olan salınımlar, aşınma, çakı altında malzemede oluşan yorulma çatlakları, en kesitin değişimi, kaymalı kesmede konsantrasyon, kesme hızı, lifin bıçak altında tam dönmesi ve bıçağın bileme açısı gibi faktörlerin varlığını ortaya koymuştur.

Tekstil lif ve ipliklerinin bıçakla tam ve temiz kesilmesinin imkansız olmakla birlikte liflerin kesilmesinde kısmen kopmaların yer alması kaçınılmazdır. Ancak iyi bir kesme sonucu bu kopmalar gözle görünmeyecek kadar küçük olabilir.

Teorik ve deney sonuçları ipliklerin kesilmesi için çıkarılmış 4.51 ve 4.52 denklemlerinin kesme prosesini iyi derecede ifade ettiğini göstermektedir.

Hav ipliklerinin kaliteli şekilde kesilmesi için bıçağın iplikle karşılaşma açısının azaltılması ve bıçak çakısının yüzeyinde mikro yüksekliklerin oluşturulması önerilmektedir.

İpliklerin kesilmesinin kritik hız denklemi elde edilmiştir. İpliklerin kritik kesilme hızları hav kesme hızının çok çok üzerindedir ve dokuma makinesinde ipliklerin kesilmesi onlarda gerilme kuvvetinin oluşması ile gerçekleşmektedir.

Hav ipliklerinin kesilmesi prosesi incelenmiş ve kesme şartlarını değerlendirmek için temel parametre olarak, kesme anında iplikte oluşan gerilme kuvveti seçilmiştir.

Laboratuar şartlarında havlı kumaş dokuma makinelerinde gerçekleşen kesme prosesinin simülasyonunu yapmak için özel bir deney standı hazırlanmıştır. İpliğin ön gerilme kuvvetinin 0- 100 sN, hav yüksekliğinin 0-20 mm, kesme hızının 0,1-10 m/s, bıçağın iplikle karşılaşma açısının 0-90°, arasında değişimine olanak sağlamaktadır.

Deneylerde kesme sırasında iplikte oluşan gerilme kuvvetinin değeri; ipliğin inceliği T , ön gerilmesi G , kesme yüksekliği h , bileme açısı β , bıçağın iplikle karşılaşma açısı α , bıçak çakısının yarıçapı r ve kesme hızı v arasındaki ilişkiler tespit edilmiştir.

Yapılan deneylerin sonucunda;

- İplik yoğunluğunun(T) artması kesme kuvvetinin artmasına sebep olmuştur.
- İplikte ön gerilme (G) arttıkça kesme kuvvetinde azalma meydana gelmiştir.
- İplik uzunluğunun (h) artması kesme kuvvetinin artmasına sebep olmuştur.
- Kesme sırasında ipliğin bıçakla karşılaşma açısının (α) artması kesme kuvvetinin artmasına sebep olmuştur.
- Kesme hızının (v) artması kesme kuvvetinin azalmasına meydana gelmiştir.
- Bıçak çakısının yarıçapı r değerinin artması kesme kuvvetinin artmasına sebep olmuştur.

- Bıçak çakısının bilenme açısı yarıçapı β değerinin artması kesme kuvvetinin artmasına sebep olmuştur.

Bu çalışma organik liflerin bıçak ile kesilmesi hakkında önemli bilgiler sağlamıştır.



KAYNAKLAR

- Abdukadirov A., İssledovaniye i Obosnovaniye Parametrov Diskovogo Rejuşego Apparata Dlya Uborki Kenafa v Usloviyah Polivnogo Zemledeliya Sredney Azii, Doktora tezi, M., 1967.
- Abdullayev G. A., Tuvayeva A.A., Varnakov M. Y., 1979, Reşenie o Vidaçe Avtorskogo Svidetelstva Po Zayavke No: 2659240/12 ot 28.02.1979. Ustroystvo Dlya Razrezaniya Vorsa Na Dvuhpolotennom Tkatskom Stanke.
- Akkurt, A., Şeker, U., Ercan, F., 2002. Aşındırıcılı Su Jetiyle (Awj) Kesmede Elde Edilen Yüzey Özellikleri Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi.. 2002, Cilt 5, 4, s. 299-309. s.l. : Politeknik Dergisi, 2002. s. 299-309. Cilt 5
- Aleksandrov V. S., 1954, Anatomiya Rasteniy, M., Sovetskaya Nauka, 497 s.
- Anctil B, Keown M, Bourget C, et al. Threat assessment and performance evaluation of multi-threat body armor systems. In: Proceedings of the joint RTO AVT/HFM Specialists Meeting on “Equipment for Personal Protection (AVT-097)” and “Personal Protection: Bio- Mechanical Issues and Associated Physio Pathological Risks (HFM-102)”, Koblenz, Germany, 19–23 May 2003, paper no. RTO-MP-AVT-097, pp.47-1–47-14. Brussels, Belgium: NATO Science and Technology Organization.
- Anık, S., Ögür, A., Vural, M., 1996, Termik Kesme Teknolojisi, Gedik Eğitim Vakfı.
- Anonim, 2015, <http://19thcenturypaperdolls.weebly.com/1/category/fashion%20plates/2> , Erişim Tarihi: 12.02.2015
- Antipova A.İ., 1959, Vıbor Optimalnih Usloviy Rezaniya Nastilov Kostyumnoy Gruppi, M.
- Arnold, G., Leiteritz, L., Zahn, S. & Rohm, H., 2009, Ultrasonic Cutting Of Cheese: Composition Affects Cutting Work Reduction And Energy Demand. International Dairy Journal, 19, s. 314-320.
- Arslantaş Y., Paleoletik Çağ'da Elazığ Yöresi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:18, Sayı:2, Sayfa:367-377, Elazığ, 2008
- Atkins, T., 2009, The Science and Engineering of Cutting, First Edition, Elsevier Ltd., ISBN:978-0-7506-8531-3, S:111-127
- Bamforth, P.E., Jackson, M.R., Williams, K., 2006, Pulsed Laser Scalloping of Decorative Lace, JEM661 ©IMEchE Proc. IMechE Vol. 220 Part B: J. Engineering Manufacture
- BaşerG., 2004, Dokuma Tekniği ve Sanatı, Punto Yayıncılık, 1, 290 s., İzmir, 15

