

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEKSTİL MAKİNELERİNDE KULLANILAN SİLİNDİRLER
VE SİLİNDİR KAPLAMA MALZEMELERİNİN BAZI
MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tek.Öğr. Mesut MANTARLAR

**Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE EĞİTİMİ
Tez Danışmanı : Prof. Dr. İbrahim ÖZSERT**

Eylül 2006

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL MAKİNALARINDA KULLANILAN SİLİNDİRLER
VE SİLİNDİR KAPLAMA MALZEMELERİNİN BAZI
MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tek.Öğr. Mesut MANTARLAR

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE EĞİTİMİ

Bu tez 20 / 09 /2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İbrahim ÖZSERT
Jüri Başkanı

Doç. Dr. Osman ELDOĞAN
Üye

Yrd.Doç.Dr. Yavuz SOYDAN
Üye

TEŞEKKÜR

Tezin hazırlanması aŐamasında bana her türlü desteği veren danıŐmanım sayın Prof Dr. İbrahim Özsert'e, tüm Makine Eğitimi bölümü hocalarıma, laboratuvar çalıŐmalarım da yardımını esirgemeyen laboratuvar teknikeri Züleyha Gedikli'ye ve numune almamda Őirketinin imkanlarını sunan sayın Ali Karen'e teŐekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca çalıŐmalarımı yapmak için iÇ yerinden bana izin veren sayın Fatih Uçar'a da teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
ENDÜSTRİDE KULLANILAN SİLİNDİRLER.....	3
2.1. Silindirler ve Kullanım Alanları.....	3
2.2. Yapım Özelliklerine Göre Silindir Çeşitleri.....	4
2.2.1. Dolu silindirler.....	4
2.2.2. Muylulu silindirler.....	5
2.2.3. Flanşlı silindirler.....	6
2.3. Silindirlerin Kaplanması.....	7
BÖLÜM 3.	
KALANDIR MAKİNELERİ VE KALANDIR MAKİNALARINDA KULLANILAN SİLİNDİRLERİN ÖZELLİKLERİ.....	9
3.1. Kalandırlamanın Amacı.....	9

3.2. Kalandırlamanın Esası.....	9
3.3. Kalandırlama Sonucunu Etkileyen Faktörler.....	11
3.4. Makine Konstrüksiyonu ve İşlem Koşullarının Kalandırlamaya Etkisi.....	12
3.5. Kalandır Makineleri.....	14
3.6. Kalandır Çeşitleri.....	17
3.6.1. Rolik kalandırlama.....	17
3.6.2. Friksiyon kalandırlama.....	19
3.6.3. Sire kalandırlama.....	20
3.6.4. Çinz kalandırlama.....	21
3.6.5. Simili merserize kalandır.....	23
3.6.6. Şezing kalandır.....	24
3.6.7. Matlaştırma kalandır.....	27
3.6.8. Yivli kalandır, ipek bitim kalandır.....	28
3.6.9. Gofre kalandır, kabartma baskı kalandır.....	29
3.6.10. Sahte muare kalandır.....	33
BÖLÜM 4.	
SİLİNDİRLERİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE STATİK ANALİZİ..	34
4.1. Değişik Tipteki Silindirlerde Oluşan Gerilmeler.....	34
4.2. Dolu Silindir Analiz Sonuçları.....	36
4.3. Muylulu Silindir Analiz Sonuçları.....	38
4.4. Flanşlı Silindir Analiz Sonuçları.....	39
4.5. Sonuçların Karşılaştırılması.....	41
BÖLÜM 5.	
UYGULAMADA KIRILAN SİLİNDİRLER	43
5.1. Silindirlerin Kırılma Nedenleri.....	43
5.2. Çalışma Esnasında Kırılan Silindirler.....	43
5.2.1. İncelenen silindirler ve modeller.....	43
5.2.1.1. Silindir I.....	43
5.2.1.2. Silindir II.....	44
5.2.1.3. Silindir III.....	45

5.2.2. İncelenen silindirlerin analiz sonuçları.....	46
5.2.2.1. Silindir I.....	46
5.2.2.2. Silindir II.....	49
5.2.2.3. Silindir III.....	51
BÖLÜM 6.	
SİLİNDİR KAPLAMA MALZEMELERİ.....	53
6.1. Silindir Kaplamalarının Genel Özellikleri.....	53
6.2. Plastikler.....	54
6.2.1. Tanım ve tarihçe.....	54
6.2.2. Plastik maddelerin çeşitleri.....	55
6.2.3. Poliüretan.....	57
6.3. Kauçuk.....	58
6.3.1. Tanım ve tarihçe.....	58
6.3.2. Kauçuk çeşitleri.....	60
6.3.2.1. Neopren.....	61
6.3.2.2. Hypalon.....	61
6.3.2.3. Tabii kauçuk.....	62
BÖLÜM 7.	
SİLİNDİR KAPLAMA MALZEMELERİNİN İNCELENMESİ.....	63
7.1. Araştırmada İncelenen Kaplama Malzemeleri.....	63
7.2. Yöntemler.....	64
7.2.1. Çekme gerilmesi ve uzama özelliklerinin tayini.....	64
7.2.2. Sertlik tayini.....	68
7.2.3. Yoğunluk tayini.....	70
7.2.4. Aşınma direnci tayini	71
7.2.5. Yırtılma mukavemeti tayini.....	74

BÖLÜM 8.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	78
8.1. Kaplama Malzemesi Deneş Sonuçları.....	78
8.1.1. HPPU Bayer poliüretan malzemesinin deneş sonuçları.....	78
8.1.2. Polikoropren (Neopren W) malzemesinin deneş sonuçları...	80
8.1.3. Klorosülfonlanmış polietilen (Duapond Hypalon 40) malzemesinin deneş sonuçları.....	81
8.1.4. Tabii kauçuk malzemesi deneş sonuçları.....	83
8.2. Malzeme Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	84
8.2.1. Aşınma miktarı yönünden sonuçların karşılaştırılması.....	84
8.2.2. Kopma dayanımı yönünden sonuçların karşılaştırılması.....	85
8.2.3. Kopma uzaması yönünden sonuçların karşılaştırılması.....	87
8.2.4. Yırtılma dayanımı yönünden sonuçların karşılaştırılması.....	88

BÖLÜM 9.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	90
KAYNAKLAR.....	92
ÖZGEÇMİŞ.....	94

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Aşınma kaybı
d	: Numune yoğunluğu
d_s	: Deneş parçasının ölçülen kalınlıklarının orta değeridir.
E	: Uzama
F	: Tatbik edilen maksimum kuvvet
F_b	: Kopma Anında Kaydedilen Kuvvet
H_A	: A tipi durometre ile okunan sertlik
HPPU	: Yüksek performanslı poliüretan
IRHD	: Uluslar arası kauçuk sertlik derecesi
L_b	: Kopma anındaki deneş uzunluğu
L_o	: Başlangıçta işaretli noktalar arasındaki uzunluk
M_1	: Deneş Parçasının Havadaki Net Kütlesi
M_2	: Deneş parçasının su içindeki kütlesi – deneş parçasının hacmine eşit hacimdeki suyun kütlesinin çıkarılması
NBR	: Nitril bütadiyen kauçuk
PUA	: Poliüretan lif
PUE	: Poliüretan elastomer
S_a	: Standart numune aşınma ağırlık farkı
TS	: Kopma mukavemeti
T_s	: Yırtılma mukavemeti
TSE	: Türk standartları enstitüsü
W_1	: Deneş parçasının dar kısmının kesiti
Δm	: İlk ağırlık - aşınma sonrası ağırlık

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Endüstride kullanılan bazı silindirler.....	4
Şekil 2.2. Kaplanmış dolu silindir.....	5
Şekil 2.3. Muylular ve silindir.....	5
Şekil 2.4. Kaplanmış muylu silindir	6
Şekil 2.5. Flanşlar geçirilmiş mil ve silindir	6
Şekil 2.6. Kaplanmış flanşlı tip silindir	7
Şekil 2.7. Kaplama sarılması işlemi.....	7
Şekil 2.8. Kaplama sarılan silindirin taşlama işlemi	8
Şekil 3.1. İki silindirli basit kalandırdan kumaş geçişi (Küsters).....	10
Şekil 3.2. İki silindirli kalandır (Farmen Norton).....	10
Şekil 3.3. Beş silindirli kalandır ve kumaş geçişi (Küsters).....	11
Şekil 3.4. Kalandırlama ile kumaş yapısında ki değişim.....	12
Şekil 3.5. Kalandır silindirleri (Guarneri).....	12
Şekil 3.6. Poliamid ve çelik yüzeyli kalandırlardan oluşan iki silindirli rolik kalandır konstrüksiyonu (Küsters).....	13
Şekil 3.7. İçten ısıtılabilen özel kaplamalı “Racolan” kalandır silindiri (R.klenewefers).....	15
Şekil 3.8. Üç silindirli kalandır makinesi (Polteks).....	15
Şekil 3.9. Beş silindirli universal kalandır ve kumaş geçişleri.....	16
Şekil 3.10. Değişik efektler için kalandır silindirleri.....	16
Şekil 3.11. Üç silindirli universal kalandır da rolik kalandırlama (R. Klenewefers).....	17
Şekil 3.12. Rolik kalandırlama için kumaşın beş silindirli universal kalandırdan çeşitli geçiş şekilleri.....	18
Şekil 3.13. Friksiyon kalandır ve kumaş geçişi.....	19

Şekil 3.14. İki friksiyon silindirine sahip kalandır(R.Kleinewefers).....	20
Şekil 3.15. İki çelik silindirli friksiyon kalandır.....	21
Şekil 3.16. Reçine apresi ve kalandırlama kombinasyonu.....	22
Şekil 3.17. Çinz kumaş.....	22
Şekil 3.18. Şezing kalandırdan kumaş geçirilişi (ikili).....	24
Şekil 3.19. Şezing kalandırdan kumaş geçirilişi (tekli).....	24
Şekil 3.20. Şezing kalandır makinesi (Küsters).....	25
Şekil 3.21. Şezing kalandır makinesinde kumaş geçiş şekli (Küsters).....	26
Şekil 3.22. Şezing kalandır normal kalandır kombinasyon (Küsters).....	26
Şekil 3.23. Su empregneli şezing kalandır.....	27
Şekil 3.24. Ünlversal kalandırda matlaştırma için kumaş geçişi.....	27
Şekil 3.25. F- Yivli (gravürlü) kalandır silindirinin büyütölmüş görünüşü..	28
Şekil 3.26. Kabartma desenli kumaşlar.....	29
Şekil 3.27. Gofre kalandırlama; a) Elastik silindir (Küsters).....	30
Şekil 3.28. Gofre kalandır (Küsters).....	30
Şekil 3.29. Gofre desenli kalandır silindirleri.....	30
Şekil 3.30. Kabartma desenli kumaş.....	32
Şekil 3.31. Sahte muare kumaş.....	33
Şekil 3.32. Hakiki muare kumaş.....	33
Şekil 4.1. Karşılaştırma için teorik olarak seçilmiş silindirler.....	35
Şekil 4.2. Mesh edilmiş (Bölüntölenmiş) silindir.....	36
Şekil 4.3. Dolu mil Von Mises gerilme dağılımı (MPa)	36
Şekil 4.4. Dolu mil Von Mises gerilme dağılımı (yakın görünüş) (MPa)...	37
Şekil 4.5. Dolu silindir yerdeğıştirmeleri (mm).....	37
Şekil 4.6. Muylulu silindir Von Mises gerilme dağılımı (MPa)	38
Şekil 4.7. Muylulu silindir Von Mises gerilme dağılımı (yakın görünüş) (MPa)	38
Şekil 4.8. Muylulu silindir yerdeğıştirmeleri (mm)	39
Şekil 4.9. Flanşlı silindir Von Misses gerilme dağılımı (MPa)	40
Şekil 4.10. Flanşlı silindir Von Misses gerilme dağılımı (yakın görünüş) (MPa)	40
Şekil 4.11. Flanşlı silindir deformasyon analizi (mm)	41
Şekil 4.12. Maksimum stres yönünden sonuçların karşılaştırılması	42

Şekil 4.13. Maksimum yer değiştirme yönünden sonuçların karşılaştırılması.....	42
Şekil 5.1. Muyluları çatlayan silindir I' in genel ölçüleri.....	44
Şekil 5.2. Muylusu kırılan silindir II' in genel ölçüleri.....	45
Şekil 5.3. Muylusu kırılan silindir III' ün genel ölçüleri.....	46
Şekil 5.4. Silindir I Von Mises gerilme dağılımı (MPa).....	47
Şekil 5.5. Silindir I Von Mises gerilme dağılımı (yakın görünüş) (MPa)....	47
Şekil 5.6. Silindir I yerdeğiştirmeleri (mm)	48
Şekil 5.7. Silindir II Von Mises gerilme dağılımı (MPa)	49
Şekil 5.8. Silindir II Von Mises gerilme dağılımı (yakın görünüş) (MPa)..	49
Şekil 5.9. Silindir II yerdeğiştirmeleri (mm)	50
Şekil 5.10. Silindir III Von Mises gerilme dağılımı (MPa)	51
Şekil 5.11. Silindir III Von Mises gerilme dağılımı (yakın görünüş) (MPa).....	51
Şekil 5.12. Silindir III yerdeğiştirmeleri (mm).....	52
Şekil 6.1. Poliüretanlarda tekrarlanan birim	57
Şekil 6.2. Tabi kauçuğun elde edilişi.....	59
Şekil 7.1. Kaşık tipi deney parçasının şekli.....	64
Şekil 7.2. Kaşık tipi deney parçası için kesme kalıbı ölçüleri.....	65
Şekil 7.3. Çekme cihazı.....	66
Şekil 7.4. Masaüstü durometre.....	68
Şekil 7.5. A tipi durometre batıcı ucu.....	69
Şekil 7.6. Cihazın şematik gösterimi.....	72
Şekil 7.7. Aşındırma cihazı.....	73
Şekil 7.8. Açılı deney parçası kalıbı.....	75
Şekil 8.1. Poliüretan malzeme için çekme cihazı ile yapılan deney sonuçları grafik gösterimi.....	79
Şekil 8.2. Neopren malzeme için çekme cihazı ile yapılan deney sonuçları grafik gösterimi.....	80
Şekil 8.3. Hypalon malzeme için çekme cihazı ile yapılan deney sonuçları grafik gösterimi.....	82
Şekil 8.4. Tabii kauçuk malzeme için çekme cihazı ile yapılan deney sonuçları grafik gösterimi.....	83

Şekil 8.5. Kaplama malzemelerin aşınma yönünden karşılaştırılması grafiksel gösterimi.....	85
Şekil 8.6. Kaplama malzemelerin kopma dayanımı yönünden karşılaştırılması grafiksel gösterimi.....	86
Şekil 8.7. Kaplama malzemelerin kopma uzaması yönünden karşılaştırılması grafiksel gösterimi.....	87
Şekil 8.8. Kaplama malzemelerin yırtılma dayanımı yönünden karşılaştırılması grafiksel gösterimi.....	88

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1. Analiz sonuçlarının karşılaştırılması	41
Tablo 5.1. Silindir I analiz sonuçları.....	48
Tablo 5.2. Silindir II analiz sonuçları.....	50
Tablo 5.3. Silindir III analiz sonuçları.....	52
Tablo 6.1. Genel özelliklerine göre plastik çeşitleri.....	55
Tablo 6.2. Kauçuk çeşitleri.....	60
Tablo 7.1. Kauçuk ve poliüretan kaplama malzemelerinin genel özellikleri	63
Tablo 7.2. Kauçuk ve poliüretan kaplama malzemelerinin birim fiyatı.....	64
Tablo 7.3. Kaşık tipi deney parçası için kesme kalıbı boyutları.....	65
Tablo 8.1. Poliüretan malzeme için deney sonuçları gösterimi.....	79
Tablo 8.2. Neopren malzeme için yapılan deney sonuçları.....	81
Tablo 8.3. Hypalon malzeme için yapılan deney sonuçları.....	82
Tablo 8.4. Tabii kauçuk malzeme için yapılan deney sonuçları.....	84
Tablo 8.5. Kaplama malzemelerin yoğunluk değerleri.....	84
Tablo 8.6. Kaplama malzemelerin aşınma yönünden karşılaştırılması.....	85
Tablo 8.7. Kaplama malzemelerin kopma dayanımı yönünden karşılaştırılması.....	86
Tablo 8.8. Kaplama malzemelerin kopma uzaması yönünden karşılaştırılması.....	87
Tablo 8.9. Kaplama malzemelerin yırtılma dayanımı yönünden karşılaştırılması.....	88

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Tekstil makinaları, Silindirler, Kaplama malzemeleri, Mekanik özellikler, Sonlu elemanlar tekniği.

Endüstride kullanılan bir çok makinada olduğu gibi, tekstil makinalarında da dolu, muylulu ve flanşlı silindirler kullanılmaktadır. Bu silindirler kullanım alanlarına göre kaplamalı veya kaplamasız olarak yapılabilmektedir. Tekstil makinalarında en çok kullanılan kaplama malzemesi poliüretan ve kauçuk malzemelerdir. Bunun yanında krom, polyamid, epoxy ve teflon gibi kaplama türleride kullanılmaktadır.

Silindirde görülen sorunlar, silindirin aşınması, çatlaması ya da kırılması ve kaplama malzemelerinin değiştirilmesinin gerekli olmasıdır.

Bu çalışmada tekstil makinalarında kullanılan silindirler incelenmiş ve bazı sorunlar ortaya konulmuştur. Bu amaçla sorunlu silindirler sonlu elemanlar tekniği ile statik analizi yapılmış, kaplama malzemeleri mekanik özellikleri yönünden karşılaştırılmıştır

THE ROLLERS FOR TEXTILE MACHINES AND DETERMINATION OF SOME MECHANICAL PROPERTIES OF ROLLER COVERING MATERIALS

SUMMARY

Key words: Textile machines, coating materials, mechanical properties, finite element analysis

As with many industrial machine tools, textile machines use a number of different rollers. These rollers can be coated or uncoated, depending on their specific functions on the machine tool. The coating materials generally used in textile machinery are polyurethane and rubber. In addition chrome, polyamide, epoxy and teflon are also used for some coating applications.

The problems of rollers are wear, fracture or cracks and replacement of coating materials.

In this study, rollers employed on textile machinery were examined in order to identify related problems. For this purpose static finite element analysis was performed for discarded rollers. In addition coating materials were compared in terms of their mechanical properties.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Ülkemizin önemli sektörlerinden biri olan tekstil sektöründe kullanılan tekstil makinalarının en önemli parçası silindirlerdir. Silindirlerin tekstil sektöründe oldukça yaygın bir kullanım alanı vardır. Silindirler aynı zamanda kağıt-ağaç, matbaa , deri, demir-çelik ve ambalaj sanayinde de çok yaygın olarak kullanılır. Silindirler yapım usulüne göre dolu, flanşlı, veya muylu olarak yapılmaktadır. Silindirlerin dış yüzeyi kaplamalı veya kaplamasız olabilmektedir. Kaplama yapılacak olan silindirlerde kaplamaların cinsine kullanım alanlarına göre karar verilir.

Silindirler üzerinde en çok kullanılan kaplama malzemeleri plastik ve kauçuk esaslı malzemelerdir. Bunların dışında krom ve teflon türü kaplamaların da oldukça yaygın kullanım alanları vardır. Tekstil sektöründe kullanılan silindirlere en çok kaplanan polimer esaslı malzemeler poliüretan ve poliamidtir. En çok kaplanan kauçuk esaslı malzemeler ise Tabi kauçuk, Ebonit, Polikoropren (Neopren), Klorosülfonlanmış Polietilen (Hypalon), Etilen-Propilen kauçuk (E.P.D.M) ve Nitril Kauçuk (NBR) dir. Silindirlerin üzerine kaplanan bu kauçuk malzemelerin kaplama işi dışında otomotiv den inşaat ve sağlık sektörüne kadar pek çok kullanım alanları da mevcuttur. Kaplama malzemelerinin özellikleri ve sektörel kullanımları konusunda üretici firmaların yayınlamış olduğu çalışmaları vardır. Bunların dışında konuyla dolaylı olarak ilişkili bazı çalışmalar bulunmaktadır [1, 2].

Endüstri sektöründe kullanılan silindirlere uygulanan kuvvet ve çalışma şartlarına (sıcaklık, kimyasal vb) bağlı olarak belli bir süre sonunda kaplamalarında oluşan deformasyon nedeniyle kaplamaları değiştirilir. Belli bir süre çalışan silindir metalinde de çalıştığı yüke bağlı olarak rulman bölgelerinde aşınmalar, silindir yüzeyinde çatlamlar ve muylu bölgelerinde de kırılmalar görülmektedir. Bir konveyör hattındaki yük iletme silindirlerinde meydana gelen burulma gerilmeleri üzerine yapılan bir araştırmada en büyük gerilmelerin kesit değişiminin olduğu

bölgelerde olduğu bildirilmiştir[3]. Kuşkusuz bir makina tasarımında genel kinematik taslak çerçevesinde makinayı oluşturan parçaların ayrı ayrı tasarımını yapılmaktadır[4].

Bu çalışmanın amacı ülkemizde tekstil makinalarında kullanılan silindirler ile kaplama malzemelerini incelemek, sektörün bu alandaki bazı sorunlarını ortaya koymaktır. Bu amaçla silindirlerin endüstride kullanım alanları ve silindir tipleri ikinci bölümde, kalandır makineleri ve kalandır makinalarında kullanılan silindirlerin özellikleri üçüncü bölümde, silindirlerin sonlu elemanlar yöntemi ile statik analizi dördüncü bölümde, uygulama esnasında kırılan silindirler beşinci bölümde, silindir kaplama malzemelerinin genel özellikleri altıncı bölümde, deneylerin yapılışında kullanılan meteryal ve yöntemler yedinci bölümde, incelenen bazı kaplama malzemeleri test sonuçları sekizinci bölümde verilmiştir. Son bölümde bu alanda görülen sorunların çözümüne ve ileriki çalışmalara yönelik bazı önerilerde bulunmuştur.

BÖLÜM 2. ENDÜSTRİDE KULLANILAN SİLİNDİRLER

2.1. Silindirler ve Kullanım Alanları

Silindirler çok sayıda sektörde kullanılmakla beraber en önemlileri aşağıdaki gibidir [5].

Tekstil sanayi kullanım alanları: Kalandır silindirleri, fular silindirleri, yüzey (S vals) silindirleri, balon sıkma silindirleri, haşıl (dayko) silindirleri, anti statik manşon silindirleri, kasar silindirleri, apre silindirleri, merseze silindirleri, kanallı açıcı silindirler, spiral sargılı silindirler, ütü silindirleri, ısıtma silindirleri, soğutma silindirleri, kenar açma (parmak tutucular) silindirleri, sevk silindirleri, bantlı kurutma silindirleri, halat sıkma silindirleridir (Şekil 2.1).

Kâğıt-ağaç sanayi kullanım alanları: Göğüs valsleri, keçe ve elek sevk valsleri, laminasyon merdaneleri, pres silindirleri, gofraj silindirleri, vakum silindirleri, eğri silindirler, zımpara merdaneleri, kanallı tutkallama silindirleridir.

Matbaa sanayi kullanım alanları: Ofset makina merdaneleri, ozalit merdaneleri, serigrafi merdaneleri, ebonit merdaneleri, jelatin merdaneleri, su merdaneleridir.

Deri sanayi kullanım alanları: Kürk ve normal etleme, zımpara merdaneleri, linetoz, finiflex merdaneleri, yün yıkama, sıkma ve açıcı merdaneleri, jumbo merdaneleri, yağ taş merdaneleridir.

Demir-çelik sanayi kullanım alanları: Çekici merdaneler, yıkama merdaneleri, boyama silindirleri, yüksek kimyasal dirençli merdaneler, kumlama silindirleridir.

Ambalaj sanayi kullanım alanları: Flexo silindirleri, tıfdruk silindirleri, laminasyon silindirleri, korona silindirleri, kule, çekici merdaneler, ekspander (eğri silindirler), kanallı açıcı silindirler, dilme makinası silindirleri, oluklu

mukavva çekici ve baskı silindirleri, tenek ambalaj lak ve matbaa silindirleri, parafinleme silindirleridir.



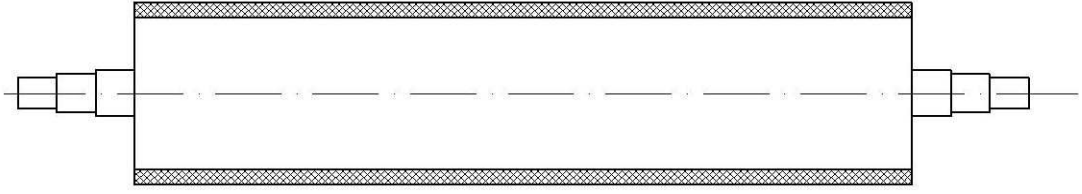
Şekil 2.1. Endüstride kullanılan bazı silindirler

2.2. Yapım Özelliklerine Göre Silindir Çeşitleri

2.2.1. Dolu silindirler

Dolu bir malzemenin tornada işlenmesiyle elde edilen silindirlerdir (Şekil 2.2). Silindirin işlenmemiş kaba haldeki boyu 20 mm, kaba haldeki çapı da 5-10 mm arasında büyük miktarda alınır. Önce silindir boyuna getirilir daha sonra silindir dış yüzeyi ve mil hassasları işlenir. Kaplama yapılacaksa silindir üst yüzeyi kaplama yapılmadan önce kumlanır.

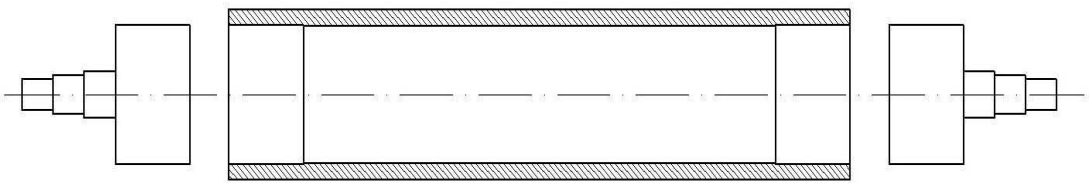
Dolu mil kullanılmasının en büyük avantajı işçiliğinin az oluşudur. Dolu milden yapılan silindirlerde kaynak işlemi yoktur. Dolayısıyla kaynak maliyeti de yoktur. Ø80'den küçük çaptaki silindirlerde kullanım alanı daha yaygındır. En büyük dezavantajı ağırlığının ve metal maliyetinin fazla oluşudur. Dolu milden yapılan silindirlerde en çok kullanılan mil malzemesi St-50 ve St-52 dir. Bu silindirler kullanıldığı yere göre paslanmaz çelik veya sementasyon çeliğinden de yapılabilmektedir.



Şekil 2.2. Kaplanmış dolu silindir

2.2.2. Muylulu silindirler

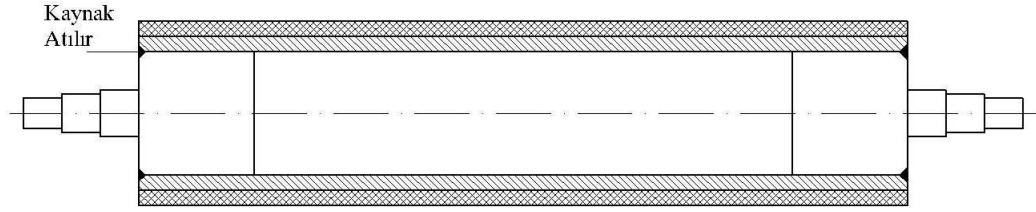
İki adet muylunun iki uçtan bir borunun içine geçirilmesiyle yapılan silindirlerdir. Silindir yapılmadan önce, muyluların ve borunun kaba haldeki boyu 20 mm, kaba haldeki çapı da 5-10 mm arasında büyük miktarda alınır. Yapımı esnasında önce borunun boyu ölçüsüne getirilir ve daha sonra muyluların geçirilmesine izin verilecek şekilde boru iç yüzeyi işlenir. Muylularında sadece boruya geçeceği kısmı işlenir (Şekil 2.3). Muyluların boru dışında kalacak kısımları kaba tutularak borunun içerisine geçirme işlemi yapılır. Böylece geçirme esnasında oluşacak darbelerin muylunun hassas kısımlarına zarar vermemesi ve silindirde salgı meydana gelmemesi sağlanır. Geçirme işlemi için üç yöntem vardır; bu yöntemler borunun ısıtılması, muyluların soğutulması, muylu ile silindir arasında çakma toleransı verilip çekiç veya balyozla çakılması şeklindedir.