- Bazyuk G.P., İssledovanie Protsessa Rezaniya Tekstilnih Materialov Dlya Bitovoy Odejdi, Doktora tezi, M., 1969.
- Berşadskiy A.L., Rezanie Drevesini, M.-L., Goslesbumizdat, 1958, 328 s.
- Boothroyd, G., 1981, Fundamental of Metal Machining and Machine Tools, ISBN:0-07-085057-7, International Student Edition, Tokyo, S:61-88
- Borkunov B.M., Eksperimentalnie İssledovaniya Kaçestva Povesrhnosti Reza Ribı Dlya Rekomendatsii Rejimov Rezaniya Riborazdeloçnogo Oborudovaniya S Razrabotkoy Metodov Otsseenki Kaçestva Poverhnosti Reza Ribı i İznosa Nojey, Doktora tezi, Kaliningrad, 1975.
- Bosoy Y.S., 1967, Rejuşie Aparatı Uboroçnih Maşin, M., Maşinostroyeniye.
- Brown, T., James, S.J., Purnell, G.L., 2005, Cutting forces in foods: experimental measurements, Journal of Food Engineering 70 (2005) 165–170
- Callaghan, D J., Rajan, G., McGrath, MM., Coyle, E., Semenova, Y., Farrell, G., 2011, Investigation and experimental measurement of scissor blade cutting forces using fiber Bragg grating sensors, IOP Publishing Smart Materials and Structures Smart Mater. Struct. 20 (2011) 105004 (9pp) doi:10.1088/0964-1726/20/10/105004
- Chen, K., Yao, Y.L., Modi, V., 2001, Gas Dynamic Effects on Laser Cut Quality, Journal of Manufacturing Process, Vol.3/No:1 (2001)
- Cobb, H. M., 2010, The Life of Harry Bearley (1871-1948). The History of Stainless Steel. s.l. : ASM International, S: 41
- Crawshaw G., 2002, Carpet Manufacture,
- Çatalhöyük 2013 Archive Report, 2013, Erişim Tarihi:10.04.2014, 1-3, www.catalhoyuk.com
- Çobitko M.İ., Teoriya İ., 1976, Praktika İtapelirovaniya İgutovih Himiçeskih Nitey Differentsirovannim Razrezaniyem, M., Legkaya İndustriya, 208 s.
- Danilevsky, V., 1987, İmalat Mühendisliğı, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın No:121, Ankara, s:222
- Decker MJ, Halbach CJ, Nam CH, et al. Stab resistance of shear thickening fluid (STF)-treated fabrics. Compos Sci Technol 2007; 67: 565–579.
- Decoup.com, The specialist in continuous ultrasonic cutting&welding, Erişim Tarihi: 16.10.2014, <http://www.decoup.com/en/content/how-does-it-work>,
- Demir, H., Güllü, A., 2001, Taşlamada Parametrelerin Etkisi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl: 2001, Cilt: 7, Sayı: 2, Sayfa: 189-198

- Deşeviy M.L., 1934, Mehaniçeskaya Obrabotka Dereva, Kubuç.
- Dobrovolskiy S.V., 1964, Eksperimentalniye İ Teoretiçeskiye Naçala Razrabotki Optimalnoy Geometri Lezviya, Doktora tezi, Simferopol,.
- Dorkin L.A., Teoretiçeskiye İ Eksperimentalniye İssledovaniya Strigalnıh Apparatov
- Dowgiallo, A., 2005, Cutting Force of Fibrous Materials, Journal of Food Engineering, 57–61.
- Ercan, M. N., 1987, Pamuk İplikçiliği II, Ege Üniversitesi Çoğaltma Yayın No:6, S:66, Bornova
- Eski Tunç Çağı, 2009, Erişim Tarihi: 07.10.2014, <http://www.anadolumedeniyetlerimuzesi.gov.tr/TR,77781/eski-tunccagi.html>,
- Fink K., Rorbah H., 1961, İzmereniye Napryajeniy İ Deformatsiy, M., Maşinostroyeniye.
- Gadow R and Von Niessen K. Lightweight ballistic with additional stab protection made of thermally sprayed ceramic and cermet coatings on aramid fabrics. Int J Appl Ceram Technol 2006; 3: 284–292.
- Geren, N., Tunç, T., 2001, Yapısal Farklılıklar İçeren Su Jeti Kesme Sistemlerinin En Uygununun Belirlenmesi, Makine Ve Mühendis, Cilt:42, Sayı:500, S:42-49.
- Goldstartool.com, Erişim Tarihi: 23.10.2011
- Goryaçkin V.P., 1965, 1966, Sobranie Soçineniy, c. 1, M., İzd. Kolos, 1965, 714 s., c. III, 1966, 381 s.
- Groover, M.P., 2010, Fundamentals of Modern Manufacturing: Material, Prosecesses, and Systems, 4th Edition, USA, John Wiley & sons Inc. ISBN:978-0470-467002, S:484-490
- Gül, S., Kıvrak, B., Şaffak, N., 2015, Ekmeğini Taştan Çıkaranların Zanaatı: Kösüre Üretimi Studies of the Ottoman Domain, Cilt:5 Sayı:8 Şubat 2015 Issn: 2147-5210
- Harmancıoğlu, M., 1979, Bitkisel Lifler, EÜ Tekstil. Fak. Yayınları:3, İzmir.
- Hearle, J.W.S., Lomas, B., Cook, W.D., 1998, Atlas of Fibre, Flacture and Damage to Textiles, (2nd edition), Electronic ISBN: 978-1-85573-319-0
- Hoffman, K., 2012, An Introductıon to Stress Analysis and Transducer Design using Strain Gauges, HBM Test and Measurement.

- İgneiplikburada.com, 2011, Erişim Tarihi: <http://www.igneiplikburada.com/urun/mayer-dik-bicakli-kumas-kesim-motoru-mr05.aspx>
- İmh, 2015, İnternational Museum of The Horse, The Hunted Horse: The Early Hunters, 2015, <http://www.imh.org/exhibits/online/hunted-horse-early-hunters>, Erişim Tarihi:12.02.2015
- İplikonline.com, İplik Tip Tanımları, 2014, Erişim Tarihi:31.05.2015,
- İşlinskiy A.Y., 1937, Zadaça O Skorosti Kosbi Zlakov, M., Selhozmaşına, No: 5-6, s. 9-10.
- İvanovskiy Y.G., 1975, Rezaniye Drevesını, M., Lesnaya Promışlennost.
- İvaşko A.A., 1958, Voprosı toreei Rezaniya Organiçeskih Materialov Lezviyem, Traktori İ Selhozmaşını, M., No: 2, s. 34-37.
- Jeligovskiy V.A., 1941, Eksperimentalnaya Teoriya Rezaniya Lezviyem, Trudi MİMESH, vıp. IX, , 27 s.
- Kakitis,A., Berzins, U., Berzins, R., Brencis, R., 2012, Cutting Properties of Hemp Fibre, engineering for Rural Development, Jelgava, 24-25.05.2012
- Kalkolitik Çağ, 2009, Erişim Tarihi: 07.10.2014, <http://www.anadolumedeniyetlerimuzesi.gov.tr/TR,77780/kalkolitik-bakır-tas-cag.html>
- Kalpakkian, S., Schmid, S.R., 2008, Manufacturing Processes for Engineering Materials, 2008, Pearson Education ISBN No. 0-13-227271-7.
- Kapustin İ.İ., Rezaniye İ Rejuşiy Instrument V Kojevenno-Obuvnom Proizvodstve, M., 1950.
- Karpenko A.N., Eksperimentalnoye İssledovaniye Rejuşego Apparata. Teoriya, Konstruktsiya İ Proizvodstvo Selskohozyaystvennih Maşın, Tertip eden V.P. Goryaçkin, M.-L., Selhozgiz, 1936, c. II, s. 196-234.
- Keith, G.B., 1979, The Craft of cutting fiber, Erişim Tarihi: 12.05.2010, http://www.minifibers.com/literature/cutting_fiber.pdf
- Kiselev S.S., İssledovaniye Zacisimosti Stoyukosti Nojey Bistropходnih prodolno-Rezatelnih Stankov Dlya Rezaniya Bumagi Ot Tehnologii İ İzgotovleniya İ Ekspluatatsionnih Faktorov, Doktora tezi, L., 1966.
- Klimenko M.N., 1965, İssledovaniye Protsessa İzmelçeniya Myasa Lezviyem, Doktora tezi, M..
- Koçegarov V.G., Belyayev K.A., Opredeleniye Usiliya Pri Razdelke Pney Na Osmol Metodom Bezopiloçnogo Rezaniya, İzvestiya Vuzov, Lesnoy Jurnal, M., 1978, No: 3, s. 60.

- Koreneviç L.P., Eksperimentalno- Teoretiçeskoye İssledovaniye İ Obosnovaniye Parametrov Rejuşih Apparatov Rotornogo Tipa, Doktora tezi, Minsk, 1971.
- Kovan, V.N., 1959, Osnovı Tehnologii Maşinostroeniya, M., Maşgiz.
- Kragelskiy İ.V., Dobiçin M.N., Kombalov V.S., 1977, Osnovı Rasçetov Na Treniye İ İznos, M., Maşinostroyeniye, 526 s.
- Kragelskiy, İ.V., Alisin, V.V., (Ed), 1978, Treniye, İznaşivaniye İ Smazka, Spravoçnik, V 2-uh knigah, c. 1, M., Maşinostroyeniye, 400 s.
- Kronenberg, M., 1969, Grundzüge der Zerspanungslehre: Springer-Verlag, 13 Mar 2013 – S:334 Berlin s:21, Sellergren G., Stokholm: Untersuchung der metallschnittkräfte.(metal kesme kuvvetlerinin incelenmesi.) Z. Öst.Ing. u. Archit. Ver. August 1896 S. 473-478
- Kukin G.N., Solovyev A.N., 1964, Tekstilnoye Materialovedeniye, c. II, M., Legkaya İndustriya.
- Kutlu, A.E., Monno, M., Bini, R., 1991, Plazma ile Kesme Metoduna Genel Bir Bakış, Mühendis ve Makine, Cilt 46, 541, s. 21-29.
- Lewin, M., (Ed), 2006, Handbook of Fiber Chemistry, Thirt Edition, New York USA, eBook ISBN: 978-1-4200-1527-0
- Liu , X., Zhang, K., 2014, Silk Fiber — Molecular Formation Mechanism, Structure-Property Relationship and Advanced Applications, “oligomerization of chemical and boilological compounds” ed: Claire Lesieur, ISBN: 978-953-51-1617-2 <http://www.intechopen.com/books/oligomerization-of-chemical-and-biological-compounds/silk-fiber-molecular-formation-mechanism-structure-property-relationship-and-advanced-applications>
- lutz-blades.com, Bıak-Kenari-Sekilleri Erişim Tarihi: 23.10.2011, <http://www.lutz-blades.com/tr/bıak-rehberi/bıak-kenari-sekilleri.html>.
- Maier-unitas, Maier-Sewingmachine Spare parts, Erişim Tarihi: . 2011, <http://www.maier-unitas.de/files/naehmaschinenersatzteile-maier-unitas-2009.pdf>
- Makarov A.İ., (Ed.), 1976, Osnovı Proektirovaniya Tekstilnih Maşin, , 2. geliştirilmiş baskı, M., Maşinostroyeniye, 415 s.
- Maksimov N.İ., 1972, İssledovaniye Protsessa Strijki Vorsa Tkani İ Rasçet Strigalnih Apparatov, Doktora tezi, M.
- Maslov Y.N., 1960, Osnovniye Zakonomernosti Vısokoproizvoditelnogo Şlifovaniya, Vısokoproizvoditelnoye Şlifovaniye, AN SSSR.

- Mayo JB., 2010, Studies on cutting and fracture mechanics of high performance fibers. PhD Thesis, Tuskegee University, USA, 2010.
- Mayo, JB., Wetzel, ED., 2014, Cut resistance and failure of high-performance single fibers, Textile Research Journal 2014, Vol. 84(12) 1233–1246
- Mazinov V.S., 1976, İssledovaniye Mehaniçeskoy Çasti Privoda Tkatskih Stankov Tipa ATPR İ Razrabotka rekomendatsii Po Uluçşeniye Ego Konstruktsii, Doktora tezi, M.
- Metex dokuma makinası broşürü , 2011, Group Meersschaert, Belçika
- Milton C. Shaw, 2005, Metal Cutting Principles, Second Edition, Oxford Series on Advanced Manufacturing, Oxford, ISBN 0-19514206-3, S:1-38
- Moreland, J., Brown, P.J., 2010, Effect Of Processing Conditions On The Cut Resistance Of Aramid Fibers
- Neolitik Çağ, 2009,,
<http://www.anadolumedeniyetlerimuzesi.gov.tr/TR,77779/yeni-cilalı-cag.html> Erişim Tarihi: 07.10.2014,
- Nolan G, Hainsworth SV and Rutty GN., 2013, Forces required for a knife to penetrate a variety of clothing types. J Forensic Sci 2013; 58: 372–379.
- Novikov Y.F., 1957, Teoriya İ Rasçet Rejuşego Apparatya Dlya Uborki Grubostebelnih Lubyanih kultur, Sb. Nauçno- İssledovatel'skih Rabot VİSHOMa, Vıp. II, TsBTİ, s. 3-34.
- Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018), 2014, Tekstil Deri Hazır Giyim Çalışma Grubu Raporu, 14, Erişim Tarihi: 24.04.2015,
<http://www.kalkinma.gov.tr>
- Ozbilim.com.tr,
2011,<http://www.ozbilim.com.tr/site/tr/urundetay.asp?id=12>Erişim Tarihi: .23.10.2011
- Paleolitik Çağ, 2009,,
<http://www.anadolumedeniyetlerimuzesi.gov.tr/TR,77778/paleolitik-cag.html>, Erişim Tarihi: 07.10.2014
- Pisarenko G.S., 1974, Soprotivleniye Materialov, Kiyev, Vişa Şkola, 670 s.
- Planer knife grinder, US 2957280 A, Nelson Nolan B, 25.Ekim.1960
- Poole, M.A., 2000, Blade Failure In Automated Textile Cutting Machines, Mechanical and Industrial Engineering, Tile University Of Texas at El Paso

- Prokoptsev P.İ., 1965, Vliyaniye Skolzayaşego Dvijeniya Noja Na Tehnologičeskiy Protsess İzmelčeniya Grubih Kormov Barabannimi İzmelčatelyami, Doktora tezi, M.
- Putnam, G.,Renault, T., Hussary, N., 2009, You can plasma cut it, but can you weld it?, <http://www.thefabricator.com/article/plasmacutting/you-can-plasma-cut-it-but-can-you-weld-it/> , Erişim Tarihi: 16.10.2014,
- Rajan, G., Callaghan, D., Semenova, Y., McGrath, M., Coyle, E., Farrell, G., 2011, A Fiber Bragg Grating-Based All-Fiber Sensing System for Telerobotic Cutting Applications, IEEE Sensors Journal, Vol. 10, No. 12, December 2010 1913
- Rajpurohit, S.R., Patel, D.M., 2012, Striation Mechanizm in Laser Cutting- The Review,International Journal of Engineering Researc and Application (IJERA), Vol.2Issue 2, Mar-Apr 2012, pp.457-461, ISSN:2248-9622
- Rasoir-sabre.com, Bileme Taşı, <http://rasoir-sabre.com/tr/23-bileme-tasi>, Erişim Tarihi:23.07.2015
- Reznik N.Y., 1964, Silosouboroçniye Kombaynı. Teoriya İ Rasçet, M., Maşinostroyeniye.
- Ribaproductselector, 2015, <http://www.ribaproductselector.com/blog/9-reasons-choose-woven-wool-fabrics-interiors/>, Erişim tarihi: 08.11.2015
- Roman Clothing, 2014, Erişim Tarihi: 12.02.2015, <http://karenswhimsy.com/roman-clothing.shtm>
- Romaşkina Y.V., 1968, Obzor İmeyuşihsy Reزالnih Mehanizmov Vorsoreزالnih Maşin, Kraşeniye İ Otdelka, M., No: 7.
- Ryebtsev S.S., 1976, İssledovaniye Protsessa Ştapelirovaniya Na Lentoçno-Ştapeliruyuşih Maşinah Rasdavlivayuşego Tipa, Doktora tezi, M.
- Serficeli, Y. S., 2001, Meslek Teknolojisi I, Ankara : Form Ofset, S:87-101
- Settle, G. E., anderson, S. L., 1962, Resistance To Rupture Of Single Fibres Under Transverse Pressure, Presented at the Physics Group Conference of the Textile Institute, Leeds. April, 1962.
- Shin HS, Erlich DC, Shockey DA. , 2013, Test for measuring cut resistance of yarns. J Mater Sci 2003; 38: 3603–3610
- Sizov O.A., 1971, İssledovaniye Protsessa Vzaimodeystviya Lezviy Selskohozyaystvennih Nojey S Razrezaemim Materialom, Doktora tezi, M.
- Shlvakov V.Y., 1976, Teoriya İ Praktika İtapelirovaniya Jgutovih Himiçeskih Nitey Differentsirovannim Razrezaniyem, M., Legkaya İndustriya, , 208 s.