Şekil 2.3. Muylular ve silindir

Muylular çakıldıktan sonra silindire kaynatılır. Muylu uçları tam boyuna getirilir ve silindirin üst yüzeyi ve muylu uçları istenen yüzey kalitesinde işlenir (Şekil 2.4). Kaplama yapılacaksa silindir üst yüzeyi kaplama yapılmadan önce kumlanır. Muylu geçirme usulü ile yapılan silindirlerin avantajı metal ağırlığının az, malzeme maliyetinin de düşük oluşudur. İşçiliği flanşlı tiplere göre daha az, dolu milden yapılan silindirlere göre fazladır. Boru ve muylular birbirine kaynatıldığı

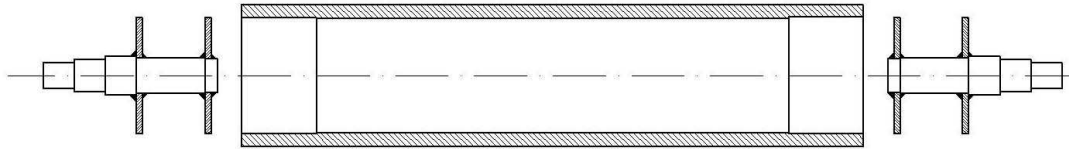
için silindirde kaynak maliyeti de vardır. Silindirin boru et kalınlığı arttırılarak ağır yükler taşınabilir. Çoğunlukla çapı $\text{Ø}100$ mm'den büyük ve muylu uç çapları ve silindir iç çapı arasındaki fark küçük olan silindirlerde kullanılır. En çok kullanılan muylu malzemeleri St-50 ve St-52 dir. En çok kullanılan boru malzemesi de St-42 dir. Bu silindirler kullanıldığı yere göre paslanmaz çelik veya sementasyon çeliğinden de yapılabilmektedir.



Şekil 2.4. Kaplanmış muylulu silindir

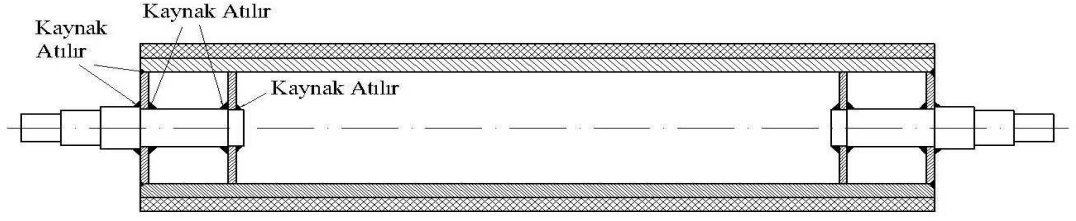
2.2.3. Flanşlı silindirler

Bir, iki veya daha çok flanşın mile çakılıp kaynatılması ve daha sonra flanşlı millerin borunun içerisine geçirilip işlenmesi ile yapılan silindirlerdir. Millerin sadece flanşların geçeceği kadar olan kısmı işlenir. Flanşların iç çapı işlenerek mile çakılır ve kaynatılır, daha sonra flanşların kaba olan dış çapı işlenir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Flanşlar geçirilmiş mil ve silindir

Flanşlı miller borunun içerisine geçirilip boruya kaynatılır. Son olarakta mil uçları tam boyuna getirilir ve silindirin üst yüzeyi ve mil uçları istenen yüzey kalitesinde işlenir (Şekil 2.6).

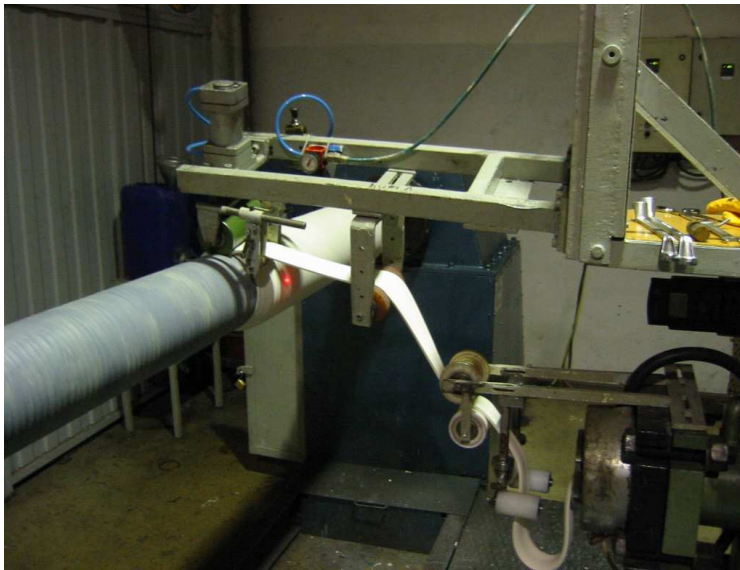


Şekil 2.6. Kaplanmış flanşlı tip silindir

Flanşlı tip silindirlerin metal ağırlığı diğerlerine göre en az, metal maliyeti de en ucuzdur. Buna karşın işçiliği en fazla olan tip flanşlı tiptir. Flanşlı tipte flanşlar mile ve boruya ayrı ayrı kaynatıldığı için kaynak maliyeti de en yüksek olmaktadır. En çok çapı $\text{Ø}100$ mm'den büyük ve mil uç çapları ve silindir iç çapı arasındaki fark büyük olan silindirlerde kullanılır. Flanşlı tipte miller için en çok kullanılan mil malzemesi St-50 ve St-52 dir. En çok kullanılan boru ve flanş malzemesi de St-42 dir. Yine bu silindirler kullanıldığı yere göre paslanmaz çelik veya sementasyon çeliğinden de yapılabilmektedir.

2.3. Silindirlerin Kaplanması

Silindirlerin önce kaplama yapılacak yüzeyi kumlanır. Sonra kumlanan yüzeye yapıştırıcı sürülür ve ham kaplama malzemesi sarılır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Kaplama sarılması işlemi

Kaplama sarıldıktan sonra silindir otoklava atılarak 15-20 saat pişirilir. Daha sonra kaplama dış çapı istenen çapta taşlanır (Şekil 2.8). Kaplamanın otoklavda iyi pişmemesi veya kaplamanın silindire iyi yapışmaması kaplamanın patlamasına neden olabilir. Ayrıca sarım sırasında oluşabilecek muhtemel boşluklar, taşlama esnasında kaplamanın dış çapını istediğimiz ölçüde tutturamamamıza neden olur.



Şekil 2.8. Kaplama sarılan silindirin taşlama işlemi

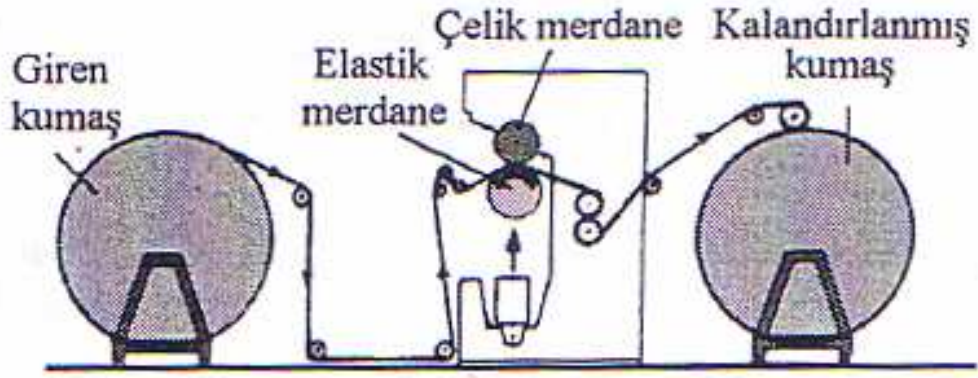
BÖLÜM 3. KALANDIR MAKİNELERİ VE KALANDIR MAKİNELERİNDE KULLANILAN SİLİNDİRLERİN ÖZELLİKLERİ

3.1. Kalandırlamanın Amacı

Kalandırlama işlemi, pamuklu apresinde kumaşın nihai görünümü için önemli bir yer tutar. Kalandırlama; Tekstil mamulünü yumuşatmak ve yassılatmak , iplikler arasındaki aralıkları kapatmak veya yüzeye parlaklık vermek amacıyla kumaşın basınçlı silindirler arasından geçirilmesidir. En az iki silindir arasından geçirilir. Yünlüler hariç pamuklu ve sentetik elyafların tümüne uygulanır [6]. Parlaklığı ve diriliği arttıran bir ezme işlemi de denilebilir. Asıl amaç; kumaşa ütüleme etkisi kazandırmaktır. Baskı gibi iz bırakan kalandır efektleri son zamanlarda çok önem kazanmıştır.

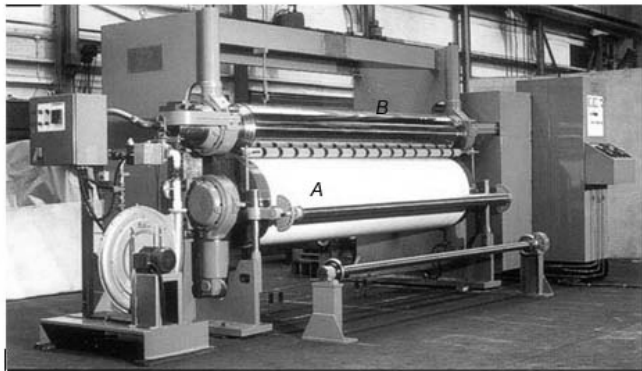
3.2. Kalandırlamanın Esası

Kalandırlama da kumaş, en az iki silindir arasından geçirilir. Silindirlerden biri küçük, diğeri daha büyüktür. Küçük silindir çeliktendir, büyük olan ise elastiktir. Şekil 3.1.'de kumaşın kalandırdan geçiriliş şekli gösterilmiştir. Şekil 3.2'de ise iki silindirli basit kalandır görülmektedir. Kalandırlar da silindir sayısı en az ikidir ve onüç silindire varan kalandırlar vardır (Şekil 3.3).



Şekil 3.1. İki silindirli basit kalandırdan kumaş geçişi (Küsters) [7].

Kalandırlamada, kumaşta parlaklık artar; iplikler ezilir ve ışık yansıtan yüzey artar.

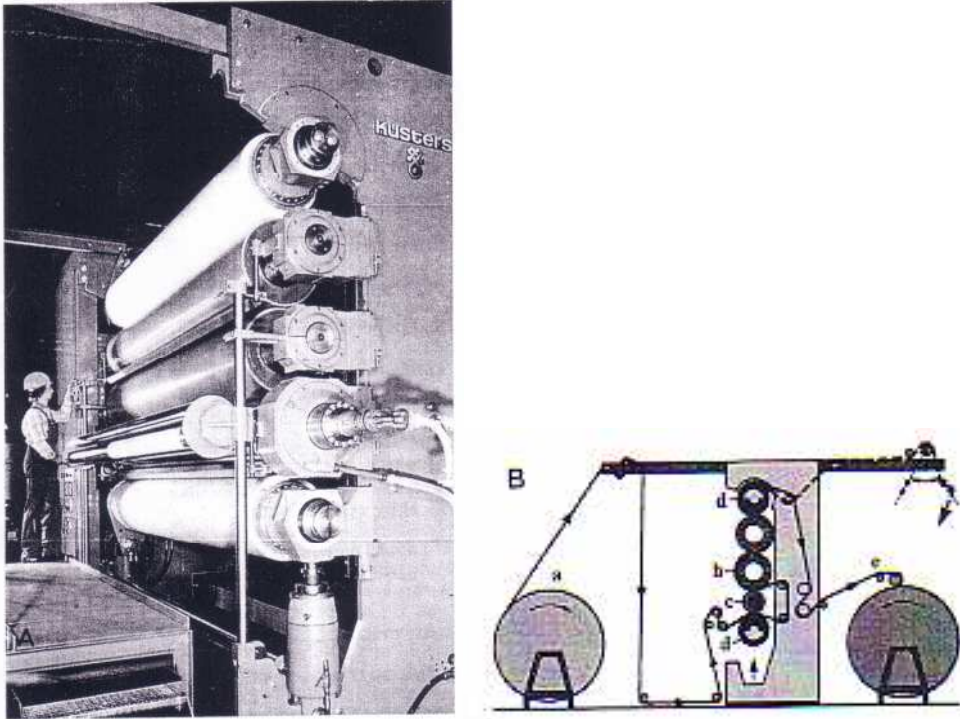


Şekil 3.2. İki silindirli kalandır (Farmen Norton) [8].

Pürüzsüzlük etkisi ise, basınç altında dokumanın ezilmesi ve atkı-çözgü geçiş yerlerinin daha basık bir yapı almasının sonucudur. Yassılma nedeniyle; aradaki boşluklar dolar, kumaşın yoğunluğu ve dolayısıyla tutumu da değişir, hava geçirgenliği azalır. Şekil 3.4 kalandırılmış ve kalandırılmamış kumaş yapısı hakkında iyi bir fikir vermektedir [7].

3.3. Kalandırlama Sonucunu Etkileyen Faktörler

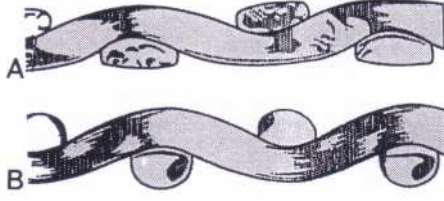
Kalandır silindirlerinin yapısında, makinenin montajında veya üretim koşullarında değişiklikler yaparak, kumaşın; parlaklık, düzgünlük, tutum, hava geçirgenliği, mekanik yoğunluk gibi özelliklerine etki etmek yoluyla çok değişik yüzey efektleri elde edilebilir. Değişik yüzey profilli, sıcak bir silindiri bulunan özel kalandırlar, kabartma halinde motif basar; silindir yapısı ve basıncı, kumaşın yüzeyine yüksek parlaklık vermek için değiştirilir.



Şekil 3.3. Beş silindirli kalandır ve kumaş geçişi; A- Makine fotoğrafı, B- Kumaş geçiş şeması. a) Kalandırlanacak kumaş, b) Elastik silindirler, c) Çelik silindirler, d) Eşit basınç dağılımlı yüzen silindirler, e) Kalandırlanmış kumaş (Küsterson) [9].

Kalandırlama sonucunu etkileyen dört önemli faktör

- Tekstil mamulünün lif cinsi,
- Kumaşın yapısı,
- Gördüğü işlemler ve üzerindeki apre maddesi,
- Makine konstrüksiyonu ve işlem koşullarındaki değişikliklerdir.



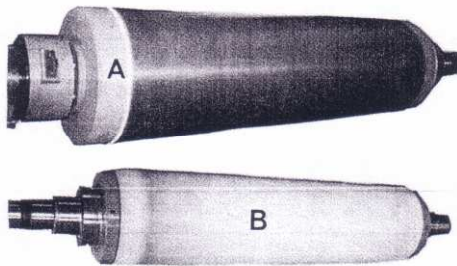
Şekil 3.4. Kalandırlama ile kumaş yapısında ki değişim; A- Kalandırlanmamış,
B- Kalandırlanmış [7].

3.4. Makine Konstrüksiyonu ve İşlem Koşullarının Kalandırlamaya Etkisi

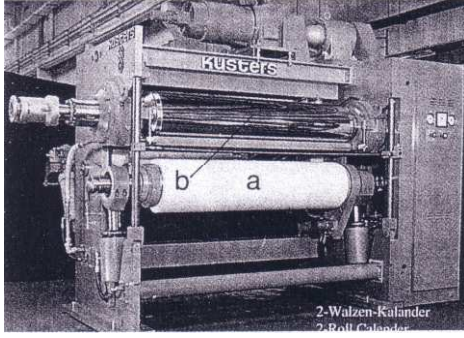
Makine konstrüksiyonu ve işlem koşullarındaki değişiklikler aşağıda açıklanmıştır.

Silindir cinsi ve sayısı:

Silindir cinsi ve sayısı, elde edilecek kalandırlama etkisine göre değişir. İyi bir kalandırlama etkisi için, ısıtma tüm yüzeye eşit olarak yayılmalıdır. Kalandırlarda kullanılan merdaneler sert ve elastik olmak üzere iki temel çeşide ayrılırlar. Sert merdaneler, sert kromajlı çelik kaplıdır. Bunların çapları, alttaki elastik merdaneyi zorlamamak ve ısı enerjisinden tasarruf sağlamak için daha küçüktür. Isıtmayı, küçük olan çelik silindir sağlar. Elastik silindir; pamuk, kâğıt, jüt, keten veya sentetik kaplı olabilir. Bunlar da çok serttir, ancak az da olsa esneyebilirler, (Şekil 3.5, Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Kalandır silindirleri; A- Yün-kâğıt kaplı, B- Poliamid kaplı (Guarneri)[7].



Şekil 3.6. Poliamid (a) ve çelik yüzeyli (b) kalandırlardan oluşan iki silindirli rolük kalandır konstrüksiyonu (Küstners)[9]

Basınç ve çap:

Uygulanan basıncın düzgün olması, silindirin konstrüksiyonu ile ilgilidir. Basınç birimi N/cm'dir. Bu, çizgisel bir basınçtır. Yüksek basınçlarda çalışmak silindir ömrünü azaltır. Çap küçüldükçe ezilen yüzey daha küçük olacağından, aynı toplam basınç altındaki iki silindir çiftinden, çapı küçük olanlarda birim yüzeye etki eden özgül basınç daha yüksektir. Basınç arttıkça kalandırlama etkisi artar. Basıncın sık sık değiştirilmesi elastik merdanelerin ömrünü azaltır. Bu nedenle basınç yerine, hız ve sıcaklık değişkenleri ile daha kolay oynanmaktadır. Kalandır silindirlerinde basıncın eşit dağılımı kumaşta düzgün bir görünüm ve efekt için şarttır.

Sıcaklık:

Sıcaklık arttıkça, elde edilen parlaklık da artar.

- Soğuk merdaneler; kumaşın yüzey sertliğini kırarak yumuşak bir tutum sağlarlar. Parlaklığı arttırmazlar.
- Ilık merdaneler; ütülemede olduğu gibi hafif bir parlaklık ve tutum gelişmesi sağlarlar.

- Sıcak merdaneler; kumaşın parlaklığının artmasını ve tutumunun sertleşmesini sağlarlar.

Merdanelerin yüzey yapısı:

Kaplama çeşidi, kâğıt, pamuk, poliamid kaplı olması elde edilen kalandırlama etkilerini değiştirir.

Kumaş geçiş hızı ve geçiş sayısı:

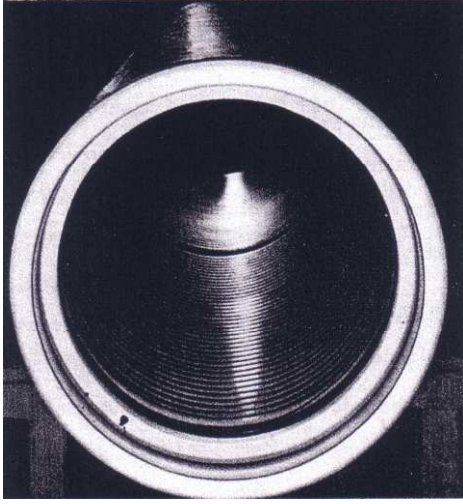
Kalandır tek bir apre işlemi tipi değildir. Değişik kalandır çeşitleri vardır, her birinde kumaş geçişi farklıdır ve değişik özellikte kumaşlar üretirler.

3.5. Kalandır Makineleri

Kalandır: mekanik ve hidrolik basınç altında birbirleri ile temas halindeki, genelde ısıtılabilen, ağır silindirlerin döndüğü bir makinedir. Kalandır silindirleri, birbirleriyle basınç yapacak şekilde (örneğin, 400 kN) temas halindedirler. Kalandırlanacak kumaş bu silindirler arasından geçer.

Silindirler, ısıtılmamış veya biri içten ısıtılan kalın çelik cidarlı olabilir. Tüm silindirler aynı hızla dönebilirler. Yada cilalı (sert, parlak) ve ısıtılmış silindir, diğerlerinden daha hızlı dönebilir. Bazı özel makinelerde, örneğin, örme mallara mahsus olanlarda, birbirine bitişik iki silindir de ısıtılabilir.

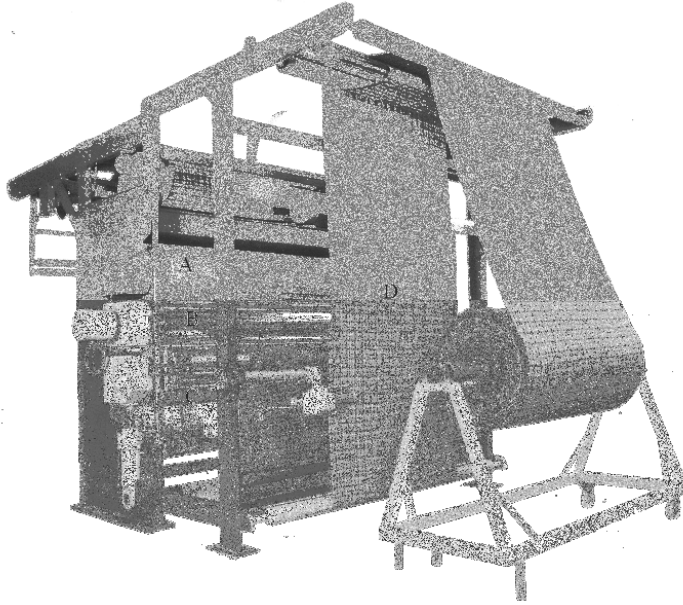
Silindirlerin sayısı değişkendir. Silindir yüzeyleri düz, iyice parlatılmış yada kabartma bir desene göre oyulmuştur veya özel bir parlaklık verecek şekilde hazırlanmış yüzeye sahip olabilirler (Şekil 3.7). Kalandırlarda silindir sayısı 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve daha fazla olabilir. Kalandır silindir sayısı arttıkça, daha değişik kalandır efektleri eldesi olasılığı artar.



Şekil 3.7. İçten ısıtılabilen özel kaplamalı “Racolan”kalandır silindiri (R.kleinewefers)[7].

Piyasada en fazla kullanılan kalandır makinesi 3 silindirli kalandır makinesidir.

Şekil 3.8’de üç silindirli kalandır makinesi, Şekil 3.9’de beş silindirli kalandır makinesi ve kumaş geçirilişi görülmektedir.



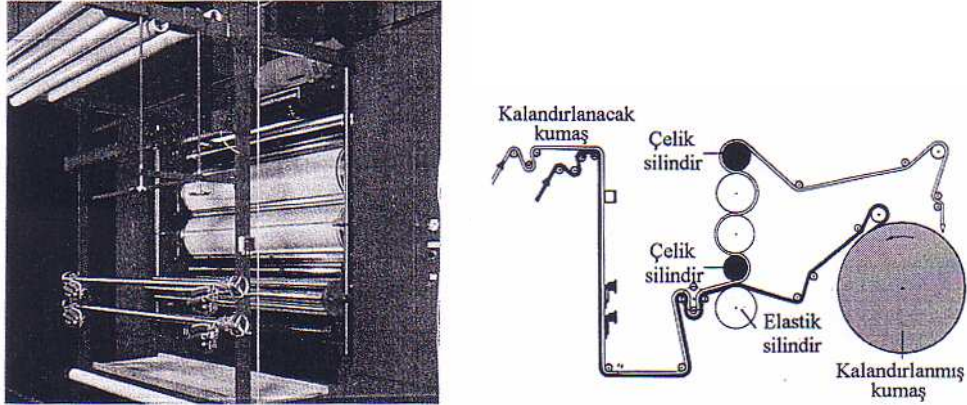
Şekil 3.8. Üç silindirli kalandır makinesi (Polteks); A, B, C) Kalandır silindirleri, D) Kumaş [5]

Özel kalandır efektleri;

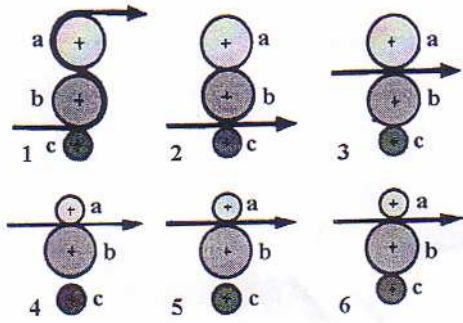
- Silindir yüzeyinin durumuna,
- Silindirlerin hızına,

- Kalandırılan kumaşın yapısına göre değişir.

Şekil 3.10'da, universal kalandır makinesinde değişik efektler için kalandırılma silindirlerinden geçiş şekilleri verilmiştir. Düz çizgi ile gösterilen geçişte basit bir kalandırılma etkisi ya da friksiyon kalandır etkisi, diğer geçiş şeklinde kumaşa ikiyüzlü kalandır etkisi sağlanmaktadır (R.Kleinewefers)[7].



Şekil 3.9. Beş silindirli universal kalandır ve kumaş geçişleri [7].



Şekil 3.10. Değişik efektler için kalandır silindirleri;

1- Parlak efektli kalandırılma; a) Elastik silindir, b) Isıtılan çelik cidarlı özel kaplamalı silindir (Racolan), c) Çelik silindir, 2- Düzgünleştirme kalandır; a) Elastik silindir, b) Racolan silindir, c) Çelik silindir, 3- Dolgun-mat efektli kalandırılma; a) Elastik silindir, b) Racolan silindir, c) Çelik silindir, 4- Yüksek parlaklık efekti için friksiyonlu kalandır; a) Çelik silindir, b) Racolan silindir, c) Çelik veya elastik silindir, 5- Şrayner kalandırılma efekti; a) Gravürlü çelik silindir, b) Racolan silindir, c) Çelik silindir, 6- Baskı (gofre) kalandır; a) Gofre silindiri, b) Elastik silindir, c) Çelik silindir (Kleinewefers) [7].

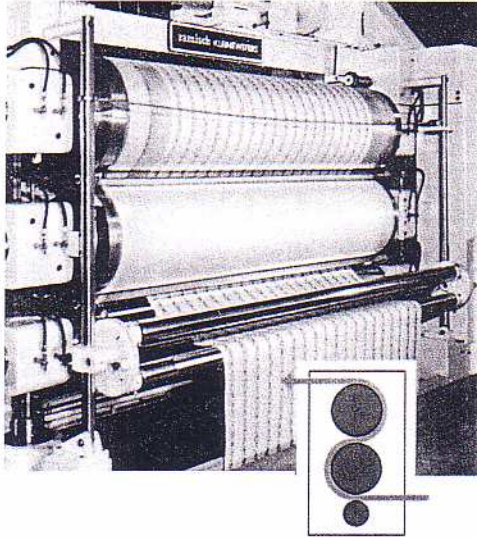
3.6. Kalandır Çeşitleri

Önemli kalandır çeşitleri;

Rolik kalandır, Friksiyon kalandır, Sire kalandırlama, Çinz kalandır, Simili merserize kalandır, Şezing kalandır, Matlaştırma kalandır, Yivli kalandır, Gofraj (baskı) kalandır, Muare kalandır.

3.6.1. Rolik kalandırlama

Bu kalandırlama tipinde; kumaş, en az bir sert merdane ile bir elastik merdaneden geçirilir. En yaygın ve basit çalışma şeklidir. Ütülemeye benzer bir etki elde edilir. Bu etki, temel kalandırlama şekli olup, fabrikasyon bir ütüleme işlemidir, (Şekil 3.11).



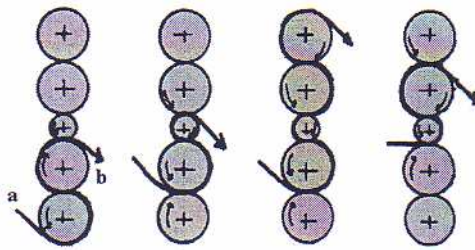
Şekil 3.11. Üç silindirli üniversal kalandır da rolik kalandırlama (R. Kleinewefers) [7].

Rolik kalandırlama, önceki işlemlerin kırışıklıklarını giderir. Bundan daha önemli olarak, yüksek basınç; kumaşa düzgün, parlak bir yüzey kazandırır, biraz daha basık, sert bir tutum verir. Bu olayın ortaya çıkma nedeni, silindir basıncının kumaştaki iplikleri yassılaştırmasıdır. Basınç arttıkça, kumaşın düzgün ve parlak

görünümü de artar. Burada, aşırı basıncın iplikleri çok fazla yassılaştırması ve bu nedenle kumaşı zayıflatması tehlikesi mevcuttur. Deneyimli kumaş alıcıları, genellikle broadcloth, poplin, tafta, bezayağı ve benzeri kumaşlar için çok dikkatlidirler. Bu kumaşların aşırı parlak görünümlü olanları, aşırı basınçla kalandırılmış olabilir.