- Smith, C.W., Cothren, J.T., ed. , 1999, Cotton;Origin, History, Technology, and Production, ISBN 0-471-18045-9, John Wiley & Sons, Inc.,USA.
- Solod P.F., 1949, K Voprosu Rezaniya Stebley Rasteniy Nojom (Klinom), İzvestiya GNIİGM, c. I, Tbilisi, s. 107-126.
- Sonimak.com, 2009, Textile Application, , Nonwoven,<http://www.sonimak.Com/en/tekstil-uygulamaları.aspx>,
<http://www.sonimak.com/en/nonwoven.aspx> Erişim Tarihi: 08.10.2014,
- Sparrow, G.,1999, The Elements Iron, S:9, Marshall Cavendish Corporation, ISBN:0-7614-0880-0
- Strijki, D., 1974, Vorsovlı Tkaney, Doktora tezi, M.
- Sun LL, Xiong DS and Xu CY., 2013, Application of shear thickening fluid in ultra-high molecular weight polyethylene fabric. J Appl Polym Sci 2013; 129: 1922–1928.
- Surnina N.F., Martinova A.A., 1967, Tehnologiya ĩ oborudovaniye Tkatskogo Proizvodstva, Legkaya Industriya, M., , 258 s.
- Ştompel B.N., 1961, İssledovaniye Tehnologičeskogo Protessa Koşeniya Trav Rotatsionnımi Kosilkami, Minsk, İzd. AN Selhozyaystvennıh Nauk Belorusskoy SSR.
- The Hunted Horse: The Early Hunters, 2015, , <http://www.imh.org/exhibits/online/hunted-horse-early-hunters> Erişim Tarihi:12.02.2015
- Time İ.A., 1970, Soprotivleniye Metala ĩ Dereva Rezaniyu, M.
- Treniye, 1978, İznaşivaniye ĩ Smazka, Spravočnik, V 2-uh knigah, c. 1, Tertip eden İ.V. Kragelskiy ve V.V. Alisin, M., Maşinostroyeniye, 400 s.
- Trent, E., Wright, P., 2000, Metal Cutting:Metal Cutting Operations and Terminology, Fourth Edition, Butterwort-Heinemann, S:18
- Türk Dil Kurumu, 2014, İplik, Erişim Tarihi:31.05.2015, <http://www.tdk.gov.tr>
- Twı-global-Lazer cutting, Job knowledge for welders - Laser cutting: process variants, <http://www.twı-global.com/technical-knowledge/job-knowledge/ laser-cutting-process-variants-053/>, 2014 Erişim Tarihi: 16.10.2014,
- Ultra-Cutter Ultrasonic Cutting Systems, 2013, , http://www.dukane.com/us/PFF_cutting.htm, Erişim Tarihi: 08.10.2014
- Vasilenko İ.F., 1937, Teoriya Rejuşih Apparatov Jatvennıh Maşın, SNTİ, , 159 s.
- Voronina T.İ, 1974, İssledovanie Protsessa Rezaniya Tekstilnıh Materialov Makroplazmennoy Struey, Doktora tezi, Kiyev.

- Vorsoviye 1963, Tkani.İ İskusstvenniy Meh, Tertip eden M.D. Talızın, Rostehizdat, M.,
- Voskresenskiy S.A., 1955, Rezanie Drevesını, M.-L.
- Vvedeniye V., 1977, Teoriyu I Udara, M.
- Wan De Wiele , 2011,, Erişim Tarihi:12.08.2011, <http://www.vandewiele.com>
- Wan De Wiele Makine Kataloğu, 2007
- Wang D, Li J and Jiao Y., 2010, Stab resistance of thermosetimpregnated UHMWPE fabrics. Adv Mater Res 2010; 139–141: 133–136.
- Waterjets, 2014, About Waterjets, Erişim Tarihi: 16.10.2014, http://www.waterjets.org/index.php?option=com_content&task=category§ionid=4&id=46&Itemid=53
- Wikipedia.org, 2014, Steel, , <http://en.wikipedia.org/wiki/Steel> Erişim Tarihi: 30.10.2014
- www.iplikonline.com.tr
- Yazıcıoğlu, G., 1999, Pamuk ve diğer Bitkisel Lifler, DEÜ Müh. Fak. Yayınları:274, İzmir.
- Zahn, S., Schneider, Y., Rohm, H., 2006, Ultrasonic cutting of foods: Effects of excitation magnitude and cutting velocity on the reduction of cutting work. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 7, s. 288-293.
- Zhang, Y., Tao, M., Shen, W., Zhou, Y., Ding, Y., Ma, Y., 2004, Immobilization Of L-Asparaginase On The Microparticles Of The Natural Silk Sericin Protein And Its Characters, Biomaterials 25 (2004), s. 3751–3759.
- Zincometal, 2007, Circular Flat Knife, Bıçak kataloğu, Zincometal S. p. A. İtalya : s.n.
- Zincometal, 2007, Dished Knife, Cotta, Mario. Bıçak kataloğu, Zincometal S. p. A. İtalya : s.n.
- Zincometal, 2007, Score Cut Knife, Bıçak kataloğu, Zincometal S. p. A. İtalya : s.n., 2007.
- Zknives.com, 2011, Chemical Elements Effect On The Steel, Erişim Tarihi: 30.10.2014, <http://zknives.com/knives/steels/steelelements.shtml>
- Zknives.com, 2013, Steel And Metallurgic Terminology Glossary, Erişim Tarihi: 30.10.2014, <http://zknives.com/knives/articles/glossaries/mtlgterms.shtml>.
- Zorev N.N., 1956, Voprosı Mehaniki protsessa Rezaniya Metallov, M., Maşgiz.

EKLER

EK A. Strain gauge ile kesme anında kuvvet ölçümü

1843 Yılında, İngiliz fizikçisi Charles Wheatstone malzemelerin elektrik dirençlerinin ölçülmesi için, bir köprü devresi buldu ve bu köprü devresi malzemedeki çok küçük direnç değişimlerini ölçebilecek hassasiyettedir (Hoffmann, 2012). Bu devre "Wheatstone köprüsü devresi olarak bilinmektedir.

1856 Yılında Lord Kelvin yaptığı deneylerde, bakır ve çelik tellere bir gerilme uygulandığında tellerin direncinin değiştiğini, ayrıca aynı gerilme koşulları altında demirin direncinin bakırın direncine göre daha fazla değiştiğini görmüştür. Kelvin daha sonra Wheatstone Köprüsü deneyi yardımıyla bu direnç değişimlerini ölçmüş ve şu üç önemli sonuca varmıştır:

- 1) Teldeki direnç değişmesi, teldeki yer değiştirmenin bir fonksiyonudur.
- 2) Değişik malzemeler için bu fonksiyon değişiktir.
- 3) Wheatstone Köprüsü yöntemiyle çok küçük dirençlerin ölçümünü yapmak mümkündür.

Daha sonra 1938 yılında California Teknoloji Enstitüsü'nden Simmons ve Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden Ruge adlı fizikçiler strain-gage yöntemini ayrı ayrı birbirlerinden habersiz olarak bugünkü ölçme şeklini geliştirmişlerdir.

Cisimler üzerine uygulanan kuvvetler, elastik ve plastik şekil değişimlerine neden olurlar. Kuvvetlerin doğrultu ve yönlerine bağlı olarak cisim üzerinde çekme, basma eğilme, burulma, burkulma ve bunların bileşimi olan gerilmeler oluşur. Bu gerilmeler, malzemenin dayanım değerlerini aşmıyorsa elastik şekil değişimleri gözlenir. Elastik şekil değişim miktarlarının ölçülme yöntemlerinden bir tanesi strain gauge ölçümleridir.

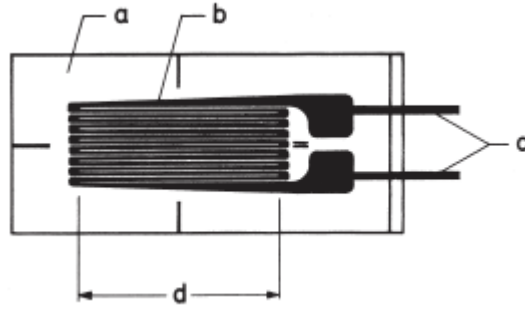
Gerinme, uygulanan kuvvet sonucunda cisimde oluşan şekil değiştirme miktarıdır. Diğer bir deyişle boydaki toplam değişim ΔL 'nin, ilk boy L 'ye oranıdır.

$$Gerinme(\epsilon) = \frac{\Delta L}{L} \quad (A.1)$$

Gerinme pozitif (çekme) veya negatif (basma) değerler alabilir. Pratikte malzemeler üzerinde ölçülen gerinme değerleri çok küçük olduğu için, gerinme genellikle mikro-gerinme ($\mu\epsilon$) ile gösterilir ve gerinme değerinin milyonda biri kadardır.

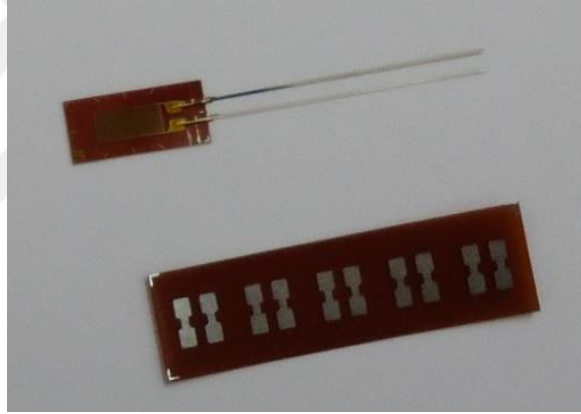
$$\mu\epsilon = \epsilon \cdot 10^6 \quad (A.2)$$

Bir malzemedede oluşan gerinmeyi ölçmek için çoğunlukla strain gauge kullanılır. Strain gauge, elektriksel direnci, maruz kaldığı gerinmeyle orantılı şekilde değişen bir cihazdır. En çok tercih edileni metalik strain gauge'tir. Şekil B.1'de Bir strain gaugenin karakteristik tasarımı görülmektedir.



Şekil A.1. Bir strain gaugenin karakteristik tasarımı. A-Taşıyıcı materyal, b- Ölçüm ızgarası, c-bağlantılar, d-Aktif tel uzunluğu

Metalik strain gauge, ızgara şekline getirilmiş bir metalik tel ve bu telin üzerine lehimlendiği bir taşıyıcıdan oluşur. Strain gauge'ler kesiti çok küçük iletken bir telin çok ince bir şerit üzerine tekrarlı sarımlar şeklinde yerleştirilmesinden oluşur. Şekil A.2'de HBM marka 350 Ω 'luk Metalik Strain Gauge ve lehim terminali görülmektedir.



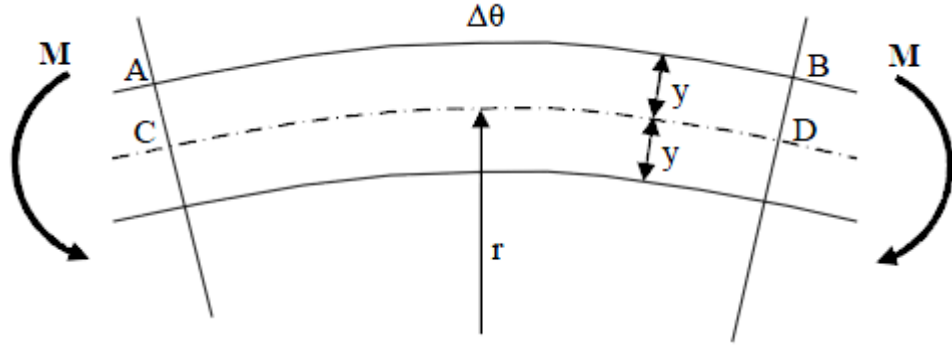
Şekil A.2. HBM Marka 350 Ω 'luk Metalik Strain Gauge ve Lehim Terminali

Strain gauge, şekil değişikliği araştırılacak elemana özel bir yapıştırıcı ile yapıştırılır. Strain gauge'in yapıştırıldığı yüzeyin temiz olması gereklidir. Hangi eksen doğrultusunda şekil değişikliği (birim uzama) ölçülmek isteniyorsa Strain gauge'in o eksen doğrultusunda yerleştirilmesine özen gösterilir. Yüklemeden sonra yapı elemanının şekil değiştirmesine bağlı olarak strain gauge boyca uzayacak veya kısılacaktır. Bu sırada Strain gauge'ler üzerindeki tellerin çapı değişir. Çapı değişen telin direncinde ΔR kadar değişecektir. Böylece malzeme üzerinde oluşan gerinme doğrudan strain gauge'e aktarılır. Aktarılan gerinme strain gauge'in elektriksel direncinde değişime neden olur. Bir metalik telin elektriksel direnci; ρ telin öz direnci, L telin boyu ve A telin kesit alanı olmak üzere;

$$\text{Elektriksel Direnç}(R) = \rho \frac{L}{A} \quad (B.3)$$

formülü ile ifade edilir. Endüstride kullanılan strain gauge'lerin elektriksel dirençleri, 30 ile 3000 Ω arasında değişmektedir. En çok kullanılanları ise 120, 350 ve 1000 Ω dirençli strain gauge'lerdir.

Bir çubuğun eğilme etkisi altındaki elastik davranışı, Şekil A.3'da şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil A.3. Çubuğun yandan görünüşü

Çubuğun üst kenarındaki lifler çekme gerilmesine uğradığından uzar, alt kenarındaki lifler ise basma gerilmesine uğradığından kısalır. Çubuğun CD ile gösterilen eksenini ise teoriye göre eğilmeden önceki boyunu korur. Gerilme ölçümü alüminyum çubuğun sadece üst kenarında yapılacaktır. Bu yüzden gerekli olan büyüklük, AB yayındaki şekil değiştirme miktarıdır.

$$\Delta L = AB - CD = (r + y) \cdot \Delta \theta - r \cdot \Delta \theta = y \cdot \Delta \theta \quad (A.4)$$

şeklinde ifade edilebilir. Çubuğun üst kenarında oluşan gerilme, uzama miktarının ilk uzunluğuna oranı olduğundan;

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{y \cdot \Delta \theta}{R \cdot \Delta \theta} = \frac{y}{r} \quad (A.5)$$

şeklinde ifade edilebilir. Eğilme teorisinden aşağıdaki eşitlik yazılabilir.

$$\frac{E}{r} = \frac{M}{I} = \frac{\sigma}{y} \quad (A.6)$$

Bu eşitlikte; E malzemenin elastiklik modülünü, r eğrilik yarıçapını, M uygulanan eğilme momentini, I çubuğun kesitinin alan atalet momentini veya ikinci alan momentini, σ cisimde oluşan eğilme gerilmesini ve y çubuğun dış kenarından naturel eksene olan uzaklığı ifade etmektedir.