Kumaş kalandır makinesine ilk girdiğinde germe roliklerinden geçer. Bu rolikler makineye giren kumaşın gerginliğini ayarlarlar. Fazla gerilen kumaş daha fazla parlayacağından bu bölümün ayarının yapılması önemlidir. Kumaş ikinci olarak istikamet roliklerinden geçer. Bunlar kumaşa rehberlik ederek, yön değiştirmesine yardımcı olurlar. İstikamet roliğinin ardından kumaş bir mıknatıstan geçer. Bu mıknatıs kumaş yüzeyinde gelebilecek metal parçalarını tutarak silindire zarar vermesini önler. Mıknatısın ardından kumaş bir açıcı rolikten geçerek kalandırlama kısmındaki silindirlere düzgün girmesi sağlanır [10].

Çok merdaneli kalandırlarda sert ve elastiki merdaneler arasından geçen kumaş, daha sonraki kısımda elastiki merdaneler arasından geçirilirse, kumaşın parlaklığı ve sertliği belirli bir derecede azalır (Şekil 3.12).

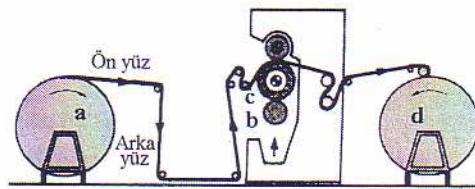
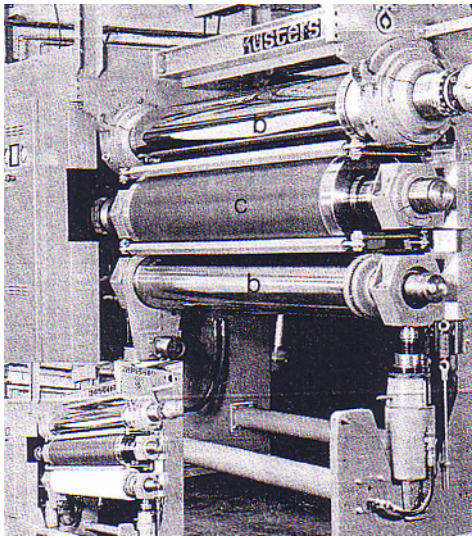


Şekil 3.12. Rolik kalandırlama için kumaşın beş silindirli üniversal kalandırdan çeşitli geçiş şekilleri; a) Kumaş girişi, b) Kumaş çıkışı. (Büyük silindirler : Elastik merdane, küçük silindirler çelik merdane)[7].

Rolik kalandırlama, geçici bir apre işlemidir. İplikler, genellikle ilk yıkama veya buharlama ile doğal yuvarlak konfigürasyonlarına geri dönerler, kumaş da normal görünümüne kavuşur.

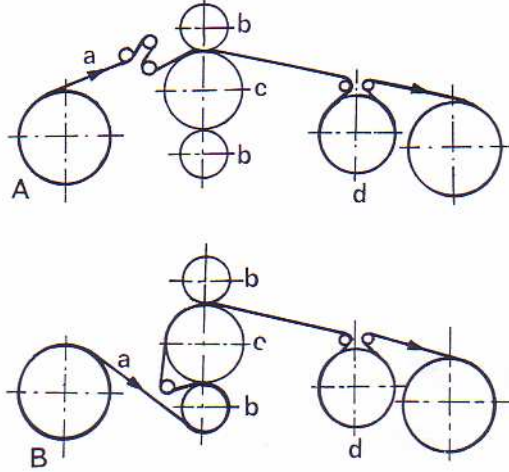
3.6.2. Friksiyon kalandırlama

Bu tip kalandırlamada, kumaş metalik ve parlak bir efekt kazanır. Bu amaçla kullanılan kalandırlama makinesine friksiyon kalandır adı verilir. Bu kalandırlamada; üst silindir sert çelikten yapılmıştır ve kumaş bu üst silindir ile alttaki elastik silindir arasından geçirilir (Şekil 3.13). Ancak; burada, çelik üst silindir elastik alt silindirden daha hızlı döner. Dönüş hızındaki bu farklılık sonucu, kumaşın sert merdaneye bakan yüzeyi friksiyon nedeniyle metalik bir parlaklık kazanır.



Şekil 3.13. Friksiyon kalandır ve kumaş geçişi; a) Giren kumaş topu, b) Parlak, sert, çelik silindir (üst ve alt silindir), c) Elastik silindir, d) Kalandırılmış kumaş topu. (Küsters) [9].

Diğer yüzeyin de parlatılması isteniyorsa kumaş ikinci kez, bu kez diğer yüz sert merdane ye bakacak şekilde tekrar kalandırlanmak zorundadır. İki çelik silindiri kalandırlarda, tek geçiş ile iki yüzde de friksiyon etkisi sağlanabilmektedir (Şekil 3.14, Şekil 3.15).



Şekil 3.14. İki friksiyon silindirine sahip kalandır; A- Tek yüzlü kumaş geçişi, B- İki yüzlü kumaş geçişi. a) Germe (kumaş gerilimini kontrol ve ayarlama), b) Isıtılan çelik silindir, c) Elastik silindir,

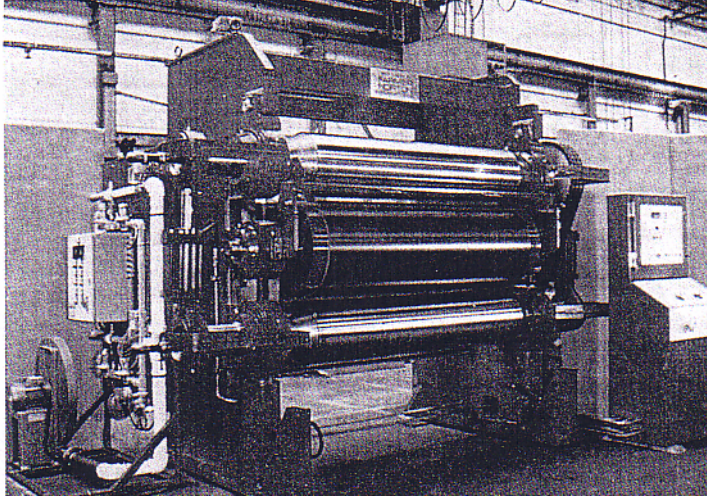
d) Soğutma silindiri (R.Kleinewefers) [7]

Bütün kumaş yüzeyinde düzgün bir parlaklık elde etmek için, kumaşın uygun yoğunluğa sahip olması gerekir. Friksiyon oranı; daha hızlı olan çelik silindirin çevresel hızı ile daha yavaş olan silindirin çevresel hızı arasındaki oran olup, genellikle 1,5:1 veya 3:1'dir. Friksiyon kalandırları, silindirlerin farklı hızda çalışmalarını sağlamak amacıyla dizayn olarak ve tahrik işlemleri açısından normal kalandırlardan farklıdır.

3.6.3. Sire kalandırlama

Sire kalandırlamada, sire satenine benzer bir yüzey elde edilir. Tüm kumaş yüzeyinde yağlı bir parlaklık söz konusudur (Şekil 3.15). Üst silindir krom kaplı çelik silindiridir. Gofre kalandır efekti için gravürlü silindir ile değiştirilebilir veya yivli silindir ile ipek bitim kalandırı uygulanabilir. Orta silindir poliamid, pamuk

ve yün kâğıt olabilir. Ancak. friksiyon için pamuk tavsiye edilir. Alt silindir krom kaplı çelik silindirdir (Farmer Norton).



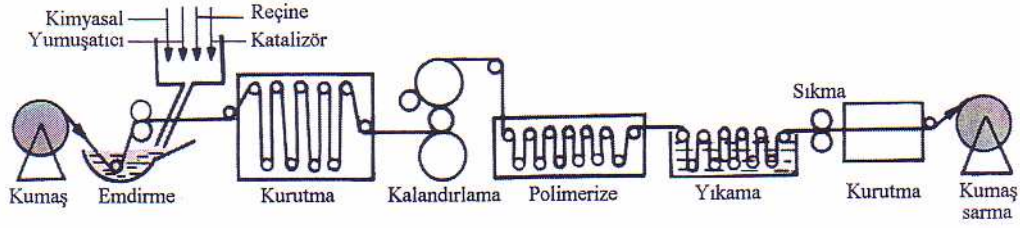
Şekil 3.15. İki çelik silindirli friksiyon kalandır [7].

Bu apre; ipek, ipek karışımları ile naylon, poliester ve asetat gibi termoplastik liflere uygulanır. Bu da, kumaşın önce vakslanması (veya reçine uygulanması) ve daha sonra friksiyon kalandırından geçirilmesi ile elde edilir (vakslar yerine vinil tipi maddeler de aplane edilebilir). Böylece, kumaşın yüzeyinde süper bir parlaklık ve metalik bir görünüm elde edilir. Kumaşın gözenek yapısı değişir ve hava geçirgenliği azalır.

3.6.4. Çinz kalandırlama

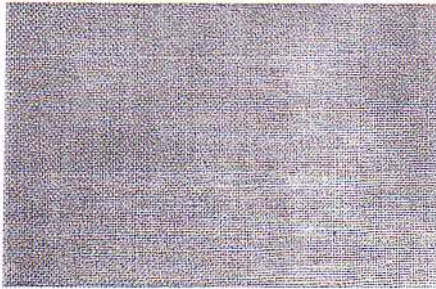
Yüksek düzeyde parlaklık elde etmek amacıyla; mum, parafin gibi parlaklık sağlayıcı apre maddeleriyle emdirildikten sonra, kurutucular ve ısıtılan kalandır merdaneleri arasından yüksek friksiyon altında kalandırlamadır. Yani; kalandırlama işlemi, kimyasal apre ile kombine edilir. Burada; sert merdanelerle elastik merdaneler arasındaki friksiyon % 300'e kadar çıkar. Hem ezilme, hem de apre maddesi nedeniyle elde edilen parlaklık çok yüksektir. Bu maddeler, iplikler arasındaki boşlukları doldurarak parlak görünümün artmasını sağlar.

Mum ve parafinin kumaşa fiziksel etkilerle bağlanması nedeniyle, etkiler yüksek sıcaklıklarda yıkamaya ve uzun süre kullanmaya dayanıklı değildir. Eğer kalıcı çinz efekti isteniyorsa; buruşmazlık etkisi sağlayan reçineler (örneğin N-metilol bileşikleri) fularda emdirilir (Şekil 3.16). Kurutmadan sonra, kumaş kondenzasyon sıcaklığında friksiyon altında kalandırılır.



Şekil 3.16. Reçine apresi ve kalandırlama kombinasyonu [7].

Kondenzasyon tamamlanmamış olduğu için ilave bir kondenseden geçirilir. Bu takdirde, elde edilen parlaklık dayanıklıdır. Ancak, buruşmazlık maddelerinin dayanımı düşürdüğü ve buna yüksek friksiyon nedeniyle mekanik bir zorlamanın eklendiği dikkate alınmalıdır. Ayna düzgünlüğünde elbiselik, perdelik, döşemelik kumaşlar için uygulanır. Özellikle döşemeliklerde, fulard reçetesine reçinenin yanında su iticilik maddesi de ilave edilir. Bu madde; silikon, zirkonyum - parafin veya fluorokarbon esaslı olabilir. Bu sayede, kumaş su itici (aynı zamanda sulu kir ve leke itici) özellik kazandığı gibi, elde edilen çinz efekti daha dayanıklı olur. Çinz kumaş; çinz kalandırında yüzeyi yüksek düzeyde parlatılmış bezayağı pamuklu kumaştır (Şekil 3.17). Ezik parlak görünüm dikkati çekmektedir.



Şekil 3.17. Çinz kumaş.

3.6.5. Simili merserize kalandırma

Merserizeye benzer bir etki elde edilir. Kumaş yaş haldedir ve merdaneler çok yüksek sıcaklıktadır. Yaş haldeki kumaş bu sıcaklıktaki merdanelere de çok etkisiyle yüksek parlaklık etkileri elde edilir.

Simili merserize kalandırlamada amaç;

- 1) Merserize olmamış kumaşa merserize benzeri parlaklık kazandırmak,
- 2) Merserize edilmiş kumaştaki parlaklığı arttırmaktır.

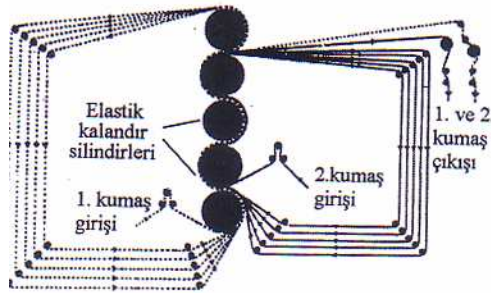
Simili merserize kalandırma, normal merserize işleminde fazla parlaklık artışı sağlanamayan, kısa ştapelli liflerde de başarılı sonuçlar elde edilir. Bu nedenle, sudkostik merserizesi gören kumaştaki parlaklık artışı, ilave bir simili merserize kalandırlama ile artırılabilir. Ancak, yapılan işlemde elde edilen etkiler yıkamaya kısmen dayanıklıdır. Kaynama sıcaklığında 5-7 yıkama sonrası kaybolur. Normal yaş simili merserize kalandırlamada % 50 oranında su içeren kumaş, yüksek sıcaklıkta ısıtılmış sert silindir ile, pamuk kaplı elastik silindir arasından yüksek basınç altında geçirilir. Sıcaklık ve geçiş hızı, kumaş çıkışta kuru olacak şekilde ayarlanır. Eğer kumaş işlem sırasında kurursa; yüksek basınç etkisi altında kumaş ezilir metalik bir parlaklık kazanır, tutumu da sert ve basık olur. Bu nedenle, kumaş daha sonra bir yaş işleminden geçirilerek. rahatsız edici bu etkiler hafifletilir. Daha kibar bir parlaklık, yumuşak ve dolgun tutum eldesi hedeflenir.

Simili merserize kalandırma; ön terbiye işlemleri sırasında, beyaz mamullerde, yakma, haşıl sökme. bazik işlemde sonra, renkli mamullerde boyamadan sonra yapılır. Bu işlemde sonra boyama tavsiye edilmez. Zira, kalandırılmış kumaşın boyarmaddelere afinitesi azalmıştır, boyanması zordur ve elde edilen etki boyamada genelde azalacaktır. Boyar madde haslığına dikkat etmek gerekir. Yada, kuru kumaş simili merserize kalandırma ile geçirilir. Ancak, bu durumda etkili sonuç alınamayacağından (ki sonuçlar normal kalandırlamaya benzer), tutum apresi flottesine uygun yumuşatıcı ve parlatıcı maddeler ilave edilir. Kuru

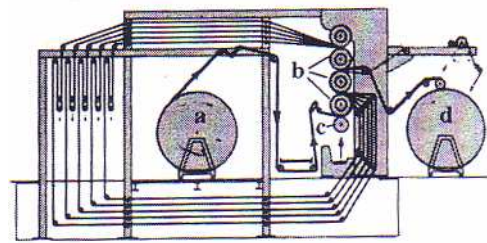
durumda elde edilen etkiler yıkamaya tamamen dayanıksızdır, alıcıda alma isteği uyandırmak için yapılır. Simili mercerize kalandır; patiska, gömleklik, bluzluk poplinler, yazlık kadın elbiselikleri ve yatak takımlarında uygulanır.

3.6.6. Şezing kalandır

Şezing kalandırlamanın esası, silindirler arasından bir kat değil de, birkaç kat kumaşın birlikte geçirilmesine dayanmaktadır. Böylece; silindirler arasındaki basınç, tek bir kumaş tabakası yerine birkaç kat kumaş tabakasına yayılmakta ve etki, tek kat kumaş kalandırından daha ılıman olmaktadır. Kumaş ezilmemekte, daha dolgun tutum ve daha kibar bir parlaklık kazanmaktadır. Şekil 3.18’de şezing kalandırından ikili kumaş geçişi, Şekil 3.19’de tekli kumaş geçişi verilmiştir. İkili kumaş geçişi, iki kat üretim hızı açısından avantajlıdır.



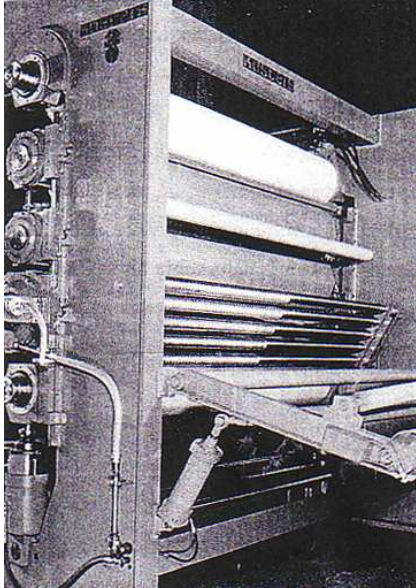
Şekil 3.18. Şezing kalandırından kumaş geçirilişi (ikili) [7].



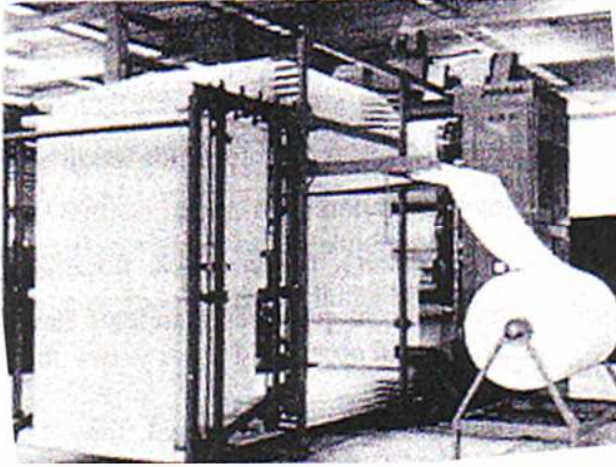
Şekil 3.19. Şezing kalandırından kumaş geçirilişi (tekli); a) Kumaş girişi, b) Elastik kalandır silindirleri, c) Çelik kalandır silindirleri, d) Kalandırılmış kumaş çıkışı [7].

Şezing kalandır, kontinü mangıllama işlemi gibi düşünülebilir. Mangıllama kesikli bir işlem olduğu için, günümüzde yerini şezing kalandırlamaya

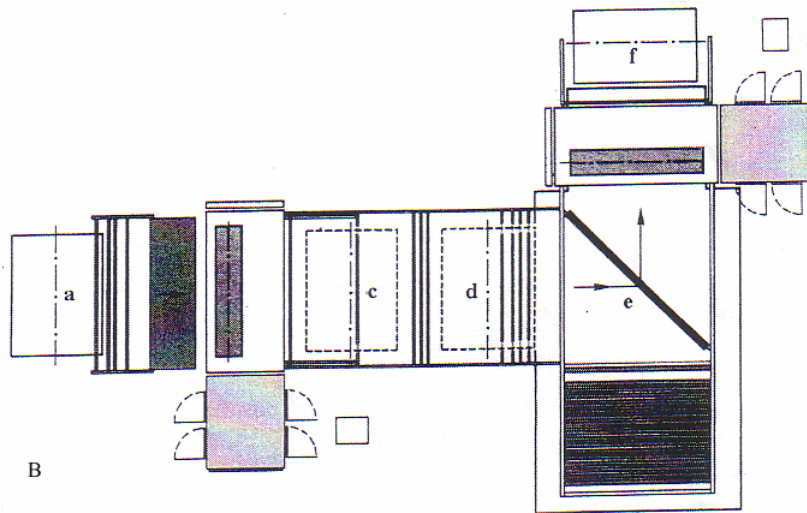
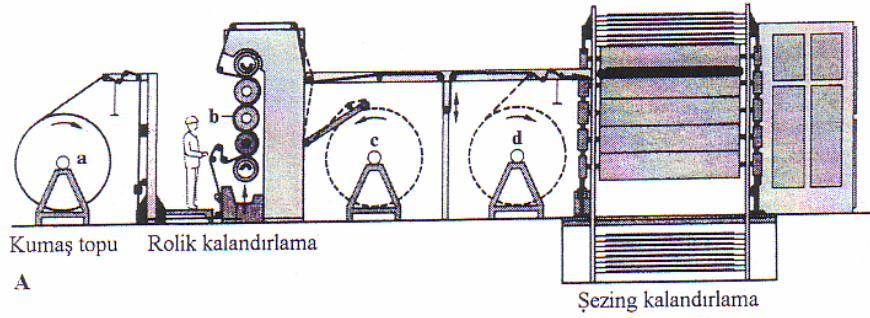
bırakmıştır. Normal, çok merdaneli üniversal kalandır önünde kumaş taşıma rolikleri varsa, şezing kalandır olarak kullanılabilir. Elde edilen etkilerin aynı olması açısından, şezing kalandırında yalnızca elastiki merdane kullanılır. Genellikle, yüksek elastikiyetteki, pamuk veya poliamid kaplı silindirler uygundur. Kalandırların önünde ve arkasında taşıma silindirleri olması halinde, iki ayrı parti kumaş, merdaneler arasından beraberce katlar halinde geçirilebilmektedir. Bu çalışmada, kalandırdan ilk geçişte, içte kalan kumaş bir yüzü ile merdanelere temas etmektedir. Taşıma silindirlerinin üzerinden dönüp geldikten sonra, 2., 3., 4., 5. geçişlerde kumaş, merdane yüzeyinden giderek uzaklaşarak, kumaş tabakalarının arasından geçmektedir. Şekil 3.20 ve Şekil 3.21'de şezing kalandır görülmektedir. Şezing kalandırlarından önce normal kalandır konularak kumaşın düzgünleştirilmesi sağlanır (Şekil 3.22). Şezing kalandırlamada elde edilen etkilerin arttırılması için, kalandır girişinde su veya apre aplikesi amacıyla, fulard ve püskürtme sistemi bulunan makineler vardır (Şekil 3.23). Şezing kalandır: çarşaf, yatak takımı gibi mamullerde, giderek yaygınlaşan bir şekilde kullanılmaktadır. Ketene benzer bir görünüm elde edilir.



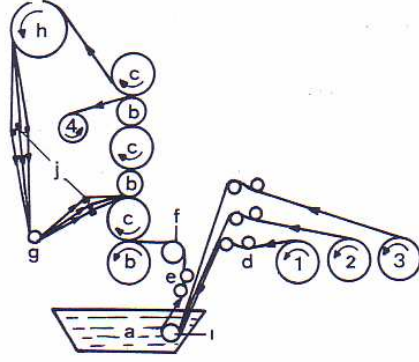
Şekil 3.20. Şezing kalandır makinesi (Küsters) [9]



Şekil 3.21. Şezing kalandır makinesinde kumaş geçiş şekli (Küsters) [9].



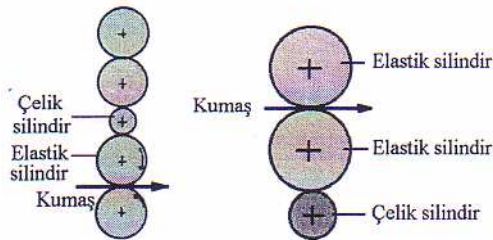
Şekil 3.22. Şezing kalandır normal kalandır kombinasyonu; A- Yandan görünüş, B- Üstten görünüş. a) Kalandırlanacak kumaş, b) Elastik kalandır silindri, e) Kalandırlanmış kumaş, d) Şezing kalandır kumaş girişi, e) Şezing kalandırlama, t) Şezing kalandırdan geçmiş kumaş topu (Küsters) [9].



Şekil 3.23. Su empregneli şezing kalandırısı; 1, 2, 3- Kumaş giriş silindirleri, 4- Kumaş çıkış silindirleri, a) Su veya apre teknesi, b,c) Kalan dır silindirleri, d ve e) Kumaş sevk silindirleri, f, g, h. 1) Tahrikli silindirler, j) Kumaş ayırıcılar [7].

3.6.7. Matlaştırma kalandırısı

Bu tip efekt, elastik silindirlerle sağlanır. Kumaş, elastik silindirlerden geçirildiği için, çalışma ılıman bir kalandırlamadır. Kumaşın tutumu yumuşak ve kibardır. Kalandırlama işleminde kumaşın parlamasının nedeni, ısıtılmış sert merdanelerin etkisi ile kumaşın yüksek derecede ezilmesi ve ipliklerin daha fazla ışık yansıtmasıdır. Sıcaklığın ve basıncın düşük tutulması ile, bu etki azaltılabilirse de, mat bir sonuç elde etmek için en çok uygulanan yol; kumaşın altta ve üstte elastik merdane bulunan bir merdane çiftinden geçirilmesidir (Şekil 3.24). Özellikle, pamuk, kağıt veya plastik kaplı silindirler bu amaç için uygundur. Lifler erimediğinden ve sert, parlak bir yüzeye sürtünme de olmadığından, kumaşın tutumu yumuşak ve görünüşü kibar bir parlaklıktadır (veya) matlıktadır.



Şekil 3.24. Üniversal kalandırda matlaştırma için kumaş geçişi[7]

Bu apre; özellikle yünlü görünümündeki viskon ve pamuklularda, kısmen de gömleklik, çamaşırılık pamuk/ polyester karışımlara uygulanır.

3.6.8. Yivli kalandır, ipek bitim kalandır

Bu kalandırlama tipinde; sert çelik kalandır silindiri (üç silindirli kalandırda ortadaki silindir) üzerine dikey veya yatay eksene bir açı oluşturacak şekilde, birçok ince diyagonal çizgiler grave edilmiştir. Bu çizgiler 100-150 çizgi/cm sıklığındadır ve çıplak göz ile zor görünür. Bu silindire yivli kalandır silindiri denir (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. F- Yivli (gravürlü) kalandır silindirinin büyütülmüş görünüşü.[7]

Oluk şeklindeki yiv; paralel, diyagonal ya da çapraz olabilir. Yivlerin yönü, açısı, sıklığı elde edilecek etkiyi değiştirir. Bu nedenle, kumaşın tipi ve elyaf cinsine göre uygun bir seçim gerekir.

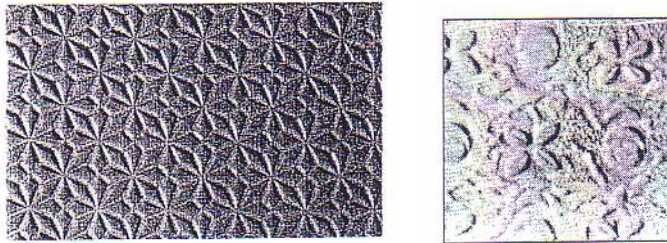
- Örneğin, çapraz yivler kumaşa mat bir görünüm kazandırır ve kumaştaki ipliklerin kaymasını azaltır. Bu da, ucuz astarlıklar için önem taşır,
- Bezayağı dokularda bütün eğilim açılarındaki eğik yivler,
- Dimilerde dimi açısının S ve Z olmasına göre açısı seçilen eğik yivler,
- Atkı satenlerinde düşük açılı (15-20°) eğik yivler,
- Çözgü satenlerinde yüksek açılı (75°) eğik yivler tercih edilir.

Bu kalandırlamanın amacı; daha ziyade ipek parlaklığı kazandırmak olduğundan ipek bitim kalandır denir. Meydana getirdiği efekt, hafif yumuşak bir parlaklığa

sahip kumaş yüzeyidir. Bu efekt, basit kalandırlamanın parlaklığı ya da parlatma amaçlı kalandırlamanın parlaklığından farklıdır. Yumuşak parlaklığa ek olarak, bu kalandırlama; kumaşın kaplama (örtme) özelliğini, sıklığını artırır. Böylece; daha az arkasını gösterir, yumuşak ve dolgun bir tutum kazandırır. Aynı zamanda kumaşın hava geçirgenliği azalır ve ısı tutma özelliği artar. Elde edilen parlaklık, merserize ve koyu tonda boyanmış kumaşlarda daha fazladır. Bu kalandırlama işlemi, geçici dayanıklı yada kalıcı olabilir. Kuru ve hafif nemli kumaşa uygulanan ipek bitim kalandırması, alıcıda alma isteği uyandırır, ancak kalıcı değildir. Eğer, apre işlemi gören kumaşın lif içeriği termoplastik ise kalıcıdır. Örneğin; çözümlü yada atkısı tekstüre sentetik liften ince dokumalarda, kalıcı bir parlaklık elde edilir. Pamuklu ve karışımlarında dayanıklı bir etki elde etmek için; kalandırlamadan önce kumaş fularda reçine ile emdirilir ve nemli kalacak şekilde kurutulur, kalandırılır ve sonra kurutucuda 140-170°C’de fikse edilir. Bu apre işlemi; polyamid trikolarında, pamuk, pamuk/ polyester saten ve damask masa örtülerinde, gömleklik kumaşlarda geniş olarak kullanılmaktadır.

3.6.9. Gofre kalandırması, kabartma baskı kalandırması

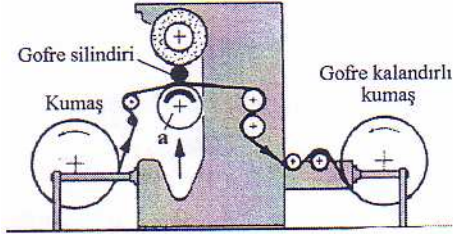
Kumaş yüzeyine belirli motiflerin basılması amacını taşıyan kalandırlama şeklidir. Elde edilen desenler belirgindir, (Şekil 3.26). Bu tip kumaşların bazıları, maliyeti daha yüksek jakar yada armür desenlerin taklitlerinde kullanılır.