Eğilme bağıntısının ilk eşitliğini kullanarak;

$$\frac{I}{r} = \frac{M}{E \cdot I}$$

bağıntısı elde edilir. Her iki taraf y ile çarpılırsa;

$$\frac{y}{r} = \frac{M \cdot y}{E \cdot I}$$

eşitliğine ulaşılır ki,

$$\varepsilon = \frac{y}{r}$$

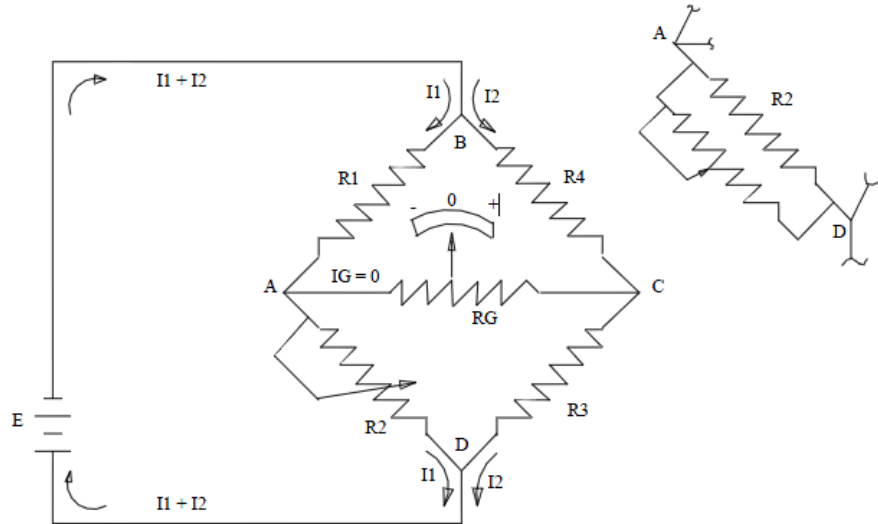
olduğundan ölçüm sonuçlarının karşılaştırılacağı bağıntı bulunur.

$$Gerinme(\varepsilon) = \frac{M \cdot y}{E \cdot I} \quad (B.7)$$

Strain gauge'lerin temel parametrelerinden biri de Gauge Faktörü (GF) denilen ve strain gauge'in gerinmeye karşı hassasiyetini ifade eden parametredir. Gauge faktörü, strain gauge'in elektriksel direncindeki değişim miktarının, gerinmeye yani şekil değiştirme miktarına oranıdır.

$$GaugeFaktörü(GF) = \frac{\Delta R / R}{\Delta L / L} = \frac{\Delta R / R}{\varepsilon} \quad (B.8)$$

Strain Gauge rozetlerinin direnç değişimi Wheatstone köprüsü (Perry, 1962) yardımıyla ölçülebilir.



Şekil B.4. Wheatstone köprü devresi

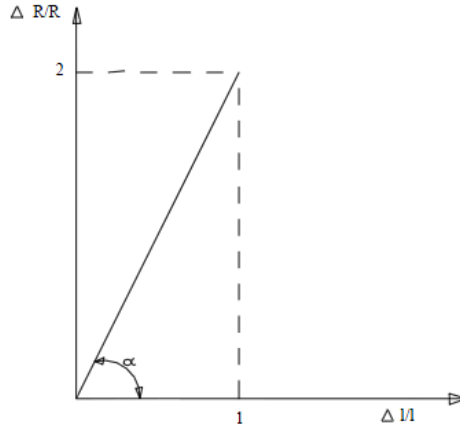
Şekil B.4.'de denge durumunda bulunan bir Wheatstone köprü sistemi gösterilmiştir. Bu durumda [AC] uçlarına bağlayan galvanometre ibresi sıfırı göstermektedir. B noktasındaki akımın dallanması KIRCHOF yasaları ile açıklanabilir. A ve C arasındaki potansiyel farkı sıfır olacağından;

$$\begin{aligned} E_{B-A} &= E_{B-C} & I_1 \cdot R_1 &= I_2 \cdot R_4 \\ E_{A-D} &= E_{C-D} & I_1 \cdot R_2 &= I_2 \cdot R_3 \end{aligned}$$

Yukarıdaki denklemleri taraf tarafa oranlarsak;

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_4}{R_3} \quad R_1 = \frac{R_4}{R_3} R_2$$

Burada R_1 , Strain Gaugenin direncidir. Strain Gauge deformasyon sonunda uzar veya kısalır. Sonuçta meydana gelen direnç değişimini R_4/R_3 oranına bağlı olarak R_2 'den bulabiliriz. Parça şekil değişikliğine uğradıktan sonra galvanometre sıfırlanarak R_1 'deki değişim saptanır. R_1 'deki değişme miktarı ile birim uzama arasında sabit bir oran vardır. Şekil B.5'de K = Strain Gauge sabitigörülmrktir. Bu sabit genellikle 2'dir.



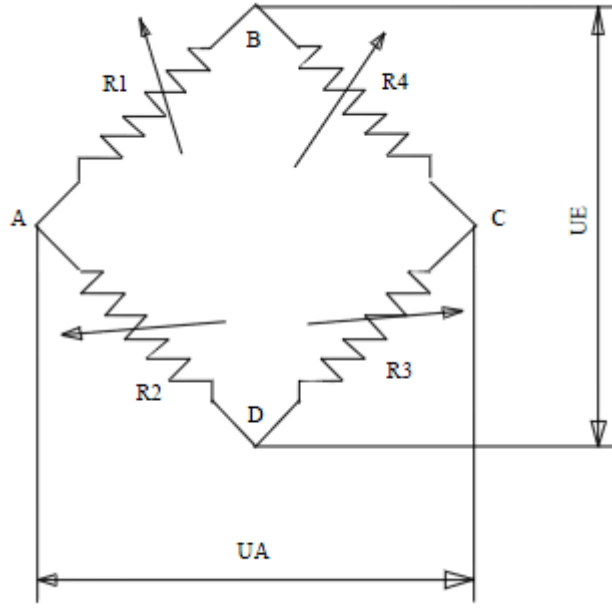
Şekil B.5. K - Katsayısı

Yukarıda anlatılan yöntemde yapıştırılan Strain Gauge yalnızca bir tanedir, diğer dirençler ölçme aletinin üzerinde olanlardır. Bu tür devrelere çeyrek köprü devreleri denir. Eğer köprü devresindeki dirençlerin dördü de parça üzerine yapıştırılmış ise bu tür devrelere tam köprü devreleri denir. Şekil B.6'da Weatson köprüsü görülmektedir. Hesap yöntemi aşağıdaki gibidir;

$$\frac{V_o}{V_s} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_4}{R_3 + R_4} = \frac{R_1 \cdot R_3 - R_2 \cdot R_4}{(R_1 + R_2) \cdot (R_3 + R_4)} \quad (B.9)$$

Denge durumunda $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$ ve $U_A = 0$ 'dır.

$$\frac{V_o}{V_s} = \frac{1}{4} \left(\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_4}{R_4} \right) \quad (B.10)$$

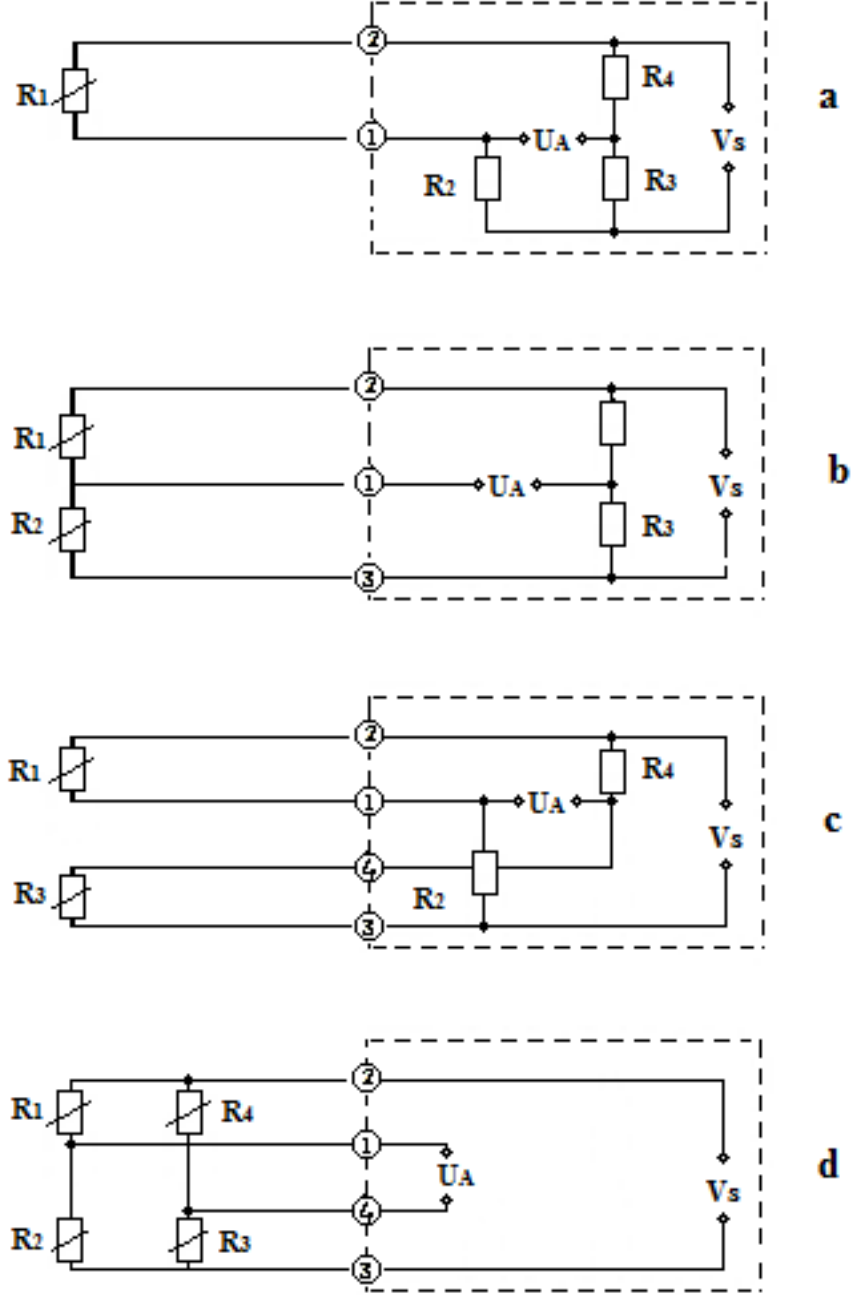


Şekil B.6. Aktif gage ile wheatstone köprüsü

Pratikte köprü kollarındaki relatif değişimin çıkış voltajı ile orantılı olmasını sağlamak için, $R_1 - R_2$ ve $R_3 - R_4$ çiftleri eşit olacak şekilde veya hepsi eşit olacak şekilde seçilir. Eğer $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ ve $\Delta R/R = k \cdot \varepsilon$ kabulleri yapılırsa;

$$\frac{V_o}{V_s} = \frac{k}{4} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4) \quad (B.11)$$

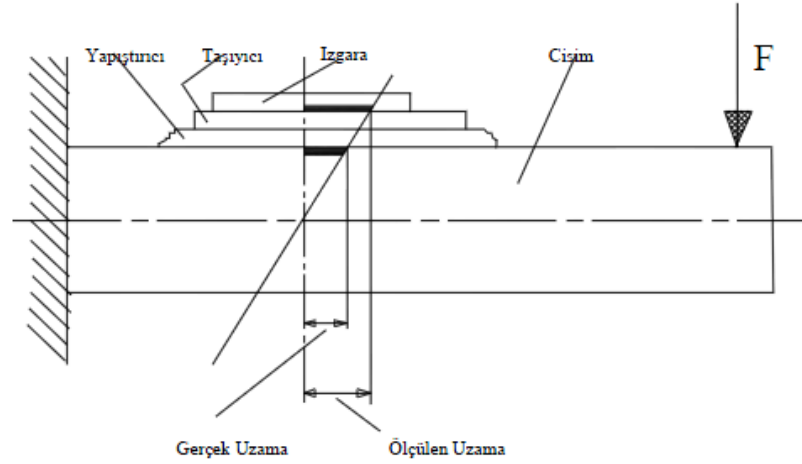
olur. Yukarıda belirtilen köprülerin haricinde sadece iki Strain Gauge'nin parçaya yapıştırıldığı yarım köprü devreleri vardır. Bu devrelerin hepsi Şekil B.7.'de topluca gösterilmiştir (Hoffman, 2012).



Şekil B.7. Wheatstone Köprü Devreleri. a- Çeyrek köprü, b- Yarım köprü, c- Çift çeyrek veya çapraz köprü, d- Tam köprü

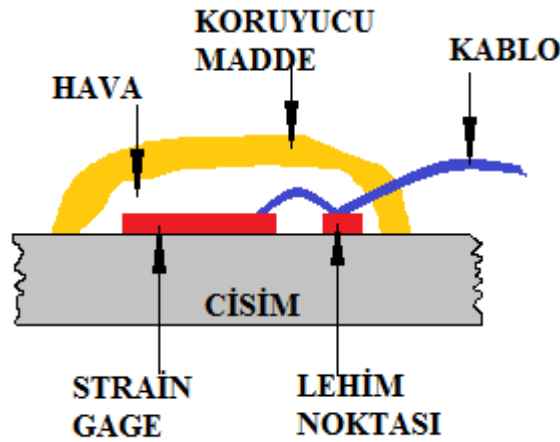
Strain Gauge yapıştırıldığı yüzeyde, yapıştırıldığı elemanın uğradığı şekil değişimi kadar şekil değişimi göstermelidir. Bu sebeple Strain Gauge yapıştırılmasında tam bir temas sağlanmalı, yapıştırıcı içinde hava boşluğu kalmamalıdır. Strain Gaugenin yapıştırılacağı yüzeyin düzgün olması gerekmektedir. Eğer parça yüzeyinde pas, pürüzler v.s. varsa önce kalın daha sonra ince zımpara ile temizlenir. Normal gerilme analizinin yapılacağı yüzeylerin 1.5 - 3 μm ortalama pürüzlülüğe sahip olması gerekir. Yüksek uzama olan yüzeylerin ortalama pürüzlülüğü 6 μm olmalıdır. Bu değerlerden düşük bir pürüzlülük parça ile Strain Gauge arasında kayma meydana getirir. Fazla pürüzlülük ise yapıştırıcı içinde hem hava boşluğu yapar hem de Strain Gaugenin parça uzamasından farklı bir uzama yapmasına neden olur.