Şekil 3.26. Kabartma desenli kumaşlar [7].

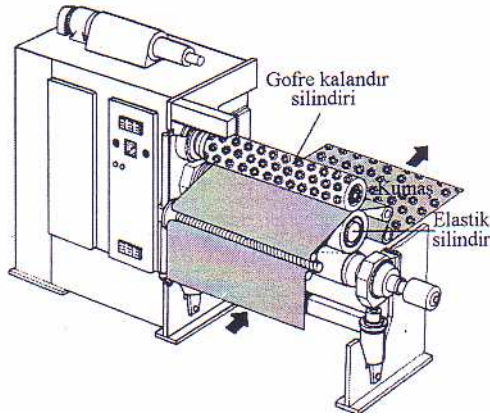
Gofre kalandırmasında amaç; kumaşı düzleştirme değil, bazı motifleri kumaşa basarak derinlemesine bir desen oluşturmaktır. Gofraj, sentetik lifli kumaşlardaki

aşırı parlaklığı azaltabilir. Metal bir silindir üzerine sarılı, sıkıştırılmış kağıt veya pamuktan oluşan, nisbeten yumuşak bir silindir ve buna dayanarak çalışan, üzerine desen grave (hak) edilmiş sıcak metal bir silindirden oluşmuş kalandırdan, kumaşı geçirmek suretiyle, üzerinde kabartma bir desen elde edilir (Şekil 3.27).

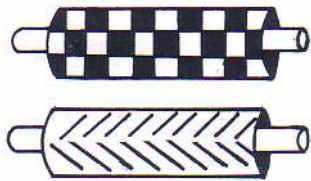


Şekil 3.27. Gofre kalandırlama; a) Elastik silindir (Küsters) [7].

Bu amaçla; basılacak olan motif, sert silindir yüzeyine, elde edilmek istenen desen veya etkinin cinsine göre az veya çok derinlikte işlenir, (Şekil 3.28, Şekil 3.29).



Şekil 3.28. Gofre kalandır (Küsters) [7].



Şekil 3.29. Gofre desenli kalandır silindirleri.

Kumaş yüzü sert merdaneye bakacak şekilde geçirilerek grave edilen motifin, kumaşın ön yüzüne kabartma veya çukur bölümlerden oluşan desen şeklinde çıkması sağlanır. Bu izler, işlenmiş sert silindir yüzeyi ile elastik silindir arasından geçen kumaşa geçer. Sert silindir üzerine işlenen gravür derinliğine (ve kumaşa göre basık ve derin baskı kalandırı etkileri elde edilir. Kumaş merdaneden geçirilmeye başlamadan önce merdaneler boş olarak döndürülür ve basınç giderek arttırılır. Bu sırada, sert merdanedeki girintiler çıkıntılar elastik merdaneye ters olarak çıkar. Bu esnada ve işlem sırasında, merdanelerin birbirlerine göre kaymaması için özel rapor dişlileri vardır. Merdane çaplarının birbirine oranı tam sayılarla bölünebilecek şekilde olmalıdır. Her desen için ayrı merdanelere ve rapor dişlilerine ihtiyaç vardır. Gofre kalandırının iki çeşidi vardır:

- Derin baskı kalandırı,
- Basık baskı kalandırı.

a) Derin baskı (gofre) kalandırı :

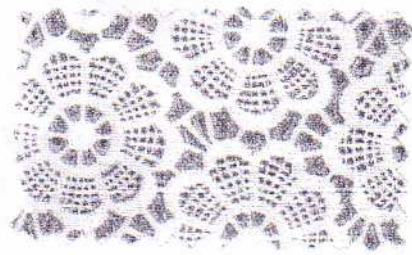
Gofre kalandırında, sert metal merdaneye işlenen basılacak desenin, derin grave edilmiş tipidir. Elde edilen baskı etkisi oldukça belirgindir. Desen elastik merdaneye etkili bir şekilde geçtiğinden, desen değiştirmede sert ve elastik merdanelerin değiştirilmesi gerekir.

b) Basık baskı (gofre) kalandırı :

Sert merdaneye işlenen motifin derinliği fazla olmayan baskı kalandırı çeşididir. Kalandır iki veya üç merdanelidir. Gravür derin olmadığından, elastiki merdane ye geçmez elde edilen baskı etkisi, derin baskıda olduğu gibi belirgin ve düzgün değildir. Desen değiştirmede yalnızca sert merdanenin değiştirilmesi yeterlidir.

Gofre baskılı kumaş, kabartma desenli kumaş:

Gofre (derin baskı) kalandırında işlem görmüş, belirgin desenlere sahip kumaşlardır. Sıcak gofre silindirlerinin yardımı ile, desene uygun şekilde kabarık bir yüzey değişimi oluşturma esası ile elde edilirler (3.30).



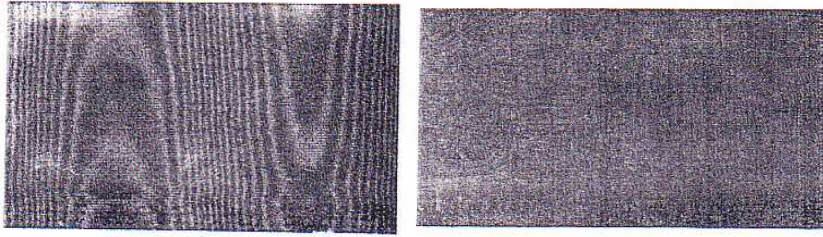
Şekil 3.30. Kabartma desenli kumaş.

Bu tip kumaşların bazıları, maliyeti daha yüksek jakar yada armür desenlerin taklitlerinde kullanılır. Kabartma kalandırısı ile üretilmiş kumaşlar, lup ile dikkatli bir inceleme sonucunda ayırt edilebilir. Bu tip kumaşlar, belirli bir yapıda (düz yada dimi dokuma) sürekli olarak devam ederken, jakar yada armür kumaşlar desen bölgesinde yüzen ipliklere (desen oluşturmak için dokumada atlamalı bir yapı oluşturan ipliklere) sahiptir.

Kabartma desenler, yıkamaya karşı dayanıklı değildir. Bu kalandırlama işlemi de geçici, dayanıklı veya kalıcı olabilir. Kuru ve hafif nemli kumaşa uygulanan gofre kalandırısı alıcıda alma isteği uyandırır ancak kalıcı değildir. Eğer, apre işlemi gören kumaşın lif içeriği termoplastik ise (örneğin asetat, poliamid, poliester) kalıcıdır. Pamuklu ve karışımlarında kalıcı bir gofre etkisi elde etmek için; kalandırlamadan önce kumaş fularda reçine ile emdirilir (mümkünse aynı anda boyama işlemi yapılır), kumaş nemli kalacak şekilde kurutulur, kalandırılır ve sonra kurutucuda 140-170°C’de fikse edilir.

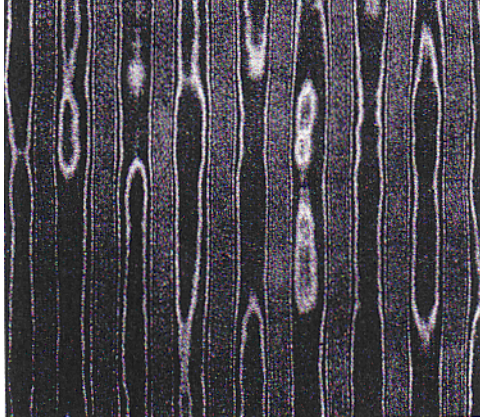
3.6.10. Sahte muare kalandır

Sert merdaneye muare deseninin işlendiği kalandırlama çeşididir. Muare efektinin elde edilmesi amacıyla yapılır. Elde edilen etkiler hakiki muaredeki gibi kalıcı değildir. Burada desen derin bir şekilde oyulmadığı için, elastik merdaneye geçmez, dolayısıyla yüzeysel bir etki elde edilir (3.31).



Şekil 3.31. Sahte muare kumaş; yıkamadan önce (solda) ve yıkamadan sonra (sağda).

Hakiki muareler ribsli dokumaların friksiyon kalandırından geçirilmesi ile elde edilir (Şekil 3.32).



Şekil 3.32. Hakiki muare kumaş.

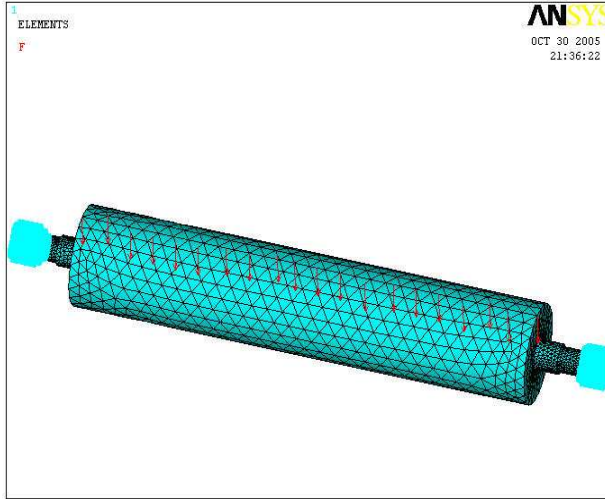
BÖLÜM 4. SİLİNDİRLERİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE STATİK ANALİZİ

4.1. Değişik Tipteki Silindirlerde Oluşan Gerilmeler

Uygulamada yaygın olarak kullanılan silindirler, Şekil 4.1' de teknik özellikleri verilen ve aynı genel ölçülere sahip silindirlerdir. Üç tip silindirde de sıkça kullanılan çaplar anılan şekilde görülmektedir. Muylu ve flanşlı tipte kullanılan boru et kalınlığı pratiğe uygun olarak alınmıştır. Silindirlerin ağırlıkları : Dolu : 250 kg, Muylulu : 90 kg ve flanşlı : 63 kg dır.

Sonlu elemanlar yöntemi ile analizi için ansys programı seçilmiştir. Modellemede katı hacim elemanı olarak Ansys malzeme kütüphanesindeki solid 187 üç boyutlu yapısal katı elemanı kullanılmıştır.

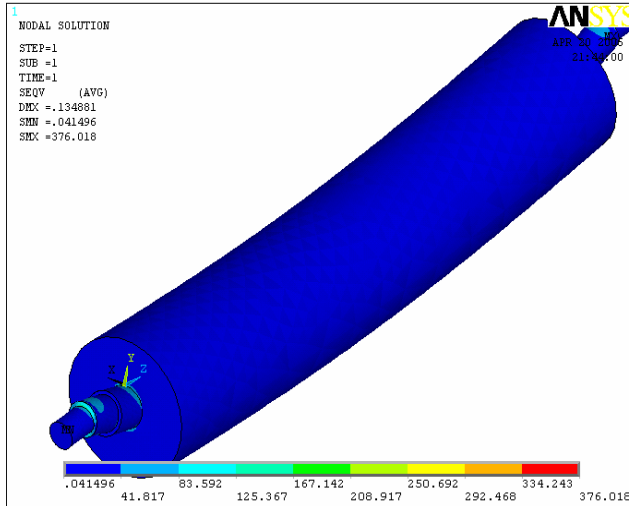
Silindirlerin üzerlerine uygulanan yayılı yükler eşit miktarda olup toplamda her silindir üzerine uygulanan kuvvet 50000 N dur. Elastisite modülü: 200.000 N/mm², Poison oranı : 0,3 olarak alınmıştır [11].



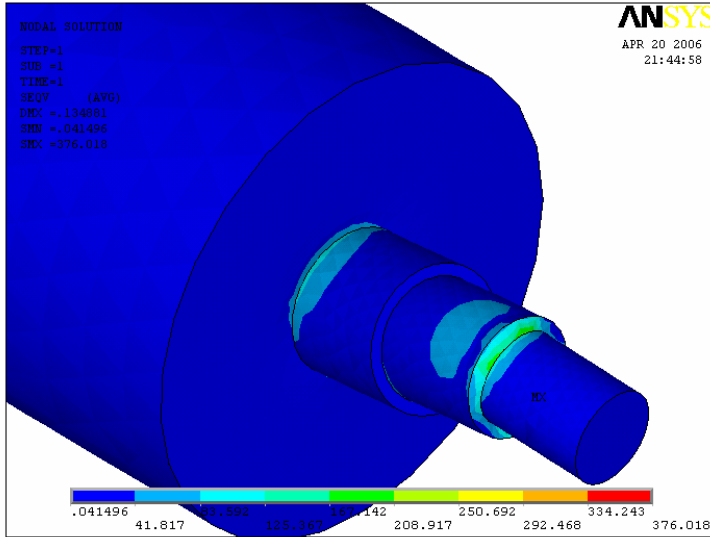
Şekil 4.2. Mesh edilmiş (Bölüntülenmiş) silindir

4.2. Dolu Silindir Analiz Sonuçları

Dolu silindirde modelin çözümü için toplam kullanılan eleman sayısı 39675, node sayısı 58419 dur. Sonuçların gösteriminde Von Mises gerilme dağılımı kullanılmıştır (Şekil 4.3). Ayrıca maksimum ve kritik bölgede oluşan detayların daha iyi görülebilmesi için Şekil 4.4'te yakın görünüşü verilmiştir.

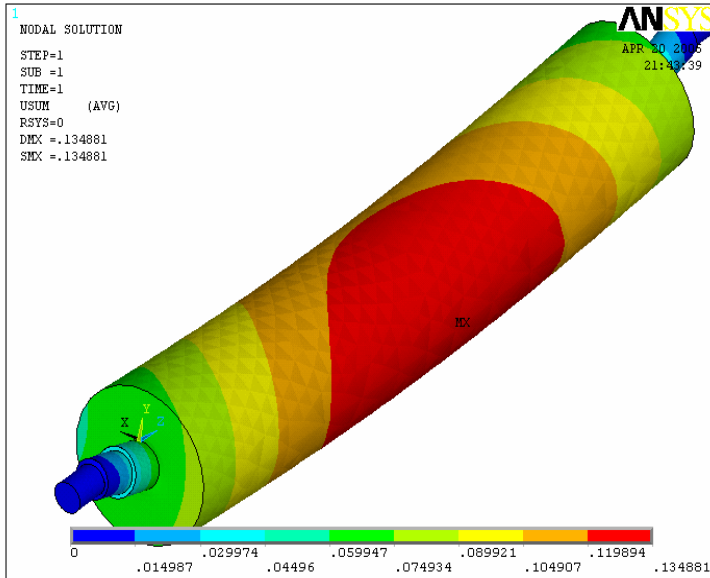


Şekil 4.3. Dolu mil Von Mises gerilme dağılımı (MPa)



Şekil 4.4. Dolu mil Von Mises gerilme dağılımı (yakın görünüş) (MPa)

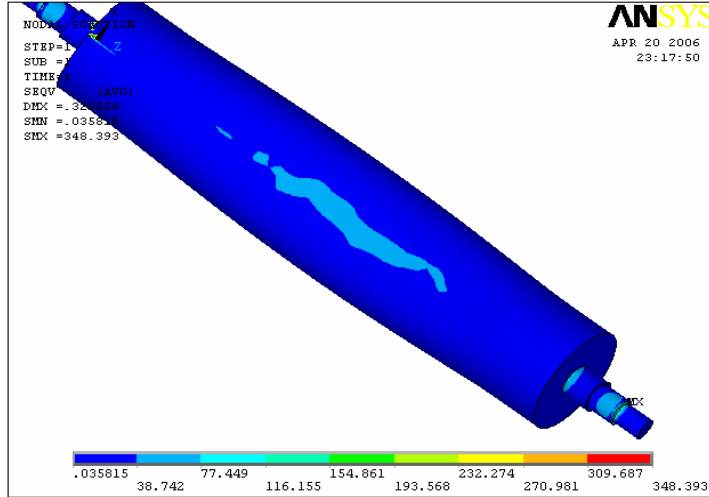
Anılan şekillerde de görüleceği gibi maksimum gerilme 376 MPa, kritik bölge gerilmesi 125 MPa' dır. Silindirde yükleme sonucu oluşan yer değiştirmeler Şekil 4.5'te verilmiştir. Buna göre maksimum yer değiştirme 0,134881 mm, kritik bölge için yer değiştirme 0,074934 mm dir.



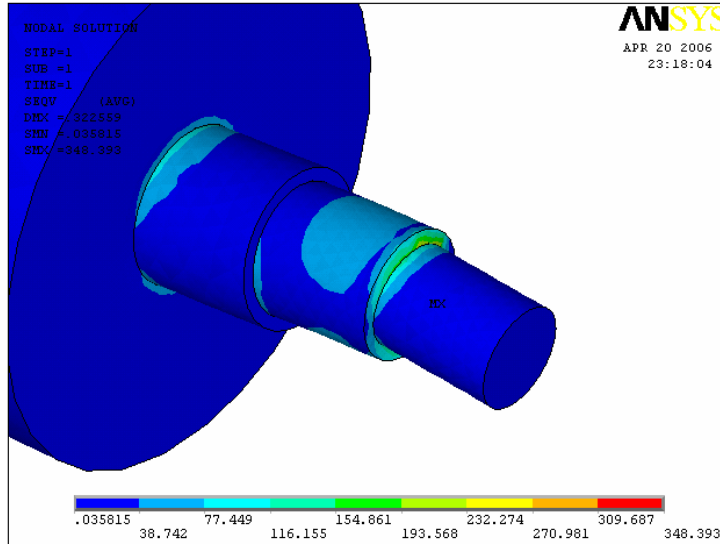
Şekil 4.5. Dolu silindir yerdeğiştirmeleri (mm)

4.3. Muylulu Silindir Analiz Sonuçları

Muylulu silindirde modelin çözümü için toplam kullanılan eleman sayısı 43291, node sayısı 68304 dır. Sonuçların gösteriminde Von Mises gerilme dağılımı kullanılmıştır (Şekil 4.6). Ayrıca maksimum ve kritik bölgede oluşan detayların daha iyi görülebilmesi için Şekil 4.7’de yakın görünüşü verilmiştir.



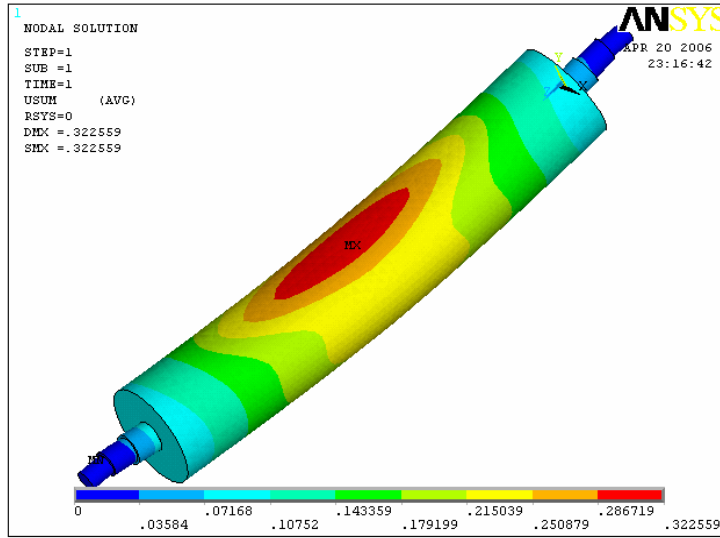
Şekil 4.6. Muylulu silindir Von Mises gerilme dağılımı (MPa)



Şekil 4.7. Muylulu silindir Von Mises gerilme dağılımı (yakın görünüş) (MPa)

Anılan şekillerde de görülebileceği gibi, maksimum gerilme 348 MPa, kritik bölge gerilmesi 116 MPa dır. Silindirde yükleme sonucu oluşan yer değiştirmeler

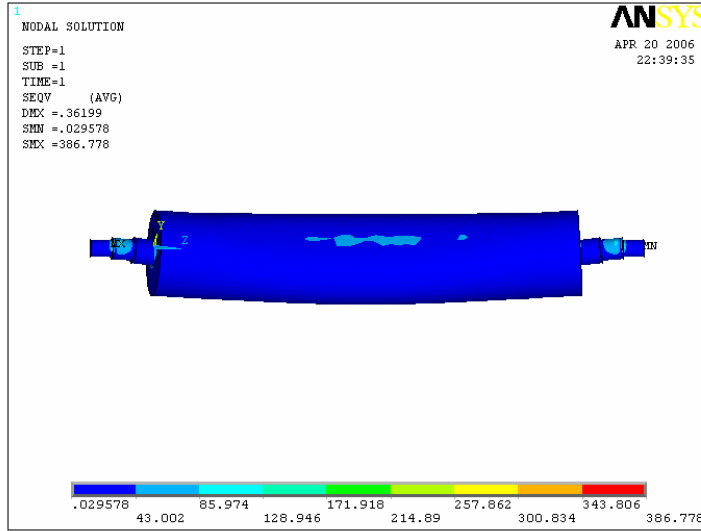
Şekil 4.8'te verilmiştir. Buna göre maksimum yer değıştirme 0,322559 mm, kritik Bölge için yer değıştirme 0,10752 mm dir.



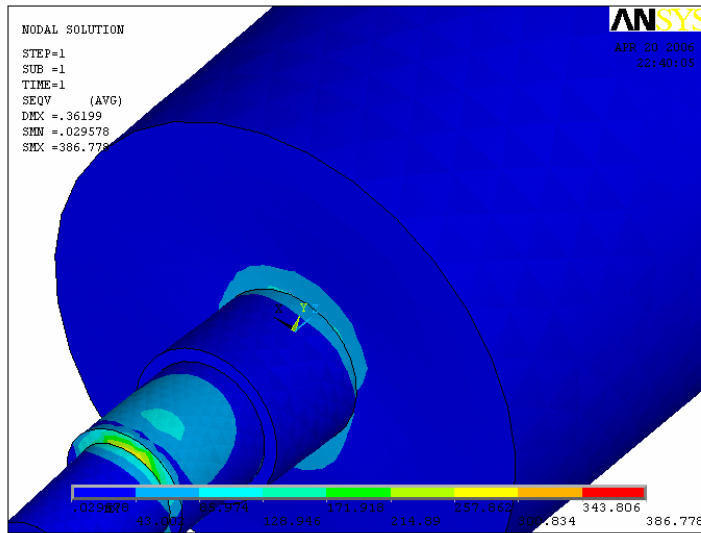
Şekil 4.8. Muylulu silindir yerdeğıştirmeleri (mm)

4.4. Flanşlı Silindir Analiz Sonuçları

Flanşlı silindir de modelin çözümü için toplam kullanılan eleman sayısı 52690, node sayısı 88016 dır. Sonuçların gösteriminde Von Misses gerilme dağılımı kullanılmıştır (Şekil 4.9). Ayrıca maksimum ve kritik bölgede oluşan detayların daha iyi görülebilmesi için Şekil 4.10'da yakın görünüşü verilmiştir.

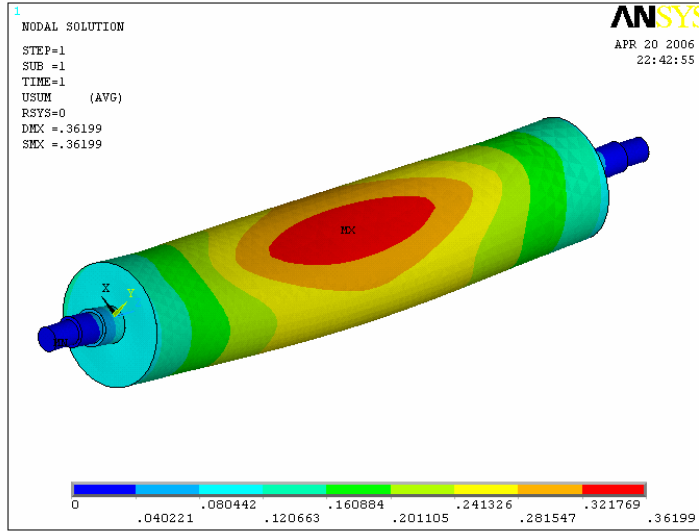


Şekil 4.9. Flanşlı silindir Von Misses gerilme dağılımı (MPa)



Şekil 4.10. Flanşlı silindir Von Misses gerilme dağılımı (yakın görünüş) (MPa)

Anılan şekillerin incelenmesinde görülebileceği gibi maksimum gerilme 387 MPa, kritik bölge gerilmesi 129 MPa dır. Silindirde yükleme sonucu oluşan yer değiştirmeler Şekil 4.11’de verilmiştir. Buna göre maksimum yer değiştirme 0,361990 mm, kritik bölge için yer değiştirme 0,120663 mm dir.



Şekil 4.11. Flanşlı silindir deformasyon analizi (mm)

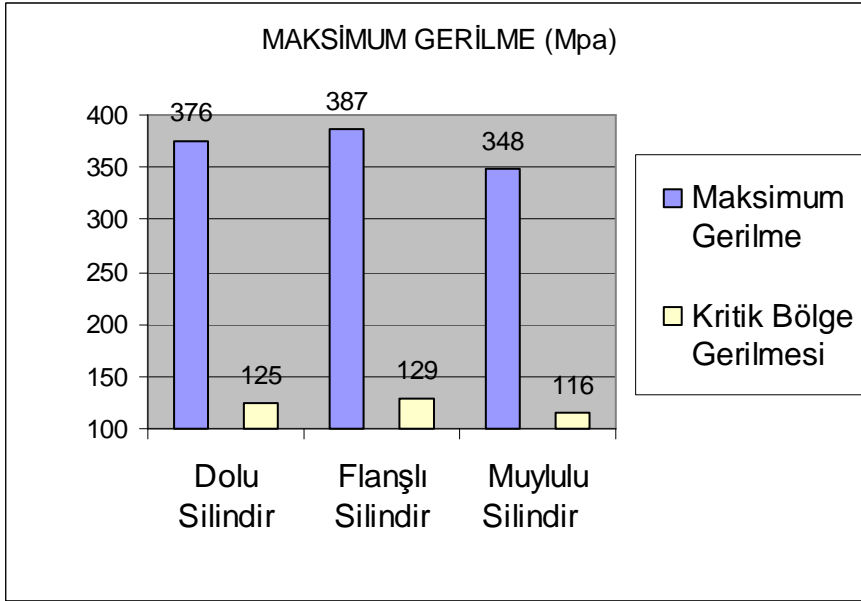
4.5. Sonuçların Karşılaştırılması

Analizini yaptığımız silindirlere 50000 N yük altında elde edilen değerler Tablo 4.1’de topluca verilmiştir. Ayrıca Von Mises gerilme dağılımı analiz sonuçlarının karşılaştırılması grafiksel gösterimi Şekil 4.12’de, deformasyon analizi sonuçlarının karşılaştırılması grafiksel gösterimi Şekil 4.13’de verilmiştir.

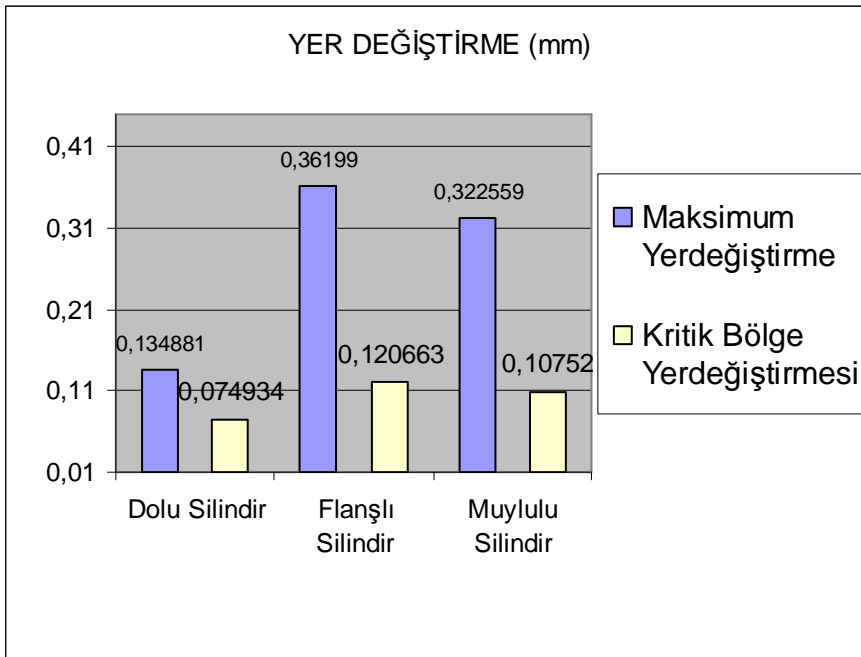
Tablo 4.1. Analiz sonuçlarının karşılaştırılması

	Dolu Silindir	Flanşlı Silindir	Muylu Silindir
Maksimum Gerilme (Mpa)	376	387	348
Kritik Bölge Gerilmesi (Mpa)	125	129	116
Maksimum Yer değiştirme (mm)	0,13488	0,36199	0,32255
Kritik Bölgedeki Yer değiştirme (mm)	0,07493	0,12066	0,10752

Anılan tablo ve şekiller incelendiğinde maksimum gerilme ve yer değiştirmelerin en büyük olduğu flanşlı tipin ağır yüklerin olduğu yerlerde kullanılmasının uygun olmadığı sonucuna varabiliriz. Dolu silindirde oluşan gerilmeler, muylulu silindire oranla daha büyüktür. Buna karşın dolu silindirde yükleme esnasında oluşan yer değiştirmeler, muylulu silindire oranla daha küçüktür.



Şekil 4.12. Maksimum stres yönünden sonuçların karşılaştırılması



Şekil 4.13. Maksimum yer değiştirme yönünden sonuçların karşılaştırılması

BÖLÜM 5. UYGULAMADA KIRILAN SİLİNDİRLER

5.1. Silindirlerin Kırılma Nedenleri

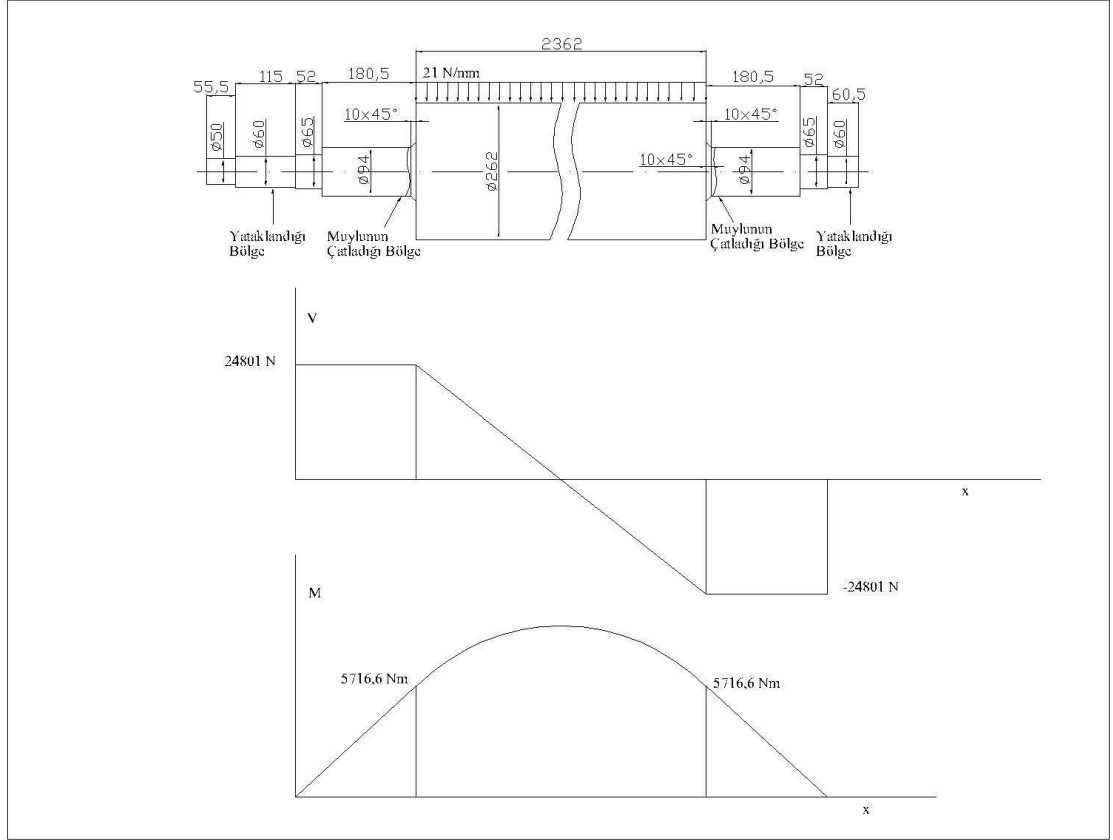
Silindirlerin kırılmasında etki eden birçok faktör vardır. Bunlardan bazıları çatlak faktörü, kaynak faktörü, değişken yük, yanlış yataklamadır. Burada daha çok kırılma yeri ve kademelendirme hataları bulunan tamamen dolu malzemeden yapılmış ve belirli bir çalışma süresi sonunda kırılan silindirler incelenmiştir.

5.2. Çalışma Esnasında Kırılan Silindirler

5.2.1. İncelenen silindirler ve modeller

5.2.1.1. Silindir I

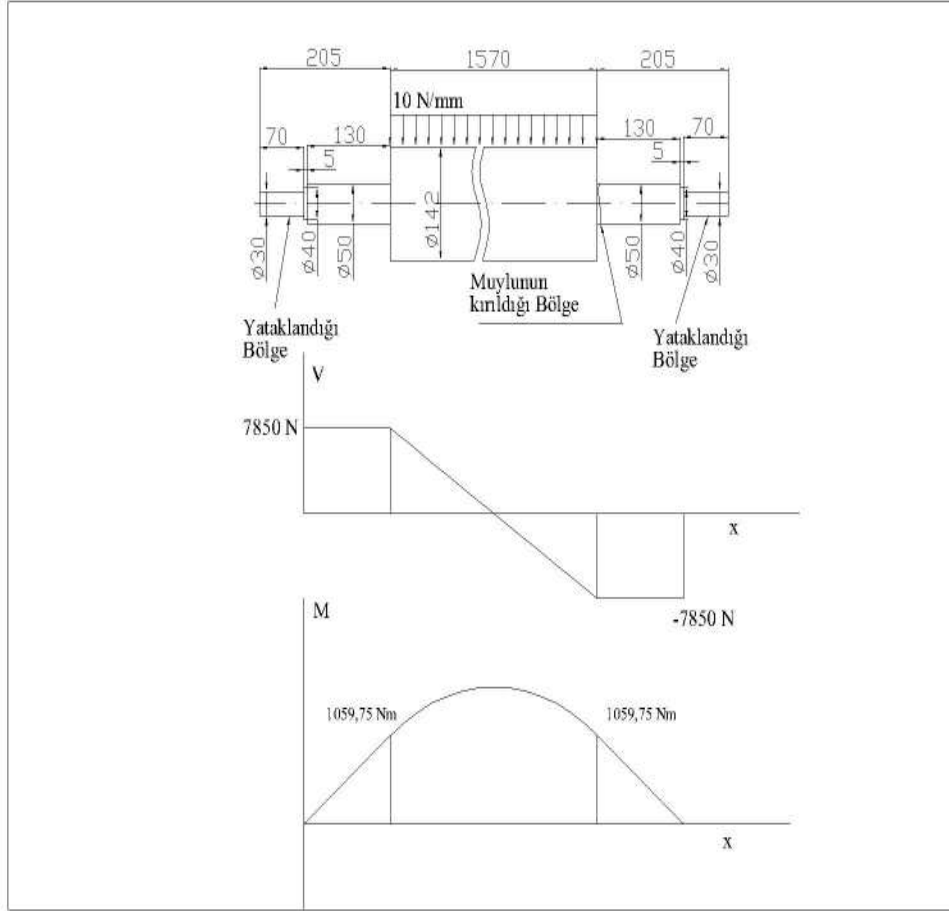
Çalışma esnasında muyluları çatlayan örnek silindir I'in genel ölçüleri Şekil 5.1'de verilmiştir. Bu silindir 50000 N'luk yük altında çalışmaktadır ve 7-8 ay çalışma süresi sonunda muyluları çatlamıştır. Silindirin sonlu elemanlar yöntemi ile analizi için Ansys programı seçilmiştir. Modellemede katı hacim elemanı olarak ansys malzeme kütüphanesindeki solid 187 üç boyutlu yapısal katı elemanı kullanılmıştır. Mil malzemesi St-52 dir. St-52 malzemenin elastisite modülü: 200.000 N/mm², Poison oranı : 0,3' tür [11]. Silindirin toplam ağırlığı 1020 kg dır. Silindir milin Ø60'lık olan kısmından yataklanmış ve yük uygulamasına karşı sabit bölge olarak burası seçilmiştir. Modelin çözümü için toplam kullanılan eleman sayısı 66056, node sayısı 96881 dir.



Şekil 5.1. Muyluları çatlayan silindir I' in genel ölçüleri

5.2.1.2. Silindir II

Çalışma esnasında muylusu kırılan silindir II'nin genel ölçüleri Şekil 5.2'de verilmiştir. Bu silindir 15000 N'luk yük altında çalışmaktadır ve 1,5 sene çalışma süresi sonunda muylusu kırılmıştır. Silindirin sonlu elemanlar yöntemi ile analizi için ansys programı seçilmiştir. Modellemede katı hacim elemanı olarak ansys malzeme kütüphanesindeki solid187 üç boyutlu yapısal katı elemanı kullanılmıştır. Mil malzemesi St 52 dir. St-52 malzemenin Elastisite modülü: 200.000 N/mm^2 , Poison oranı : 0,3' tür [11]. Silindirin toplam ağırlığı 200 kg dır. Silindir milin $\text{Ø}30$ 'luk olan kısmından yataklanmış ve yük uygulamasına karşı sabit bölge olarak burası seçilmiştir. Modelin çözümü için toplam kullanılan element sayısı 62839, node sayısı 92443 dür.

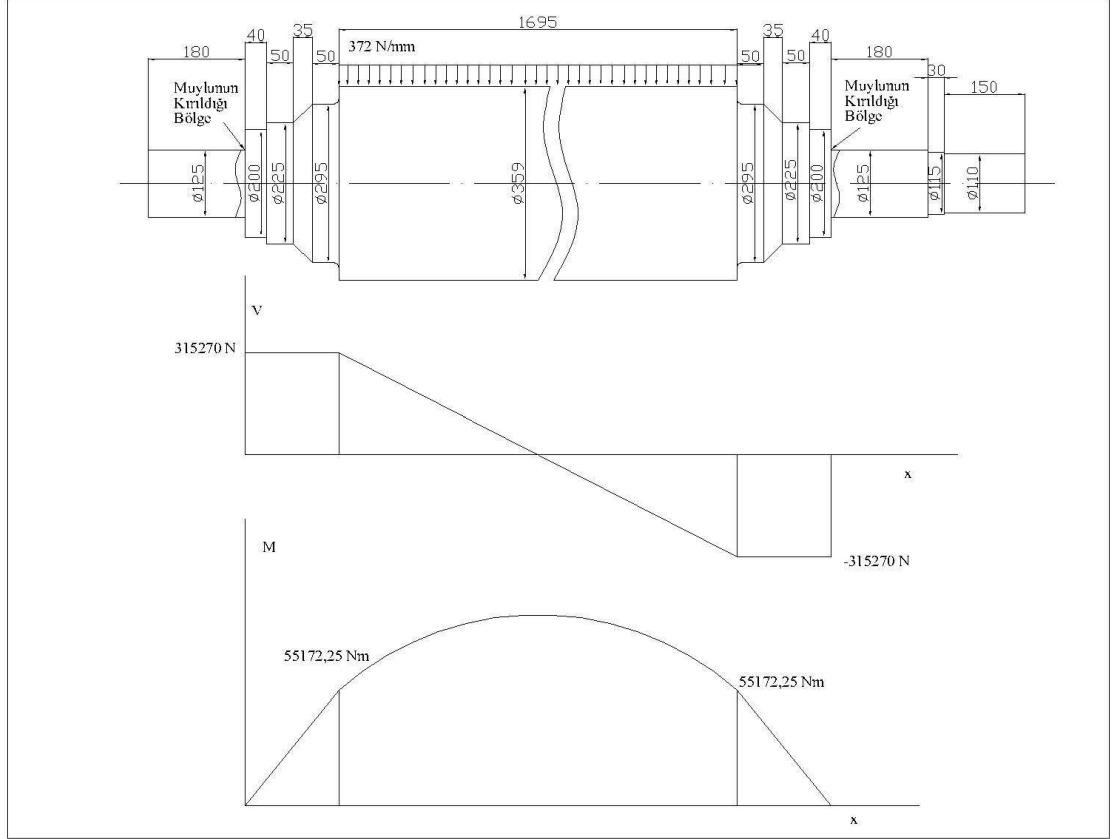


Şekil 5.2. Muylusu kırılan silindir II' in genel ölçüleri

5.2.1.3. Silindir III

Çalışma esnasında 3 ayda 2 kez uzun muylusu, 1 kez de kısa muylusu kırılan örnek silindirin genel ölçüleri Şekil 5.3'de verilmiştir. Bu silindir 630000 N'luk yük altında çalışmaktadır. Silindirin sonlu elemanlar yöntemi ile analizi için ansys programı seçilmiştir. Modellemede katı hacim elemanı olarak ansys malzeme kütüphanesindeki solid187 üç boyutlu yapısal katı elemanı kullanılmıştır. Mil malzemesi St 52 dir. St-52 malzemenin Elastisite modülü: 200.000 N/mm^2 , Poisson oranı : 0,3' tür [11]. Silindirin toplam ağırlığı 1528 kg dır. Silindir milin $\text{Ø}30$ 'luk olan kısmından yataklanmış ve yük uygulamasına karşı sabit bölge olarak burası seçilmiştir. Modelin çözümü için toplam kullanılan element sayısı 131404, node sayısı 183609 dur.

Silindirlerde oluşan gerilmelerin gösteriminde Von Mises değerleri kullanılmış; ayrıca silindirlerde oluşan yerdeğişmeler belirlenmiştir.

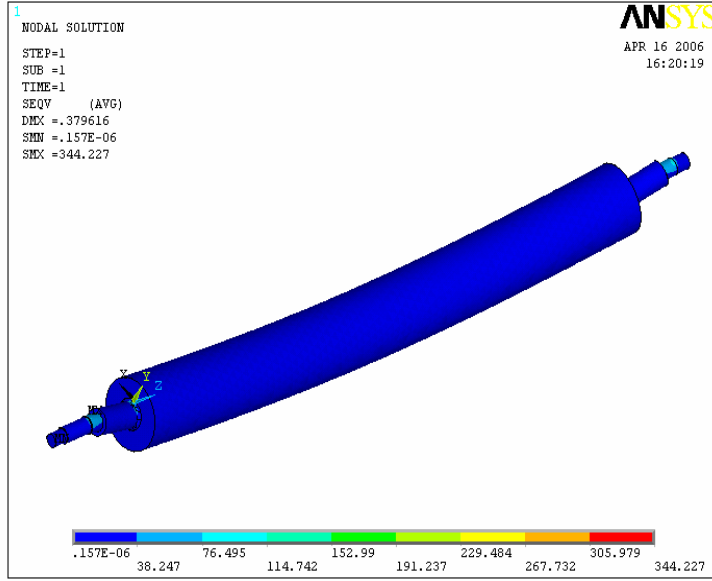


Şekil 5.3. Muylusu kırılan silindir III' ün genel ölçüleri

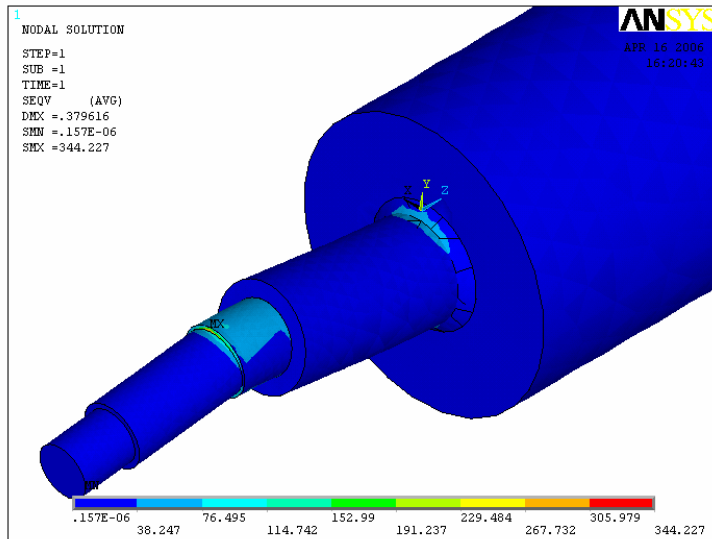
5.2.2. İncelenen silindirlerin analiz sonuçları

5.2.2.1. Silindir I

Bu silindirin Von Mises gerilme dağılımı Şekil 5.4'te gösterilmiştir. Ayrıca maksimum ve kritik bölgede oluşan detayların daha iyi görülebilmesi için Şekil 5.5'te yakın görünüşü verilmiştir.

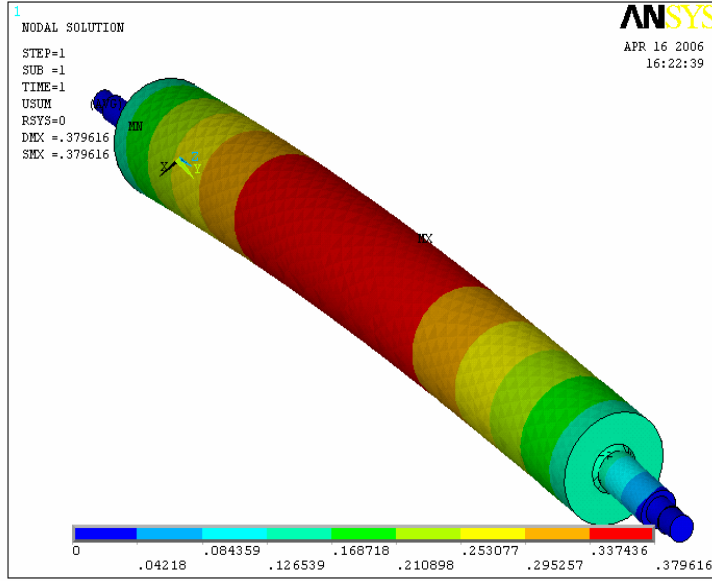


Şekil 5.4. Silindir I Von Mises gerilme dağılımı (MPa)



Şekil 5.5. Silindir I Von Mises gerilme dağılımı (yakın görünüş) (MPa)

Silindirde yükleme sonucu oluşan yer değiştirmeler ise Şekil 5.6'te verilmiştir.



Şekil 5.6. Silindir I yerdeğiştirmeleri (mm)

Silindir de oluşan gerilme ve yerdeğiştirme sonuçları Tablo 5.1 de verilmiştir.

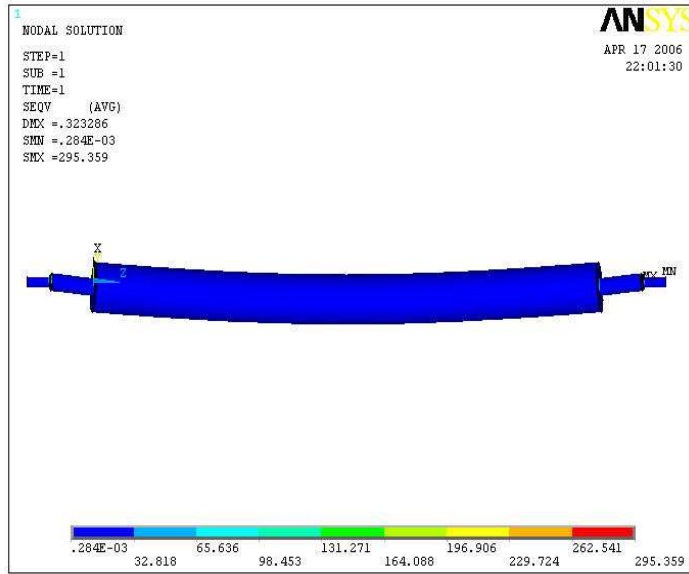
Tablo 5.1. Silindir I analiz sonuçları

Maksimum Gerilme	Kırılmanın Olduğu Bölgedeki Gerilme	Maksimum Gerilmenin olduğu Bölgedeki Yerdeğiştirme	Kırılmanın Olduğu Bölgedeki Yerdeğiştirme
344 Mpa	76 Mpa	0,04218 mm	0,168718 mm

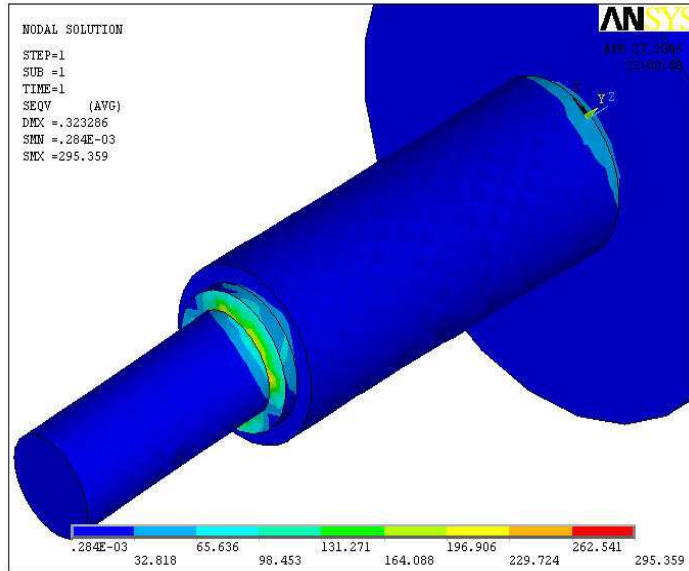
Bu silindir milin silindire en yakın olan dip tarafından kırılmıştır (Şekil 5.1). Bu kademenin çapı silindirin yataklandığı kademenin çapına göre yeterince büyük olmayıp, düz ve uzun yapılmıştır. Bu da silindirin millerinin 7-8 ay gibi kısa sürede çatlamasına neden olmuş ve kullanılamaz hale getirmiştir. Ancak Tablo 5.1 dende görülebileceği gibi, kırılma bölgesinde oluşan kırılma değeri, silindir malzemesinin emniyetli gerilme değerinden küçüktür. Dolayısıyla atlamının yorulma nedeniyle oluştuğu söylenebilir, Benzer yorum DURSUN, I. [3] tarafından da yapılmış ve ani kesit değişikliklerinden kaçınılması gerektiğini bildirmiştir. Bu nedenle burada kademelendirme hatası mevcuttur.

5.2.2.2. Silindir II

Bu silindirin Von Mises gerilme dağılımı Şekil 5.7' de gösterilmiştir. Ayrıca maksimum ve kritik bölgede oluşan detayların daha iyi görülebilmesi için Şekil 5.8'te yakın görünüşü verilmiştir.

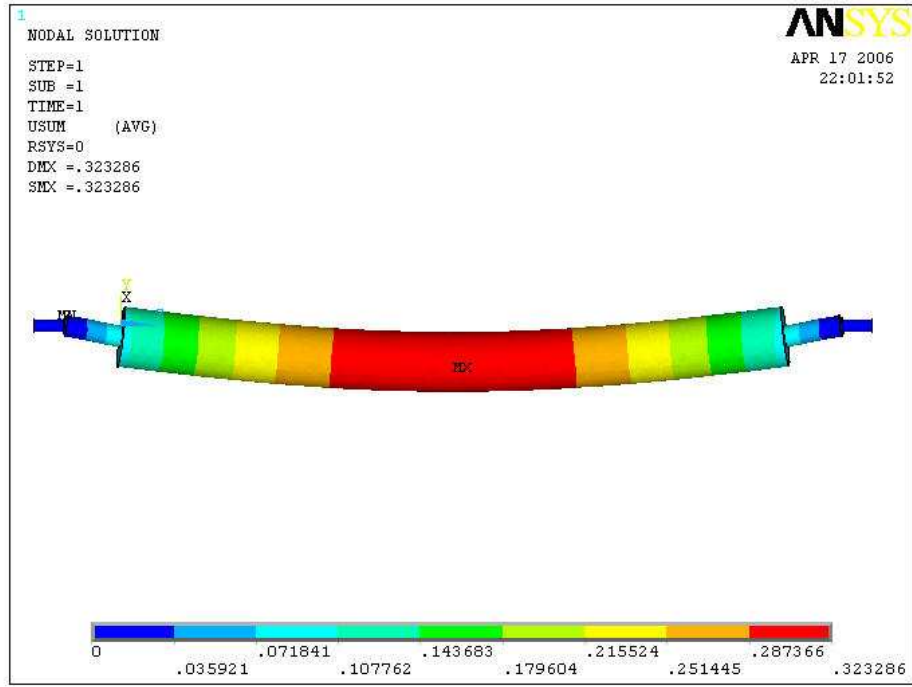


Şekil 5.7. Silindir II Von Mises gerilme dağılımı (MPa)



Şekil 5.8. Silindir II Von Mises gerilme dağılımı (yakın görünüş) (MPa)

Silindirde yükleme sonucu oluşan yer değiştirmeler ise Şekil 5.9'da verilmiştir.



Şekil 5.9. Silindir II yerdeğıştirmeleri (mm)

Silindirde oluşan gerilmeler ve deformasyon analiz sonuçlarının hepsi Tablo 5.2 de verilmiştir.

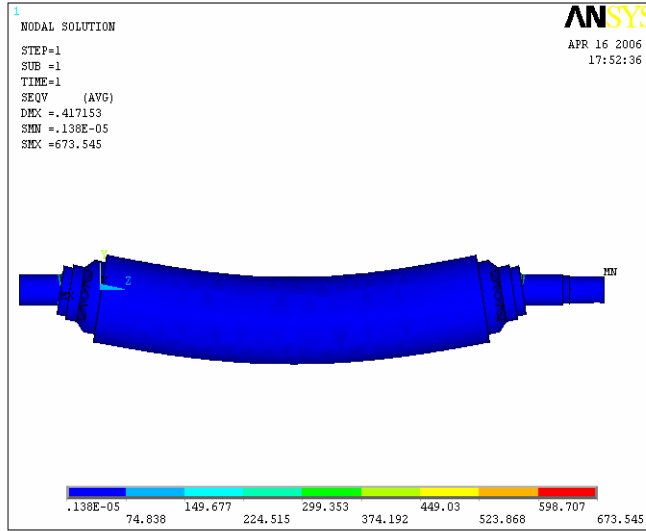
Tablo 5.2. . Silindir II analiz sonuçları

Maksimum Gerilme	Kırılmanın Olduğu Bölgedeki Gerilme	Maksimum Gerilmenin olduğu Bölgedeki Yerdeğıştirme	Kırılmanın Olduğu Bölgedeki Yerdeğıştirme
295 Mpa	66 Mpa	0,035921 mm	0,107762 mm

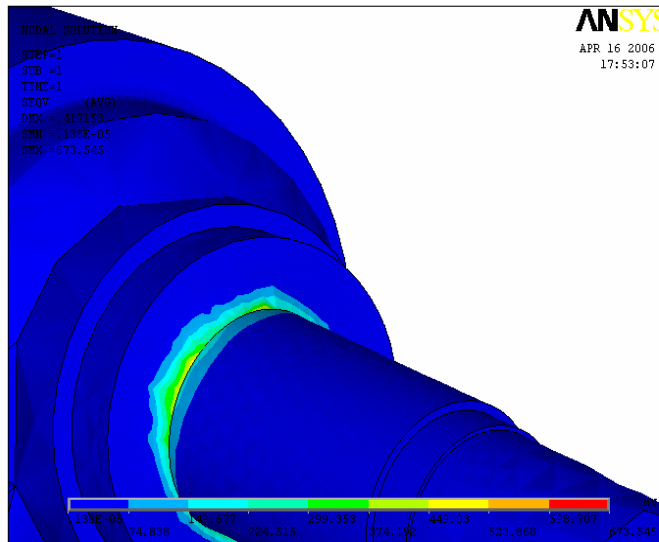
Bu silindir de milin silindire en yakın olan dip tarafından kırılmıştır. Bu kademenin çapı silindirin yatakladığı kademenin çapına göre yeterince büyük olmayıp, düz ve uzun yapılmıştır. Bu da silindirin milinin kırılmasına neden olmuştur. Silindir I de olduğu gibi bu silindirde de kırılma bölgesinde oluşan gerilme malzemenin emniyetli gerilme değerinden küçük çıkmıştır. Yorulma analizi yapılmalı ve tedrici kesit değışimi sağlanmalıdır. Bu nedenle burada da kademelendirme hatası mevcuttur.

5.2.2.3. Silindir III

Bu silindirin Von Mises gerilme dağılımı Şekil 5.10' da gösterilmiştir. Ayrıca maksimum ve kritik bölgede oluşan detayların daha iyi görülebilmesi için Şekil 5.11'te yakın görünüşü verilmiştir

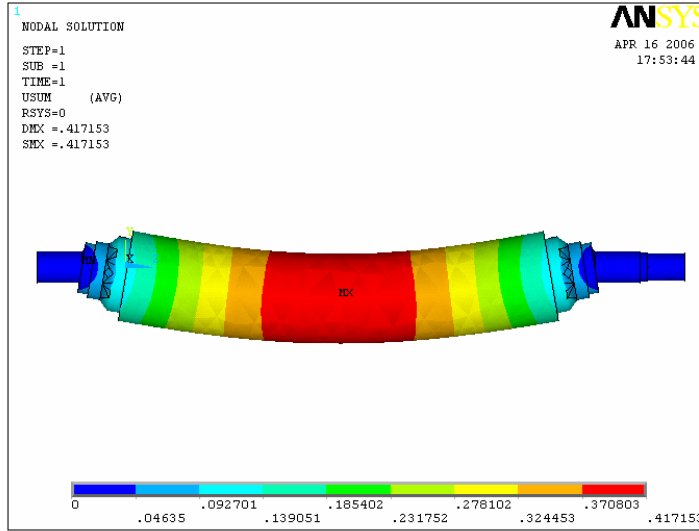


Şekil 5.10. Silindir III Von Mises gerilme dağılımı (MPa)



Şekil 5.11. Silindir III Von Mises gerilme dağılımı (yakın görünüş) (MPa)

Silindirde yükleme sonucu oluşan yer değiştirmeler Şekil 5.12'te verilmiştir.



Şekil 5.12. Silindir III yerdeğiştirmeleri (mm)

Silindirde oluşan gerilmeler ve deformasyon analiz sonuçlarının hepsi Tablo 5.3 de verilmiştir.

Tablo 5.3. Silindir III analiz sonuçları

Maksimum Gerilme (Kırılmanın Olduğu Bölge)	Kademeli Bölgedeki Gerilme	Maksimum Gerilmenin olduğu Bölgedeki Yerdeğiştirme	Kademeli Bölgedeki Yerdeğiştirme
673 Mpa	75 Mpa	0,04635 mm	0,139051 mm

Bu silindirde milin silindire en yakın olan dip tarafının çapı oldukça büyük yapılmış ve silindirin yatakladığı bölgeye kadar olan kademelerin çapları birbirine yakın tutulmuştur. Silindirin bu bölgelerinde olan gerilme ve yer değiştirme miktarları ufaktır. Fakat silindirin yatakladığı mil çapı silindire yüklenen yüke göre ufak tutulmuştur. Silindir malzemesinin dayanabileceği maksimum akma gerilmesi 350 Mpa [11] olmasına rağmen silindirin bu bölgesinde oluşan toplam gerilme 673 Mpa kadar çıkmıştır. Bu nedenle silindir muyluları 3 ayda 3 kere kırılmıştır. Sonuç olarak kırılmanın esas nedeninin aşırı gerilme yükü olduğu, dolayısıyla uygun kesit boyutunun sağlanmadığı öncelikle belirtilebilir. Kuşkusuz ayrıca yorulma geriliminde analiz edilmesi gerekir.

BÖLÜM 6. SİLİNDİR KAPLAMA MALZEMELERİ

6.1. Silindir Kaplamalarının Genel Özellikleri

Silindirlerin üzerlerine kullanım koşullarına göre değişmekle birlikte plastik ve kauçuk türünden kaplamalar yapılmaktadır. Plastikler ve kauçuklar genel itibariyle ayrı malzemeler olarak gruplandırılırlar. Bununla birlikte bazı plastik elastomerler kauçuk karakteristiği verirler. Bunlara örnek plastikleştirilmiş poliviniller, polietilen, elastiki poliesterler, etil selülöz ve kauçuk fonelinlerdir [12]. Bu yüzden plastik ve kauçuk malzemeler bazı kaynaklarda birlikte anılmaktadır. Silindirde kullanılan kaplamaların daha iyi anlaşılması için bu bölümde plastikler ve kauçuklar ayrı tanıtılacaktır. Tekstil sektöründe en çok kullanılan plastik malzemeler poliüretan, poliamid, epoksit'dir. Tekstil sektöründe kauçuk kaplamalar, plastiklere göre çok daha yaygındır. Bunun başlıca sebebi kauçukların sentetik yollarda elde edilmesi ile geliştirilen özellikleriyle, mekanik özelliklerinin çok iyi olması ve kimyasallara karşı direncinin yüksek oluşudur.

C. BLAUCH ve ark. performans test cihazıyla 80A, 60A, 40A shore A sertliğinde poliüretan malzeme kaplı tekerleklere 111 N dan 1446 N' a doğru artan kuvvet uygulamış ve 10 mm yerdeğiştirmek için gereken kuvveti sırasıyla 1000N, 710N ve 580 N bulmuştur. Kuvvet eğrileri hepsinde lineer ve bu elastomerlere uygulanan bu kuvvetler karşısındaki yorulma(malzeme dayanma) sürelerinde eşit olduğunu bulmuşlardır[13]. Bu çalışmada çıkan sonuçlarda irdelendiğinde malzemelerin her sertlikte deneyinin yapılabileceği fakat diğer malzemelerle kıyaslama yapıldığında bütün malzemelerin aynı sertlikte olması gerektiği ortaya çıkmıştır. 90 Sh A sertliğinde silindir kaplamalarında en çok kullanılan kaplama çeşitlerinden poliüretan-HPPU, Polikoropren (Neopren), Tabii kauçuk ve Klorosülfonlanmış Polietilen (Hypalon) kaplama türlerinin mekanik özelliklerinin belirlenmesi için deneyler yapılmıştır. Chabot B, Poliüretan tekerlerin kauçuk tekerlerin yerine kullanılabilirliği üzerine yaptığı araştırmada poliüretan

tekerleklerin kauçuk tekerlere göre şok emiciliği, vuruş ağırlığı, yuvarlanma direnci ve çekme kapasitesinin çok daha iyi olduğunu; büyük makinalara gerek kalmadan daha az enerji kaybı ile üretilebildiğini, çevre üretim verimliliği tüketici yararlılığı düşünüldüğünde daha avantajlı olduğunu bildirmiştir.

6.2 Plastikler

6.2.1. Tanım ve tarihçe:

Plastikler, dökülerek veya preslenerek şekil verilen ve metal olmayan malzeme türleridir. Bir grup tabii ve yapay reçinelerle bunların bileşiklerinden ibarettir. Oda sıcaklığında katı olup belirli bir sıcaklıkta ve basınçta yumuşayarak akıcılık kazanırlar. Genellikle organik yapıda olan reçineler H, O, C ve N ihtiva ederler [12]. Plastik hammadde kaynakları; kömür petrol, kireçtaşı, tuz, kükürt, hava, su, pamuk, odun ve diğer ziraat maddeleridir. Yalnız bu maddelerin belirli oranlarda karıştırılmaları ile plastik elde edemeyiz. Bu maddeler çok sayıda işlemlerden geçtikten sonra bugün kullandığımız plastik türlerinden birisi elde edilir. Bitümlü plastikler ilk kullanılan plastiklerdir. XVII. yüzyılda geliştirilerek kullanılmaya başlanmıştır. Kazein, şellak ve proksilin (Casein, Shellac, Pyroxilin) plastikleri de XIX. yüzyılda geliştirilmiştir.

Plastik endüstrisinin gerçek anlamda başlamasına 1909'da Dr. Baekela'nın Fenol Formaldehid'i bulması yol açmıştır. Bugün sayısız denecek kadar plastik çeşidi vardır. Tekstil sektöründe plastik malzemeler en çok baskı işlemlerinde ve aşınmanın yüksek olduğu yerlerde kullanılır [12].

6.2.2. Plastik maddelerin çeşitleri

Plastikler çok çeşitli olup farklı şekillerde çeşitlere ayrılırlar. Tablo 6.1’de birçok uygulamalar için genel özelliklerine göre plastik çeşitleri verilmiştir.

Tablo 6.1. Genel özelliklerine göre plastik çeşitleri [14]

Sembo	Anlam	Tür			
CA	Selülozasetat	T	PSU	Polisulfon	T
CAB	Selülozasetatbutirat	T	PTFE	Politetrafloretilen	T
CF	Krizol-formaldehit	D	PUR	Poliüretan	D
CMC	Karboksimetilselüloz	AN	PVAC	Polivinilasetat	T
CN	Selüloznitrat	AN	PVB	Polivinilbutiral	T
CP	Selulozpropriyonat	T	PVC	Polivinij	T
EC	Etilselüloz	AN	PVDC	Polivinildeklorid	T
EP	Epoksit	D	PVF	Polivinilflorid	T
MF	Malaminforma	D	PVFM	Polivinilformnat	
PA	Poliami	T		Polivinilformna	T
PBT	Polibütilentereftalat	T	SI	Silikon	D
PC	Polikarbonat	T	UF	Üreformaldehit	D
PCTFE	Poliklorotrifloretilen	T	UP	Doymanuş Polyester	D
PE	Polietilen	T	ABS	Akrilnitrilbutadin/Stjrol	T
PET	Polietilenterephalat	T	A/MMA	Akrilnitril/Metil metakrilat	T
PF	Fenolforma	D	ASA	Akrilnitril/Stirol/Akrilester	T
PIB	Polisobütülen	T	E/VA	Etilen/Vinilasetat	E
PMMA	Polimetilmetakrilat	T	SAN	Stirol/Akrilnitril	T
POM	Polioksümetilen		S/B	Stirol/Butadin	T
	Poliformaldehit		S/MS	Stirol/n-Metilstiro	T
	Poliasetilen	T	VC/E	Vinilklorik/Etilen	T
PP	Polipropilen	T			
PS	Polistirol	T			

• AN: Değiştirileri doğal maddeler, • E: Elastomerler, • D: Duroplastik, • T: Termoplastik

Hususi Özellikleri Tanıtıcı Harfler:

Aşağıda verilen harfler aynı cinsten plastiklerden, kendine ait özellikleri bulunanları tanımlamada kullanılır.

C	: Klorlanmış
D	: Yoğunluk
E	: Köpüklü
F	: Esnek, akıcı
H	: Yüksek
I	: Çarpmaya dayanıklı
£	: Doğrusal, alçak
M	: Kütle
N	: Normal, novolak
P	: Yumuşatıcı
W	: Ağırlık
X	: Ağ şekline getirilebilir

Tanımlama Örneği:

PVC-P: Polivinilklorid – yumuşatıcı

PE-LL D: Lineer polietilen – düşük yoğunluklu

PVC-HI: Polivinilklorid - yüksek çarpmaya dayanıklı

Güçlendirilmiş Plastik Maddeler:

Plastiğin kuvveti ve sertliği katkı maddeleri katılarak artırılır .

BFK : Bor lifleri ile güçlendirilmiş plastik madde

CFK : Karbon lif ile güçlendirilmiş plastik madde

FK : Lifle güçlendirilmiş plastik madde

GFK : Cam elyafi ile güçlendirilmiş plastik madde

MFK : Metal lif ile güçlendirilmiş plastik madde

MWK : Metal visker ile güçlendirilmiş plastik madde

SFK : Sentez lif ile güçlendirilmiş plastik madde

WK : Visker ile güçlendirilmiş plastik madde

Tanımlama Örneği:

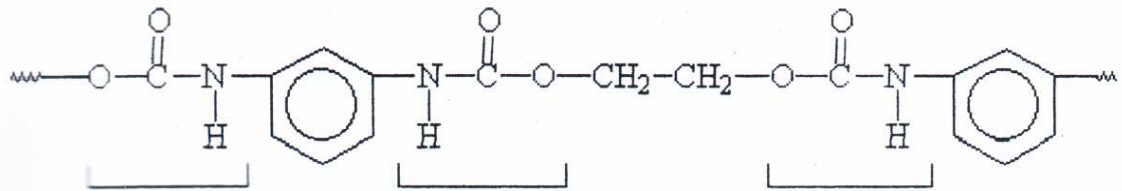
Cu-MFK : Bakır lif ile güçlendirilmiş plastik madde

St-MFK : Çelik lif ile güçlendirilmiş plastik madde

PP-GF : Cam lif ile güçlendirilmiş plastik madde

6.2.3. Poliüretan

Poliüretanlar genellikle diizosiyanat ve poliollerin kondenzasyon polimerizasyonu ile üretilen çok geniş bir polimer ailesidir. Polimer zincirinde tekrarlanan birim Şekil 6.1 de gösterilen üretan gruplarıdır (O-CO-NH-R). Çeşitli glikoller veya diaminler kullanılarak dallanmış veya çapraz bağlı hem termoplastik hem de termoset poliüretan üretimi mümkündür.



Şekil 6.1. Poliüretanlarda tekrarlanan birim[15]

Bayer 1937 yılında ilk kez diizosiyanatlarla polioller reaksiyona sokarak poliüretan sentezini gerçekleştirmiştir. Bayerin bu çalışması Perlon ticari adıyla ilk poliüretan esaslı sentetik fiberlerin endüstriyel üretimini sağlamıştır. 1993 yılında ABD ve Batı Avrupa'da üretilen poliüretan miktarı yaklaşık 350 bin tona ulaşmıştır. Günümüzde geniş bir ürün yelpazesine sahip çok sayıda poliüretan üreticisi vardır. Tekstil sektöründe genel ismiyle poliüretanlar 3 çeşitte adlandırılır[15].

-HPPU : Yüksek performanslı poliüretandır. Aşınma, kopma ve esneklik yönünden mükemmel mekanik özelliklere sahiptir. Kimyasallara karşı yüksek dayanımlıdır. Diğer poliüretanlara içinde en pahalı olanıdır

-PUA : Aşınma kabiliyeti çok iyidir, solventlere karşı yüksek dayanımlıdır.

-PUE : Asitlere karşı yüksek dayanımlıdır.

6.3. Kauçuk

6.3.1. Tanım ve tarihçe

Tropik ülkelerde yetişen bazı ağaçların kabukları çizildiği zaman, süte benzeyen bir madde akar. Lateks adı verilen bu maddeden tabii kauçuk elde edilir (Şekil 6.2). Tabii kauçuk dünya gereksinmelerini karşılayacak bir durumda olmadığı için daha sonraki yıllarda kauçuk sentetik yollarla da elde edilmeye başlanmış ve endüstride oldukça yaygın kullanım sahası bulmuştur.



Şekil 6.2. Tabii kauçuğun elde edilişi [16]

Kauçuğun geçmişi çok eskilere dayanır. Güney ve orta Amerika'da Maya uygarlığından kalan kalıntılarda en az 900 yıllık ham kauçuk topakları bulunmuştur. Avrupa'ya ilk bilgileri getiren Kristof Kolomb'tur. Kolomb, Haiti Yerlileri'ni "ağaç sakızı"ndan yapılmış bir topla oyun oynarken görmüştür. Yerliler kauçuk ağacına, "ağlayan ağaç" anlamında cahucho demektedirler. La Condamine de, 1736'da Paris'e kauçuk örnekleri gönderdi ve yerliler'in kauçuktan nasıl ayakkabı, savaş kalkanı ve şişe yaptıklarını, ayrıca bu maddeden su sızdırmaz malzeme olarak nasıl yararlandıklarını anlattı. Yüzyılımızda kimyanın getirdiği büyük keşiflerden biri de, sentetik kauçuktur. Sentetik kauçuk uygun monomerlerin reaksiyonla polimer haline getirilmesiyle sulu emülsiyon veya solüventle süspansiyon şeklinde elde edilir. sentetik olarak kauçuk elde edilmesi için daha yüzyılımızın başlarında araştırmalara başlanmış ve daha 1909'da ünlü Alman kimyacı Fritz Hoffmann (1866-1956), izopren denilen maddeden ilk sun'i kauçuğu elde etmiştir. Son yıllarda tabii kauçuğun yanı sıra sentetik kauçuğun da üretilmesi ile pek çok kauçuk türü ortaya çıkmıştır. Sentetik kauçuklar kimyasal yada ticari ismine göre sınıflandırılırlar. Kauçuklar genellikle elastik özellik gösteren malzemeler olarak tarif edilebilir. Kauçuğun en önemli özelliği yüksek bir elastikiyete sahip olması yani yeniden eski haline dönebilen bir uzayabilirliğinin olmasıdır. Kauçuk işleme endüstrisinin gelişmesinin ve hemen her sektörde kullanılmasının temelinde de bu vardır. Tüm dünyada yıllık 15 milyon tonun üstünde kauçuk üretilir; bunun yaklaşık üçte biri doğal kauçuktur. Kalanı, petrolden elde edilen kimyasal maddelerle yapılan yapay (sentetik) kauçuktur.

6.3.2. Kauçuk çeşitleri

Kauçuk çeşitleri ve kısaltılmış şekilde gösterilişi Tablo 6.2’de verilmiştir.

Tablo 6.2. Kauçuk çeşitleri [17]

Kısaltma	Açıklama
ACM	Poliakrilik kauçuk
BIIR	Bromobütül kauçuk
BR	Polibütadien kauçuk (BUDENE)
CIIR	Klorobütül kauçuk
CM	Klorlanmış polietilen
CO	Epiklorohidrin kauçuk (homopolimer)
CR	Polikoropren (NEOPREN)
CSM	Klorosülfonlanmış polietilen (HYPALON)
ECO	Epiklorohidrin
EEA	Etilen etilakrilat kopolimer
ENR	Epoksi edilmiş tabii kauçuk
EPDM	Etilenpropilen kauçuk (JSR)
EPM	Etilenpropilen kauçuk
FKM	Floroelastomerler
FVMQ	Florosilikon kauçuk
FZ	Polifosfazen kauçuk
GR	Guayule kauçuğu
GR-S	Stiren Bütadien kauçuk, eski adı
HNBR	Hydrogenated Nitril kauçuk
HVBR	Yüksek vinil polibütadien kauçuk
IIR	Butil kauçuk
IR	Sentetik poliisopren (NATSYN)
LLDPE	Lineer düşük yoğunluklu polietilen
MPR	Melt Processable kauçuk
MQ	Silikon kauçuk
NBR	Nitril kauçuk (CHEMIGUM)
NR	Tabii kauçuk
PMQ	Metil-fenil silikon kauçuk
PVMQ	Metil fenil vinil silikon kauçuk
RSS	Ribbed Smoked Sheets (Tütsülenmiş Nervürlü Kauçuk Yaprakları)
SBR	Stiren Bütadien kauçuk (PLIOFLEX)
SBS	Stiren Bütadien Stiren blok kopolimeri
SIS	Stiren Isoprene Stiren blok kopolimeri

Tablo 6.2. Kauçuk çeşitleri (Devam)

SMR	Standart Malezya kauçuğu
T	Polisülfid kauçuk
TCR	Teknik olarak sınıflandırılmış tabii kauçuk
TPE	Termoplastik elastomer
TPNR	Termoplastik tabii kauçuk
TSR	Teknik olarak belirlenmiş tabii kauçuk
VLDPE	Çok düşük yoğunluklu polietilen
XNBR	Karboksile nitril kauçuk

6.3.2.1 Neopren

Neopren diğer ismi ile chloropren (CR) 1931 yılında piyasaya tabii kauçuğun (NR) yağa mukavemetli tipi olarak tanıtıldı ve hala bu gaye ile kullanılmaktadır. İlk üretilen sentetik kauçuklardan biridir. Formülasyonu $CH_2C=CH-CCl=CH_2$ şeklindedir. En büyük özelliği mumlara, yağlara, greslere ve petrol mamulüne dayanıklı olmasıdır. Bazlara seyreltik minarel asitlere ve darbeye, uygun bir formülasyonla çok iyi netice verir. Neoprendeki klor mevcudiyeti diğer hidrokarbon polimerlere göre çok daha iyi yanma mukavemeti sağlar. Sıcaklık dayanımı iyi değildir. 30 - 90 Shore A sertliğinde $-40^{\circ}C + 120^{\circ}C$ sıcaklıkta çalışabilir.

6.3.2.2 Hypalon

Hypalon, Klorosülfonlanmış polietilen malzemedir. Kısaltılmış ismi (CSM) dir. İlk defa 1951 yılında DUPONT firması tarafından üretilmiştir. Hypalon Malzemeler 40 - 90 Shore A arasında yapılabilmektedir. En önemli özelliği asitlere, bazlara, yağlara, solventlere ve çeşitli kimyasallara karşı maksimum direnç gösterebilmesidir. Yüksek ısılarda çalışabilir $140^{\circ}C$ devamlı çalışma sıcaklığına sahiptir. Yırtılma, aşınma, kopma mukavemetine karşı oldukça iyidir. Diğer sentetik kauçuklar içinde en pahalı olanıdır.

6.3.2.3. Tabii kauçuk

Tabii kauçuk (NR) daha çok sütleğengiller (Euphorbiaceae) familyası bitkilerinde, ayrıca Compositae, Apocynaceae ve Asclepiadaceae familyaları bitkilerinde bulunan lateks (bitkilerde süt görünümünde özsu)in kurutulmasıyla elde edilen üründür. Tabii yoldan elde edildiği için Bu isimle anılmaktadır. Tabii kauçuk Aşınmaya dayanıklı, elastikiyet gerektiren alanlarda kullanılır. Sıcaklık direnci düşüktür. -50 °C + 70°C sıcaklıklarda çalışabilir. Yağ, hava (ozon), solvent dayanımı iyi değildir. Tabii kauçuklar sentetik olarakta imal edilmektedir.

BÖLÜM 7. SİLİNDİR KAPLAMA MALZEMELERİNİN İNCELENMESİ

7.1. Araştırmada İncelenen Kaplama Malzemeleri

Silindirlere kaplanan bütün elastomer malzemelerin mekanik özelliklerinin hangi şartlarda ve nasıl bir deneye tabi tutulacağı standartlara bağlanmıştır. Araştırmada incelenen kaplama malzemeleri Kloropren (Neopren), Tabii kauçuk, Klorosülfonlanmış Polietilen (Hypalon) ve HPPU Poliüretan malzemeleridir. Bu malzemelerin genel özellikleri Tablo 7.1’de verilmiştir

Tablo 7.1. Kauçuk ve poliüretan kaplama malzemelerinin genel özellikleri [18]

Kısa Yazımı	Elastomer Cinsi	Yapılabildiği Sertlik (ShA)	Mak. Çalışma Sıc. (°C)	Karakteristik Özellikleri							
				Aşınma Direnci	Yük taşıma Kapasitesi	Tutuşma Direnci	Hava Direnci	Yağ Direnci	Su direnci (Soğuk)	Gaz Sızdırmazlığı	Elektrik Yalıtımlığı
NR	Tabii Kauçuk	20 – 95	-50 ~ +70	***	***	*	**	*	****	***	****
CR	Kloropren (Neopren)	25-90	-40 ~ +120	****	**	***	****	***	***	**	**
CSM	Klorosülf. Polietilen (Hypalon)	40-90	-20 ~ +150	****	**	***	****	***	***	**	**
HPPU	Poliüretan	30 – 95	-40 ~ +100	****	***	*	****	****	***	***	****

Karakteristik özelliklerin derencelendirilmesi : * Kötü, ** Orta, *** İyi, **** Çok iyi

Bu elastomer malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi için yapılan deneyler sertlik, yoğunluk, aşınma, kopma dayanımı, kopma uzaması, yırtılma dayanımıdır.

Malzeme seçiminde fiyatlarında göz önünde bulundurulak ihtiyaca uygun malzeme seçilmesi maliyetlerin düşürülmesi için önemlidir. Bu nedenle Tablo 7.2' de araştırmada incelenen malzemelerin birim fiyatları verilmiştir.

Tablo 7.2. Kauçuk ve poliüretan kaplama malzemelerinin birim fiyatı (Polteks San. Aş. 2006)

Kısa yazılışı	Elastomer Cinsi	Birim Fiyatı
NR	Tabii Kauçuk	1
CR	Kloropren	1,18
PU	Poliüretan	1,36
CSM	Hypalon	1,45

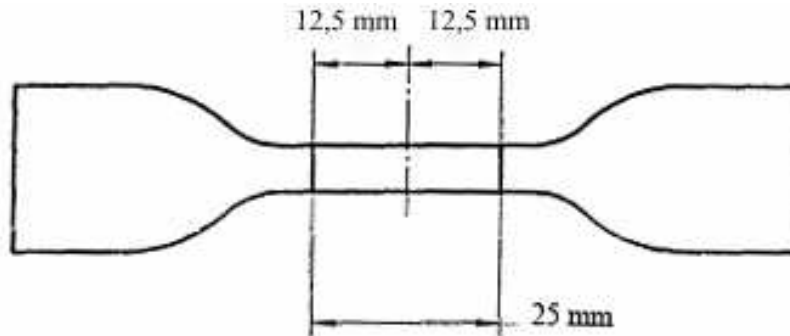
Not : Birim fiyatı belirlenirken Tabii kauçuk 1 olarak kabul edilmiştir

7.2. Yöntemler

7.2.1. Çekme gerilmesi ve uzama özelliklerinin tayini

Çekme gerilmesi ve uzama özellikleri TS 1967 standardına uygun olarak belirlenmiştir [19].

Uzama, deney parçasına uygulanan çekme gerilmesi altında, deney parçasının işaretler arasındaki boyutunda meydana gelen farkın ilk uzunluğuna oranı olup, yüzde ile ifade edilir. Bu amaçla Şekil 7.1' de görülen kaşık tipi deney parçası kullanılmıştır.

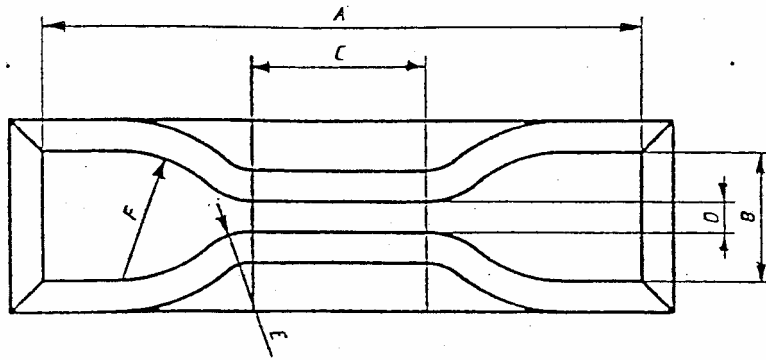


Şekil 7.1. Kaşık tipi deney parçasının şekli

Kaşık şeklindeki standart deney parçaları bir çekme deneyi cihazında, hareketli çene sabit hızda hareket ettirilerek gerdirilmiş, gerdirme sırasında ve kopma anında kuvvet ve uzama değerleri uygun aralıklarla kaydedilmiştir.

Kaşık tipi deney parçasının dar kısmının standart kalınlığı 25 mm olarak alınmıştır.

TS 4649 ISO 4661-1'e uygun olarak kaşık tipi deney parçaların kesilmesinde kullanılan deney kalıbının ölçüleri Tablo 7.3'de ve kalıbın şekli, Şekil 7.2'de verilmiştir [20]. Deney parçasının kenarlarının paralellikten sapması hiçbir yerde 0,05 mm'den daha fazla olmamıştır.



Şekil 7.2. Kaşık tipi deney parçası için kesme kalıbı ölçüleri

Tablo 7.3. Kaşık tipi deney parçası için kesme kalıbı boyutları (mm)

Boyutlar (mm)	Tip 1
A: Toplam Uzunluk	115
B: Uçların Genişliği	25 ± 1.0
C: Dar Kısım Uzunluğu	33 ± 2.0
D: Dar Kısım Genişliği	$6 +0,4$ 0
E: Kavis yarıçapı (dış)	14 ± 1.0
F: Kavis yarıçapı (iç)	25 ± 2.0

Deney parçalarının iç çapı kalibre edilmiş bir konik master ile ölçülmüştür. Bu master deney parçasının iç çapını en çok 0,01 mm hata ile ölçebilmektedir. Ölçme yapılırken, çapında herhangi değişiklik meydana gelmemesi için deney parçaları uygun şekilde desteklenmiştir.

Çekme cihazı: Çekme cihazı TS 6888 ISO 5893'e uygun olarak seçilmiştir [20]. Cihaz maksimum 5000 N'luk kuvvet uygulamakta, hareketli çenesi 100 mm / min, 200 mm / min ve 500 mm / min olmak üzere en az üç hızda çalışabilmekte ve gerilme - uzama eğrisini otomatik olarak çizebilmektedir (Şekil 7.3).



Şekil 7.3. Çekme cihazı

Kaşık tipi deney parçaları TS 4649 ISO 4661-1'e uygun olarak hazırlanır [21]. Kaşık tipi deney parçaları mümkün olduğu kadar damarlarına paralel olacak şekilde kesilmiştir ve üç adet deney parçası deneye tabi tutulmuştur.

Üretim sırasında (mamul hale gelmeden) vulkanizasyonla deney arasındaki zaman aralığı 2 hafta alınmış ve sonuçların mukayese edilebilir olması için her deney aynı zaman aralığı esas alınarak yapılmıştır. Deneyde kullanılan bütün numuneler

standart sıcaklıkta en az 3 saat süreyle kondisyonlanmış ve deney parçaları bu süre sonunda kesilmiştir. Kaşık tipi deney parçası kondisyonlanmış numuneden kesildikten hemen sonra deneye tabi tutulmuştur. Deney parçasının kalınlığı mikrometre kullanılarak ortasında işaret çizgilerinin olduğu noktalarda olmak üzere 3 noktadan ölçülmüştür (Şekil 7.1). Deney parçasının genişliği dar kısmının iki paralel kenarı arasında kalan mesafedir ve bu 0.05 mm doğrulukla ölçülmüştür.

Uygulanan kuvvetin kesit alanı üzerinde muntazam bir şekilde dağılımını sağlamak amacıyla, deney parçasının paralel kenarlı uçları çekme cihazının çeneleri arasına gerdirilmeden simetrik olarak yerleştirilmiş ve çekme cihazı çalıştırılıp; uzama ve kuvvet devamlı olarak gözlenmiştir. Hareketli çene 500 mm / min hızla çalıştırılmıştır. Deney sonuçlarının mukayese edilebilir olması için her deneyde ortam sıcaklığının yaklaşık 25 °C olmasına dikkat edilmiştir.

Üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilen deneyler sonucunda kopma uzaması ve mukavemeti aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır.

$$\text{Kopma Uzamasının \% Değeri} = \frac{100(L_b - L_o)}{L_o} \quad (7.1)$$

L_b = Kopma anındaki deney uzunluğu (mm)

L_o = Başlangıçta işaretli noktalar arasındaki uzunluk (mm)

$$TS = \frac{F}{W_t} \quad (7.2)$$

TS = Kopma mukavemeti (N/mm²)

F = Kopma anında kaydedilen kuvvet (N)

W_t = Deney parçasının dar kısmının kesiti (mm²)

7.2.2. Sertlik tayini

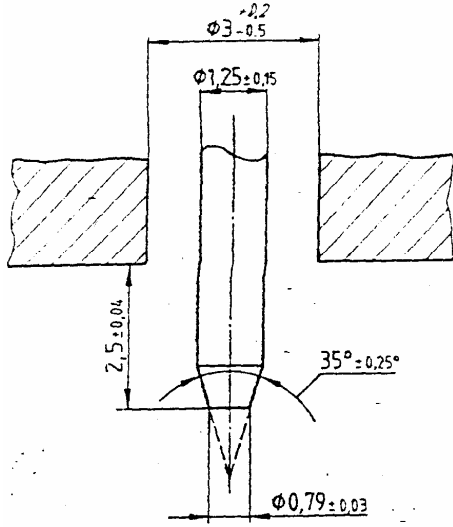
Sertlik tayini shore tipi durometre ve IRHD cinsinden kalibre edilmiş aletlerle, TS 9743 standartlarına uygun olarak yapılmıştır [22]. Deneylerde Şekil 7.4' de görülen A tipi masaüstü masaüstü durometre kullanılmıştır.



Şekil 7.4. Masaüstü durometre

Cep tipi sertlik ölçme aletleri esasen malzeme sertliğinin kabaca kontrolü amacıyla kullanılır ve hassas tayinler için kullanılması tavsiye edilmez. Deneylerimizde kaplama malzeme sertliğinin hassas olarak tayini için A tipi masaüstü durometre kullanılmıştır.

A tipi durometrelerde kullanılan çapı $1,25 \pm 0,15$ mm olan ve sert çelik çubuktan yapılan batıcı uç Şekil 7.5'de gösterilmiştir.



Şekil 7.5. A tipi durometre batıcı ucu

Batıcı ucun $2,50 \pm 0,04$ mm'lik bir hareketine karşılık 0-100 birim arasında sertlik değeri okunmaktadır. Her deneyden önce batıcı uç düzgün bir şekilde cama temas ettirilerek gösterge 100'e, uç tam olarak yukarı çekilerek de 0'a ayarlanmıştır.

Deney parçası deneye tabi tutulmadan önce standart laboratuvar sıcaklığında (25 C°) 1 saat süreyle kondisyonlanmıştır. Deney sonuçlarının mukayese edilebilir olması için deney süresince sıcaklığın aynı olması sağlanmıştır.

Deney parçası üzerinde ölçüm yapılırken, farklı aralıkla farklı yerlerde ölçümler yapılmış ve bunların aritmetik ortalaması alınmıştır. Çünkü aynı yerden ölçü almamız durumun da batıcı ucun parça üzerinde bir önceki işlemde kalan deformasyonu yanlış ölçüm almamıza neden olabilir.

Masaüstü durometre ile sertlik ölçme deneyi yapılışı için, $\text{Ø}30 \times 12$ mm'lik 3 adet deney parçası alınmış ve deney parçasının yüzeyi 6 mm çapında bir alanda her noktaya temas etmesini sağlayacak düzgünlükte olması sağlanmıştır. Deney parçaları laboratuvar ortamında en az 1 saat kondisyonlanmıştır. Deney parçası sert, yatay ve düz bir zemin üzerine yerleştirilip, durometre deney parçasının kenarından 12 mm içeride olacak şekilde tutulmuştur. Durometre baskı ayağı

deney parçası yüzeyine tam temas ettirilip, baskı uygulanmış ve 3 sn sonra değeri okunup, kaydedilmiştir. Her bir deney parçasından yapılan 5 sertlik ölçümünün aritmetik ortalaması alınmıştır.

7.2.3. Yoğunluk tayini

Silindir kaplama malzemelerinin yoğunluk tayini TS 2827 standartlarında belirtilen şartlara göre yapılmıştır [23].

Deneylerde kullanılan numunenin ağırlığı yaklaşık olarak 10 gr dır. Bütün deneylerde vulkanizasyon ve deney arasındaki süre 5 saat alınmıştır. Malzemelerin yoğunluğunun doğru bir şekilde hesaplanması için deney parçaları vulkanizasyon ile deney arasında geçen süre içinde doğrudan gelen güneş ışığından, toz, yağ ve kimyasal ortamdan korunmuştur. Numuneler, gerekli hazırlıklardan sonra, deney parçaları kesilmeden önce 3 saat süre ile standart sıcaklıklar da (25 C°) kondisyonlanmıştır. Sonuçların mukayese edilebilmesi için bir deney veya bir deney serisinde de aynı sıcaklıklar kullanılmıştır.

Deney numunelerinin havadaki ve sudaki kütleleri tek kefeli 1 mg hassasiyetteki analitik terazi kullanılarak tayin edilmiştir. Deneyin yapılışında deney parçası, terazinin kancasına bir filaman ile asılır. Filaman, suda çözünmeyen ve önemli miktar su absorplamayan bir malzemeden yapılmış ve darası alınmıştır. Deney numunesi havada miligram yakınlıkla tartılmıştır. Tartma işlemi deney parçası taze kaynatılmış ve standart sıcaklıkta 25 °C soğutulmuş damıtık su ihtiva eden beher içine batırılıp, kefeye yerleştirilmesi ile tekrarlanmıştır. Deney parçası tartılırken, terazide okunan değerin birkaç saniye süre ile hava akımından etkilenmediği gözlenip, yüzeyinde tutunmuş olan hava kabarcıkları giderilmiştir. Deneylerde malzemelerin yoğunlukları 1 gr/cm³ üzerinde olmuştur. Hava kabarcıklarının deney numunesinin yüzeyine tutunmasını en aza indirmek için damıtık suya yüzey aktif bir madde olarak deterjan katılmıştır.

Ø30 x 12 mm' lik 3 adet deney parçası kullanılmıştır. Deney parçaları laboratuvar ortamında 3 saat kondisyonlanmış ve terazinin denge ayarı yapılarak ve tara sıfırlaması yapıp deneye başlanmıştır. Deney parçası terazi üzerinde bulunan kancaya kefenin üzerinden yaklaşık 25 mm yukarıda olacak şekilde bir flaman ile asılarak kütlesi tartılıp kaydedilmiştir. 200 ml'lik behere saf su doldurulup terazi kefesinin üzerine yerleştirilmiştir. Deney parçası su içerisine tam batacak şekilde yerleştirilip, parça yüzeyinde hava kabarcıkları giderildikten sonra tekrar tartılmıştır. Böylece deney parçasının havada ki ve sudaki net kütlesini bulunmuştur. Bu değerler aşağıda verilen eşitlikte kullanılarak yoğunluk belirlenmiştir.

$$D = \frac{M_1}{M_1 - M_2} \quad (7.3)$$

D = Yoğunluk (gr/cm³)

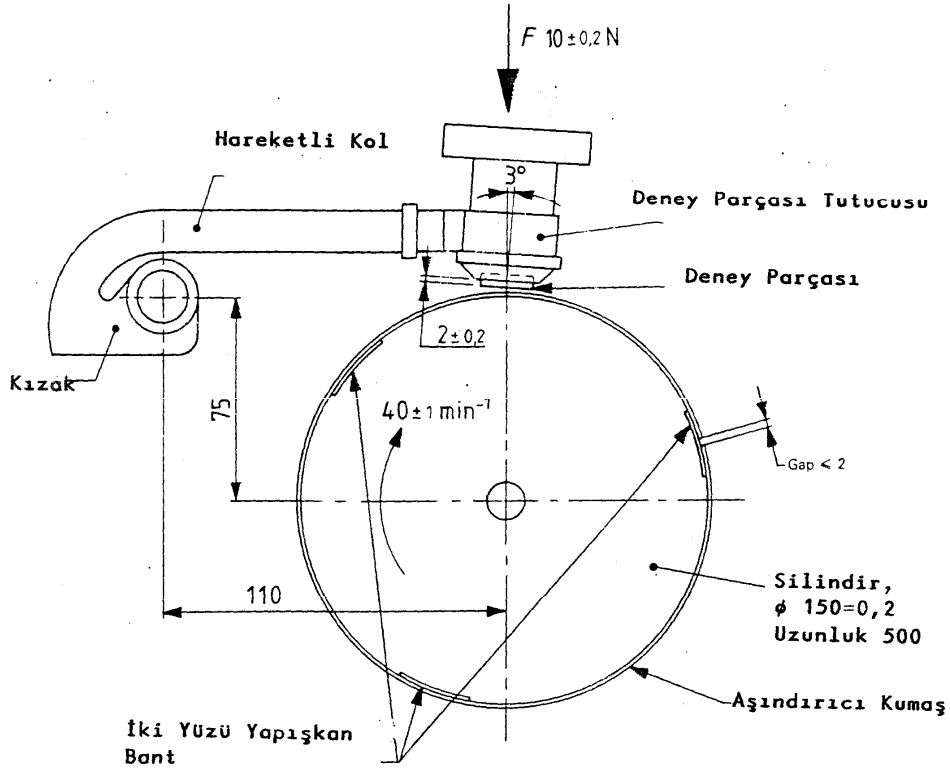
M₁ = Deney parçasının havadaki net kütlesi (mg)

M₂ = Deney parçasının su içindeki kütlesi –

deney parçasının hacmine eşit hacimdeki suyun kütlesinin çıkarılması(mg)

2.4. Aşınma direnci tayini

Aşınma TS 11007 standartlarında belirtilen şartlara göre yapılmıştır [24]. Aşındırma cihazı, yana doğru hareketli bir deney parçası tutucusu ve üzerine aşındırıcı kumaşın tespit edildiği bir döner silindirden meydana gelmiştir (Şekil 7.6 ve Şekil 7.7). Döner silindir çapı 150 ± 0,2 mm, uzunluğu yaklaşık 500 mm ve dönme hızı 40 ± 1 Devir/ Dakikadır.



Şekil 7.6. Cihazın şematik gösterimi

Deneş parçası tutucusunun çapı 15,5-16,3 mm arasında ayarlanabilen silindirik bir deliği ve deneş parçasının çıkıntı uzunluğunu $\pm 0,2$ mm ye ayarlamak için bir tertibat bulunmaktadır. Tutucu bir mil üzerinde yana doğru hareket edebilen bir kızağa bağlı olan mafsallı bir kol üzerine yerleştirilmiştir. Tamburun her dönüşünde tutucu yana doğru $4,20 \pm 0,04$ mm yer değiştirir. Bu yana doğru hareketle deneş parçası aşındırıcı kumaşın herhangi bir kısmı üzerinden dört kez geçmiş olur. Tutucu merkez eksenine dönme yönüne dik doğrultuyla 3° lik bir eğim yapmaktadır ve silindirin boyuna olan eksenine üzerine ± 1 mm doğrulukla yerleştirilmiştir. Deneş parçası tutucusunun üzerine eklenen ağırlıklarla elde edilen $10 \pm 0,2$ N dikey bir kuvvet ile deneş parçası tambura bastırılmaktadır. Aşındırıcı kumaş tambur üzerine boydan boya her iki tarafı yapışkan 3 adet bant ile eşit ağırlıklarla yapıştırılır. Yapıştırıcı bantlardan biri aşındırıcı kumaşın son iki ucuna yapıştırılmaktadır. Deneş parçasının deneyin başlangıcında aşındırıcı kumaşın üzerine yerleştirilmesi ve 40 m (84 dönme ye eşdeğer) aşındırma işleminden sonra alınması otomatik olarak gerçekteşmektedir. Şekil 7.7’de deneylerde kullanılan aşındırma cihazı görülmektedir.



Şekil 7.7. Aşındırma cihazı

Aşındırıcı kumaşın deney parçası tutucusu ile tahrip edilmesini önlemek için, deney parçası tutucusunun kısa ucunun aşındırıcı kumaşa dokunmasından hemen önce cihazı devreden çıkaracak bir düzen vardır. Aşındırıcı kumaş, tane büyüklüğü 60 numara olan alüminyum oksit ile yapılmıştır ve ortalama kalınlığı 1 mm dir.

Deney parçaları normal olarak delgi kullanarak hazırlanmıştır. Kesme esnasında, kesme kenarı bir ıslatıcı eklenmiş su ile yağlanmıştır. Deney parçaları standart laboratuvar sıcaklığında deneyden hemen önce kondisyonlanmıştır. Deney 25 C° standart laboratuvar sıcaklığında yapılmıştır. Her bir deneyden önce önceki aşınma deneyinden aşındırıcı kumaşta kalan elastomer kalıntıları sert bir fırça ile giderilmiştir. Deney parçası deney tutucuna ağızından bütün deney parçalarında aynı olacak şekilde, belirli bir uzunlukta taşacak şekilde yerleştirilmiştir.

Deney parçası tutucusu kızak başlama noktasına getirilip, deney parçası aşındırıcı kumaş üzerine yerleştirilmiş ve silindir harekete geçirilmiştir. Deney parçası tutucusunda deney yapılmadan önce titreşim olup olmadığı kontrol edilmiştir. Tutucuda anormal titreşimler varsa bu deney anlamlı sonuçlar vermez. Deney, metrelik aşınma mesafesinden sonra otomatik olarak durur. Deney parçası deneyden sonra 1 mg yaklaşımla tartılmış ve deney parçasından sarkan küçük saçak

parçaları tartılmadan önce kopartılıp alınmıştır. Normal olarak her deney parçasının üzerinde bir deney yapılmıştır.

Aşınma deneyi döner silindirik bir tambur yardımıyla yapılmıştır. Deney parçasının çapı Ø16 kalınlığı 6 mm alınmıştır. Deney parçasından 3 adet alınarak laboratuvar ortamında 16 saat kondisyonlaştırılmıştır. Aşındırıcı silindir yüzeyinde ki elastomer kalıntıları ve numune deney parçasının üzeri temizlenmiş ve deney parçası deneye tabi tutulmadan tartılmıştır.

Deney parçası deney tutucununun ağzından $2 \pm 0,1$ mm taşacak şekilde yerleştirilip kumpas ile kontrolü yapılmıştır. Deney parçası tutucusu kızak başlama noktasına çekilip deney parçasının bağlı olduğu kol aşağıya doğru silindir yüzeyine 10 ± 0.2 N'luk dik yönde bastırarak şekilde indirilmiştir. Deney parçası 40 m yol katettikten sonra otomatik olarak duran cihazın tutucusundan sökülerek fırça ile temizlenerek tartılmıştır. Aşınma öncesi ve sonrasındaki ağırlıklar bulunduktan sonra aşağıdaki eşitlik yardımıyla aşınma miktarı belirlenmiştir.

$$A = \frac{\Delta m \times 200}{d \times S_a} \quad (7.4)$$

A = Aşınma kaybı (mm^3)

Δm = İlk ağırlık - aşınma sonrası ağırlık (mg)

d = Numune yoğunluğu (gr/cm^3)

S_a = Standart numune aşınma ağırlık farkı (mg)

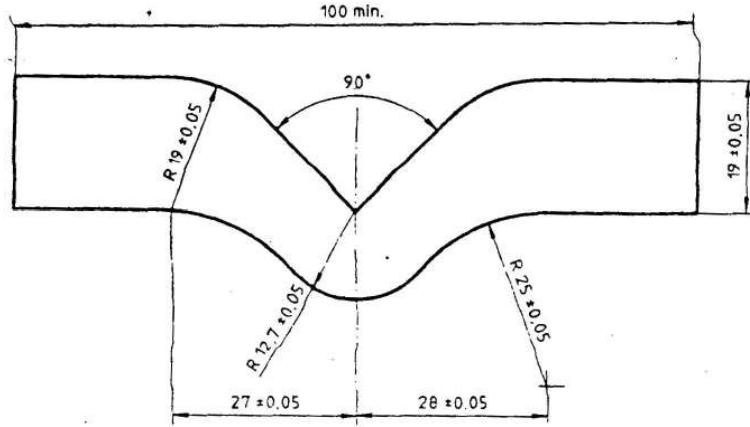
7.2.5. Yırtılma mukavemeti tayini

Yırtılma mukavemetlerinin tayini çentiksiz açılı bir deney parçalarında TS 4698'e göre metot B standartlarında belirtilen şartlara göre yapılmıştır [25]. Yırtılma

mukavemeti belirlenirken deney parçasının genişliği boyunca tamamen yırtılması için gerekli kuvvet ölçülmüştür.

Yırtılma kuvveti, deney parçasına kopma meydana gelinceye kadar sürekli ve sabit bir çene ayrılma hızı ile çalışılan bir çekme deney cihazı vasıtası ile tatbik edilmiştir. Uygulanan deney metoduna bağlı olarak ulaşılan maksimum veya orta kuvvet değeri yardımıyla yırtılma mukavemeti hesaplanır.

Açılı deney parçasının kesilmesi için kullanılacak kalıpla ilgili boyutlar Şekil 7.8'de verilmiştir. Kalıpların kesme kenarları bilenmiş ve bir deformasyonu yoktur. Kalıbın kesme kenarları diğer yüzeylere diktir.



Şekil 7.8. Açılı deney parçası kalıbı

Deney de çekme deneyinde kullanılan cihaz kullanılmıştır (Şekil 7.3). Deney cihazı, açılı ve ay şeklindeki deney parçaları için $500 \text{ mm/min} \pm 50 \text{ mm/min}$, sabit çene ayırma hızını sağlayabilecek ve deney esnasında uygulanan kuvveti % 2 doğrulukla kaydedebilecek niteliktedir.

Deney cihazı çekme kuvveti arttıkça daha sıkı kavrama yapabilen ve deney parçasının genişlemiş ucuna düzgün dağılmış kuvvet uygulayabilen tipte bir çene ile teçhiz edilmiştir. Her çene, deney parçalarının simetrik olarak ve çekme eksenini

doğrultusunda yerleştirilmelerine uygun şekilde tasarlanmıştır. Açılı deney parçalarının kullanıldığı deneylerde, yerleştirme derinliği çenelerin deney parçalarının kenarlarını tam olarak kavrayacak şekilde ayarlanmış ve çene deney parçasının düz kısmını aşmamaktadır.

Levhalar kalıp ile yapılıp kesme yoluyla hazırlanmıştır. Deney parçası yeknesak kalınlıkta bir levhadan kesilmiştir. Vulkanizasyon veya levhanın hazırlanması ile deney parçalarının kesilmesi işlemlerinin arasında geçen zaman aralığı 5 saattir. Bu süre esnasında levhalar mümkün olduğunca ışıktan korunmuştur.

Levhalar, üzerlerinden deney parçaları kesilmeden önce kondisyonlaşmıştır. Her bir deney parçası levhadan, uygulanan deney metoduna bağlı olarak kalıp kullanılarak pres yardımıyla ve cihazın tek bir hareketiyle kesilmiştir. Bir numuneden üç deney parçası alınmıştır. Deney 25°C standart laboratuvar sıcaklığında yapılmıştır.

Kesimi yapılan deney parçalarında herhangi bir kesik ve parçalanmış kısım bulunmamasına dikkat edilmiştir. Deney parçalarının kalınlığı, yırtılmanın meydana geleceği yerden ölçülmüştür ve bu deney parçalarının kalınlığında % 2'den daha az sapma olduğu görülmüştür. Deney parçası kondisyonlandıktan sonra, bekletilmeden deney cihazına yerleştirilmiştir. Açılı deney parçaları için çene ayırma hızı ile deney parçasında kopma meydana gelinceye kadar düzgün bir şekilde artırılan çekme kuvveti uygulanmıştır. Açılı ve ay şeklindeki deney parçaları maksimum kuvvete göre hesaplanır.

Deney parçası 200x200x2±0,2 mm boyutlarındaki plaka malzemedir. Numune plaka denge durumuna gelmesi için 2 saat laboratuvar ortamında bekletilmiştir. Numune plakanın birbirine dik iki yönünden açılı deney parçası kalıbını kullanarak numune kesme presini ile 3 adet deney parçası kesilmiştir. Deney parçası makinenin çekme çenelerine alttan ve üstten 20 mm bağlanmış, makinenin hızı 500 (mm/min) olacak şekilde ayarlanıp makine ayarları

sıfırlanmıştır. Yırtılma gerçekleştiğinde makine durdurulup sonuçlar kaydedilmiştir.

Yırtılma mukavemeti aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır :

$$T_s = \frac{F}{d_s} \quad (7.5)$$

TS = Yırtılma mukavemeti (N/mm)

F = Tatbik edilen maksimum kuvvet (N)

d_s = Deney parçasının ölçülen kalınlığı (mm)

BÖLÜM 8. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Elastomer malzemelerde sertlik arttıkça, kopma ve yırtılma dayanımı artar. Buna karşın kopma uzaması azalır. Dolayısıyla malzemenin mukavemetini arttıracak özellikler iyileşirken, elastikiyet özellikleri azalmış olur. Bu nedenden yola çıkarak Neopren, Tabii kauçuk, Hypalon ve Poliüretan kaplama malzemelerinin karşılaştırılması için aynı sertlik derecesi alınmıştır. Seçilen sertlik derecesi tekstil sanayisinde elastomer malzemelerde en çok tercih edilen 90 Sh A dır.

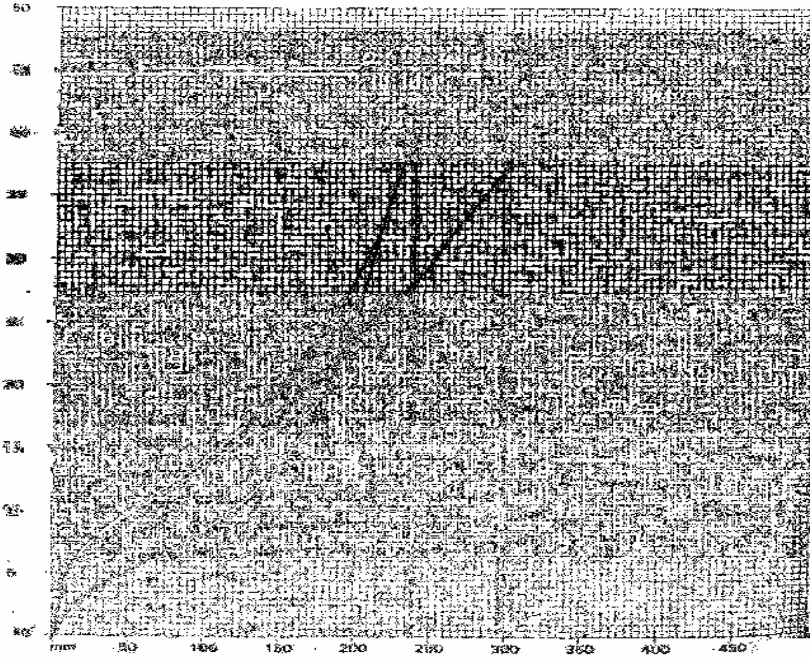
8.1. Kaplama Malzemesi Deney Sonuçları

8.1.1. HPPU Bayer poliüretan malzemesinin deney sonuçları

TS 1967 standartlarına göre çekme cihazı ile yapılan deney sonuçları Şekil 8.1 de gösterilmiştir. Poliüretan malzemesi için yapılan diğer deneylerle birlikte gösterimi Tablo 8.1 de verilmiştir.

Test Speed.....: 500.000(mm/min)

	Max kgf/cm ²	Break kgf/cm ²	Ext. Bk mm	10.000 kgf/cm ²	50.000 kgf/cm ²	100.000 kgf/cm ²	150.000 kgf/cm ²	200.000 kgf/cm ²	Thickness mm	Width mm
1	150.155	105.996	208.457	41.386	75.084	105.409	149.039	132.670	3.031	6.150
2	146.096	104.560	214.271	40.829	76.170	105.127	148.007	132.600	3.019	6.180
3	126.684	106.880	133.742	12.131	42.990	15.431	111.758	100.541	3.070	6.010
Mean:	140.824	105.409	182.156	38.115	65.124	75.184	119.018	124.423	3.043	6.113
Std.Dev:	16.7805	16.5938	207.781	20.028	70.167	70.236	149.820	20.1321	0.050	0.150
Std.Dev:	41.162	41.163	41.793	14.213	19.307	21.639	20.414	17.228	0.040	0.030



Şekil 8.1. Poliüretan malzeme için çekme cihazı ile yapılan deney sonuçları grafik gösterimi

Tablo 8.1. Poliüretan malzeme için deney sonuçları gösterimi

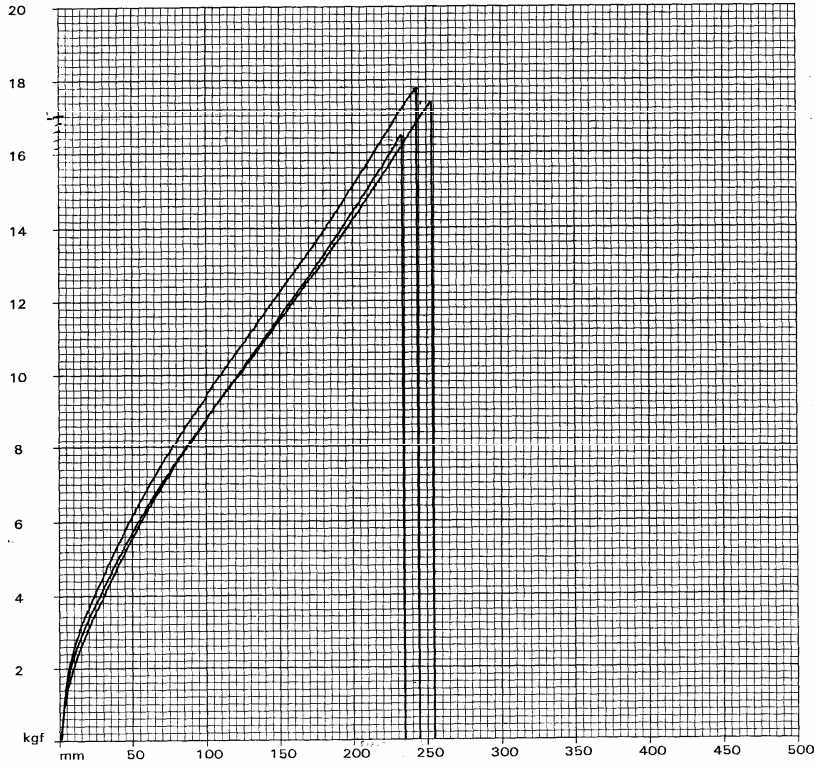
TESTLER	BİRİM	TEST METODU	TEST SONUÇLARI			ORTALAMA
SERTLİK	ShA	TS 9743	90	90	90	90
YOĞUNLUK	gr/cm ³	TS 2827	1,13	1,09	1,08	1,1
AŞINMA	mm ³	TS 11007	56	51	54	54
KOPMA DAYANIMI	MPA	TS 1967	28,6	24,4	32,6	28,6
KOPMA UZAMASI	%	TS 1967	1080	660	852	896
YIRTIK DAYANIMI	N/mm	TS 4698	110	110	110	110

8.1.2. Polikoropren (Neopren W) malzemesinin deney sonuçları

TS 1967 standartlarına göre çekme cihazı ile yapılan deney sonuçları Şekil 8.2 de gösterilmiştir. Neopren malzemesi için yapılan diğer testlerle birlikte gösterimi Tablo 8.2 de verilmiştir.

Test Speed.....: 500.000{mm/min}

	Max kgf/cm ²	Break kgf/cm ²	Ext @ Brk mm	10.000 kgf/cm ²	50.000 kgf/cm ²	100.000 kgf/cm ²	150.000 kgf/cm ²	200.000 kgf/cm ²	Thickness mm	Width mm
1	101.952	101.952	233.973	13.481	34.756	54.557	71.619	89.313	2.380	6.780
2	107.857	107.857	244.297	16.292	37.739	57.331	74.242	91.565	2.460	6.700
3	107.376	107.166	253.559	15.339	35.511	54.213	70.813	88.044	2.400	6.740
Mean	105.728	105.658	243.943	15.037	36.002	55.367	72.225	89.641	2.413	6.740
Median	107.376	107.166	244.297	15.339	35.511	54.557	71.619	89.313	2.400	6.740
Std.Dev.	3.279	3.228	9.797	1.429	1.551	1.709	1.792	1.783	0.041	0.04



Şekil 8.2. Neopren malzeme için çekme cihazı ile yapılan deney sonuçları grafik gösterimi

Tablo 8.2. Neopren malzeme için yapılan deney sonuçları

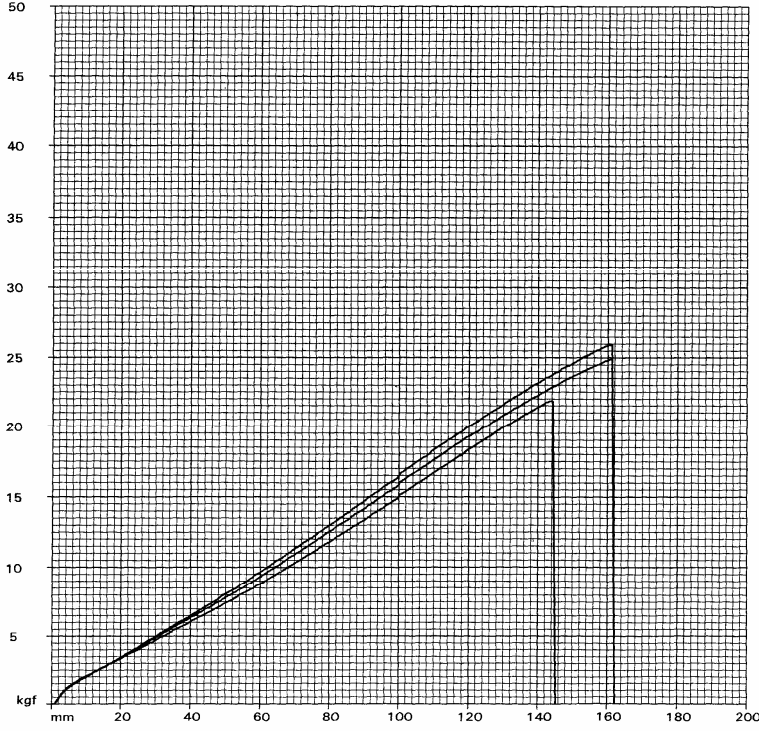
TESTLER	BİRİM	TEST METODU	TEST SONUÇLARI			ORTALAMA
SERTLİK	ShA	TS 9743	90	91	90	90
YOĞUNLUK	gr/cm ³	TS 2827	1,63	1,63	1,63	1,63
AŞINMA	mm ³	TS 11007	366	363	359	363
KOPMA DAYANIMI	MPA	TS 1967	10,2	10,8	10,7	10,6
KOPMA UZAMASI	%	TS 1967	836	876	912	875
YIRTILMA DAYANIMI	N/mm	TS 4698	60	60	60	60

8.1.3. Klorosülfonlanmış polietilen (Duapond Hypalon 40) malzemesinin deney sonuçları

TS 1967 standartlarına göre çekme cihazı ile yapılan deney sonuçları Şekil 8.3 de gösterilmiştir. Hypalon malzemesi için yapılan diğer deneylerle birlikte gösterimi Tablo 8.3 de verilmiştir

Test Speed.....: 500.000{mm/min}

	Max kgf/cm2	Break kgf/cm2	Ext @ Brk mm	10.000 kgf/cm2	50.000 kgf/cm2	100.000 kgf/cm2	150.000 kgf/cm2	200.000 kgf/cm2	Thickness mm	Width mm
1	175.578	175.578	161.601	14.591	55.496	112.188	166.249	0.000	2.140	6.640
2	175.904	175.904	161.607	14.044	55.257	112.127	166.464	0.000	2.220	6.650
3	151.245	151.245	144.493	14.772	51.587	103.878	0.000	0.000	2.170	6.680
Mean	167.576	167.576	155.900	14.469	54.113	109.398	110.904	0.000	2.176	6.656
Median	175.578	175.578	161.601	14.591	55.257	112.127	166.249	0.000	2.170	6.650
Std.Dev.	14.143	14.143	9.879	0.379	2.191	4.780	96.046	0.000	0.040	0.000



Şekil 8.3. Hypalon malzeme için çekme cihazı ile yapılan deney sonuçları grafik gösterimi

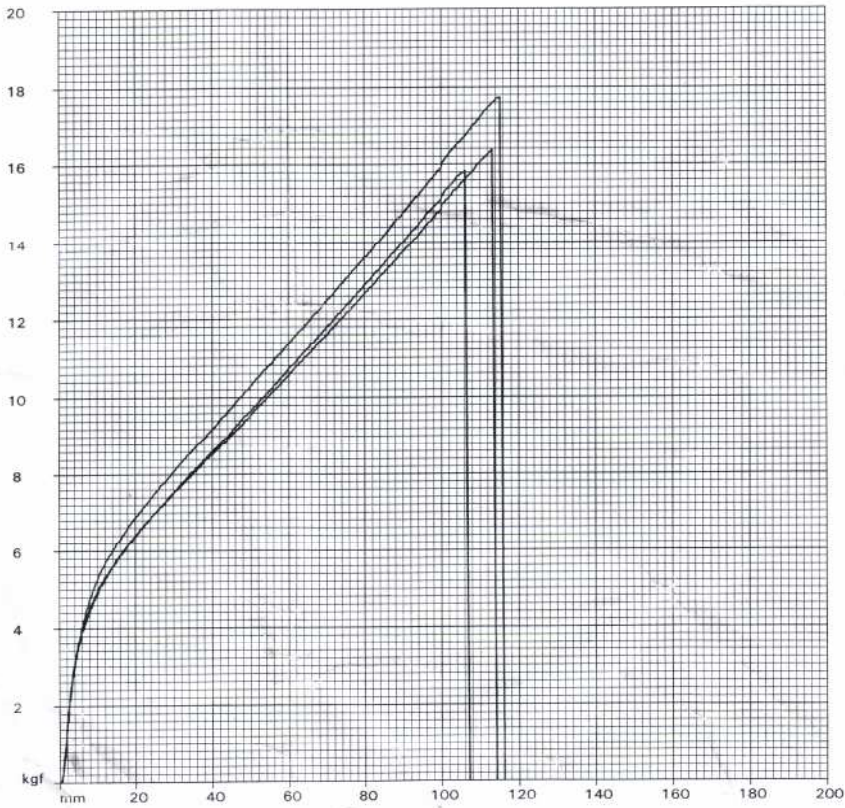
Tablo 8.3. Hypalon malzeme için yapılan deney sonuçları

TESTLER	BİRİM	TEST METODU	TEST SONUÇLARI			ORTALAMA
SERTLİK	ShA	TS 9743	89	91	89	90
YOĞUNLUK	Gr/cm ³	TS 2827	1,52	1,52	1,52	1,52
AŞINMA	mm ³	TS 11007	176	177	168	174
KOPMA DAYANIMI	MPA	TS 1967	17,5	17,6	15,1	16,7
KOPMA UZAMASI	%	TS 1967	548	548	476	524
YIRTIлма DAYANIMI	N/mm	TS 4698	70	70	70	70

8.1.4. Tabii kauçuk malzemesi deney sonuçları

TS 1967 standartlarına göre çekme cihazı ile yapılan deney sonuçları Şekil 8.4 de gösterilmiştir. Tabii kauçuk malzemesi için yapılan diğer deneylerle birlikte gösterimi Tablo 8.4 de verilmiştir.

	Max kgf/cm ²	Break kgf/cm ²	Ext. 3 Brk mm	10.000 kgf/cm ²	50.000 kgf/cm ²	100.000 kgf/cm ²	150.000 kgf/cm ²	200.000 kgf/cm ²	Thickness mm	Width mm
1	95.042	94.845	114.234	29.380	55.605	86.366	0.000	0.000	2.550	6.760
2	89.565	89.565	106.889	28.253	54.776	85.528	0.000	0.000	2.620	6.750
3	94.859	94.859	115.525	28.657	55.138	85.246	0.000	0.000	2.760	6.790
Mean	93.155	93.090	112.216	28.763	55.173	85.713	0.000	0.000	2.643	6.766
Median	94.859	94.845	114.234	28.657	55.138	85.528	0.000	0.000	2.620	6.760
Std.Dev.	3.110	3.052	4.658	0.570	0.415	0.582	0.000	0.000	0.106	0.020



Şekil 8.4. Tabii kauçuk malzeme için çekme cihazı ile yapılan deney sonuçları grafik gösterimi

Tablo 8.4. Tabii kauçuk malzeme için yapılan deney sonuçları

TESTLER	BİRİM	TEST METODU	TEST SONUÇLARI			ORTALAMA
SERTLİK	ShA	TS 9743	90	92	89	90
YOĞUNLUK	gr/cm ³	TS 2827	1,39	1,39	1,39	1,39
AŞINMA	mm ³	TS 11007	292	302	301	298
KOPMA DAYANIMI	MPA	TS 1967	9,5	8,9	9,5	9,3
KOPMA UZAMASI	%	TS 1967	356	328	362	348
YIRTILMA DAYANIMI	N/mm	TS 4698	40	50	50	50

8.2. Malzeme Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bu çalışmada test edilen malzemelerin TS2827’de belirtilen şekilde hesaplanan yoğunluk değerleri Tablo 8.5’de verilmiştir.

Tablo 8.5. Kaplama malzemelerin yoğunluk değerleri

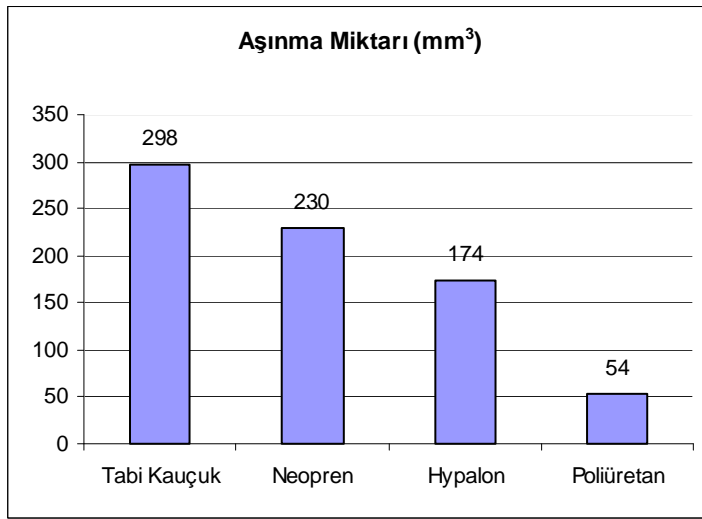
Malzeme	Yoğunluk (gr/ cm ³)
Poliüretan	1,1
Tabii Kauçuk	1,39
Neopren	1,63
Hypalon	1,52

8.2.1. Aşınma miktarı yönünden sonuçların karşılaştırılması

İncelenen kaplama malzemelerinin TS11007’de belirtilen şekilde hesaplanan aşınma değerleri Tablo 8.6’da verilmiş ve Şekil 8.5’de gösterilmiştir.

Tablo 8.6. Kaplama malzemelerin aşınma yönünden karşılaştırılması

Malzeme	Aşınma miktarı (mm ³)	Yüzde Değeri %
Poliüretan	54	7,2
Tabii Kauçuk	298	39,4
Neopren	230	30,4
Hypalon	174	23



Şekil 8.5. Kaplama malzemelerin aşınma yönünden karşılaştırılması grafiksel gösterimi

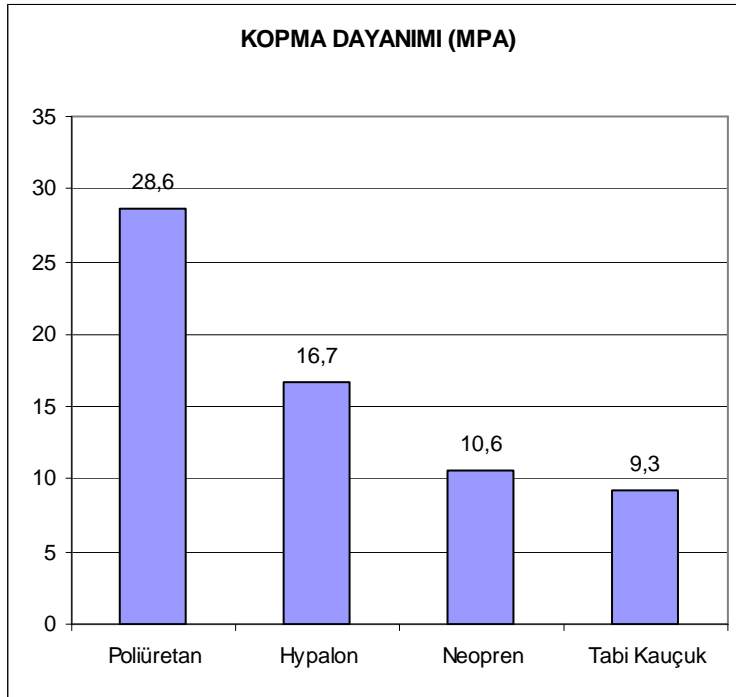
Grafik incelendiğinde aşınma yönünden en dayanıklı malzemenin poliüretan olduğu görülmektedir. Poliüretan malzemesinin demir-çelik sektöründe ve transpalet tekerlerinde kullanılmasının en önemli nedeni budur. Yapılan deneylerde aşınma ile malzeme yoğunlukları arasında doğrudan bir ilişkiye raslanmamıştır. Malzemelerin aşınmasının bir çok değişik nedenleri olabilir. Bu nedenlerden bazıları şunlardır: Adhezyon (Yapışma), Abrazyon, Erozyon, Korozyon, Delaminasyon (Kavkıma), Yüzeysel Yorgunluktur [26].

8.2.2. Kopma dayanımı yönünden sonuçların karşılaştırılması

Deneylerini yaptığımız kaplama malzemelerin TS1967’de belirtilen şekilde hesaplanan kopma dayanımı değerleri Tablo 8.7’de verilmiş ve Şekil 8.6’da gösterilmiştir.

Tablo 8.7. Kaplama malzemelerin kopma dayanımı yönünden karşılaştırılması

Malzeme	Kopma Dayanımı (MPa)
Poliüretan	28,6
Tabii Kauçuk	9,3
Neopren	10,6
Hypalon	16,7



Şekil 8.6 Kaplama malzemelerin kopma dayanımı yönünden karşılaştırılması grafiksel gösterimi

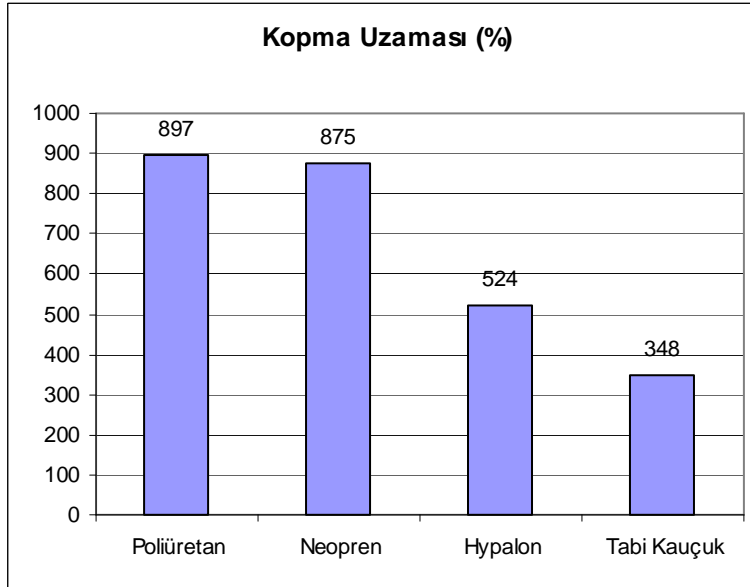
Yapılan deneylerde kopma dayanımı en sağlam malzemenin poliüretan olduğu görülmektedir. Bu malzemelerin aşınma miktarları göz önüne alındığında en az aşınan malzemeden en çok aşınan malzemeye doğru sıralama Poliüretan, Hypalon, Neopren ve Tabii kauçuk şeklindedir. Kopma dayanımı en yüksek olan malzemeden en az olana doğru sıralaması da yine aynıdır. Bu da bize aşınma miktarı düşük olan malzemelerin kopma dayanımlarının yüksek olduğunu gösterir. Malzemenin dış kuvvetlere karşı mukavemet edebilmesi, cismi teşkil eden atomların yayılış tarzına, bunların arasındaki bağlantı kuvvetlerine ve cismin yapısı ile ilgili diğer özelliklere bağlı olarak değişir [27].

8.2.3. Kopma uzaması yönünden sonuçların karşılaştırılması

Kaplama malzemelerinin TS1967’de belirtilen şekilde hesaplanan kopma uzaması değerleri Tablo 8.8’de verilmiş ve Şekil 8.7’de gösterilmiştir.

Tablo 8.8. Kaplama malzemelerin kopma uzaması yönünden karşılaştırılması

Malzeme	Kopma Uzaması (%)
Poliüretan	897
Tabii Kauçuk	348
Neopren	875
Hypalon	524



Şekil 8.7. Kaplama malzemelerin kopma uzaması yönünden karşılaştırılması grafiksel gösterimi

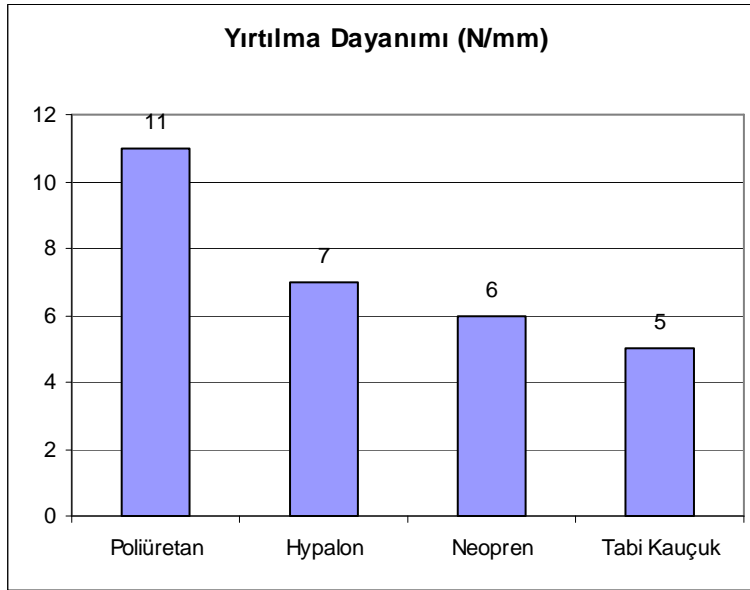
Deney sonuçlarına göre kopma uzaması en iyi olan malzemenin Poliüretan, en kötü olan malzemenin de Tabii kauçuk olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçların yoğunluk, aşınma ve kopma mukavemeti deneylerinden elde edilen sonuçlarla arasında benzerlikler bulunmadığı gözlenmiştir. Malzemenin elastikiyetini etkileyen faktörler sıcaklık, kristal doğruları, ve iç yapı kusurları ve bileşimdir[27]. Sıcaklığın artması ve iç yapı kusurları malzemenin elastikiyetini azaltır. Atomların en sık dizili olduğu kristal doğrultulu malzemelerin elastikiyeti ise yüksektir.

8.2.4. Yırtılma dayanımı yönünden sonuçların karşılaştırılması

Deneilerini yaptığımız kaplama malzemelerin TS4698’de belirtilen şekilde hesaplanan yırtılma dayanımı değerleri Tablo 8.9’da verilmiş ve Şekil 8.8’de gösterilmiştir.

Tablo 8.9.Poliüretan ve kauçuk malzemelerin yırtılma dayanımı yönünden karşılaştırılması

Malzeme	Yırtılma Dayanımı (N/mm)
Poliüretan	11
Tabii Kauçuk	5
Neopren	6
Hypalon	7



Şekil 8.8. Kaplama malzemelerin yırtılma dayanımı yönünden karşılaştırılması grafiksel gösterimi

Deney sonuçlarına göre yırtılma dayanımı en yüksek olan malzemenin poliüretan en düşük olan malzemenin de tabii kauçuk olduğu gözlenmiştir. Malzemelerin yırtılma dayanımı yüksek olandan düşük olana doğru sıralanışı, aynı malzemelerin kopma dayanımı yüksek olandan düşük olana doğru sıralanışı ile aynıdır. Buna göre kopma dayanımı yüksek olan malzemelerin yırtılma dayanımının da yüksek

olduğu görülmektedir. Elastomer malzemelerin yırtılmasına etki eden en önemli faktörler i yapı kusurları ve parçanın maruz olduğu kuvvettir. Sıcaklık arttıkça yırtılma dayanımı da azalır [23].

BÖLÜM 9. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Aynı ebatlarda dolu, muylulu ve flanşlı silindirler için sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak analizleri yapılmıştır. Çıkan sonuçlar incelendiğinde maksimum gerilme ve yer değiştirmenin flanşlı silindirde en büyük değerlerde olduğu ortaya çıkmıştır. Buna göre flanşlı silindirlerin ağır yüklerin olduğu yerlerde kullanılmasının uygun olmadığı sonucuna varabiliriz. Dolu milden yapılan silindirlerde oluşan gerilme muylu geçirme usulü ile yapılanlara oranla daha büyüktür. Buna karşın dolu milden yapılan silindirlerde yükleme esnasında oluşan yer değiştirmeler muylulu silindirlere oranla daha küçüktür. Dolu milden yapılan silindirlerde uygulanan kuvvete karşın oluşan maksimum gerilme istediğimiz değer in altında ise dolu milden yapılan silindirlerin kullanılması daha güvenlidir.

Uygulamada kırılan silindirlerden birinin aşırı yüklemeye dolaylı kırıldığı belirlenmiştir. Buna karşın diğer silindirler kırılma bölgesinde emniyetli gerilme değerlerinin altında bir gerilmeye maruz kalmalarına rağmen kırılmıştır. Sonuç olarak bu silindirlerin yorulma nedeniyle kırıldığı, yorulma analizleri yapılmadan belirlenen kesit boyutunun yeterli olmadığı kanaatine varılmıştır. Bu nedenle silindirler boyutlandırılırken silindirlerle yataklamaların yapıldığı uç bölgelerde kesit boyutlarının yorulma analizleriyle belirlenmesi gerekmektedir. Kuşkusuz gerilmelerin azaltılması için gerilme yığılmalarının olduğu bölgelerde gerilme akışını rahatlatmak ve ani kesit değişikliklerinden kaçınılması gerekir [3].

Araştırmada kullanılan poliüretan malzeme deneyde kullanılan diğer kauçuk elastomerlere göre yoğunluğu en küçük, aşınma direnci ve kopma dayanımı en yüksek değerlerde bulunmuştur. Deney malzemeleri aşınma miktarları en düşük olandan en yükseğe doğru Poliüretan, Klorosülfonlanmış Polietilen (Hypalon), Polikoropren (Neopren), Tabii kauçuk şeklinde sıralanabilir. Bu sıralama aynı malzemelerin yırtılma ve kopma dayanımının en yüksekten en düşüğe doğru

sıralamasıyla aynı olduğu görülmüştür. Bu da aşınma miktarı ile kopma ve yırtılma dayanımları arasında ters yönlü bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre bazı öneriler yapılabilir:

Tekstil makinalarında kullanılan bazı silindirlere ilişkin olarak yapılan gerilme analizlerine göre silindirlerin çatlama ve kırılma nedeninin aşırı yüklemekten çok yorulma olduğu görülmektedir. Bu nedenle silindirlere ilişkin olarak ileriki çalışmalarda yorulma analizlerinin yapılması yerinde olacaktır.

Silindirlerin kaplama malzemelerinin çabuk aşınması ve kaplama malzemelerinin fiyatları arasındaki farklar genel sorunların başında gelmektedir. Aşınmaya dayanımı en uygun olan poliüretan (HPPU) ve Hypalon(CSM) malzemelerin kullanılması uygun olup aynı zamanda kopma ve yırtılma dayanıklılarının da dikkate alındığında bu malzemelerin tercih edilebileceğini söyleyebiliriz. Fiyat karşılaştırması yönünden değerlendirdiğimizde Tabi kauçuk(NR) ve Neoprenin(CR) , Poliüretan(HPPU) ve Hypalon(CSM) malzemeye göre daha ekonomik olduğuda dikkate alınmalıdır. Kuşkusuz çalışma şartlarına dayanabilecek yeterlikte en uygun maliyetli kaplama malzemelerinin seçilmesi esastır.

Bundan sonraki çalışmalarda kaplama malzemelerinin karşılaştırılması ile ilgili çalışmalar arttırılmalı ve üreticiler, doğru kaplama malzemesi seçilmesi konusunda bilinçlendirilmelidirler. Ayrıca kaplama malzemelerinin farklı katkı malzemeleriyle mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi yönünde çalışmaların yapılması da önerilir.

KAYNAKLAR

- [1] RONALD C. J., “Chemical Glove Selection” University of Delaware Cooperative Extension, April 2002
- [2] CHABOT B., “Will Polyurethane Replace Rubber” Boulder City, NV, January 2006
- [3] DURSUN I., “Bandlı İletim Sistemlerindeki Tanbur Milinde Oluşan Gerilmelerin Analizi” İzmir, Mayıs 2005
- [4] AMADOR H. D. , Knapik R. J., “How To Build A Board Bender” Intel Corp., June 2004
- [5] <http://www.polteks.com>
- [6] [http:// www.fmrtr.com](http://www.fmrtr.com)
- [7] YAKARTEPE M. , Tekstil Terbiye Teknolojisi, T.K.A.M, 1995
- [8] http://www.jfletcherengineering.co.uk/index/The_2_Bowl_Calender
- [9] <http://www.kuesters.com>
- [10] <http://www.supermp3.org/showthread.php?t=137326>
- [11] Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, TS 648 / Aralık 1980
- [12] BAYDUR G., Malzeme, T.H.K Yayınevi, Ankara, 1989
- [13] BLAUCH C., COOPER R., GUO S., MCCARTNEY M., Wolf E., DVORZNAK M. , “Mechanical Properties of Polyurethane Elastomers in an Oblique Angled Suspension Caster Fork for Wheelchairs” University of Pittsburgh, 2004
- [14] AKYÜZ Ö.F., “Plastikler ve Plastik Enjeksiyon Teknolojisine Giriş”, Pagev yayınları, İstanbul, 2001.
- [16] <http://ozkalastik.com/content3.asp?m1=1&m2=4&m3=12>

- [17] <http://www.turkarsiv.net>
- [18] <http://www.bonaprene.co.uk/polyurethane.htm>
- [19] Lastikler ve Termoplastikler – Çekme Gerilmesi – Uzama özelliklerinin Tayini, TS1967-ISO 37, 1997
- [20] TSE, Lastikler ve Plastikler İçin Deney Cihazları- Çekme, Bükme ve Sıkıştırma Kullanılan Tipler (Sabit Hareket Hızlı)- Tanımlamalar, TS 6888- ISO 5893, 1993
- [21] TSE, Lastikler – Numune ve Deney Parçalarının Hazırlanması – Fiziksel Deneyler İçin, TS 4669- ISO 4661-1, 1993
- [22] TSE, Lastikler – Sertlik Tayini –Sertlik Ölçme Aletleri ile, TS 9743, 1992
- [23] TSE, Vulkanize Kauçuk – Yoğunluk Tayini, TS 2827-ISO 2781, 2005
- [24] TSE, Lastikler - Döner Bir Tambur Yardımıyla Aşınma Direncinin Tayini, TS 11007, 1993
- [25] TSE, Lastikler ve Temoplastikler – Yırtılma Mukavemeti Tayini ,TS 4698 - ISO 34-1, 1997
- [26] <http://tr.wikipedia.org>
- [27] ONARAN K., “Malzeme Bilimi”, Bilim Teknik Yayınevi, 1999

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Bursa’da doğdum. İlk ve ortaokulu Bursa merkez de okudum. 1997 yılında Bursa Hürriyet Endüstri Meslek Lisesi. Motor Bölümünü, 1999 yılında Sakarya Meslek Yüksek Okulu Otomotiv Bölümünü, 2003 yılında da Sakarya Teknik Eğitim Fakültesi Otomotiv Öğretmenliği bölümünü fakülte birincisi olarak bitirdim. 2005 yılında Sakarya Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Ana bilim dalına kayıt oldum.