Dönüştürücü üretiminde ise ortalama yüzey pürüzlülüğü 0.5 - 1.5 μm civarında olmalıdır. Şekil B.8’de görüldüğü gibi yapıştırıcı kalınlığı bizi tarafsız eksenden uzaklaştırdığı için minimum olmalıdır.



Şekil B.8. Yapıştırıcı kalınlığının etkisi

Pürüzlülük ayarlandıktan sonra yüzey Karbon Tetra Klorür veya Aseton gibi çözücüler ile yağ ve organik yabancı maddelerden temizlenir. Daha sonra yüzeye yapıştırıcı sürülerek Strain Gauge, parça üzerine hava tabakası kalmayacak şekilde yerleştirilir. Strain Gauge sıkıştırma mandalları yardımıyla kurumaya bırakılır. Çalışma sıcaklığı 65 °C'ye kadar olan Strain Gauge 'lerde termoplastik yapıştırıcı (aseton içinde eritilmiş sellüloid), 65 °C - 220 °C arasında ise fenol reçineleri içeren bileşikler kullanılır. Yapıştırıcının kurduğunu anlamak için Strain Gauge ile deney parçası arasındaki dirence bakılır. Statik deneyler için bu direnç 50 M Ω , dinamik deneyler için 20 M Ω değerlerinden az olmamalıdır. Daha sonra Strain Gauge ölçme aletine bağlanır. Strain Gaugeler uzun süre kullanılacak ise veya rutubet ile ısıdan korunması gereken durumlarda; Şekil B.9’ da görüldüğü gibi üzerileri özel bir maddeyle kapatılır.



Şekil B.9. Üzeri koruyucu madde ile kaplanmış strain gauge

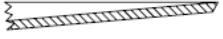
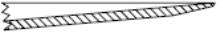
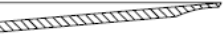
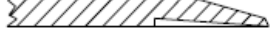
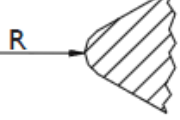
Strain gaugeler, dünya çapında endüstrinin her alanında artan bir hızla ve birçok uygulamada kullanılmaktadır. Örneğın;

- Kantar, tartı, depo ve araçlardaki yük hücresinde,
- Köprüler ve binalar gibi yapıların denetiminde,
- Otomotiv, uzay, ilaç, proses, petrol ve gaz ve güç üretimi sanayilerindeki ar-ge uygulamalarında,
- Hemen hemen endüstrinin diğerk tüm alanlarında kullanılmaktadır.



EK B.KESMEDE KULLANILAN YUVARLAK BIÇAK ÖRNEKLERİ

Endüstride kullanılan yuvarlak bıçaklar kullanım yerlerine ve kesecekleri materyallere göre değişik tiplerde üretilmektedir(Zincometal- Dished Knife, 2007). Şekil B.1’de yuvarlak bıçak tipleri, uç formları ve ölçüleri görülmektedir.

Bıçak tipi		dış çap D mm	iç çap d mm	kalınlık S mm	Uç formu
Yuvarlak Bıçak		62 200	40 80	0,8 4	 tek açılı  çift açılı  iç bükey
		90 203,2	60 73,5	1,2 5	 tek açılı
		90 203,2	60 73,5	1,2 5	 çift açılı
Dairesel Düz Bıçaklardır		90 203,2	60 73,5	1,2 5	 içine konik girintili
		76,2 180	19 70	1,2 7	 R

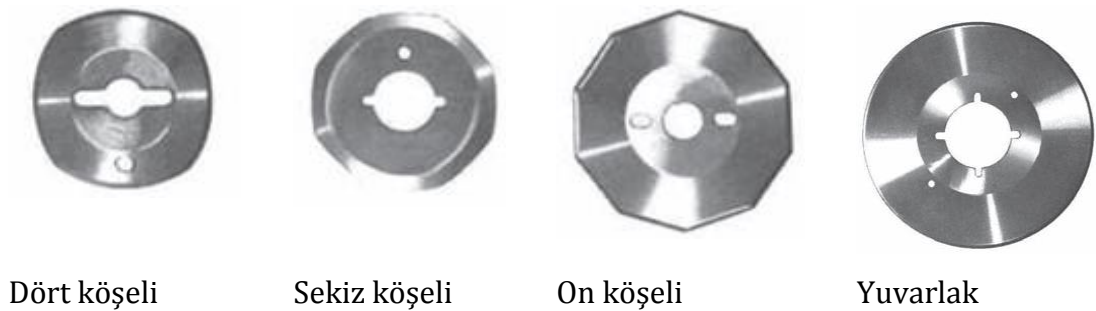
Şekil B.1. Yuvarlak bıçak tipleri

Döner bıçaklı kesim makinelerikumaş katlarının kullanışlı bloklar haline getirilmesi için yapılan kaba kesimde, hafif eğimli veya düz hatların kesiminde ya da az katlı kumaş katlarının kesiminde kullanılır. Burada kumaş katlarının kesim yüksekliği bıçağın yarıçapı ile sınırlıdır. Şekil B.2’de döner bıçaklı kesim makinelerinde kullanılan yuvarlak ve köşeli bıçaklar görülmektedir (Goldstartool, 2011).



Şekil B.2.Dairesel bıçak tipleri

Yuvarlak bıçaklı el kesim makinesigenellikle az kat sayısına sahip pastallar için kullanılan el bıçağıdır. Yuvarlak bıçaklı el kesim makinesinde Şekil B.3’da da görüldüğü gibi yuvarlak ve köşegen biçimli bıçaklar kullanılır(Maier-unitas, 2009). Dört köşeli bıçak kalın kumaşlarda, sekiz ile on köşeli bıçak normal ve yuvarlak bıçak ince kumaşlarda kullanılır.



Şekil B.3. Yuvarlak bıçaklı el kesim makinesi bıçak tipleri

Bant bıçaklı kesim makinesi (hizar) bıçağın sabit, kumaşın hareketli olduğu bir kesim makinesidir. Bant bıçaklı makineler temel olarak bantlı testere

makinelerinin aynısıdır. Hızar makinesinde kesimi yapılacak materyalin özelliklerine göre Şekil B.4’de görüldüğü gibi farklı biçimlerde kesici ağızlara sahip bantlar kullanılır (Özbilim, 2010).”



Şekil B.4. Bant bıçaklı kesim makinesinin bantlarının kesici ağız tipleri

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gülhan PINARLIK
Doğum Yeri ve Yılı : Malatya, 1968
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : gulhan.pinarlik@usak.edu.tr



Eğitim Durumu

Lise : İzmir Eşrefpaşa Lisesi - 1985
Lisans : Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Bölümü
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Bölümü
Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Bölümü

Mesleki Deneyim

Rateks (Rateks Tekstil San. ve Tic. AŞ.)	1991
Demsan(Denizli Mensucat San. ve Tic. AŞ.)	1991
Uşak Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi	1991-1995
Afyon Kocatepe Üniversitesi Uşak Meslek Yüksekokulu	1995-2006
Uşak Üniversitesi Meslek Yüksekokulu	2006-2015
Uşak Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu	2015-...(halen)

Yayınları

Pınarlık, G., 2010, Geçmişten Günümüze Uşak'ta Tekstil Sektörü, Uşak Sanat Dergisi, sayı:2 s:16-17
Pınarlık, G., 2014, Çarpana Dokumalar, Uşak Sanat Dergisi, sayı:5 s:26-27
Pınarlık, G., Abdulla, G., 2015, Kesme Yöntemleri, Yekarum e-dergi, Mayıs 2015.
Pınarlık, G., Şenol, M.F., 2012, İkinci Kullanım Tekstil Liflerinden Yapılan Open-End Rotor İpliklerinin Özellikleri, 1. Ulusal Geri Kazanım Kongre ve Sergisi, Uşak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, S: