

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

**MODERN ASANSÖRLER İÇİN PARAŞÜT FREN  
TERTİBATI TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Erkan KEKLİK**

**Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNA EĞİTİMİ**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mesut DURAT**

**Mayıs 2010**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MODERN ASANSÖRLER İÇİN PARAŞÜT FREN  
TERTİBATI TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Erkan KEKLİK**

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNA EĞİTİMİ

Bu tez 26/04/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr. Muharrem CERİT  
Jüri Başkanı



Yrd. Doç. Dr. Ergen NARİT  
Üye



Yrd. Doç. Dr. Mesut DURAT  
Üye

## ÖNSÖZ

Günümüzde şehirlerin dikey büyümesi ve binaların yükselmesi ile birlikte en üst katlara ulaşım çok zaman almaya başlamıştır. Bunun neticesinde asansör hızları giderek artmıştır. Artan asansör hızları da yükseklik güvenlik sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Ortaya çıkan güvenlik sorunları eski asansörlerin güvenlik sistemlerini de geliştirmemizi zorunlu kılmıştır. Bu güvenlik sistemlerinin içinde en önemlisi paraşüt fren tertibatıdır. Bu çalışmada modern asansörlerde kullanılan paraşüt fren tertibatları ele alınmıştır. Bir paraşüt fren tertibatı geliştirilmiştir. Analiz edilmiş ve prototip imal edilmiştir. İmal edilen prototip test edilmiş ve seri üretime hazır duruma getirilmiştir.

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xviii
ÖZET.....	xix
SUMMARY .....	xx

## BÖLÜM 1.

GİRİŞ .....	1
1.1. Problemin Tanımı ve Önemi.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	1

## BÖLÜM 2.

ASANSÖRLERE VE PARAŞÜT FREN TERTİBATINA GENEL BAKIŞ.....	3
2.1. Kullanım Amacına Göre Asansör Çeşitleri.....	3
2.1.1. İnsan asansörleri.....	3
2.1.2. Yük asansörleri.....	3
2.1.3. Servis asansörleri .....	4
2.2. Tahrik Yöntemine Göre Asansör Çeşitleri.....	4
2.2.1. Elektrikli asansörler .....	4
2.2.2. Hidrolik asansörler .....	4

2.3. Asansörün Kısımları.....	5
2.3.1. Asansör kuyusu .....	6
2.3.2. Makine dairesi .....	6
2.3.3. Kabin .....	7
2.3.4. Patenler.....	8
2.3.5. Kat kapıları.....	9
2.3.6. Kılavuz raylar.....	10
2.3.7. Karşı ağırlık.....	11
2.3.8. Askı elemanı.....	11
2.3.9. Hız regülatörü.....	12
2.3.10. Son kat şalteri.....	12
2.3.11. Paraşüt tertibatı.....	13
2.3.11.1. Ani olarak etki eden paraşüt tertibatı .....	13
2.3.11.2. Kademeli olarak etki eden paraşüt tertibatı.....	15
2.3.12. Tamponlar .....	15
2.3.13. Asansör makinesi .....	16
2.3.14. Fren tertibatı .....	18
2.3.15. Sonsuz vidalı redüktör.....	20
2.3.16. Tahrik kasnağı.....	21
2.3.17. Saptırma makarası.....	22
2.3.18. Elektrik donanımı.....	22
2.3.19. Kumanda düzeni.....	22
2.4. Paraşüt Fren Tertibatının Tarihçesi.....	23
2.4.1. Giriş.....	23
2.4.2. Asansör dibinde kuştüyü torbası .....	24
2.4.3. İtalyan güvenlik patenti.....	24
2.4.4. Elisha Otis'in geliştirdiği tertibat .....	25

2.4.5. Mekanik kenetleme cihazı.....	26
2.4.6. Sabit basınç yaylı mekanik kenetleme cihazı.....	27
2.4.7. Odun üstünde kamlar .....	27
2.4.8. Boyunduruk civata ekli fren sistemi .....	29
2.4.9. Odun üstünde bıçaklar.....	29
2.4.10. “T” biçiminde çelik kılavuz üstünde kama kelepçesi .....	30
2.4.11. “Wedgematic” aşamalı güvenlik tertibatı .....	31
2.4.12. Güvenlik mekanizma kuvvetlerinin uygulanış yöntemleri .....	32
2.4.12.1. Yaprak yay .....	32
2.4.12.2. Helis yayların sıkıştırılması.....	32
2.4.12.3. Nal yayı "C" yay .....	33
2.4.12.4. Blok yayı .....	33
2.4.12.5. Konik yay pulları.....	34
2.4.12.6. Levha yaprak yay .....	34
2.4.12.7. Elastik eleman .....	35
2.4.13. Türkiye’deki gelişim .....	36
2.5. Paraşüt Fren Tertibatı .....	37
2.5.1. Giriş.....	37
2.5.2. Paraşüt frenlerinin kullanım hızlarına ve performans özelliklerine göre sınıflandırılması.....	39
2.5.3. Kazık (Ani) tip fren .....	39
2.5.4. Tampon etkili ani tip fren.....	40
2.5.5. Progresif güvenlik tertibat tipi (gelişmiş tip) .....	41
2.5.6. Günümüzde sıkça kullanılan ani tip paraşüt frenleri.....	42
2.5.6.1. Kama tipi ani paraşüt freni .....	42
2.5.6.2. Dışmerkezli (eksantrik) kam tipi ani paraşüt freni.....	45
2.5.6.3. Silindir tipi ani paraşüt freni .....	47

2.5.7. Günümüzde sıkça kullanılan gelişmiş (kaymalı) tip paraşüt frenleri .....	48
2.5.7.1. Esnek kıskaç tipi gelişmiş paraşüt freni .....	48
2.5.7.2. Silindir tip gelişmiş (kaymalı) paraşüt freni.....	53
2.5.8. Paraşüt freni seçiminde dikkat edilmesi gereken kriterler .....	58
2.5.9. Kabinin yukarı yönde çıkışının kontrolü.....	59

### BÖLÜM 3.

KULLANILAN YAZILIMLAR VE SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ .....	61
3.1. Giriş.....	61
3.2. Mastercam X3 .....	61
3.2.1. Programın genel özellikleri .....	61
3.2.2. Programın modülleri .....	62
3.2.2.1. Mastercam design lt (teknik resim çizim) .....	62
3.2.2.2. Mastercam design (tasarım) .....	63
3.2.2.3. Mastercam mill entry (freze).....	64
3.2.2.4. Mastercam mill level1 (freze) .....	66
3.2.2.5. Mastercam lathe entry (torna) .....	66
3.2.2.6. Mastercam wire (tel erozyon) .....	68
3.2.4. Mastercam program ortamı (ekran) .....	69
3.2.5. Mastercam X3 ana menüleri .....	70
3.2.5.1. Dosya (file).....	70
3.2.5.2. Düzelt (edit) .....	70
3.2.5.3. Bakış (view) .....	70
3.2.5.4. Analiz .....	70
3.2.5.5. Oluştur (create).....	70
3.2.5.6. Solid (katı).....	71

3.2.5.7. Çoğalt (xform).....	71
3.2.5.8. Makine tipi (machine type) .....	71
3.2.5.9. Takım yolları (toolpaths).....	71
3.2.5.10. Ekran (screen) .....	71
3.2.5.11. Ayarlar (settings).....	72
3.2.5.12. Yardım (help) .....	72
3.3. Abaqus.....	72
3.3.1. Programın genel özellikleri .....	72
3.3.2. Ana pencere bileşenleri .....	72
3.3.3. Ön işlem süreci.....	73
3.3.4. Programın çalıştırılması .....	74
3.3.5. Katı modelin oluşturulması .....	74
3.3.6. Malzeme girişi.....	76
3.3.7. Adım (step) menüsü .....	76
3.3.8. Etkileşim (interaction) tanımlanması .....	77
3.3.9. Sınır şartların ve yüklerin tanımlanması ve parçaya uygulanması... 78	
3.3.10. Parçanın küçük parçalara (mesh) bölünmesi.....	79
3.3.11. İş (job) menüsü.....	80
3.3.12. Analiz sonrası işlemler (postprocessor) menüsü .....	81
3.4. Sonlu Elemanlar Yöntemi .....	82
3.4.1. Giriş.....	82
3.4.2 Sonlu elemanlar metodunun tarihsel gelişimi .....	84
3.4.3. Sonlu elemanlarla modelleme .....	85
3.4.3.1. Genel olarak modelleme .....	85
3.4.3.2. Eleman seçimi .....	85
3.4.3.3. Yükler.....	86
3.4.3.4. Sınır koşulları .....	86



3.4.3.5. Ayırıklaştırma ve dikkat edilmesi gerekli hususlar.....	88
3.4.3.6. Sonlu eleman program kullanıcısının sorumlulukları .....	89

## BÖLÜM 4.

MODELLEME VE DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	91
4.1. Modelleme.....	91
4.1.1. Paraşüt Frenin Kısımları .....	91
4.1.1.1. Gövde .....	92
4.1.1.2. Silindirler.....	97
4.1.1.3 Kılavuz Raylar .....	98
4.1.1.4. Kapak .....	99
4.1.1.5. Bilyalı setskur.....	99
4.1.1.6. Bağlantı çubuğu .....	100
4.1.1.7. Yay .....	100
4.1.1.8. Plastik pul.....	101
4.1.2. Paraşüt fren tertibatını oluşturan parçaların malzeme özellikleri...	101
4.1.2.1. 1040 Malzeme Özellikleri.....	101
4.1.2.2. 2379 Malzeme Özellikleri.....	101
4.1.3. Tasarım Esasları .....	102
4.1.3.1. TS EN 81-1 füyünün getirdiği sınırlamalar .....	102
4.1.3.2. Maliyet .....	103
4.1.3.3. Pazarda oluşan genel kurallar.....	103
4.1.4. Tasarım.....	104
4.2. Deneysel Çalışmalar.....	108
4.2.1. Tasarımın Analizi.....	108
4.2.1.1. Malzeme tanımlama .....	109
4.2.1.2. Mesh.....	109

4.2.1.3. Analiz tipi seçimi .....	110
4.2.1.4. Parçalar arası etkileşim seçimi .....	111
4.2.1.5. Yükler .....	112
4.2.1.6. Analizi başlatma .....	114
4.2.2. Numune Üretimi .....	115
4.2.2.1. Gövde parçasının imalatı .....	117
4.2.2.2. Silindir parçasının imalatı .....	118
4.2.3. Numunenin Gerçek Ortamda Test Edilmesi .....	119

## BÖLÜM 5.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME .....	121
5.1. Gerçek Ortamda Yapılan Testin Sonuçları .....	121
5.2. Analiz sonuçları .....	122
5.2.1. Parça dayanımları .....	123
5.2.1.1 Gövde parçası .....	124
5.2.1.2 Kılavuz ray .....	125
5.2.1.3 Silindir parçası .....	126
5.2.2. Fren mesafesi .....	127
5.2.3. Ortalama fren ivmesi .....	128
5.2.4. Enerji durumları .....	129
5.3. Analiz ve Test Sonuçlarının Kıyaslanması .....	132
5.3.1. Parça dayanımları .....	132
5.3.2. Fren mesafesi .....	132
5.3.3. Ortalama fren ivmesi .....	133
5.4. Değerlendirme .....	133

## BÖLÜM 6.

TARTIŞMA VE ÖNERİLER .....	135
6.1. Öneriler .....	135
6.2. Tartışma.....	136
6.2.1. Silindir formu .....	136
6.2.2. Frenleme açısı .....	137
6.2.3. Gövde fazlalık genişliği .....	137
KAYNAKLAR .....	138
EKLER.....	139
EK A.....	139
ÖZGEÇMİŞ .....	151

## **SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ**

BS	: British standard
EN	: European standard
TS	: Türk standartları
SEM	: Sonlu elemanlar metodu

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Asansörün kısımları [2].....	5
Şekil 2.2. Makine dairesi.....	6
Şekil 2.3. Kabin.....	7
Şekil 2.4. Patenler .....	8
Şekil 2.5. Karşı ağırlık .....	11
Şekil 2.6. Hız regülatörü .....	12
Şekil 2.7. Ani olarak etki eden paraşüt tertibatı .....	14
Şekil 2.8. Kademeli olarak etki eden paraşüt tertibatı .....	15
Şekil 2.9. Tamponlar .....	16
Şekil 2.10. Asansör dibinde kuştüyü torbası.....	24
Şekil 2.11. İtalyan güvenlik patenti.....	25
Şekil 2.12. Elisha Otis'in geliştirdiği asansör güvenlik tertibatı.....	26
Şekil 2.13. Mekanik kenetleme cihazı .....	26
Şekil 2.14. Sabit basınçlı yaylı mekanik kenetleme cihazı .....	27
Şekil 2.15. Keresteden yapılmış kılavuz raylar.....	27
Şekil 2.16. Odun üstünde kam güvenlik sistemi.....	28
Şekil 2.17. Kenetlenmeme durumu .....	29
Şekil 2.18. Boyunduruk civata ekli fren sistemi .....	30
Şekil 2.19. Odun üstünde bıçaklar .....	30
Şekil 2.20. "T" biçiminde çelik kılavuz üstünde kama kelepçesi.....	31
Şekil 2.21. "Wedgematic" aşamalı güvenlik tertibatı .....	31
Şekil 2.22. Yaprak yay .....	32

Şekil 2.23. Helis yayı .....	32
Şekil 2.24. Nal yayı.....	33
Şekil 2.25. Blok yayı.....	33
Şekil 2.26. Konik yay pulları .....	34
Şekil 2.27. Levha yaprak yay .....	34
Şekil 2.28. Elastik eleman.....	35
Şekil 2.29. Elastik eleman kullanımı.....	35
Şekil 2.30. Paraşüt freninin kabine montajı [5].....	38
Şekil 2.31. Yardımcı parçaların regülatör sistemine montajı.....	38
Şekil 2.32. Ani tip paraşüt fren çeşitleri.....	40
Şekil 2.33.a- Lastik tampon, b- Yağlı tampon etkili ani tip frenler .....	41
Şekil 2.34. Her iki yön hareketi için tasarlanmış gelişmiş güvenlik tertibatı (D&D Development Ltd.) .....	42
Şekil 2.35. Ağır görev asansörler için esnek kılavuz kısaç güvenlik tertibatı (Otis Elevator Co.) [5] .....	43
Şekil 2.36. Güvenlik tertibatı bloğu ile kama tipi çene'lerin diyagramı [5] .....	44
Şekil 2.37. Çift kamlı eksantrik kam tipi ani paraşüt freni [5].....	45
Şekil 2.38. Tek kamlı eksantrik kam tipi ani paraşüt freni [5].....	46
Şekil 2.39. Eksantrik kam üzerinde etkiyen kuvvet diyagramı [5] .....	46
Şekil 2.40. Silindir tipi paraşüt fren diyagramı .....	47
Şekil 2.41. Silindir'e etkiyen kuvvet diyagramı.....	48
Şekil 2.42. Hafif ve orta tesisat asansörleri için esnek kılavuz kısaç tip gelişmiş paraşüt freni (Otis Elevator Co.).....	49
Şekil 2.43. Esnek kılavuz kısaç paraşüt freninin kısaç montaj resmi .....	50
Şekil 2.44. Esnek kılavuz kısaç paraşüt frenini harekete geçiren mekanizma.....	52
Şekil 2.45. Silindir tip gelişmiş paraşüt freni (Otis Elevator Co.) .....	54
Şekil 2.46. Silindir tipi kaymalı güvenlik tertibatı .....	54

Şekil 2.47. Harekete geçiren mekanizmasıyla birlikte KB 160 güvenlik tertibatı (Wittur Aufzugte ile GmbH).....	55
Şekil 2.48. Kombine gelişmiş güvenlik tertibatı (D & D Development Ltd.) .....	56
Şekil 2.49. KB 160 güvenlik tertibatının kabine montajı (Wittur Aufzugte ile GmbH) .....	56
Şekil 2.50. VG güvenlik tertibatı (Wittur Aufzugte ile GmbH) .....	57
Şekil 2.51. Çiftli VG güvenlik tertibatı (Wittur Aufzugte ile GmbH).....	58
Şekil 2.52. Yukarı yönde kontrol edilemeyen hareket için KB160 güvenlik tertibatı (Wittur Aufzugte ile GmbH) [5].....	60
Şekil 3.1. Mastercam design It (teknik resim çizim).....	63
Şekil 3.2. Mastercam design (tasarım).....	63
Şekil 3.3. Mastercam mill entry (freze) .....	65
Şekil 3.4. Mastercam mill level1 (freze).....	66
Şekil 3.5. Mastercam lathe entry (torna).....	67
Şekil 3.6. Mastercam Wire (Tel Erozyon), geometri ile bağımlı çalışır. ....	68
Şekil 3.7. Mastercam programın ekranı .....	69
Şekil 3.8. Abaqus ana penceresi [9].....	73
Şekil 3.9. ABAQUS/CAE katı model oluşturma .....	75
Şekil 3.10. Malzeme girişi .....	76
Şekil 3.11. Adım (step) menüsü.....	77
Şekil 3.12. Etkileşim menüsü.....	78
Şekil 3.13. Yükleme ve sınır şartlar menüleri.....	78
Şekil 3.14. Parçanın bölüntülenmesi .....	79
Şekil 3.15. Eleman tipi seçme menüsü.....	80
Şekil 3.16. İş menüsü .....	81
Şekil 3.17. Sonuçların görüntülenmesi menüsü.....	82
Şekil 3.18. Bir sonlu eleman modelinde nod noktaları ve elemanlar.....	83

Şekil 3.19. İki ucu basit mesnetli giriş .....	87
Şekil 4.1. Paraşüt freninin kısımları .....	92
Şekil 4.2. Gövde .....	93
Şekil 4.3. Frenleme açısı .....	94
Şekil 4.4. Gövdeye gelen kuvvet ve bileşenleri .....	95
Şekil 4.5. Gövde fazlalık genişliği .....	96
Şekil 4.6. Silindir.....	97
Şekil 4.7. Silindir formu.....	98
Şekil 4.8. Kılavuz ray montajı [11] .....	99
Şekil 4.9. Kapak .....	99
Şekil 4.10. Bilyalı setskur .....	100
Şekil 4.11. Bağlantı çubuğu .....	100
Şekil 4.12. Paraşüt fren montajı[14] .....	104
Şekil 4.13. Gövde extrude .....	105
Şekil 4.14. Orta bölge boşaltma .....	105
Şekil 4.15. Kanal boşaltma.....	106
Şekil 4.16. Kademe boşaltma.....	106
Şekil 4.17. Delik delme .....	107
Şekil 4.18. Mastercam X3 ile yapılan tasarım .....	107
Şekil 4.19. Import edilmiş model.....	109
Şekil 4.20. Mesh edilmiş model.....	110
Şekil 4.21. Analiz tipi seçimi .....	111
Şekil 4.22. General contact .....	111
Şekil 4.23. Sabitleme seçimi .....	112
Şekil 4.24. Yük seçimi .....	113
Şekil 4.25. Hız seçimi .....	114
Şekil 4.26. İş oluşturma.....	115



Şekil 4.27. Montaj durumda numune .....	116
Şekil 4.28. Gövde numune .....	116
Şekil 4.29. Silindir, silindir gövdesi ve bağlantı çubuğu numune .....	117
Şekil 4.30. Test kulesi [15] .....	120
Şekil 5.1. Test sonrası frenlerin görünümü .....	121
Şekil 5.2. Test sonrası gövdede meydana gelen deformasyon.....	122
Şekil 5.3. Test sonrası silindirlerde meydana gelen deformasyon .....	122
Şekil 5.4. 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analiz ekran görüntüsü .....	123
Şekil 5.5. 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analiz deformasyon (komple).....	124
Şekil 5.6. 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analizde gövde parçasında oluşan deformasyon.....	125
Şekil 5.7. 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analizde kılavuz rayda oluşan deformasyon.....	126
Şekil 5.8. 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analizde silindirlerde oluşan deformasyon.....	127
Şekil 5.9. 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analiz yer değiştirme .....	128
Şekil 5.10. 6 Yolcu durumuna göre enerji grafiği.....	130
Şekil 5.11. 8 Yolcu durumuna göre enerji grafiği.....	130
Şekil 5.12. 10 Yolcu durumuna göre enerji grafiği.....	131
Şekil 5.13. Enerji grafiklerinin kıyaslaması .....	131
Şekil 5.14. Silindir parçasındaki kademeler.....	134
Şekil EK A1. Montaj resmi .....	139
Şekil EK A2. Gövde parçası teknik resmi .....	141
Şekil EK A3. Kapak parçası teknik resmi.....	142
Şekil EK A4. Silindir gövdesi parçası teknik resmi.....	143
Şekil EK A5. Silindir gövdesi kapak parçası teknik resmi .....	144
Şekil EK A6. Silindir parçası teknik resmi .....	145

Şekil EK A7. Pim1 parçası teknik resmi.....	146
Şekil EK A8. Pim2 parçası teknik resmi.....	147
Şekil EK A9. Bağlantı çubuğu teknik resmi .....	148
Şekil EK A10. Plastik pul teknik resmi .....	149
Şekil EK A11. Yay teknik resmi.....	150

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1 1040 Malzeme fiziksel özellikleri.....	101
Tablo 4.2 1040 Malzeme kimyasal özellikleri.....	101
Tablo 4.3 2379 Malzeme fiziksel özellikleri.....	102
Tablo 4.4 2379 Malzeme kimyasal özellikleri.....	102
Tablo 4.5 Asansör Genel Emniyet Katsayıları [13].....	103
Tablo 4.6 Seçilen Malzemeler ve Özellikleri.....	109
Tablo 4.7 Gövde parçasının imalatında izlenen işlem basamakları ve kullanılan talaşlı imalat tezgahları.....	117
Tablo 4.8 Gövde parçasının imalatında izlenen işlem basamaklarında kullanılan kesici takımlar ve parametreleri .....	118
Tablo 4.9 Silindir parçasının imalatında izlenen işlem basamakları ve kullanılan talaşlı imalat tezgahları.....	118
Tablo 4.10 Silindir parçasının imalatında izlenen işlem basamaklarında kullanılan kesici takımlar ve parametreleri .....	118
Tablo 5.1 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analizde gövde parçasında oluşan en büyük gerilmeler .....	125
Tablo 5.2 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analizde kılavuz rayda oluşan en büyük gerilmeler .....	126
Tablo 5.3 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analizde kılavuz rayda oluşan en büyük gerilmeler .....	127
Tablo EK A1 Parça listesi .....	140

## ÖZET

Anahtar kelimeler: Asansör güvenlik tertibatları, paraşüt fren tertibatı,

Gelişen asansör hızları ve yüksekliğin oluşturduğu güvenlik açığı güvenlik sistemlerinin de gelişimini gerekli kılmıştır. İlk asansörden bu yana asansör güvenlik tertibatları gelişim göstermiştir. Güvenlik tertibatlarından en önemlisi paraşüt fren tertibatıdır. Bunun nedeni ise tüm sistemlerden bağımsız ve mekanik çalışan bir sistem olmasıdır. Bunun nedeni ise olası elektrik yada motor arızalarında bağımsız olarak devreye girebilmesidir.

Bu çalışmada asansör güvenlik tertibatlarının tarihi gelişimi ele alınmış ve TS EN 81-1 standardına uygun bir paraşüt fren tasarlanmıştır. Tasarlanan bu paraşüt fren tertibatı sonlu elemanlar metodu ile ABQUS/CAE paket programında analizi yapılmıştır. Analizler çeşitli malzeme, ağırlık ve hız koşullarında tekrarlanmış ve maliyet faktörü de göz önüne alınarak en uygun tasarım geliştirilmiştir. Yapılan tasarıma göre ilk numune imal edilip test edilmiştir.

# **DESIGN OF MECHANISM BRAKE PARACHUTE FOR MODERN LIFT**

## **SUMMARY**

Key words: Elevator safety devices, parachute braking device,

The developing speed and height of lift creates vulnerability of security systems has necessitated the development. Since the first lift of the security setup has developed. Security setup is the most important parachute brake setup. This is because the entire system, a system that is independent of and mechanical work. This is because the electric potential or independently engaged in engine failure become possible.

This study was to treat the historical development of the elevator safety gear and TS EN 81-1 standard is designed a braking parachute. Designed the parachute brake finite element method with ABQUS / CAE package program analysis was conducted. Analyzes a variety of materials, weight and speed conditions were repeated and cost factors taken into consideration the most appropriate design has been developed. Do according to the initial sample design manufactured posting has been tested.

# **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

## **1.1. Problemin Tanımı ve Önemi**

Asansörler, arasında belli bir kot farkı bulunan iki nokta arasında hızlı, rahat ve güvenli bir şekilde insan, yük ve eşya taşımayı sağlayan transport makineleridir. Şehirlerin dikey olarak büyümesi nedeniyle asansörlere duyulan ihtiyaç artmıştır. Asansöre duyulan ihtiyacın artması ve asansör hızlarının giderek artması ile asansör güvenliği konusu da hayli önem kazanmıştır.

Asansörler birçok farklı parçadan oluşan makinelerdir. Bunların içinde güvenlik açısından önem taşıyan birçok parça yer aldığı gibi konfor ve görsellik için de birçok parça yer almaktadır. Konu insan olduğu için en önemlileri güvenlik tertibatlarıdır. Güvenlik tertibatları içinde ise en önemlisi paraşüt fren tertibatıdır. Çünkü oluşabilecek tüm arızalara karşı tedbirdir. Şanzıman sıyırması, halat kopması, motor arızası, şalter arızası, sürücü arızası gibi oluşabilecek birçok arızada son tedbir olarak devreye giren, tüm sistemlerden bağımsız ve tamamen mekanik bir sistemdir.

## **1.2. Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı, piyasada kullanılan paraşüt fren tertibatları için yeni bir tasarım geliştirmektir. Yapılan bu tasarımın uygunluğunu, Abaqus programında analizini ve gerçek ortamda da testini yaparak ortaya koymaktır. Geliştirilen yeni fren tertibatı piyasa koşulları göz önüne alınarak yapılacak ve böylece pazara sunulabilir yeni bir ürün geliştirilmiş olacaktır.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde asansörlerin genel yapısı, dünden bugüne gelişimi ve paraşüt fren tertibatı ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde bu çalışmada kullanılan yazılımlar olan Abaqus ve Mastercam yazılımları anlatılmıştır. Bu yazılımların özellikleri ve kullanımları ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Dördüncü bölümde paraşüt fren tertibatı tüm aksamaları ile birlikte anlatılmıştır. Paraşüt Bir paraşüt fren tertibatının taşınması gereken özellikler anlatılmış ve TS EN 81-1 standardının getirdikleri açıklanmıştır. Fren tasarımı CAD ortamında yapılmış ve ABQUS/CAE paket programında analizi yapılmıştır. ABQUS/CAE paket programında yapılan analiz çeşitlendirilmiş ve değişik yükler denenmiştir. Maliyet de hesaba katılarak ilk örnek üretilerek gerçek ortamda test edilmiştir.

Beşinci bölümde ABQUS/CAE paket programında yapılan analiz ile gerçek ortamda yapılan test sonuçları anlatılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda yorum ve tavsiyelerde bulunulmuştur.

Altıncı bölümde ise çalışma ile ilgili tartışma ve önerilere yer verilmiştir.

## **BÖLÜM 2. ASANSÖRLERE VE PARAŞÜT FREN TERTİBATINA GENEL BAKIŞ**

### **2.1. Kullanım Amacına Göre Asansör Çeşitleri**

#### **2.1.1. İnsan asansörleri**

İnsan asansörleri özellikle insanların taşınmasına ait, kullanma rahatlığı ve kabin konforu sağlanmış olan asansörlerdir. Bir bölümü, tekerlekli sandalye ve sedye ile hasta taşıyabilecek kabin formunda olmak üzere “Hasta Asansörleri” adını alır. İnsan asansörleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

**Sınıf I Asansörü:** Sadece insan taşımak üzere tasarlanmış asansördür.

**Sınıf II Asansörü:** Esas olarak insan taşımak üzere tasarlanan, ancak gerektiğinde yük de taşınabilen asansörlerdir.

**Sınıf III Asansörü:** Sağlık tesislerinde kullanılmak üzere hasta, sedye vb. eşyaları taşımak üzere tasarlanmış asansörlerdir.

**Sınıf IV Asansörü:** Esas olarak yüklerin, genellikle şahıslar refakatinde taşınması için tasarlanmış asansörlerdir.

**Sınıf V Asansörü:** Servis asansörleri

**Sınıf VI Asansörü:** Özellikle yoğun trafiği olan binalar için tasarlanmış asansörlerdir. ( Hızları2,5m/s ve daha fazla olan asansörler )[1]

#### **2.1.2. Yük asansörleri**

Yük asansörleri daha çok yük taşıma ağırlıklı, bazı tiplerinde insanların da taşınabildiği, bazı tiplerinde insanların binmesine müsaade edilmeyen, nispeten küçük, hızlı, basit yapılı asansörlerdir.



### 2.1.3. Servis asansörleri

İlk kez 1960'larda elektronik olarak kontrol edilebilen servis asansörleri kullanılmaya başlanmıştır. Maksimum 1500 kg.'a kadar yapılabilmektedir. Sağlık kuruluşları ve lokantalarda kullanılan servis asansörlerinin neme ve korozyona karşı dayanıklı, kolay temizlenebilen hijyenik yapıda olması istenmektedir. Bürolar, alışveriş merkezleri, bankalar, kütüphaneler, hastaneler ve oteller hizmet vermektedir. Bir insanın sığamayacağı boyutta olan ve tamburlu bir tahrik sistemi ile çalışan asansördür.

## 2.2. Tahrik Yöntemine Göre Asansör Çeşitleri

### 2.2.1. Elektrikli asansörler

Konvansiyonel asansör tesisleridir. Katlar arasındaki insan ve yük taşımacılığı halatlı donanımlar ile sağlanmaktadır. Kısa mesafeli ve düşük kapasiteli tesislerde (servis asansörü gibi) tamburlu vinç mekanizmasından yararlanır. Taşıma yüksekliğinin arttığı binalarda ise sürtünme bağından yararlanan tahrik kasnaklı sistemler kullanılmaktadır. Değişik taşıma kapasitelerinde çalışmaya imkân veren halatlı sistemlerde 2m/s'nin altındaki çalışma hızlarında redüktörlü (sonsuz vida veya planet mekanizması) alternatif akım motorlu olarak, 2m/s'nin üstündeki çalışma hızlarında ise redüktörsüz doğru akım motorlu olarak tasarlanırlar.

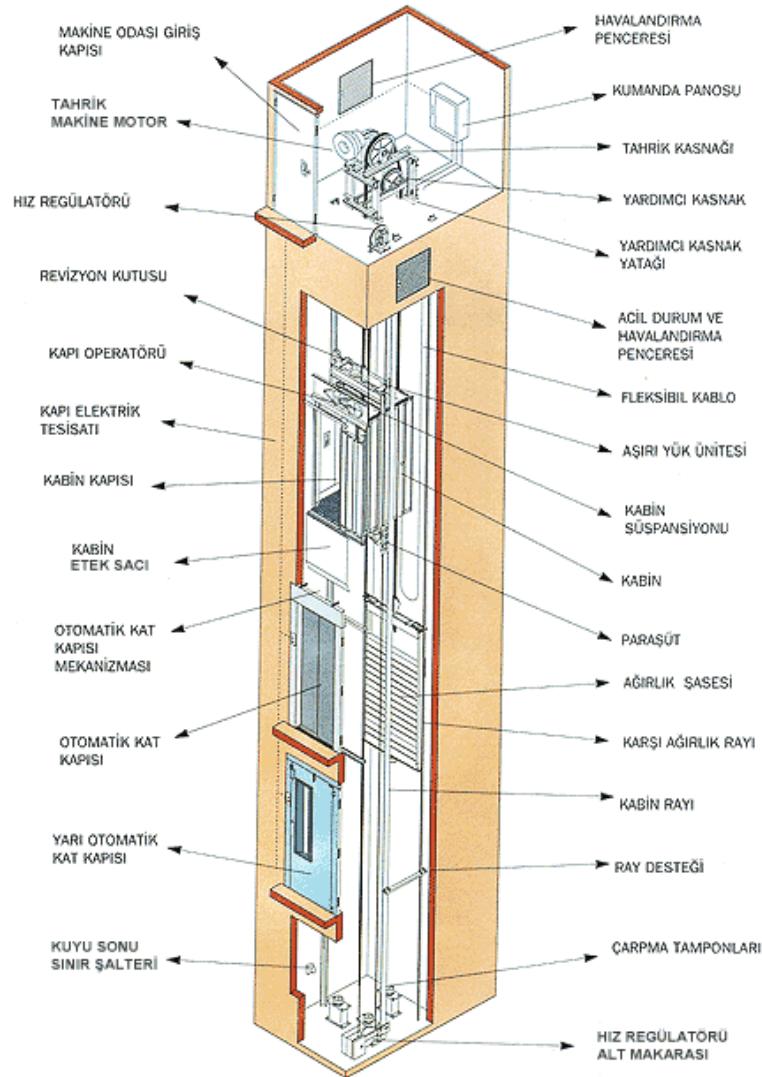
### 2.2.2. Hidrolik asansörler

Tahrik yeteneğinin hidrolik pompa ünitesi tarafından sağlandığı asansör tasarımıdır. Hidrolik yağının bir pompa ile kaldırma pistonlarına iletildiği ve kabinin direkt veya indirekt olarak pistonlar ile hareket ettirildiği sistemdir. Kaldırma yüksekliğini arttırmak için palangalı donanım da kullanılmaktadır. Yüksek taşıma mesafelerinde sadece indirekt sistemler kullanılabilir. İndirekt sistemlerde kabin hızı silindir hızının iki katında olduğu için yüksek hızlarda indirekt sistemler daha avantajlıdır. Kaldırma kapasitesi 20 ton'a kadar arttırılabilir.

Hidrolik asansörler hem yolcu hem de yük taşımak için kullanılır. Bu tip asansörler, 2 ile 6 kat yüksekliğe ve 0.125m/s ile 1m/s arasındaki hızlarda çalışır. Genellikle hidrolik asansörler 0.75m/s hızla çalışır. Tek silindirli hidrolik asansörler ile 1000kg – 10000kg yükler, çift silindirli hidrolik asansörler ise 10000kg – 90000kg yükleri taşıyabilir. Hidrolik asansörler düşük katlı binalarda kullanılabilir, fakat insan taşımaktan daha çok yük taşımada kullanılır.

### 2.3. Asansörün Kısımları

Şekil 2.1’de asansörün kısımları gösterilmiştir.



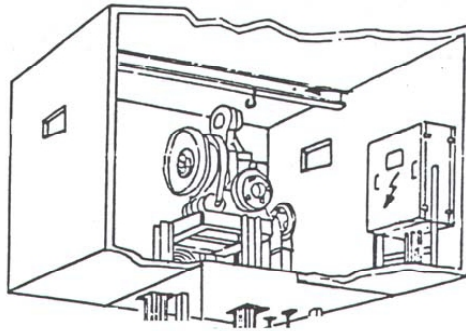
Şekil 2.1. Asansörün kısımları [2]

### 2.3.1. Asansör kuyusu

Asansör kuyusu asansör hızı ve kabin boyutlarına göre tasarlanan ve kabin ile karşı ağırlığın düşey doğrultu boyunca içinde hareket ettiği, etrafı yanmaya karşı dayanıklı duvarlarla çevrilmiş olan boşluktur. Kabinin en son duraklarda bulunma durumuna göre, üstte ve altta belirli miktarlarda emniyet boşlukları vardır. Üst boşluğa baca, alt boşluğa kuyu adı verilebilir. Asansör boşluğu duvarları tabandan tavana kadar tuğla, beton perde, çelik konstrüksiyon ile yapılmış olmalıdır. Kuyu duvar malzemesi olarak ahşap malzeme kesinlikle kullanılmamalıdır. İki veya daha fazla kabin aynı kuyu içinde çalıştırılacaksa, iki kabin arasına koruyucu bir paravan konulmalıdır [3].

### 2.3.2. Makine dairesi

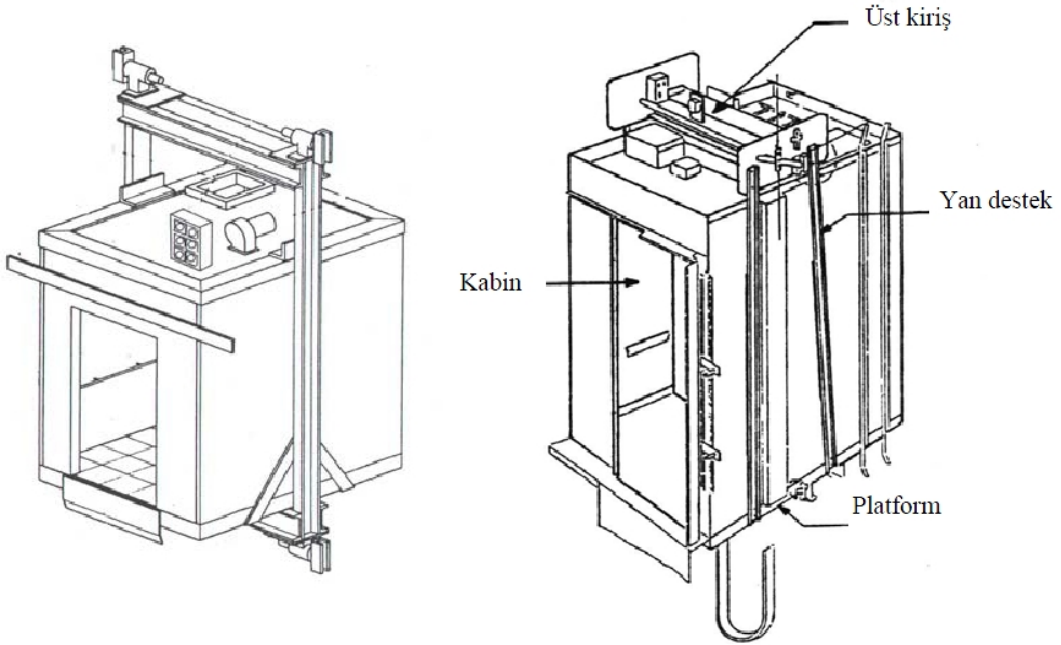
Asansör makinesi ve kumanda tablosunun, ana şalter, hız regülatörü ve saptırma makarasını da bulunduğu kapalı mekana makine dairesi denir. Makina dairesi, çok kez asansör boşluğu üstünde olduğu gibi, altta veya yanda da yapılabilir. Makina dairesi dış etkenlerden korunmuş, rutubetsiz, yeteri aydınlıkta (en az 200 lüx), geçiş yolu ve kapıların en az 1,8 metre yüksekliğinde ve 0,6 metre genişliğinde olduğu, iyice havalandırılmış, ortam sıcaklığı 5°C ila 40°C olmalı ve aşmayan kapalı mekan olmalıdır (Şekil 2.2.). Binanın kullanım özelliğine ve makine dairesinin konumuna göre ses ve titreşimleri absorbe edici şekilde dizayn edilmelidir. Makina dairesinin bir kapısı veya kapağı bulunmalı ve kilitli olarak durmalıdır. Makina dairesi döşemesinde, zemin mukavemeti 350 daN/m<sup>2</sup> olacak şekilde taşıyıcı elaman olarak çelik konstrüksiyon veya betonarme kullanılmalıdır [3].



Şekil 2.2. Makine dairesi

### 2.3.3. Kabin

Asansör kabini yük ve insanların katlar arasında taşınmasında kullanılan çelik profil iskeleti ile askı halatlarına bağlı, kapılı veya kapısız olabilen çelik konstrüksiyonlardır. Kabinler çelik bir zemin ve taşıyıcı bir iskeletten meydana getirilir. Kabin iskeleti yan duvarlar ve tavanla kaplanarak kapalı bir hacim yaratılır. Kabinler asansör trafik durumuna ve taşıdıkları yük miktarı ve cinsine göre şekillendirilir. Kabin, duvar ve tavan kalınlığı en az 2 mm saçıtan olmalı eni ve boyu arasında en az 0.5 oran bulunmalıdır. Kabin malzemesi olarak farklı malzemeler kullanılabilir ancak aranacak temel nitelik sağlamlık ve kolayca tutuşmamalıdır. Korumalı camların kalınlığı en az 4 mm, telli camların kalınlığı ise en az 6 mm olmalıdır. Şekil 2.3'te kabin gösterilmiştir.



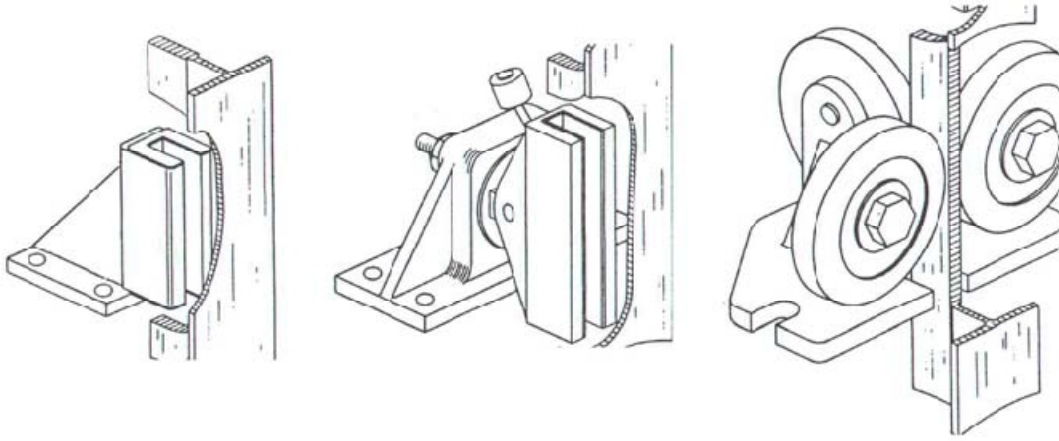
Şekil 2.3. Kabin

Asansör kabinleri kapılı ve kapısız olmak üzere iki tarzda bulunabilir. Kabin kapısının bulunmaması halinde giriş yönündeki kuyu duvarının sıvalı ve pürüzsüz olmalıdır. Taban alanı, fazla yüklenmemesi için, taşınan insan sayısına göre üstten sınırlandırılmıştır. Otomatik kumandalı asansörlerde, kabin içinde kat kumanda, alarm ve durdurma düğmeleri takımı, ya da vatmanlı asansörlerde kumanda kolu vardır. Otomatik kapılılarda kabin içinde kat göstergesi de bulunur. Kılavuz raylara 4

noktada dayanan kayıcı elemanlar, ya da lastik rulolar kabinin dıştan alt ve üst bölümlerine konulur. Asansör paraşüt düzeni kabinin üst, ya da alt kirişlerine yerleştirilir [3].

#### 2.3.4. Patenler

Kabin ve karşı ağırlık ayrı ayrı kılavuz rayına patenler ile alt ve üst kısımlarından kılavuzlanmaktadır. Kılavuzlama yapan patenler; kayan paten, döner paten ve tekerlekli patenler olmak üzere üç ayrı tiptedir. Şekil 2.4'te paten gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Patenler

Kayan patenler, 2 m/s altındaki orta ve düşük hızda çalışan asansörlerde kullanılmaktadır. Kayma süresi, kabin hareketine ilave bir kuvvet yaratabilmekte ve kılavuz raylara sabit basınç uygulamaktadır. Pabuçların gövdesi dökme demirden, tampon bölgesi neopran veya benzeri özellikte plastik esaslı malzemeden imal edilir. Aşınma dayanıklılığını arttırmak ve daha uzun ömür sağlamak için molibdendisülfat ilave edilmektedir. Kılavuz raylar otomatik olarak gresle yağlanmak suretiyle sürtünme direnci azaltılmakta ve çalışma koşulları iyileştirilmektedir.

Döner patenler, yüksek hızlı asansörlerde tercih edilmektedir. Ancak yumuşak bir kullanım ve sürtünme kayıplarının azaltılması nedeniyle güçten kazanç sağlaması nedeniyle orta hızlı asansörlerde de kullanılmaktadır.

Tekerlekli patenler, kılavuz raylara sürekli temas halinde bulunan üç adet kendi etrafında dönebilen ve rulmanlı yataklı tekerlekten oluşmaktadır. Tekerlekler, plastik veya poliüretandan imal edildiğinden titreşimler oldukça azaltılmıştır ve sessiz çalışma, düşük sürtünme sağladıklarından tercih edilmektedir. Tekerlekli patenlerin bulunduğu kılavuz raylar yağlanmamış olarak bulunmalıdır [3].

### 2.3.5. Kat kapıları

Asansör duraklarındaki kapılar basit, yarı otomatik (çarpma kapı), ya da tam otomatik olabilir. Her türlü halde, güvenlik için, kapı tam kapanmadan ve sürgülü emniyet sağlanmadan kabin hareket etmemeli, aynı zamanda, kabinin bulunmadığı durakta kat kapısı açılmamalıdır. Kat kapıları açılma biçimlerine göre sınıflandırılabilir:

- Tek ve çift kanatlı çarpma kapı
- Katlanabilir veya yana toplamalı kapı
- Ortadan açılan kapı
- Yukarı kaymalı kapı
- Özel kapılar

Asansörün kullanım şekline ve taşıma kapasitesine uygun kapı seçilmelidir. Kapılar en kısa zamanda açılıp kapanabilmeli ve insanların aynı anda giriş-çıkış yapabilmesine imkan vermelidir. Standart asansör kapıların genişlikleri 700 ila 1100 mm arasında, yüksekliği ise 2000 mm olacak tarzdadır. Yük asansörleri genellikle çift kapılı olarak yapılırlar. Kat kapılarında cam pencere bulunacaksa döşemeden 1150 mm yükseklikte ve 100 mm genişliğinde 600 mm uzunluğunda olmalıdır.

Kapı kontağı, her asansör kapısı bir elektrikli kontakla donatılmıştır. Bu kontak kapı iyice kapanmadıkça kontrol devresini keserek kabinin hareketine engel olması, iniş ve binişlerdeki emniyet açısından oldukça önemlidir.

Otomatik kontrol sistemi ile çalışan asansörlerde yolcuya kat ve kabin kapılarını kapatıp kabine girdikten sonra gideceği kat düğmesine basması için beş ila on

saniyelik bir zaman bırakılır. Bu, zaman röleleri ile sağlanabileceği gibi gecikme ile kapanan kabin kapı kontağı ile de sağlanabilir. Bu zaman süresince katlardan kumanda imkansız hale sokulmuş asansör yolcunun kumandasına tahsis edilmiştir. Bu sırada yolcunun, isteği katın kabin içindeki kumanda düğmesine basıp asansörü harekete geçirmesi gerekir. Yolcu bu zaman süresince kumanda düğmesine basmazsa kabin katların birinden çağrılabilir [3].

### 2.3.6. Kılavuz raylar

Kılavuz raylar asansör tesisinde kabini ve karşı ağırlığı düşey hareketlerde ayrı ayrı kılavuzlamak ve yatay hareketlerini minimuma indirmek, paraşüt tertibatının çalışması durumunda kabini durdurmak amacıyla kullanılır. Kabin ve karşı ağırlığın düşey doğrultularını korur, dönmesini engellerler. Aynı zamanda, paraşüt düzeninin kabini tutmak için kullanacağı elemanlar raylardır. Genellikle soğuk çekme çelik T-profilleri kullanılır. Karşı ağırlık için, gergin yuvarlak profili çelik çubuktan, ya da köşebentten yapılabilir.

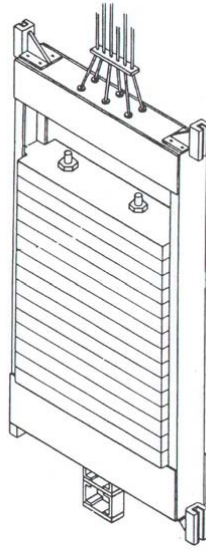
Kabin ve karşı ağırlık en azından iki rijit çelik kılavuz rayı tarafından kılavuzlanmalıdır. Bu raylar çekme gerilmesi 370 N/mm<sup>2</sup> ile 520 N/mm<sup>2</sup> arasında olan yapı çeliklerinden imal edilir. Kılavuz rayının yüzey pürüzlülüğü  $3.2 \mu\text{m} < Ra < 6.3 \mu\text{m}$  arasındadır.

Kılavuz rayların dik ve aralarındaki mesafenin bütün uzunlukları boyunca sabit olması önemlidir. Ayrıca kılavuz raylarının flanşlarının arka kısımları bağlantı levhası için düz bir yüz oluşturacak şekilde işlenmiştir. Bağlantı levhası kılavuz rayların uç kısmından en az 4 civata ile tespit edilmeli ve kalınlığı kılavuz ray kalınlığı kadar alınmalıdır.

Kılavuz ray en alt uçta kuyu içinde desteklenmeli ve bütün bir ray boyunca destekler belli aralıklarla yerleştirilmelidir. Destekler bağlantıları ve destek duvarları yatay kuvvetleri dengeleyecek düzeyde olmalıdır [3].

### 2.3.7. Karşı ağırlık

Kabin ağırlığını ve tam yükün de 0,4 ya da 0,5'ini karşılayacak değerde seçilir. Kolay taşınabilmesi ve miktar ayarlanması bakımından birbiriyle bağlanabilecek dökme demir parçalar halinde yapılır. Karşı ağırlık çelik bir çerçeve yardımcı ağırlıklar ve çelik çerçeveye tutturulmuş yönlendirme elemanlarından oluşmaktadır. Yardımcı ağırlıklar genellikle dökme demirden veya çelik levhalardan imal edilebilir [3]. Şekil 2.5'te karşı ağırlık gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Karşı ağırlık

### 2.3.8. Askı elemanı

Asansör makinelerinde askı halatı olarak çoğunlukla paralel sarımlı halatlar kullanılmaktadır. Paralel sarımlı halatlar olarak Seale veya Warrington halatı yaygın kullanılmaktadır. İnsan taşıyan asansörlerde en az iki halat kullanılmalı ve halat çap 8 mm'den az olmamalıdır. Paralel sarımlı halatın kordonlarındaki eşit sarımlı halatlarda kordon içindeki teller aynı uzunluğa sahiptir. Bu tip halatlar, çapraz sarımlı veya düz sarımlı kordonlardan meydana gelmektedir [3].

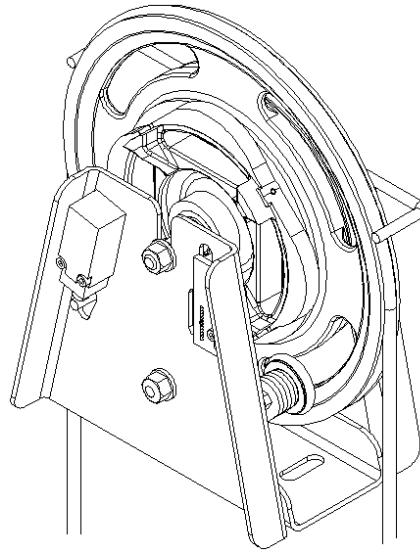


### 2.3.9. Hız regülatörü

Hız regülatörü, asansör iniş hızı, nominal değerini %25 kadar aştığı takdirde, paraşüt tertibatını harekete geçirerek, paraşüt frenini etkiler ve motor cereyanını keser. Hız regülatörü asansör boşluğunun üst tarafında, makine dairesinde bulunur. Regülatör halatı kabinin hareketini, regülatör kasmağına iletir. Aşırı hız halinde sıkıştırılan bu halat paraşüt mekanizmasını harekete geçirir. Hız regülatörleri genellikle "hız sınırlayıcı" olarak görev yaparlar. Ancak hız düzenleyen hız regülatörü çeşitleri de yapılmıştır. Şekil 2.6'da hız regülatörü gösterilmiştir.

Hız regülatörleri yapıları bakımından iki farklı çeşitte asansör tesislerinde kullanılmaktadır:

- Sarkaçlı regülatör
- Savrulma ağırlıklı regülatör [3].



Şekil 2.6. Hız regülatörü

### 2.3.10. Son kat şalteri

Son kat şalterleri kabin en alt ve en üst durumlarını sınırlar, kabine tespit edilirler veya makine dairesi zeminine yerleştirilirler ve kabin tarafından çalıştırılırlar. Birinci hal genellikle yüksek hızlı asansörlerde, ikinci hal ise düşük hızlı asansörlerde

kullanılır. Son kat şalterlerinin gerek kontrol devresini gerekse motor ana devresini kesen tipleri vardır [3].

### **2.3.11. Paraşüt tertibatı**

Halat kopması veya iniş hızının aşırı derecede artması halinde, asansörü kılavuz raylar üzerinde frenleyerek durdurur. Kabinin üst veya alt kirişlerine yerleştirilir. Elektrikli, hidrolik veya pnömatik sistemler güvenli olmadığından mekanik olarak çalışırlar. Ani frenleyerek kısa mesafede durdurma, atalet kuvvetleri yüzünden gerek insan, gerekse taşıyıcı elemanlar üzerinde zararlı etki yapacağından, yumuşatıcı ve kaydırıcı paraşüt freni uygulanır. 0,85 m/s asansör hızına kadar kullanılan sert fren etkilerinden başka, kılavuz rayları da zedeleyebilirler.

Bunlardan, tutma mesafesi 1-2 cm olan paraşüt düzeni sakıncalarından dolayı önemini yitirmiştir. Tüm asansör kabin ve platformları için regülatör yardımcılığı ile birlikte konulması zorunlu olan paraşüt düzeni, karşı ağırlık için de özel bir halde gereklidir. Karşı ağırlığın hareket alanı altında, insanların bulunduğu, konut, büro, toplantı salonları gibi yerler varsa karşı ağırlık da paraşüt düzeni ile donatılmalıdır.

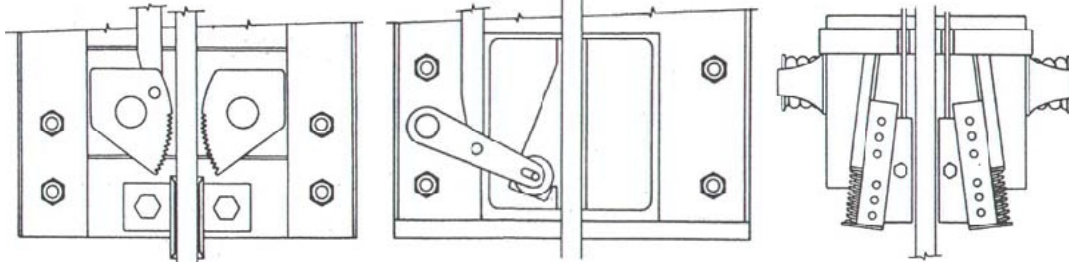
Kabinin aşağı yönde hareketi sırasında normal hızının 1,4 katını aşması, halatların kopması veya halatlardan birinin fazla uzaması halinde, kabin paraşüt tertibatı vasıtasıyla kılavuz raylara tespit edilir. Bu tertibat kabinin altına veya üstüne yerleştirilir. Bu sırada motor ve fren şebekeden ayrılır. Paraşüt tertibatının kabin hızına bağlı olarak kullanılan başlıca iki türü vardır.

- Ani Olarak Etki Eden Paraşüt Tertibatı
- Kademeli Olarak Etki Eden Paraşüt Tertibatı [3].

#### **2.3.11.1. Ani olarak etki eden paraşüt tertibatı**

Bu tip paraşüt tertibatı 1 m/s lik kabin hızlarına kadar kullanılır. Kabini durdurma mesafesi küçük olduğundan kabin ve kılavuz raylar aşırı zorlanır. Daha büyük hızlarda paraşüt tertibatı çalıştığı zaman yolcular şok etkisi altında kalacağından, bu

tip paraşüt tertibatı tercih edilmez.. Ani etki eden paraşüt tertibatları tırtıllı tip, masuralı tip ve köşeli tip olmak üzere üç değişik tipdedir (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. Ani olarak etki eden paraşüt tertibatı

Tırtıllı tipi paraşüt düzeni testere dişli kamlarla tutturulmuştur. Bunlar kabinin her iki tarafına kılavuz rayları sıkıştırarak tarzda yerleştirilmiştir. Bunlar aralarında mekanik olarak temastadırlar. Manivela koluna bağlı bulunan ve regülatör halatı adı verilen çelik halat çekirdeği zaman kamlar kılavuz rayı sıkıştırarak kabinin durmasını sağlarlar.

Masuralı tip paraşüt düzeni sertleştirilmiş bir çelik silindir gittikçe daralan çeneye girer ve böylece kılavuz rayın karşısında kendi sıraya giren bir tampon levha oluşturur. Bu tip paraşüt düzeni genellikle düşük hızlarda çalışan ağır yük asansörlerinde tercih edilir.

Köşeli tip paraşüt düzeni çelik çeneler eğimli dökme demir bloklara yerleştirilmiştir. Çenelerin kılavuz rayla birleşmesi anında bir takoz hareketi meydana gelir ve paraşüt düzeni kilitlenir.

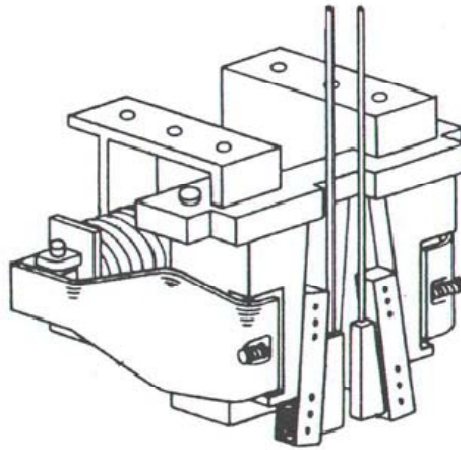
Paraşüt halatının diğer ucu hız kontrol tertibatı ve yardımcı bir kasnaktan geçirilerek karşı ağırlığa tespit edilir. Bu durumda taşıyıcı halatın kopması veya anormal şekilde uzaması paraşüt halatının gerilmesine neden olacağından paraşüt tertibatını harekete geçirir. Diğer taraftan kabin hızı, normal hızının % 25 aştığı zaman paraşüt tertibatının çalışması istenmektedir. Bu durumda kabin aşağı yöndeki hareketine devam edeceğinden paraşüt halatı gerilerek paraşüt tertibatını çalıştırır. Paraşüt tertibatı tarafından durdurulan kabin, kılavuz raylarından, motor miline bağlı bir

kasnağı döndürmek suretiyle serbest hale getirilir. Bundan sonra zedelenen kılavuz rayları düzeltmek gerekir [3].

### 2.3.11.2. Kademeli olarak etki eden paraşüt tertibatı

Hızı 1 m/s den büyük olan modern asansörlerde genellikle bu tip paraşüt kullanılır. Kademeli olarak etki eden paraşüt tertibatında kılavuz raylara uygulanan durdurucu kuvvet kademeli olarak büyüdüğünden kabin gerek kılavuz raylara gerekse yolculara bir zarar vermeksizin darbesiz olarak durur (Şekil 2.8.). Bu tip paraşüt tertibatı halat kopma esasına göre çalışabilir, fakat daha çok kullanılan metot bu tertibatın çalışmasını hız kontrol cihazına bağlı kılmaktır.

Basma yayları bulunan kaymalı paraşüt tertibatında frenleme kuvveti, serbest düşmeye geçen kabinin emniyetle durmasını sağlamaktadır. Çözme tesisatlı kaymalı güvenlik tertibatı hızı 6 m/s az olan asansörlerde kullanılmaktadır. Paraşüt tertibatı sadece aşağı doğru ve sürtünme katsayısı 0,1 değerindedir [3].

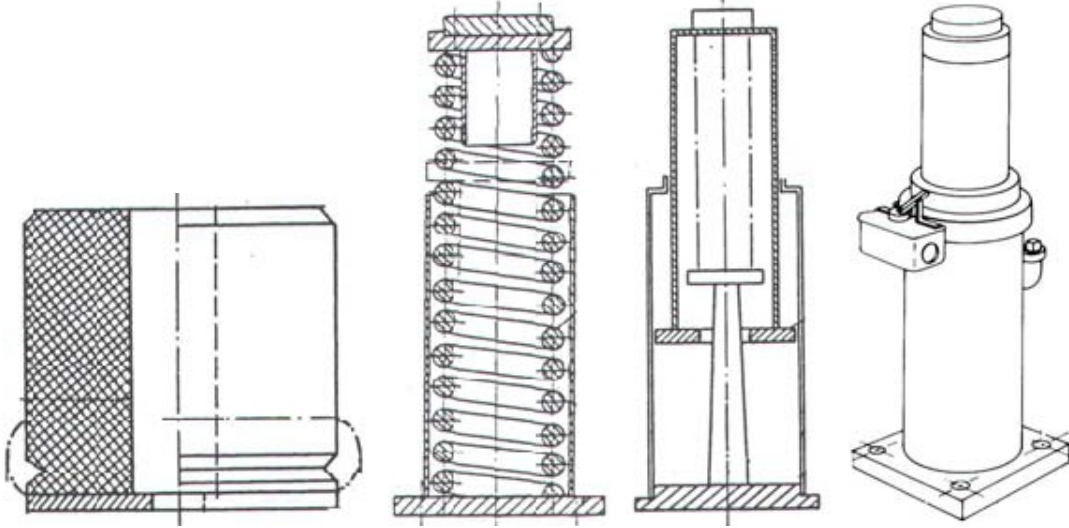


Şekil 2.8. Kademeli olarak etki eden paraşüt tertibatı

### 2.3.12. Tamponlar

Arıza yüzünden en alt durakta durmayıp yoluna devam eden kabin ve karşı ağırlığın zemine çarpışını yumuşatmak üzere, asansör hızına göre, elastik, yay veya hidrolik elemanlar kullanılır. Asansör tesislerinde kabinin ve karşı ağırlığın altına ayrı ayrı

yerleştirilen tamponlar üç sınıfta ele alınmaktadır. Bunlar; Elastik tampon, yaylı tampon ve Hidrolik tampon'dur. Şekil 2.9.'da tamponlar gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Tamponlar

Elastik tamponlar, elastik dayanak olarak lastik yaylı tamponlar gibi tasarımlar standartlarda belirtilmiştir. Bu dayanaklar doğrudan sabit kaideye, temele veya kabin ve karşı ağırlığa monte edilebilir.

Yaylı tamponlar, kabin hızları 1.25 m/s den az olan asansör tesislerinde kullanılan yaylı tamponlar, gelen enerji yükünün yayların yüksek elastikliği sayesinde absorbe ederler.

Hidrolik tamponlar, 1.6 m/s den daha yüksek hızlarda çalışan asansör tesislerinde hareket yolunun sınırlandırılması için kullanılmaktadır. Hidrolik tampon tasarımında genelde asansörlerin hem kabinleri ham de karşı ağırlıkları için aynı konstrüksiyonlar uygulanmaktadır [3].

### 2.3.13. Asansör makinesi

Halat donanımlı asansörler, üzerinde halat sarılmış olan kasnağın karşı ağırlık ile dengelenmiş kabinleri hareket ettirmesi prensibiyle çalışırlar. Mekanik donanım olarak sürtünmeli tahrik mekanizması dışında asansör tahrik grubunda, fren

donanımı, redüktör olarak bir sonsuz vida mekanizması, kabin ve karşı ağırlığın üzerinde çalıştığı kılavuz raylar, tehlike anında devreye giren paraşüt düzenleri ve tamponlar ile kapı açma kapama mekanizmaları bulunmaktadır.

Asansör makineleri mekanizmasız ve mekanizmalı olarak iki ana gruba ayrılır. Mekanizmasız makineler esas olarak çok düşük devirli (70..150d/dak) bir doğru akım motoru, fren ve tahrik kasnağından oluşur. Bunlar 2.0 m/s lik hızların üzerindeki asansörlerde kullanılır. Mekanizmalı makineler ise motor, fren, sonsuz vida mekanizması ve tahrik kasnağı veya tamburdan oluşur. Bu tip makineler düşük hızlarda (2.0 m/s ye kadar) kullanılır. Tahrik, üç fazlı alternatif akım motorları veya yüksek devirli doğru akım motorları ile sağlanır. Küçük kapasiteli asansörlerde sürtünme etkili disklerin de kullanıldığı görülmektedir.

Asansör makinesi veya vincinden başka bir asansör tesisini meydana getiren başlıca mekanik elemanlar şunlardır: Kabin, karşı ağırlık, saptırma kasnakları, taşıyıcı halatlar, dengeleme halat veya zincirleri, kılavuz raylar, paraşüt düzeni, hız regülatörü, tamponlar, kapı mekanizmaları vb. Elektrik motorundan aldığı hareketi istenilen çalışma hızına dönüştüren ilk eleman sonsuz vida mekanizmasıdır.

Sürtünmeli tahrik prensibine göre çalışan tahrik grubu, kaldırma yüksekliğinden bağımsız olması nedeniyle yaygın kullanımı sağlanmıştır. Asansör tahrik grubu gibi kaldırma makinelerinin tasarımında sürtünmeli tahrik mekanizmalarından faydalanılır. Sessiz çalışması ve büyük yer kaplamaması asansör tahrik grubu olarak kullanımlarını yaygınlaştırmıştır. Sürtünmeli tahrik grubunun elemanları; Asenkron elektrik motoru, elastik kaplin, dişli kutusu (sonsuz vida mekanizması) ve tahrik kasnağı (askı halatları ile) dir.

Asansör makineleri, özel asansör elektrik motoru, fren tertibatı, tahrik kasnağı ile teçhiz edilmiş bir sonsuz vida redüktöründen oluşmaktadır. Gövde ile muhafaza edilmiş dişli grubu verimli bir güç iletimi ve tam bir çalışma güvenliği sağlamaktadır.

Asansör makinesi, genellikle elektrik motorlu ve tahrik kasnaklıdır. Redüktörlü ve redüktörsüz olmak üzere iki çeşidi vardır. Sonsuz vida mekanizmasının, sessiz çalışması küçük hacimde büyük çevrim oranı sağlaması ve düşük veriminin frenlemeye yardımcı olması yönünden asansörde yaygın kullanımını sağlamıştır. Asansörde kullanılan elektrik motoru, özel yapılmış, kaymalı Ward-Leonard grubu elemanı olarak, doğru akım motoru yer alır. Bu durumda asansör hızı istenildiği gibi ayarlanarak rahat bir ivmeli hareket sağlanabilir.

Tek devirli asenkron motorlar, hızı az olan asansörlerde kullanılır. 0,75 m/s'den fazla hızlı asansörlerde, özellikle duruş sırasındaki negatif ivmeli hareketin verdiği rahatsızlığı azaltmak için, kutup sayısı değişebilen "çift devirli" motor uygulanır.

Redüktörsüz asansörde, tahrik kasnağı doğrudan doğruya, güçlü doğru akım elektrik motorunun miline kama ile bağlıdır. Redüktörlü asansör makinesinde redüktör olarak planet mekanizmaları da kullanılmaktadır [3].

#### **2.3.14. Fren tertibatı**

Bir asansör makinesinde frenler, tutma ve yürütme frenleri olarak çalışırlar. Tutma frenleri bir hareketin sonunda yükü askıda tutan frenlerdir. Yürütme frenleri ise doğrusal hareket yapan kütlelerle (kabin, taşınan yük, karşı ağırlık, halat vb.) ile dönen kütlelerin ( rotor, kavrama, fren kasnağı, sonsuz vida mili, dengeleme volanı vb.) kinetik enerjilerini alırlar. Burada kütlelerin tam hızdan mı , yoksa yavaşlatılmış bir hızdan mı frenlendiklerine dikkat edilmelidir. Zira kullanılan elektrik motorunun tipine ve kumanda şekline bağlı olarak hızlar değişik değerlerde olabilirler.

Asansör motorları üç ayrı şekilde olabilir; buna göre frenleme de değişik boyutlarda gerçekleşir:

a) Tek devirli üç fazlı alternatif akım motorları. Bu tip motorlarla tahrikte yüksek hızların aniden frenlenmesi gerektiğinden frenleme momenti büyüktür.

b) Çift devirli üç fazlı alternatif akım motorları. Düşük devire geçildikten sonra durma yapıldığından daha az moment frenlenmektedir.

c) Doğru akım motorları. Çok düşük bir devirle dönme sağlanabildiğinden frenleme momenti çok küçüktür.

Asansör makinelerinde, motor ile sonsuz vida mekanizması arasında yerleştirilen çift pabuçlu fren tertibatı ile frenleme sağlanır. Hareketin iletilebilmesi için, fren tertibatı doğru akım itici bir mıknatıs tarafından açılarak, fren kasnağı serbest bırakılır. Frenleme etkisini sağlayan eleman feredo veya benzeri cinsten balatalarla kaplı, mafsallı iki pabuçtan ibarettir.

Frenler, frenleme momentinin mekanizma içerisinde en küçük olduğu yerlere (motor mili üzerine) monte edilecek tarzda dizayn edilirler. Frenleme işi yaylarla sağlanır; çözmek için de manyetik açıcılar kullanılır. Ancak elektrik kesilmesi veya herhangi bir arıza durumunda, sisteme ilave edilen bir manivela koluna elle kumanda edilerek çözülme sağlanmalıdır.

Fren mekanizması, tij arasında bulunan yayların etkisi altında normal olarak frenleme konumunda bulunur. Böylece hareketsiz kalan redüktör, ancak bir akım verildiği zaman hareket serbestliğine kavuşmaktadır. Verilen akım nedeniyle fren kasnağının pabuçları aralanır ve fren serbest kalır. Çift pabuçlu fren tertibatı, frenleme momenti ve ona bağlı DIN 15435 standardına uygun olarak fren kasnağı boyutlarına göre seçilmektedir.

Asansör tahrik grubunda, elektriğin aniden kesilmesi durumunda veya istendiği anda durdurma işini yapabilecek bir elektromekanik sürtünme etkili fren kullanılır. Çift pabuçlu olarak dizayn edilen fren, kabin % 125 yüklü halde maksimum hızda hareket ederken sistemi durdurduğu ve o konumunda tutabildiği kabulü ile hesaplanmaktadır.

Asansör tahrik grubunda, elektriğin aniden kesilmesi durumunda veya istendiği anda durdurma işini yapabilecek bir elektromekanik sürtünme etkili fren kullanılır. Çift pabuçlu frenler yaygın olarak kullanılan fren çeşididir. Fren momenti fren pabucu



veya pabuçlarının bastırılması sonucu elde edilir. Bu tip frenlerin soğuma kabiliyeti diğerlerine nazaran daha iyidir. Frenler, tek pabuçlu olarak çalıştığında fren mili (motor mili) tek yönlü basma kuvvetiyle eğilmeye zorlandığından, daima çift pabuçlu olarak tertip edilerek, kullanılırlar.

Çift pabuçlu frende, fren milinin düzensiz zorlanması giderilmiş ve eğilme gerilmeleri önlenmiştir. Her iki pabuç birbirine kollar ve mafsallı gönye ile bağlanmış olup, kasnak üzerine birlikte etki ederler. Fren pabuçları kollar ve ön gerilmeli bir yay yardımı ile çekilerek bastırılır. Freni açmak için mekanizmanın ikinci bir motorla elektro-magnete akım vererek manyetik alan etkisiyle içindeki çekirdek kuvvet ile çekerek fren kollarındaki baskıyı kaldırır. Böylece fren kasnağı dönmeye başlar. Elle fren çözme sistemi de elektrik kesildiği hallerde kullanılmaktadır.

Asansörlerde, diğer makinelerden farklı olarak frenler her zaman devrededir. Tahrik motoru harekete geçtiğinde fren açılır ve hareket başlar. Tahrik motorunun elektriği istenmeden kesildiğinde fren sistemi kendiliğinden devreye gireceğinden kazalara karşı da emniyet sağlanmış olur.

Asansör makinelerinde çift pabuçlu fren haricinde, planet mekanizmalı ve redüktörsüz modellerde diskli frenler de kullanılmaktadır [3].

### **2.3.15. Sonsuz vidalı redüktör**

Sürtünmeli tahrikte kullanılan tahrik grubunda redüktör olarak genellikle bir sonsuz vida mekanizması kullanılmaktadır. Tahrik kasnağı bu dişli çarkın mili üzerine tespit edilmiştir. Sonsuz vida mekanizması, dökme demir bir karter içinde monte edilen bir sonsuz vida ile bir dişli çarktan oluşmaktadır. Çevrim oranı genellikle 1:25 ile 1:50 mertebesindedir.

Bu mekanizmalar, sessiz çalışmaları ve boyutlarının küçük olmaları nedeniyle sürtünmeli tahrik gruplarında kullanılmaya son derece uygun elemanlardır. Büyük güçleri yüksek çevrim oranlarında iletibilme özellikleri arasındadır. Ayrıca değişik

motor devir sayıları ve kasnak çapları kullanılarak istenilen hızlar minimum çevrim oranlarında sağlanabilmektedir.

Bu mekanizmaların iki ana elemanı sonsuz vida ve karşı çarktır. Sonsuz vida malzemeleri olarak tornalanmış vidalar (St60 ve St70), frezelenmiş, taşlanmış ve sertleştirilmemiş (C45 ve 42CrMo4), frezelenmiş, taşlanmış ve sertleştirilmiş (C15 ve 16MnCr5) kullanılmaktadır. Karşı çark malzemesi olarak ise, kum veya kokil kalıba döküm (G-SnBz12) ile savurma döküm GZ-SnBz12 malzemeleri seçilmektedir. Genellikle sonsuz vida mili üst konumda olan konstrüksiyonlar tercih edilmektedir.

Sonsuz vida mekanizmalarında sertleştirilmiş alaşımlı çelikten yapılmış bir vida iki radyal bir aksenal bilyalı yatak ile yataklanmıştır. Karşı çark üst konumda veya alt konumda bulunabilir. Üst konumda bulunan karşı çark hafif veya orta zorluk derecesindeki makineler için tercih edilmektedir.

Büyük çevrim oranlarının sağlanmasında kullanılan tek ağızlı vidalarda verim orta mertebede bulunmaktadır. Buna karşılık sistem tersinir olmadığı için daha kolay bir şekilde durdurulabilmektedir. Sonsuz vida mekanizmaları, küçük hacim ve ağırlıkla yüksek çevrim oranlarına imkan vermektedir. Genel olarak normal evolvent dişli ve silindirik sonsuz vidadan meydana gelmektedir [3].

### **2.3.16. Tahrik kasnağı**

Sürtünmeli tahrik gruplarında kullanılan tahrik kasnakları genellikle GG-18 veya GG-22 dökme demirlerden imal edilirler. Aşınmaya karşı dayanıklı olması için dökme demire % 10 ila 50 oranında çelik katılarak Brinell sertliği  $HB = 200 \div 220$  daN/mm<sup>2</sup> olan malzemeler veya molibdenli alaşımlar yaparak Brinell sertliği  $HB = 200 \div 250$  daN/mm<sup>2</sup> olan malzemeler kullanılmaktadır. Tahrik kasnakları, daha yüksek sertlik değerleri için, yüzeyi sertleştirilmiş dökme çeliklerden de imal edilirler. Hafif yapıda olmaları istendiğinden genellikle destek elemanlı olarak tasarlanırlar.

Sürtünmeli tahrik mekanizmasında, yük ve dengeleme (karşı) ağırlığı bir tahrik kasnağı üzerinden geçirilen askı halatlarının uçlarına bağlanmaktadır. Karşı ağırlığın hesaplanmasında taşıyıcı kabin ağırlığı ile faydalı yükün genellikle % 40 ile % 50 oranında bir kısmının ağırlıkları toplamının dengelenmesi konusu dikkate alınır. Tahrik kasnağının konstrüktif boyutlandırılması için askı halatları esas alınmaktadır .

Tahrik kasnağı mili yataklarına radyal ve sonsuz vida mekanizmasının karşı çarkından aksenal yükler gelmektedir. Bu nedenle seçilecek rulmanların, bu yükleri karşılaması gerekir. Büyük yüklerin kaldırıldığı tahrik mekanizmalarında makaralı oynak rulmanlar, küçük yüklerde ise bilyalı sabit rulmanlar en uygun çözümlerdir [3].

### **2.3.17. Saptırma makarası**

Kabinle karşı ağırlığın aralığını açmak için çok defa serbest dönüşlü bir saptırma makarası gereklidir. Bundan başka, makine dairesinin yukarda olmadığı hallerde, halat palanga donanımı yapıldığı durumlarda birçok halat makarası kullanılması zorunludur.

### **2.3.18. Elektrik donanımı**

Makina dairesinde, bir tablo üzerinde ana şalter ve sigortalar bulunur. Elektrik motorunun çalıştırılması, otomatik frenin gevşetilmesi, aydınlatma, emniyet ve kumanda düzenleri için çeşitli devreler düzenlenir. Kumanda devrelerinde ve kabinde 250 voltun üzerinde gerilim bulunmamalıdır. Bütün metal elemanlar ayrı ayrı topraklanır. Raylar topraklama iletkeni olarak kullanılamaz.

### **2.3.19. Kumanda düzeni**

Asansörlerin kolay, rahat, düzenli ve güvenli bir şekilde kullanılmaları için kumanda sistemleri gerçekleştirilir. Eskiden, basit yapılı, hızı az asansörlerde basit, halat aracılığı ile uygulanan kumanda düzeni yeterli idi.

Basma düğmeli kumanda, röleler ve şalterler aracılığı ile istenen hareketi yerine getirir. Küçük çocuklar dışında herkes tarafından kullanılabilir. Basma yerine, manyetik veya elektronik yoldan dokunma ile görev yapan düğmeler de vardır. Düğmeli kumanda, kabinin dışından ve içinden verilmesi bakımından "iç" ve "dış" kumanda olarak ikiye ayrılır. Küçük yük asansörleri sadece dış kumandalıdır. Genellikle iç ve dış kumanda sistemleri birlikte uygulanır ve iç kumandaya öncelik gözetilir. Kabin zemin kontağı olan asansörlerde, kabine insan girmesi ile, dış kumanda tamamen kesilir. Öbürlerinde röleler aracılığı ile iç kumandaya 2-5 saniye zaman gözetilmiştir. İç kumanda verilmişse bu zaman sonunda asansör dış kumandaya uyarak hareket eder.

Asansör fonksiyonlarına etkisi yönünden, düğmeli kumanda çeşitleri: "basit kumanda", "toplamalı kumanda", "grup kumanda" dır. Basit kumanda, bir asansörün aldığı hareket kumandalarını tek tek ve arka arkaya yerine getirilmesini gerçekleştiren düzendir. Toplamalı kumanda, iç ve dış kumandaları kaydedip toplayan; asansör gidiş yönüne ve sırasına göre yerine getiren düzendir. Bu sistem, basit kumandaya göre, bir asansörün çalışmasında zaman kazanmak, boş hareketleri azaltmak, daha az elektrik enerjisi sarfı ve trafik akımını artırmak gibi üstünlükler gösterir. Grup kumanda, "toplamalı kumanda" özelliğindeki birçok asansörün, bir arada, aynı dış kumandalarla, en uygun ve ekonomik şekilde çalıştırılmasını sağlayan düzendir.

## **2.4. Paraşüt Fren Tertibatının Tarihçesi**

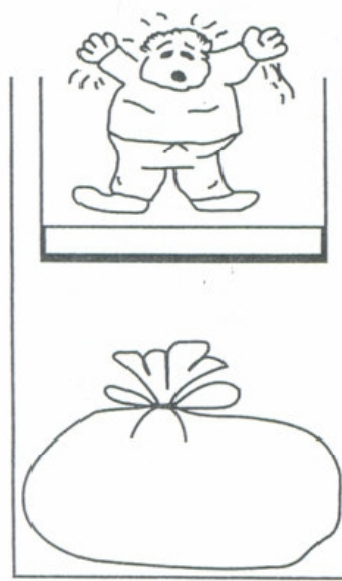
### **2.4.1. Giriş**

Asansörlerdeki güvenlik tertibatları ilk asansörden bu yana geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu bölümde paraşüt sisteminin gelişiminin asansör hızlarının artmasına ve bina yüksekliklerinin artmasına göre nasıl değişikliğe uğradığı hakkında bilgi verilecektir.

Elisha Otis, Crystal Palace sergisinde New York'ta 1854 senesinde serbest düşmeyi önleyecek ilk paraşüt sistemini tanıtmıştı. O günden bu yana paraşüt sistemler çeşitlenmiş ve tasarımlar geliştirilmiştir [4].

#### 2.4.2. Asansör dibinde kuştüyü torbası

Kesin tarihi bilinmeyen bir devirde bir sultanın kalesindeki asansörde yolculuk eden insanların asansörün yere düşmesinden dolayı zarar görmemeleri için geliştirdiği bir sistemdir (Şekil 2.10.). Efsaneye göre, bu sistemin denenmesi sırasında, sultanın büyük bir torbaya kuştüyü doldurarak, bir hizmetçisine asansör ipinin kopuşu sırasında asansörde yolculuk etmesini emretmiştir. Hizmetçi kazayı sadece bacak kırılmasıyla atlması üzerine sultan, asansörde yolculuk edecek kimsenin ölmeyeceğinden dolayı çok mutlu olmuştu [5].

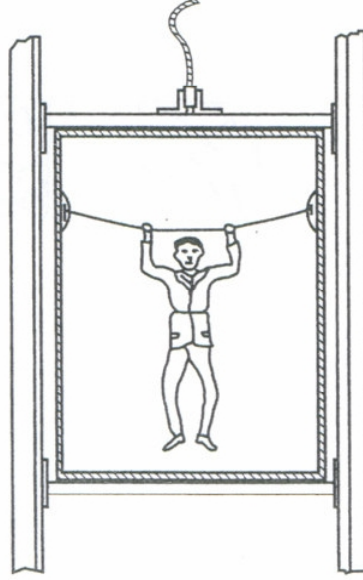


Şekil 2.10. Asansör dibinde kuştüyü torbası

#### 2.4.3. İtalyan güvenlik patenti

Kuştüyü Torbası testinden birçok sene sonra, bir İtalyan asansörün serbest düşmesinden veya aşağı yönde hızlanması sonucu asansör yolcularının zarar görmemesi amacıyla bir yöntem icat etti. İcat, asansör iki duvarı arasında yolcuların

bası üstünde geçen bir ipin iki ucunun lastik diyaframlarda bitmesinden oluşmaktaydı. Şekil 2.11.'deki resimde İtalyan güvenlik patenti resmedilmektedir.



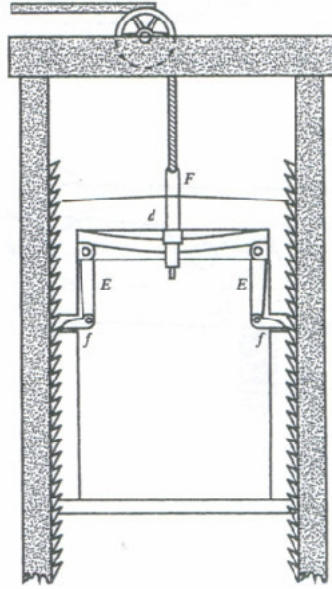
Şekil 2.11. İtalyan güvenlik patenti

Senaryo asansör kabinin aşağı düşmesi sırasında, yolcuların ipe asılmasından oluşmaktaydı. Kabin kuyuya çarptığı zaman ivme ve hızlardan dolayı meydana gelecek ani frenleme etkisini ip ve diyafram sistemi azaltmaktaydı. Diğer yandan, icat kaç kişinin aynı anda ipe asılabileceği hakkında herhangi bir açıklama vermemekteydi [5].

#### 2.4.4. Elisha Otis'in geliştirdiği tertibat

Otis, çok katlı binalar için paraşüt sisteminin devrimi hakkında bilgi verilen ilk kişidir. Şekil 2.12'de asansör askı ipinin kopmasından sonra sürgü yayının serbest kalmasından dolayı yanlara doğru kayarak frenlemeyi sağladığını göstermektedir. Bu şekilde, yanlara yaslanan ve kilitlenmeyi sağlayan yaylar asansörün aşağı yönde gitmesini sınırlamaktaydılar. Bu sisteme sahip asansörler ilk günlerde düşük hızlıydılar ve tampon sistemi mevcut değildi. Bu sistem, serbest düşen asansörün hapsedilmesi yöntemi olarak kabul edilmişti.

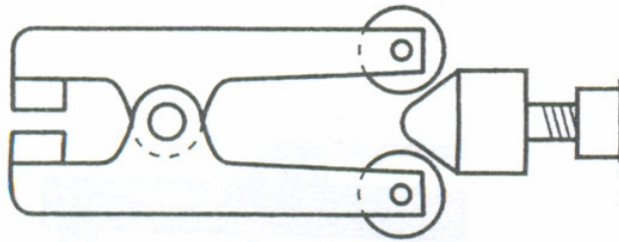
Yüksekliklerin fazla olması ve asansör aşağı katında makinelerin bulunması, özellikle, kabinin saftın daha yüksekinde oluşu askı ipinin taşıma yükü haddinden fazla artırmıştı. Bu da, yayların, askı ipinin makine sonunda kopması sırasında, askı ipinin taşıdığı yükü taşıması gerektiği anlamına gelmekteydi [5].



Şekil 2.12. Elisha Otis'in geliştirdiği asansör güvenlik tertibatı

#### 2.4.5. Mekanik kenetleme cihazı

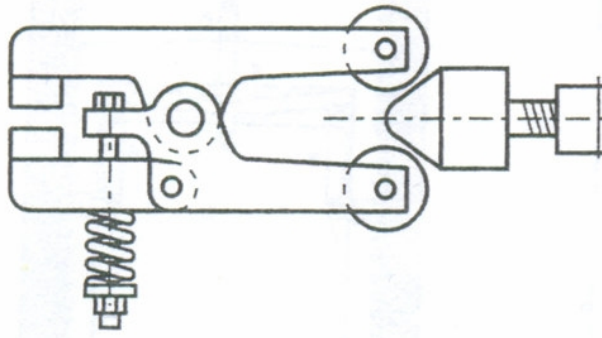
Bu tarz güvenlik mekanizmasına kama kenetleme mekanizması denilmektedir. Kama hareketi halat tamburunun kamaları dışarı silindirler arasına, her bir araba yüzeyine itmesinden dolayı kenetlemeyi doğurmaktadır. Ayrıca bu mekanizma regülâtörün kenetlenmesine kadar olan basıncı artırmaktadır [5]. Şekil 2.13'te mekanik kenetleme cihazı gösterilmektedir.



Şekil 2.13. Mekanik kenetleme cihazı

#### 2.4.6. Sabit basınç yaylı mekanik kenetleme cihazı

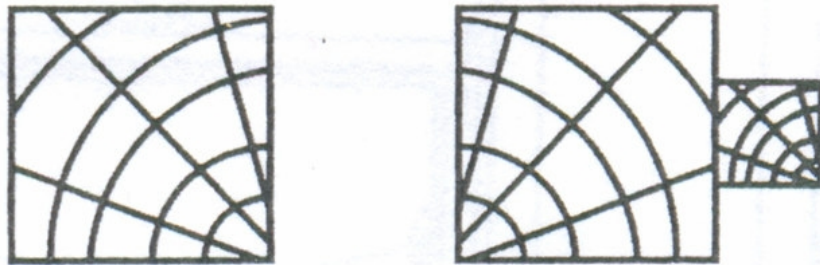
Bu sistem regülatör kenetlendikten sonra önceden ayarlanmış sabit basınç oluşturan mekanik bir düzenek ihtiva etmektedir. Şekil 2.14 'teki sisteme benzer bir sistem olan Sabit Basınç Mekanik Kenetleme Cihazı, diğer sistemden farkı bir yay düzeneğinin eklenerek sabit kenetleme kuvvetinin verilmiş olmasıdır. Yay düzenek kısa veya uzun kolda olabilir. Bir önceki sisteme nazaran avantajı daha küçük kenetlenme kuvvetine ihtiyaç duymasıdır [5].



Şekil 2.14. Sabit basınçlı yaylı mekanik kenetleme cihazı

#### 2.4.7. Odun üstünde kamlar

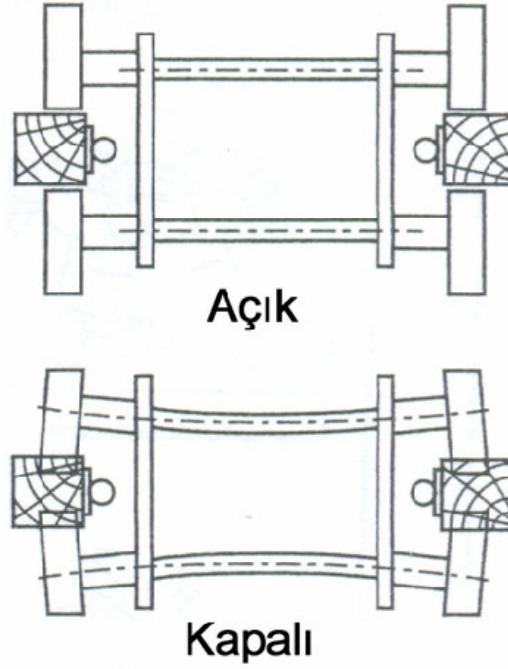
İlk günlerde asansörler, kerestelerle kılavuzlanmaktaydılar. Zamanla bu büyük bir kereste elemanın daha küçük kereste elemanlarla desteklenerek iç yağı odunuyla gerçek hareketli kılavuz ray gibi olmuştı. Şekil 2.15'te keresteden yapılmış klavuz raylar gösterilmiştir.



Şekil 2.15. Keresteden yapılmış kılavuz raylar



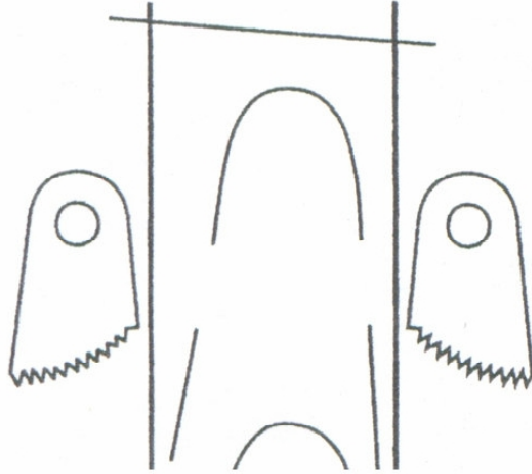
Bu sistemde güvenlik tertibatının tanıtımı şöyle olmaktadır; çift testere dişli üzerinde kam düzeneği, küçük kılavuz üzerinde hareket etmekte ve güvenlik tertibatının gerektiğinde kereste sırtını sıkıştırmasına olanak tanınması şeklindedir. Şekil 2.16 'da üstte serbest, altta ise frenleme anında dişlilerin keresteleri sıkıştırması görülmektedir.



Şekil 2.16. Odun üstünde kam güvenlik sistemi.

Bu kamlar uzun kuyruklarla kalıp üzerinde kamın tam daire dönmemesini sağlıyorlardı. Bu tür güvenlik mekanizmaların hızları 1.0m/s'ye kadar olan asansörlerde kullanılmaktaydılar.

Bu sistemin dezavantajı ise kamın birkaç nedenden dolayı kereste sırtından kenetlenmeden kayma olasılığının bulunmasıydı. Kamın kayarak kenetlenmemesinin ilk nedeni kamın şekli ve keresteye ilk temas şeklinin başarısız olmasıydı. İkinci nedeni ise, kerestenin sertliği idi. Kenetlenmeme olasılığının son nedeni ise, kerestenin hazırlanması sırasında yanlış yüzeyinin boyanmış olmasıydı, çünkü bu durum kenetlenmeden ziyade kaymaya neden olmaktadır [5]. Şekil 2.17'de kenetleme durumu gösterilmiştir.



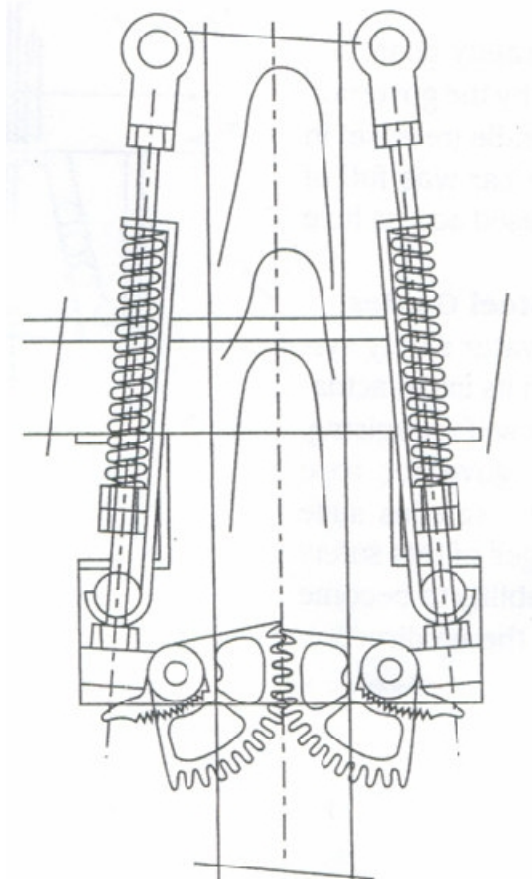
Şekil 2.17. Kenetlenmeme durumu

#### 2.4.8. Boyunduruk civata ekli fren sistemi

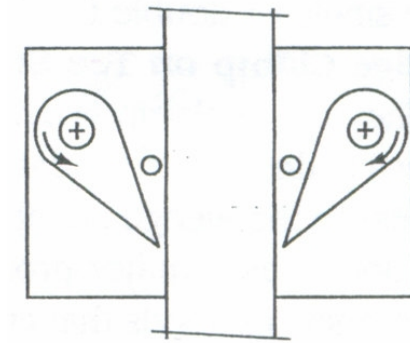
Güvenlik tertibatlarında kullanılan bu yöntem asansör halatının kopması veya gevşemesi durumlarında devreye girmesinden dolayı çok popüler olmuştur. Sistemin son geliştirilmiş hallerinde aşırı hız durumlarında, sağlam halatla kullanılmasına rağmen, asıl fren operasyonuna gerek duyulmamaktaydı [5]. Şekil 2.18’de boyunduruk civata ekli fren sistemi gösterilmiştir.

#### 2.4.9. Odun üstünde bıçaklar

İlk kereste kılavuzu üstünde çalışan güvenlik tertibatı tasarımında tek bıçak, çift veya keski sistemi kullanılmaktaydı. Şekil 2.19’da ki örnekte bıçakların nasıl yerleştirildiğini göstermektedir [5].



Şekil 2.18. Boyunduruk civata ekli fren sistemi

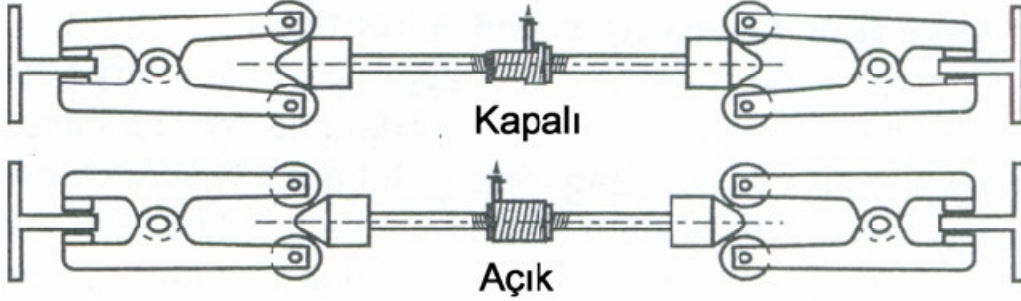


Şekil 2.19. Odun üstünde bıçaklar

#### 2.4.10. “T” biçiminde çelik kılavuz üstünde kama kelepçesi

Asansör kabinin yavaşlatmak için regülatörün devreye soktuğu en eski güvenlik tertibatlarından biri de “Kapa Kelepçesi” sistemidir. Bu sistemdeki problem, asansörün yolcularla dolu olduğu zaman veya iç dekorasyondan dolayı, asansörün tabanında bulunan sistemi devreye sokan kola ulaşımının her zaman kolay

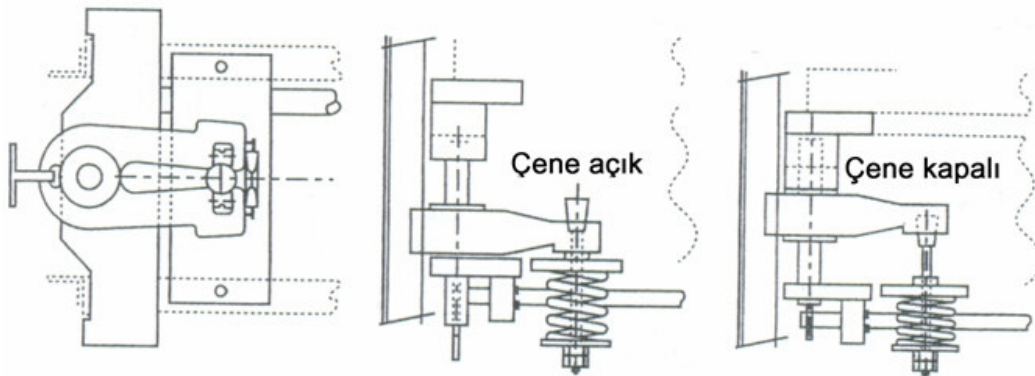
olmayışydı [5]. Şekil 2.20’de “T” biçiminde çelik kılavuz üstünde kama kelepçesi gösterilmiştir.



Şekil 2.20. “T” biçiminde çelik kılavuz üstünde kama kelepçesi

#### 2.4.11. “Wedgematic” aşamalı güvenlik tertibatı

“Wedgematic” isimli bu güvenlik tertibatı Avustralya’da tasarlanmıştır. Bu sistem kılavuz raylarda sıkma kuvveti meydana getirmek için değişik yay-basınç düzeneğine sahiptir. Regülâtör devreye girdiğinde, güvenlik tertibatı çenelerini kılavuz raylara kilitlemektedir, böylece arabanın daha da yavaşlamasına neden olmaktadır. Kuvvet uca doğru incelen mille oluşturulmakta ve yaylarla önceden ayarlanmış en yüksek kuvvet durumuna çıkarılmaktadır. Frenleme süresi sonunda asansör yukarı yönde çekilmesine kadar olan süre içerisinde çenenin kılavuz rayları sıkma kuvveti sabit kalmaktadır [5].

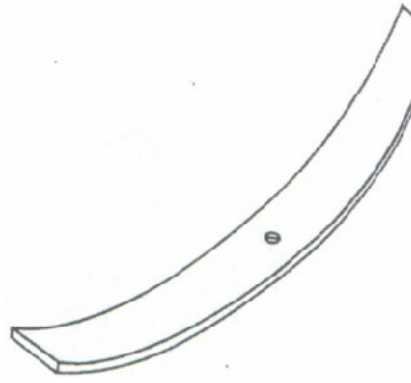


Şekil 2.21. “Wedgematic” aşamalı güvenlik tertibatı

## 2.4.12. Güvenlik mekanizma kuvvetlerinin uygulanış yöntemleri

### 2.4.12.1. Yaprak yay

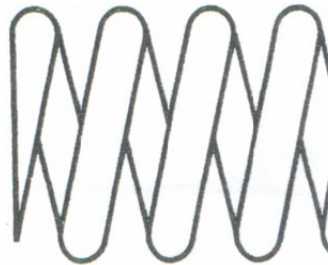
Uzun ve yassı yaprak yayların kullanışı ilk olarak Otis'in 1854 yılındaki asansör gösterisinde kaydedilmiştir. Asansörü yavaşlatacak herhangi bir sistemin olmamasından dolayı, bu yöntem asansör hızını düşürülmesi için uygulanmıştır [5].



Şekil 2.22. Yaprak yay

### 2.4.12.2. Helis yayların sıkıştırılması

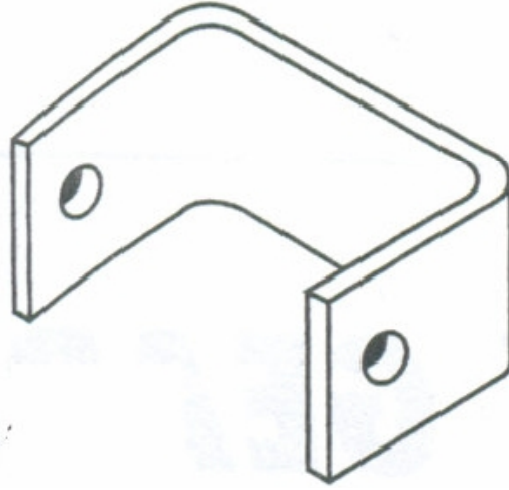
Paraşüt sistemi ile ilişkili olarak helisel yaylar çok yönde kullanılmıştır. Daha küçük yaylar çoğunlukla güvenlik frenlerinin kılavuz rayları tutmasını sağlayacak hareketi için kullanılırken, daha büyük yaylar kayma tipi teçhizatlar da durdurma kuvvetini sağlaması için kullanılmıştır [5]. Şekil 2.23'te helisel yay gösterilmiştir.



Şekil 2.23. Helis yayı

### 2.4.12.3. Nal yayı "C" yay

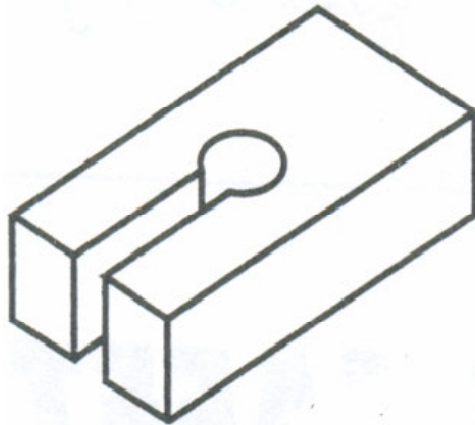
Nal yayının diğer yaylara göre birçok avantajı vardı. Kullanıldığı yerlerde daha az yer kaplamaktaydı ve ayarlanamayan yaylarla uygulama düzgünlüklerini en aza indirmek için kullanılmıştı [5]. Şekil 2.24'te nal yayı gösterilmiştir.



Şekil 2.24. Nal yayı

### 2.4.12.4. Blok yayı

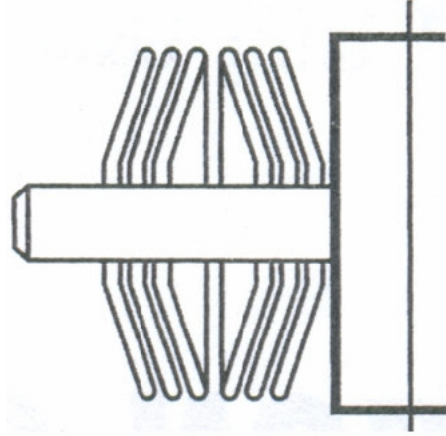
Blok yayları, "C" yaylarla aynı özellikleri taşımaktadır, ama daha çok hızı 2,0 m/s kadar olan küçük asansörlerde kullanılmaktaydı [5]. Şekil 2.25'te blok yay gösterilmiştir.



Şekil 2.25. Blok yayı

#### 2.4.12.5. Konik yay pulları

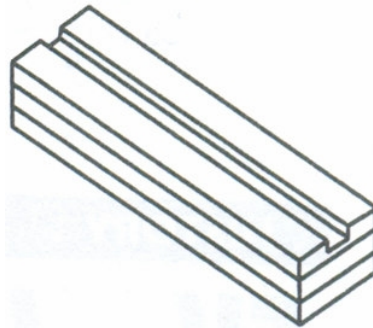
Kullanılışlı olmasından dolayı, birçok imalatçı, paraşüt sistemlerinde bu yayları kullanmaktalar (Şekil 2.26). Tasarımın fazla öne çıkmayan imalatçı fabrikalarda kalite kontrol seklinde standart tablolara göre disk düzenlemelerinde de kullanılmaktalar [5].



Şekil 2.26. Konik yay pulları

#### 2.4.12.6. Levha yaprak yay

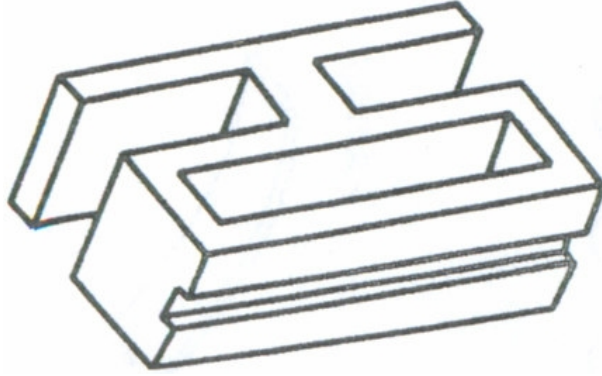
Bu yay tertibatı çoğunlukla yuvarlanan tipi güvenlik mekanizmasıyla birlikte kullanılmaktadır (Şekil 2.27). Bu esnek elemanların silindirin arkasında oluşuyla, yuvarlamalı tip güvenlik mekanizmalarının yüksek hızlarda kullanımına izin vermektedirler [5].



Şekil 2.27. Levha yaprak yay

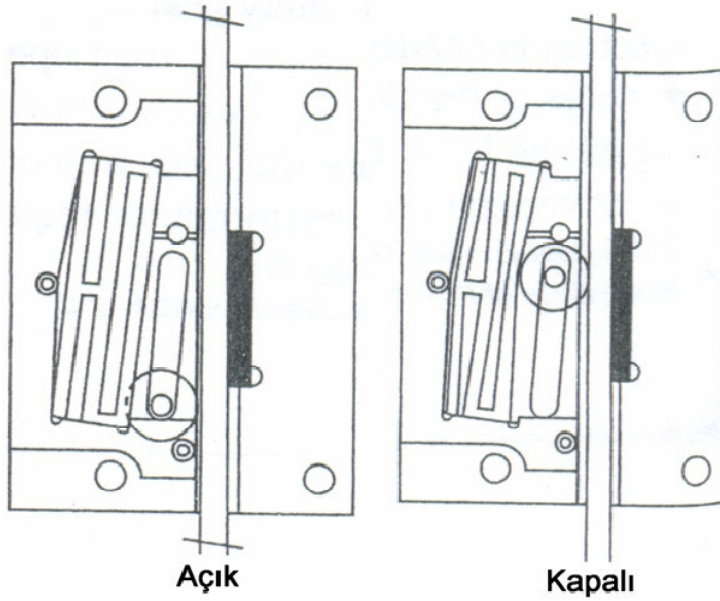
### 2.4.12.7. Elastik eleman

Bilgisayar teknolojisinin kullanılarak tasarlanan elastik eleman, güvenlik tertibatındaki silindiri çalıştırılması için ihtiyaç duyulan kuvveti vermektedir (Şekil 2.28). Bu gelişme daha ziyade anlık paraşüt sistemlerinin aşamalı uygulamalar için ayarlanmasına izin vermiştir (Dynatech şirketi tarafından).



Şekil 2.28. Elastik eleman

Elastik elemanın güvenlik tertibatındaki kullanılışı Şekil 2.29'da gösterilmektedir. Şekil 2.29 'daki montajlardan soldakinde serbest durum, sağdakinde ise frenleme anındaki durum gösterilmektedir [5].



Şekil 2.29. Elastik eleman kullanımı



### 2.4.13. Türkiye'deki gelişim

EN 81-1 standardının ilk versiyonu Türkiye'de TS 10922 olarak tercüme edilip Nisan 1993 yılında uygulamaya girdi. Her yeni hukuki durumda olduğu gibi, biraz gecikme ile de olsa uygulanmaya başladı. Bu süre zarfında asansör firmaları TSE Belgesini kullanıyorlardı. Uygulama herkesin bildiği gibi, bir asansörün hız ve beyan yükü belirtilerek projesinin hazırlanması, TSE'ye sunulması, sunulan projelerin incelenmesi sonrası, yapılmış asansörün TSE tarafından kontrol edilerek uygun onayının alınması işlemine dayanıyordu. Üstelik her tip ve kapasite için ayrı belge almak zorunluymuştu. Asansör firmalarının o dönemde en çok yapımını üstlendikleri asansör tipi 4-5 kişilik 0,63 m/s veya 1 m/s hızda asansörlerdi. Eğer bir asansör firması 4 kişilik ve 1 m/s hızda bir TSE belgesine sahibi olabilirse, çok uzun süre işsiz kalmadan ve ayrı bir belgeye ihtiyaç duymadan çalışabilirdi. Ancak 1 m/s hızda gerekli olan fren tipi tartışma yaratan bir konu idi.

Bugün tartışılan Ani frenlemeli tampon etkili fren konusu, aynı şekilde o günlerde de tartışmaya açık bir konu oldu. Birden ortaya çıkmıştı, yeterli bilgi yoktu, kayma fren kullanılması, temin edilmesi zor ve çok maliyetli bir çözümdü, işleri kilitler bir noktaya götürüyordu, kimsenin hesap soracak veya tartışabilecek durumu yoktu. 1 m/s için bir çözüm ve açıklamaya bağlı öneri gerekiyordu, biraz zorlamayla da olsa çözüm bulundu. Ani frenlemeli güvenlik tertibatı çene tijlerine yay takılması, fren mekanizma ay'ına (tiji yukarı kaldıran, tijlerin bağlandığı mekanizma) bağlanırken yayın mekanizma ile ay arasında olması ve tijlerdeki çift somunun ay'ın altına takılması durumunda, bunun tampon etkili bir fren olacağı öngörüldü. Çünkü yaysız durumda somunlar ay'ın altına ve üstüne bağlanıyor, mekanizma ile tij doğrudan ittirilerek çene ile ray arasında ani bir sıkışma yaratılıyordu. Önerilen uygulamada ise, mekanizmanın çalışması ile ay yukarı kalkacak, yay vasıtasıyla doğrudan bir sıkışma yerine çeneleri raya kadar ittirme olacak ama ray ile sıkışma, kabinin aşağı hareketi ile gerçekleşecekti. Buda ani bir frenleme yerine, istenen tamponlama mesafesini oluşturacak bir zaman kazandıracaktı. Çözüm mantıklıydı, soruna cevap bulunmuş ve sıkıntı ortadan kaldırılmıştı, kimsenin itirazı yoktu, belgeler verildi.

TS 10922 standardının uygulamaya başladığı Nisan1993 tarihinden, CE uygulamasının zorunlu olduğu tarihe kadar geçen 10 yılı aşkın zamanda, asansör firmaları bu frenleri kullanarak TSE belgesi aldı. Taraflarca kabullenilmiş bir çözüm, onaylanmış bir asansör uygulaması ve verilmiş geçerli bir belge, sorunları ortadan kaldırdı. On binlerce asansör şu an bu tip frenlerle çalışmaktadır. Sektörün mübalağasız belki de % 90'a varan bir kısmı için tampon etkili fren buydu, 1 m/s hızda bunlar kullanıldı ve ani frenlemeli tampon etkili diye tamponlu bir uygulama, son bir seneye kadarda tartışma kapsamı içinde değildi.

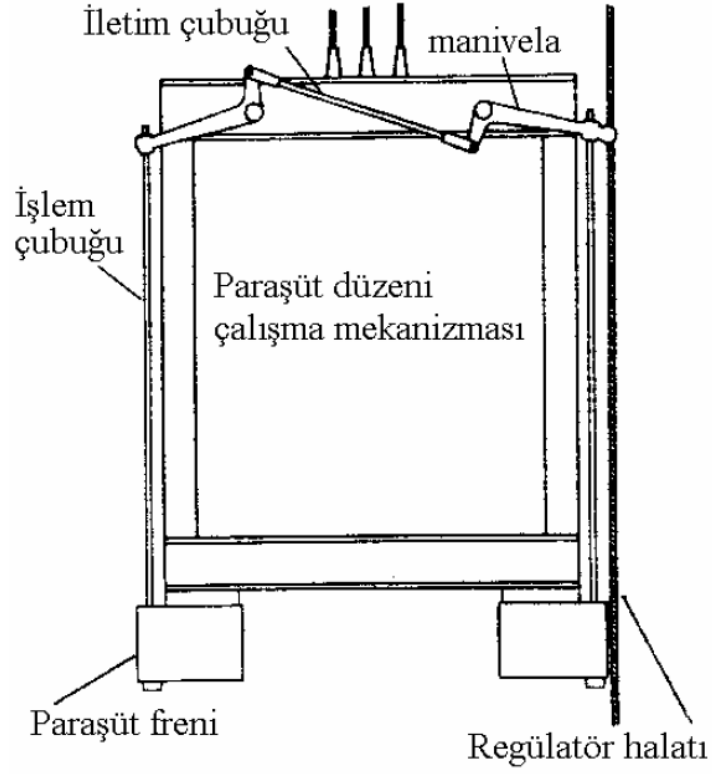
CE uygulamasıyla beraber tek yönlü tampon etkili frenin çift yönlüsü yapılmıştır. Eski uygulamaya alışık olan asansör sektörü için hiçte değişik bir durum değildir ve sunulan ürünler tartışmasız kabul edilerek uygulama devam etmiştir. 10 yıl boyunca kabul edilen ve alışılan bir uygulamaya yeni şekli ile devam edilmesi, çokta şaşırtıcı bir durum olarak değerlendirilmemelidir. Bu gün yaptığımız ani frenlemeli tampon etkili fren tartışmasını biraz da bu geçmişi ve kabulleri hatırlayarak yapmak gerekir [7].

## **2.5. Paraşüt Fren Tertibatı**

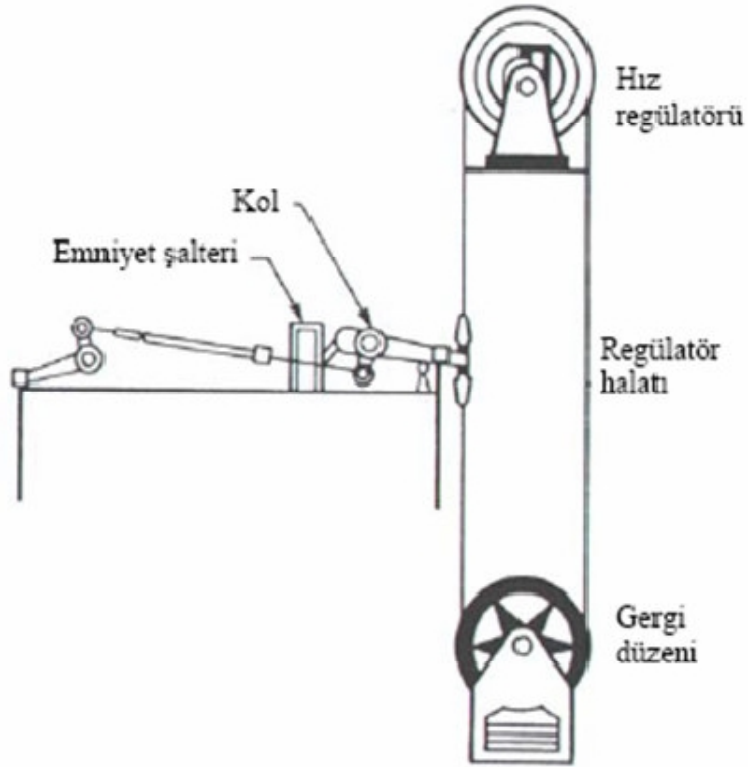
### **2.5.1. Giriş**

Yüksek binaların ve gökdelenlerin arttığı çağımızda, ilk kattan son kata ulaşmak çok uzun zaman almasından dolayı asansörler 50 sene öncesine nazar çok hızlanmıştır. Asansörlerin hızlanması ve taşıma kapasitelerinin artmasından dolayı beraberinde de güvenlik tertibatlarının geliştirilme ihtiyacını doğurmuştur. Genel olarak güvenlik tertibatları kabinin hemen altına monte edilirler (Şekil 2.30.).

Bir paraşüt fren sistemi güvenlik tertibatı, regülatör sistemi ve yardımcı parçalardan oluşmaktadır. Yardımcı parçaların (işlem çubuğu, manivela ve iletim çubuğu) regülatör sistemine montajı Şekil 2.31.'de gösterilmektedir [5].



Şekil 2.30. Paraşüt freninin kabine montajı [5]



Şekil 2.31. Yardımcı parçaların regülatör sistemine montajı

Bu kısımda modern güvenlik elemanlarının hızlarına ve performanslarına göre sınıflandırılmasını ve güvenlik elemanlarının seçim kriterleri anlatılacaktır.

### **2.5.2. Paraşüt frenlerinin kullanım hızlarına ve performans özelliklerine göre sınıflandırılması**

EN-81 standardına göre fren tiplerinin kullanım hızları aşağıdaki gibidir;

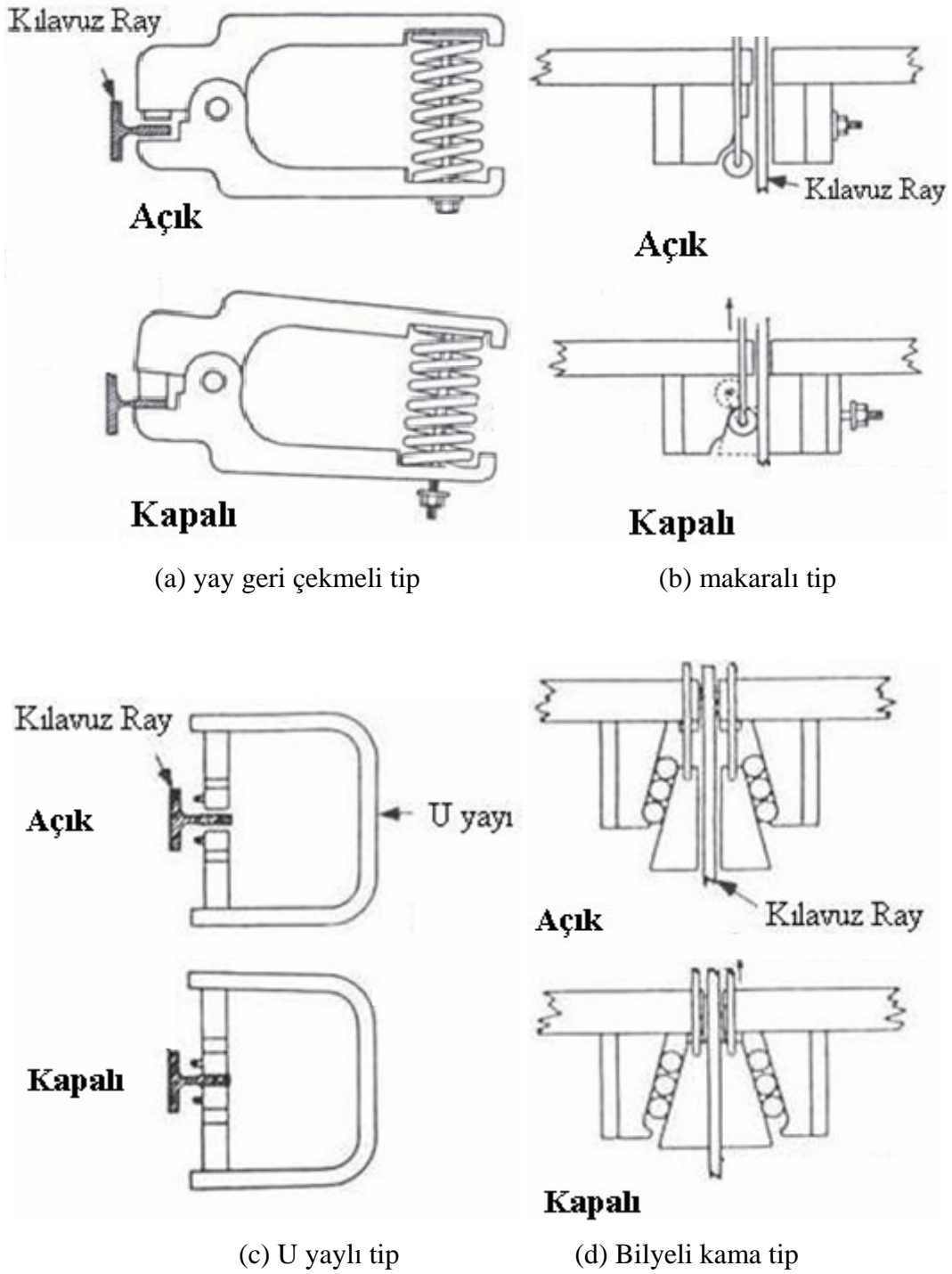
- 0,63 m/sn kabin hızına kadar Ani Etkili Fren,
- 0,63-1,00 m/sn kabin hızına kadar Tampon Etkili Fren,
- 1,00 m/sn üzerindeki kabin hızlarında da Kaymalı Fren kullanma zorunluluğu getirmektedir.

### **2.5.3. Kazık (Ani) tip fren**

Bu tip paraşüt tertibatı 1 m/s 'lik kabin hızlarına kadar kullanılır. Kabini durdurma mesafesi küçük olduğundan kabin ve kılavuz raylar aşırı zorlanır. Daha büyük hızlarda paraşüt tertibatı çalıştığı zaman yolcular sok etkisi altında kalacağından, bu tip paraşüt tertibatı tercih edilmez [5].

Frenleme sırasında kılavuz rayların üzerine hızla artan kuvvet uygular. Ani Tip Frenin kullanıldığı asansörün kaza anında durma süresi ve mesafesi çok kısadır olur. Bu tip fren sisteminde geciktirme kuvvetini ve durma mesafesini sınırlayacak herhangi bir esnek vasıta kullanılmaz. Avrupa'da 0.63 m/s, A.B.D. 'de ise 0.76 m/s seçilmiş hız sınırının geçilmediği asansör sistemlerinde kullanılmasına izin verilmiştir. Bu tip ani emniyet tertibatının kullanıldığı asansör kabinin ve karşı ağırlığın davranışları tam olarak tespit edilemez, ancak deneysel olarak incelendiğinde anlaşılabilir [5].

Aşağıdaki şekillerde asansör taşıma kapasitelerine göre sıralanmış dört farklı çeşitte ani fren tipleri serbest ve frenleme halindeki pozisyonda görülmektedir (Şekil 2.32).

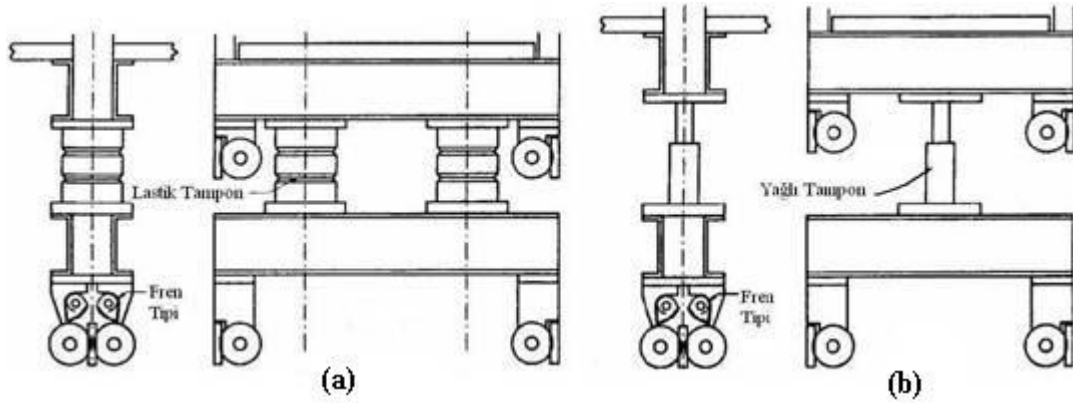


Şekil 2.32. Ani tip paraşüt fren çeşitleri

#### 2.5.4. Tampon etkili ani tip fren

Günümüzde bu tip frenlerin enerji toplayan ve harcayan türleri kullanılmaktadır. Çoğunlukla bir veya daha fazla tamponun kabinin alt kısmına yerleştirilmesiyle sistem kullanıma sunulmaktadır. Frenleme sırasında sıkıştırma stroğu yavaşlatıcı,

ters yönlü kuvvetler doğurmasına neden olur. Frenleme mesafesi frenin etkili stroğuna eşittir. Bu tip fren sistemleri Avrupa'da 1 m/s, A.B.D. 'de ise 2,5 m/s hız değerleri için kullanılmaktadır [5]. Şekil 2.33.a.'da lastik tampon, b.'de ise yağlı tampon etkili ani frenler gösterilmiştir.

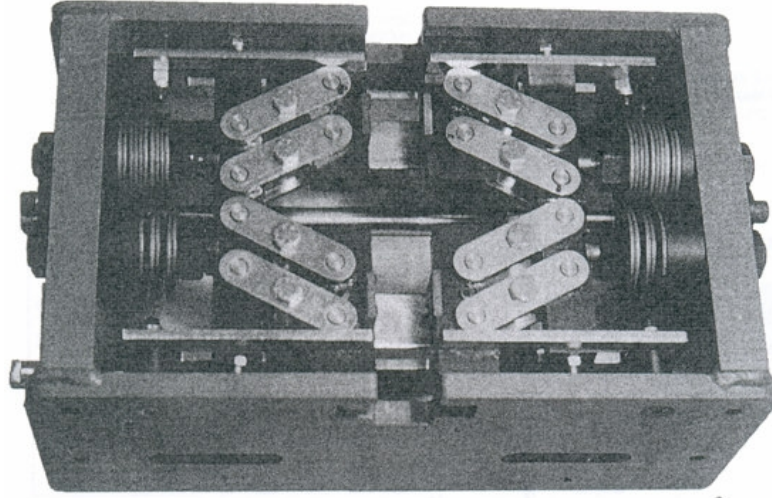


Şekil 2.33.a- Lastik tampon, b- Yağlı tampon etkili ani tip frenler

### 2.5.5. Progresif güvenlik tertibatı tipi (gelişmiş tip)

Hızı 1 m/s den büyük olan modern asansörlerde genellikle bu tip paraşüt kullanılır. Kademeli olarak etki eden paraşüt tertibatında kılavuz raylara uygulanan durdurucu kuvvet kademeli olarak büyüdüğünden kabin gerek kılavuz raylara gerekse yolculara bir zarar vermeksizin darbesiz olarak durur. Bu tip paraşüt tertibatı halat kopma esasına göre çalışabilir, fakat daha çok kullanılan metot bu tertibatın çalışmasını hız kontrol cihazına bağlı kılmaktır. Basma yayları bulunan kaymalı paraşüt tertibatında frenleme kuvveti, serbest düşmeye geçen kabinin emniyetle durmasını sağlamaktadır [5].

Eğer nominal yük altındaki kabinin serbest düşüşü esnasında sistemde progresif güvenlik tertibatı kullanılıyorsa o halde ortalama yavaşlatma ivmesi  $1g_n$  'yi asmamalıdır. Asansör sistemleri hesaplarında kullanılan  $g_n$ , standart düşme ivmesi olarak kullanılmaktadır [5].



Şekil 2.34. Her iki yön hareketi için tasarlanmış gelişmiş güvenlik tertibatı (D&D Development Ltd.)

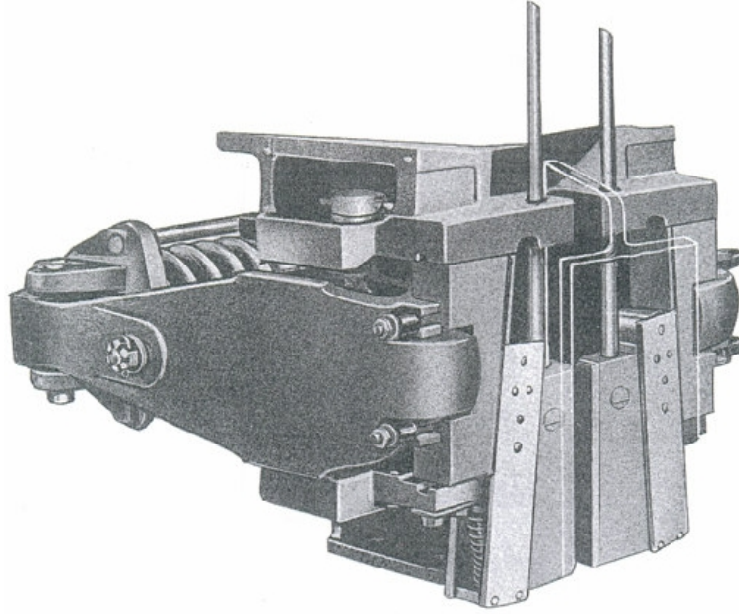
Bu tip paraşüt frenleri, frenleme sırasında kılavuz raylara sınırlı basınç tatbik ederler. Güvenlik sistemi tamamen kullanıldığında yavaşlatıcı kuvvetler düzenli hale gelir. Frenleme süresi ve mesafesi, fren tertibatının içerisindeki hareket eden sistemin ve paraşüt freninin çalışmaya başlama hızıyla doğru orantılıdır. Bu sistemler Avrupa 'da hızı 1 m/s 'yi asansör sistemlerinde kullanılması zorunu kılınmıştır.

Hızı 1 m/s olan asansör kabiniinde iki paraşüt freni kullanılması gerektiği durumlarda, her iki freninde gelişmiş tip olması büyük önem taşımaktadır. Frenleme sonrası kılavuz rayın paraşüt freninden serbest bırakılması işlemi kabinin yukarı yönde hareket ettirerek yapılmalıdır [5].

## 2.5.6. Günümüzde sıkça kullanılan ani tip paraşüt frenleri

### 2.5.6.1. Kama tipi ani paraşüt freni

Kama tipi ani paraşüt freni sıkça kullanılan bir fren tipi olmakla birlikte son zamanlarda bunun yerine eksantrik kam tipi modeller kullanılmaya başlanmıştır. Ancak mekanik çalışma prensibi esnek kılavuz kısaç güvenlik tertibatından faydalanılarak yapılmıştır (Şekil 2.35.).



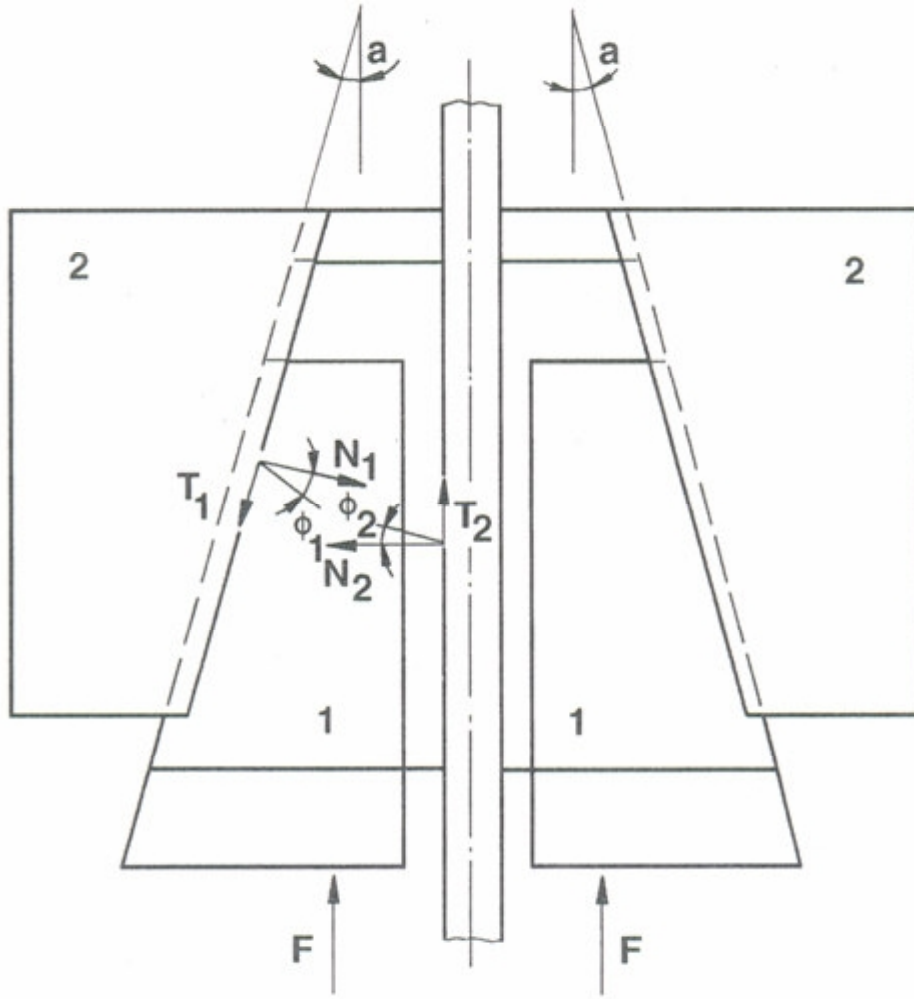
Şekil 2.35. Ağır görev asansörler için esnek kılavuz kısıkaç güvenlik tertibatı (Otis Elevator Co.) [5]

Bu paraşüt frenin kabine montajı su şekilde sağlanmaktadır; Asansör kabinin çerçevesinin alt kısımlarına çelikten imal edilmiş çeneler belirli bir eğime sahip dökme demir bloklara yerleştirilmektedir. Her bir kılavuz ray'da iki güvenlik tertibatı çenesi yerleştirilir. Her çene regülatör halatına bir çubuk sistemi vasıtasıyla bağlanmıştır. Asansörün tasarım hızını aştığı durumlarda regülatör kilitlenerek kendisine bağlı halatın kabinle birlikte hareket etmesine izin vermez. Durdurulan halat üzerinde sabitlenmiş işlem çubukları çene mekanizmalarını tetikleyerek çenelerin raylara kuvvetli bir takoz hareketi ile temasın gerçekleşmesine neden olur. Gerekli olan kama kenetlenme koşulu için;

$$\alpha \leq \phi_2 - \phi_1 \quad (2.1)$$

Burada  $\alpha$  kama'nın açısı,  $\phi_2$  çene ile kılavuz ray arasındaki sürtünme açısı ve  $\phi_1$  çene ile destekleyici blok arasındaki sürtünme açısıdır. Şekil 2.36 'da çene (1) ve güvenlik tertibat bloğu (2) serbest ve frenleme anı için gösterilmiştir.





Şekil 2.36. Güvenlik tertibatı bloğu ile kama tipi çene'lerin diyagramı [5]

Burada,

1. Çeneler,
2. Güvenlik tertibatı bloğudur.

Bütün kuvvetlerin kama tipi çenelere etkimesi yine Şekil 2.36 'da gösterilmektedir.

Burada;

$N$ - normal tepki kuvveti

$T$ - teğetsel tepki kuvveti (sürtünme direnci)

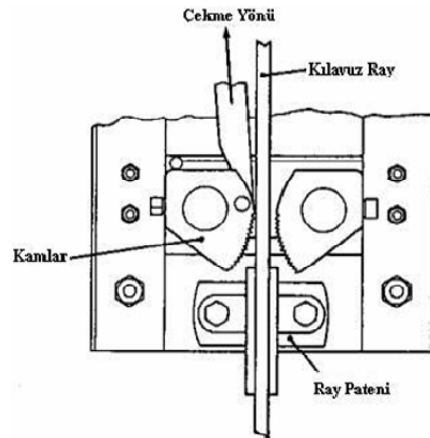
$F$ - Çenelerin tetiklenmesi için uygulanan kuvvet

Çoğunlukla, kılavuz rayları sıkın çenelerin yüzeyi pürüzlendirilerek Formül (2.1) sağlanmaktadır, böylece ortam koşullarında bulunan yağ, kir vs. gibi etmenlerin etkisi azaltılmaktadır.

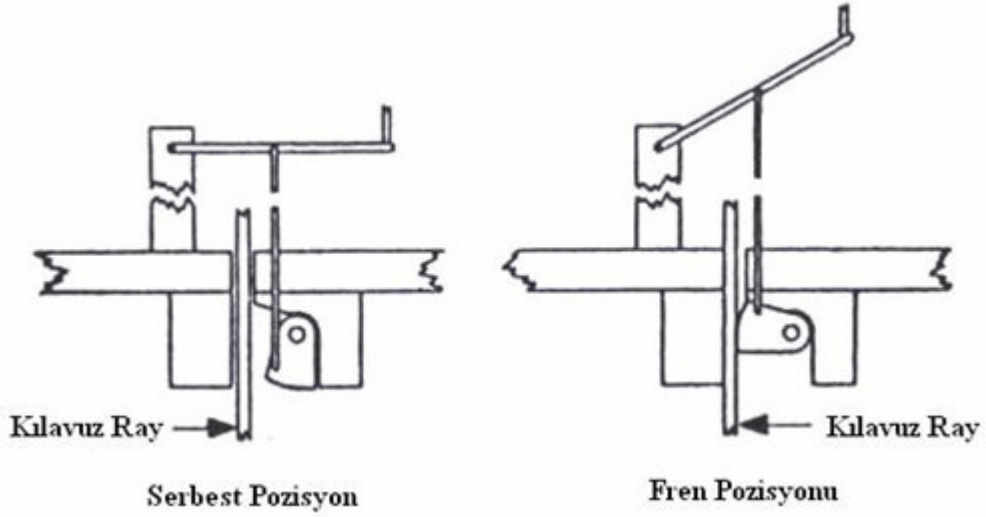
Ani tip fren sistemlerinde frenleme süresi oldukça kısa olmakla beraber geriletme oranı çok yüksektir. Frenleme sırasında ray yüzeyi ile çene yüzeyi arasındaki sürtünme katsayılarının yüksek değerlerde olması durma esnasında yüksek ivmeli çarpmalara neden olur. Bu durum da içeride yolculuk edenleri oldukça rahatsız eder. Dahası, hem kabin üzerinde bağlı elemanları hem de kılavuz raylarda kalıcı hasarlar doğurabilir. Bu durumdan kaçınmak için çenenin rayları yakaladığı yüzeyin düzgün olması önerilmektedir. Uygulamalarda, kama çenelerinin açısı = 6 ile 7 arası seçilmesi tavsiye edilir [5].

#### 2.5.6.2. Dışmerkezli (eksantrik) kam tipi ani paraşüt freni

Çoğunlukla her kılavuz ray için iki adet sertleştirilmiş testere biçimli ve dışmerkezli bir geometriye sahip çelik kamlar içerir. Her iki uçta birbirine birleştirilmiş kam shaftlar kullanılır. Bu kamlar fren sırasında harekete geçerek ters yönlerde dönerler. Mevcut konstrüksiyon dört kamın aynı anda hareketini sağlar. Serbest durumda kamlar raylara temas etmeyecek pozisyonda yaylar vasıtasıyla dururlar. Normalde bu tip fren konstrüksiyonunun da bir kama tek işlem çubuğu bağlanmıştır. Şekil 2.37. ve Şekil 2.38.'de çift ve tek kamlı ani tip paraşüt frenlerine birer örnek verilmiştir.

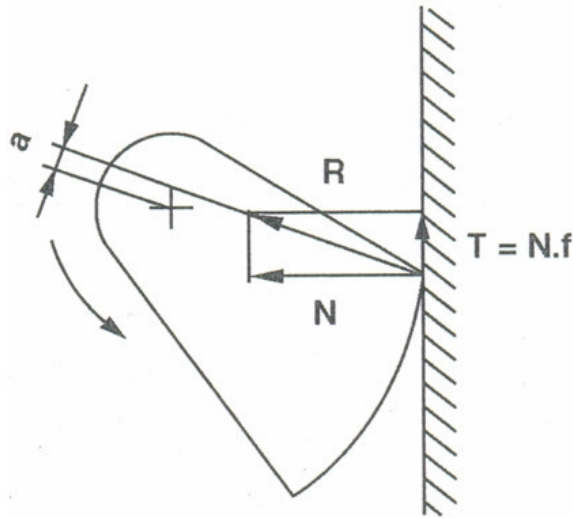


Şekil 2.37. Çift kamlı eksantrik kam tipi ani paraşüt freni [5]



Şekil 2.38. Tek kamlı eksantrik kam tipi ani paraşüt freni [5]

Şekil 2.39.'da gösterilen kam ve kılavuz ray arasındaki bileşke kuvvet  $R$  öyle bir konumlanmalı ki  $\alpha \cdot R$  oluşan momentin yönü döndürecek şekilde olmalıdır. Aksi takdirde, regülatör halatı sürekli bir gerilme altında olacaktır ve kılavuz raylarda aşırı artış gösteren gerilmeler direkt regülatör halatına etkiyecektir.



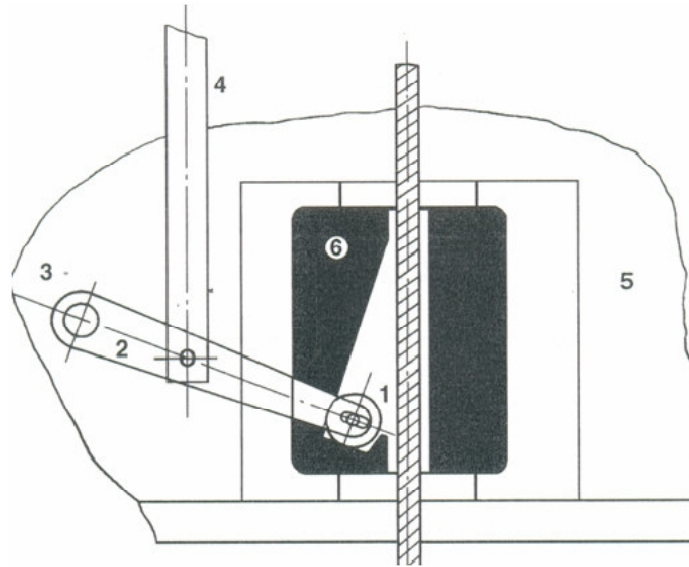
Şekil 2.39. Eksantrik kam üzerinde etkiyen kuvvet diyagramı [5]

Burada,  $N$  normal tepki kuvveti ve  $T$  kılavuz ray ile kam arasındaki sürtünme kuvvetidir.

Bazen karsı ağırlık sistemlerine de bir kılavuz ray için kam freni takılmalıdır. Genellikle, kamların kılavuz raylara temas ettiği alan küçük olduğundan frenleme sırasında temas baskısı çok yüksek olmaktadır. Fren esnasında basıncın aşırı derece artması sonucu kam dişlerinden bir veya bir kaç tane kırılabilir ve ray yüzeyi zarar görür [5].

### 2.5.6.3. Silindir tipi ani paraşüt freni

Bu tip güvenlik tertibatları, çoğunlukla, düşük hızda çalışan asansörlerle ağır yük asansörlerinde kullanılır. Frenleme sırasında özel olarak sertleştirilmiş çelikten imal edilen silindir çenenin gittikçe incelen kısmına doğru itilir. Bu sıkıştırma işlemi esnasında kılavuz raylara kuvvetli bir temas eden silindirin yüzeyi ile ray yüzeyi arasındaki yüksek sürtünme kuvvetlerinden dolayı frenleme gerçekleşir. Şekil 2.40'da görünen silindir (1), harekete geçiren manivelaya (2) bağlıdır. Harekete geçiren manivela ise işlem çubuğu (4) bağlanmıştır. Her iki rayda bulunan güvenlik tertibatları birbirilerine ortak şaftla (3) bağlanmıştır. Asansörün düşüşü sırasında Çene (6) de asansörle birlikte aşağı yönde hızlandığı için silindirin kendisini daralan kısma sıkıştırması kolaylaşmaktadır. Birbirilerine bağlı bulunan güvenlik tertibatları düşme anında eşzamanlı olarak hareket ederek asansörü durdururlar [5].



Şekil 2.40. Silindir tipi paraşüt fren diyagramı

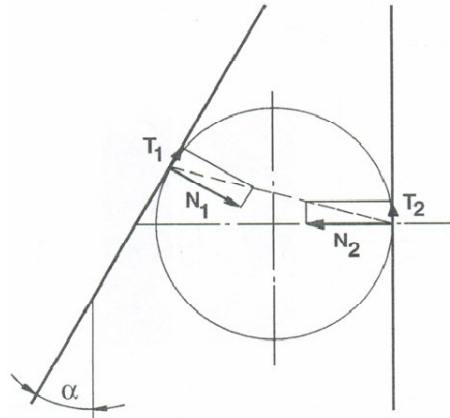
Burada, 1. Silindir; 2.Harekete geçiren manivela; 3.Ortak shaft; 4. İşlem çubuğu; 5.Güvenlik tertibatı bloğu; 6. Çene'dir.

Güvenlik tertibatının frenleme süreci esnasında tüm sistemden bağımsız bir şekilde frenlemeyi sağlayabilmesi için aşağıdaki koşul sağlanmalıdır;

$$\alpha \leq \phi_2 + \phi_1 \quad (2.2)$$

Burada,  $\alpha$  çenenin daralan kısmın açısı,  $\phi_1$  silindir ile çenenin daralan kısmı arasındaki sürtünme katsayısı ve  $\phi_2$  kılavuz rayla silindir arasındaki sürtünme katsayısıdır.

Frenleme esnasındaki silindire etkiyen tüm kuvvetler Şekil 2.41'de gösterilmiştir [5].



Şekil 2.41. Silindir'e etkiyen kuvvet diyagramı

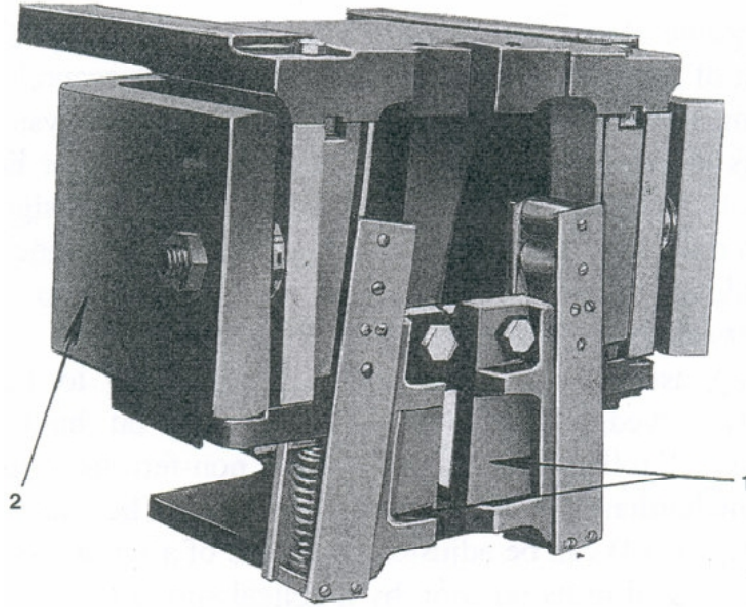
Burada,  $N$  – normal tepki kuvveti ve  $T$  – teğetsel tepki kuvveti anlamını taşımaktadır.

## 2.5.7. Günümüzde sıkça kullanılan gelişmiş (kaymalı) tip paraşüt frenleri

### 2.5.7.1. Esnek kısıkaç tipi gelişmiş paraşüt freni

Günümüzde gelişmiş paraşüt fren tipleri arasında en çok kullanılan Esnek kılavuz kısıkaç paraşüt freni, kabinin altına cıvatalanmış iki emniyet kısıkaçı içerir. Es zamanlı olarak frenleme işlemi gerçekleştirmek üzere çubuklar vasatısıyla birleştirilir.

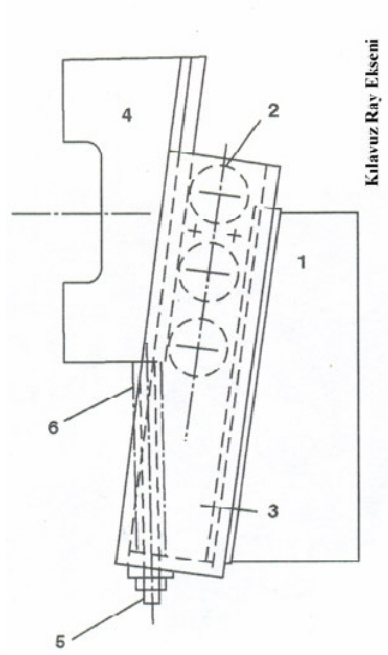
Genellikle, hafif ve orta tesisatlarda kullanılan bu tip paraşüt freni için örnek Şekil 2.42.'de verilmiştir [5].



Şekil 2.42. Hafif ve orta tesisat asansörleri için esnek kılavuz kısıkaç tip gelişmiş paraşüt freni (Otis Elevator Co.)

Burada, 1. Kama tipi kısıkaçlar; 2. Dengeleyici U-yayı' dır.

Şekil 2.42'deki güvenlik tertibatının kısıkaç birleşim konstrüksiyonu Şekil 2.43.'te gösterilmiştir.



Şekil 2.43. Esnek kılavuz kısıkaç paraşüt freninin kısıkaç montaj resmi

Çene kısıkaç birleşimi, özel olarak sertleştirilmiş çelik ve krom kaplamalı kasnak (2) üstünde hareket eden paslanmaz yuvaya (3) oturtulmuştur. Çenenin (4) sertleştirilmiş çelik raylar üstünden giden iki takoz ihtiva eder. Vida konstrüksiyon sayesinde kafesin (3) çeneye (4) göre olan konumu ayarlanır. Ayrıca kafes helisel bir yayla (6) tutturulmuştur.

Burada, 1. Kısıkaçlar; 2. Silindirler; 3. Yuva; 4. Çene; 5. Vida montajı; 6. Helisel yayı' dır.

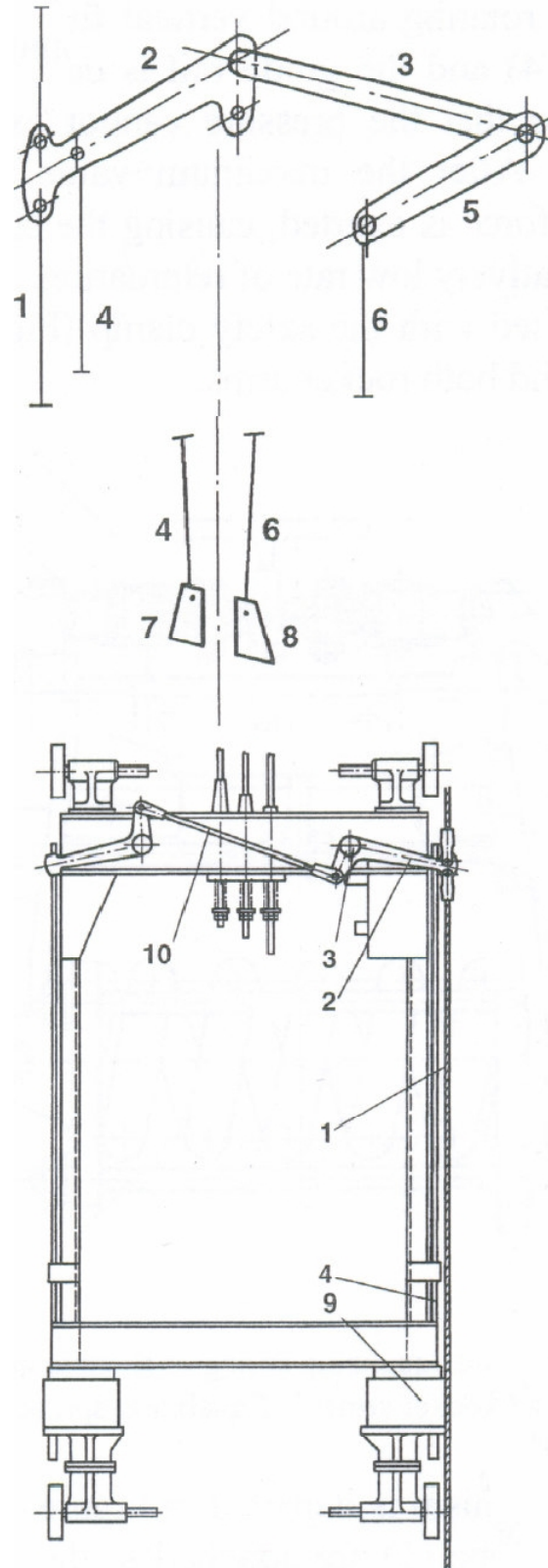
İki çenenin kılavuz raylar etrafında oluşturduğu basınç, çelik yayla kontrol edilir. Bu ise basıncın önceden tespit edilmiş azami değeri geçemeyeceği anlamı taşır. Azami değer elde edildiğinde ise sürekli bir geriletici kuvvet yüklenir. Bu durum kabinin oldukça düşük seviyede ve düzgün bir halde yavaşlamayarak durmasını sağlar.

Bu tip frenler günümüzde yüksek binalarda kullanılmaktadır. Bu tip frenlere ayrıca asansör kabinin normal hızda giderken paraşüt freninin, regülatör halatındaki küçük etkilerden etkilenerek harekete geçmemesi için ayarlanabilir bir yay bağlantı fren sistemine dahil edilmiştir.

Frenleme sonrası paraşüt freni rayları tutmaya devam eder ve kabini sabit tutar. Güvenlik tertibatının serbest bırakılması için kabini yukarı kaldırmak gerekir. Kabinin yukarı kaldırma işlemi sırasında takoz ters yönde ilerleyerek orijinal pozisyonuna dönmüş olur. Bu durumda, paraşüt frenini yeni bir işleme hazırlamak için yeni bir ayarlama yapmak gerekmez.

Esnek kılavuz kısaç paraşüt frenini harekete geçiren mekanizma Şekil 2.44.'te gösterilmiştir [5].





Şekil 2.44. Esnek kılavuz kısaçak paraşüt frenini harekete geçiren mekanizma

Burada, 1. Regülatör halatı; 2. ve 5. Manivelalar; 3. Mil; 4. ve 6. işlem çubukları; 7. ve 8. Kısaçlar; 9. Kelepçe; 10. Aktarma çubuğudur.

Şekil 2.44'te 10 numara ile gösteren aktarma çubuğu iki paraşüt frenin eş zamanlı olarak çalışmasını sağlamaktadır.

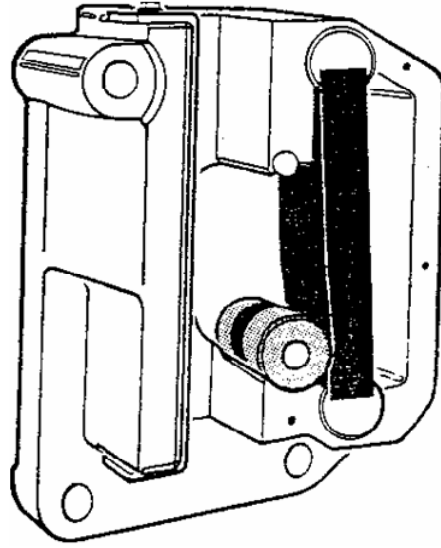
Bu tip paraşüt freninin diğer frenlere nazaran birkaç avantajları aşağıdaki sıralanmıştır [5]:

- Fren sistemi tetiklendikten sonra kabin düzgün kayma hareketi yaparak durur.
- Kabinin son durusu regülatör halat ve işlem mekanizmasından bağımsız olarak takoz hareketi ile sağlanır.
- Mekanizmasının basit olması diğer yandan etkili bir işleme sahip olmasıdır.
- Kısa tepki süresi ve düzgün yavaşlama imkânı tanınması.
- Temas alanının geniş olması nedeniyle kılavuz raya herhangi bir zarar gelmez.
- Serbest bırakma işlemi kolaydır ve yeni ayarlamaya ihtiyaç duymaz.

#### **2.5.7.2. Silindir tip gelişmiş (kaymalı) paraşüt freni**

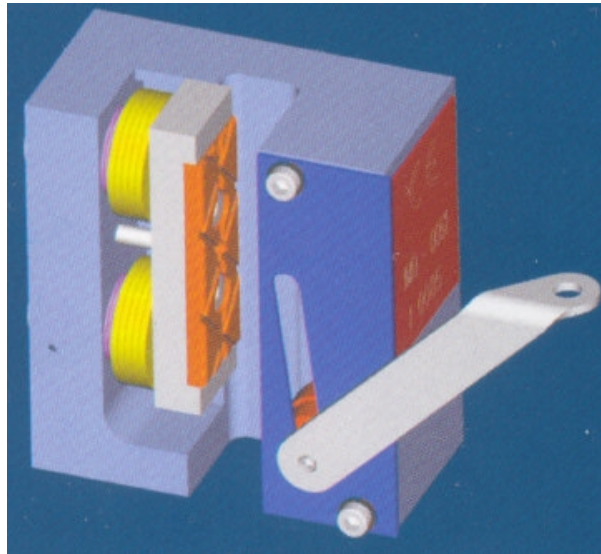
Avrupa 'da silindir tip gelişmiş paraşüt freni kullanımı son yıllarda, kullanımı özellikle yolcu asansörlerinde artmıştır. Şekil 2.45.'te bu tip güvenlik tertibatına bir örnek görülmektedir [5].

Şekil 2.45'te de görüldüğü üzere fren sisteminde iki yay vasıtasıyla işlem çubuğu harekete geçirilen sertleştirilmiş çelik silindire direkt olarak yol yapılmış olur. Asansör kabininin düşüşü sırasında yukarı kaldırılan silindir kılavuz raya temas ederek ray ile yaylar arasına girer. Ray üzerindeki basınç değeri yaylar sistemi vasıtasıyla kontrol edilerek raylara yüksek basınç tatbiki önlenmiş olur. Bu sistemde dikkat edilecek husus, yayların sertliğinin çok yüksek olmamasıdır. Nedeni, silindirin etki ettiği alanın dar olmasından temas basıncı yüksek olabilir ve kılavuz raylar zarar görebilir.



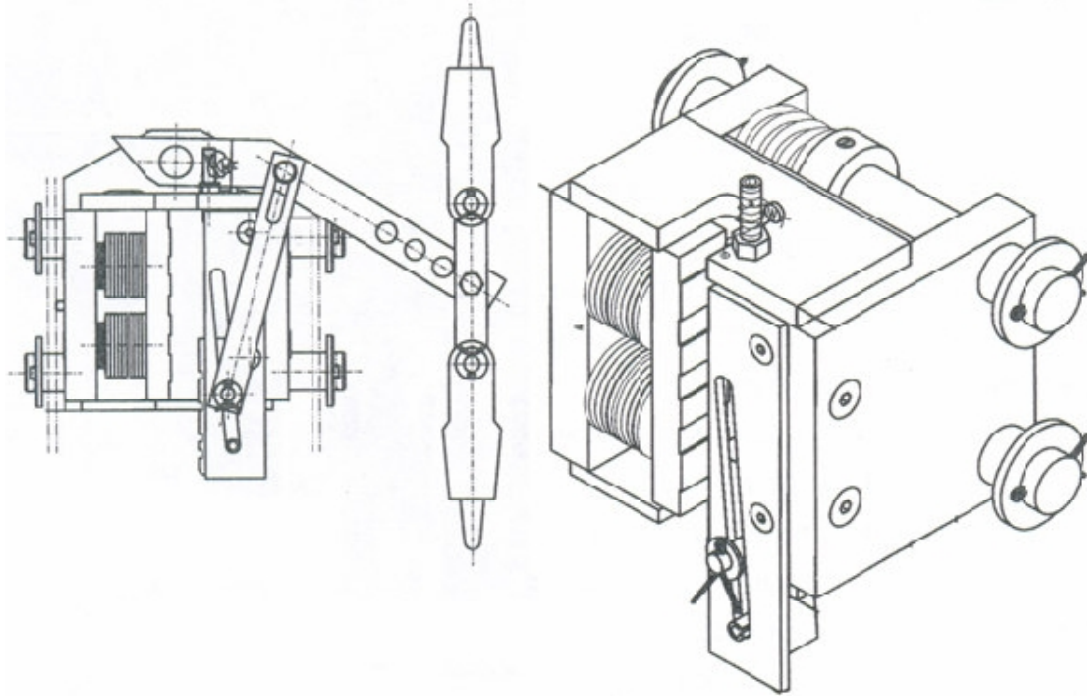
Şekil 2.45. Silindir tip gelişmiş paraşüt freni (Otis Elevator Co.)

Silindir tipi kaymalı güvenlik tertibatına bir başka örnekte Şekil 2.46.'da verilmiştir. Arcate firması tarafından tasarlanan 92.01 tipli güvenlik tertibatının ani silindir tipi güvenlik tertibatından ayıran özelliği sistemde yayların kullanılmış olmasıdır. Frenleme esnasında kılavuz ray ile blok arasına sıkışan silindir, rayı blok arka duvarına sıkıştırır. Yaylarla desteklenmiş duvar, rayın baskısı sonucu bir miktar geriye doğru itilerek rayın sehimine izin verir. Sehim yapan ray, frenleme sürecinin ani ve yüksek ivmeli oluşunu önler.



Şekil 2.46. Silindir tipi kaymalı güvenlik tertibatı

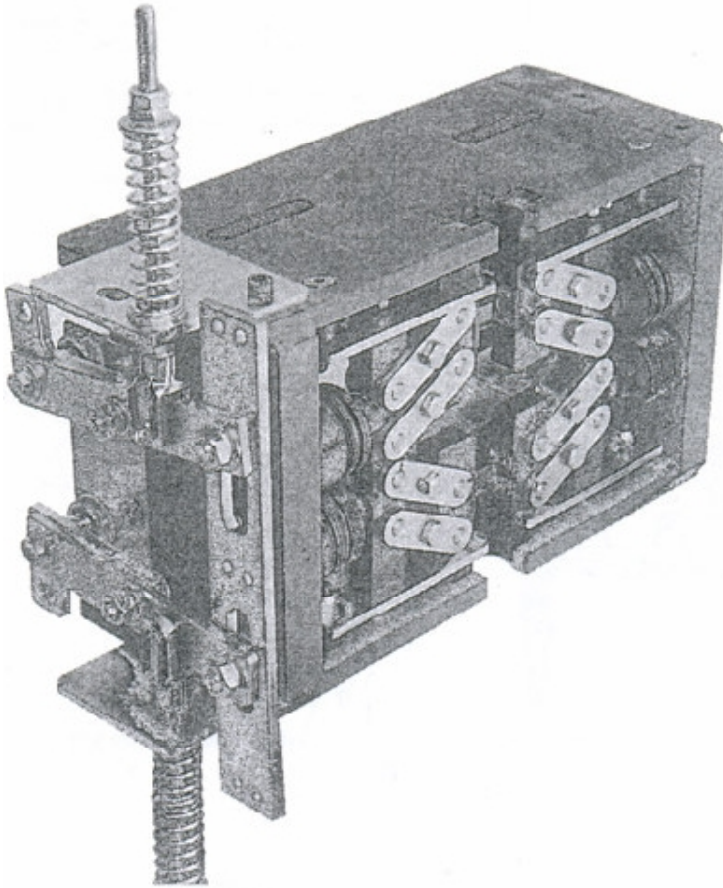
Son günlerde oldukça popüler olan diğer gelişmiş tip güvenlik tertibatlarına birer örnek Şekil 2.47’de verilmiştir [5].



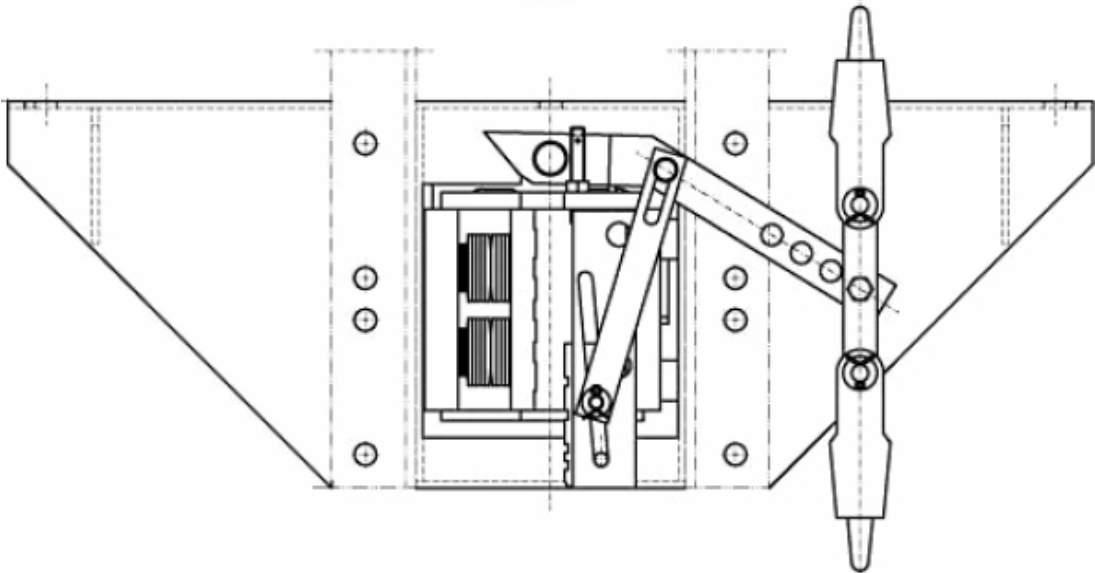
Şekil 2.47. Harekete geçiren mekanizmasıyla birlikte KB 160 güvenlik tertibatı (Wittur Aufzugteile GmbH)

Kombine kaymalı güvenlik tertibatlarına bir örnek Şekil 2.48’de verilmiştir. Şekil 2.49.’da görüldüğü üzere yaylarla desteklenmiş olan güvenlik tertibatı her iki yönde de frenleme yapabilmektedir [5].

Şekil 2.48.’de verilen KB 160 güvenlik tertibatının kabine montajı Şekil 2.49.’da gösterilmektedir [5].



Şekil 2.48. Kombine gelişmiş güvenlik tertibatı (D & D Development Ltd.)

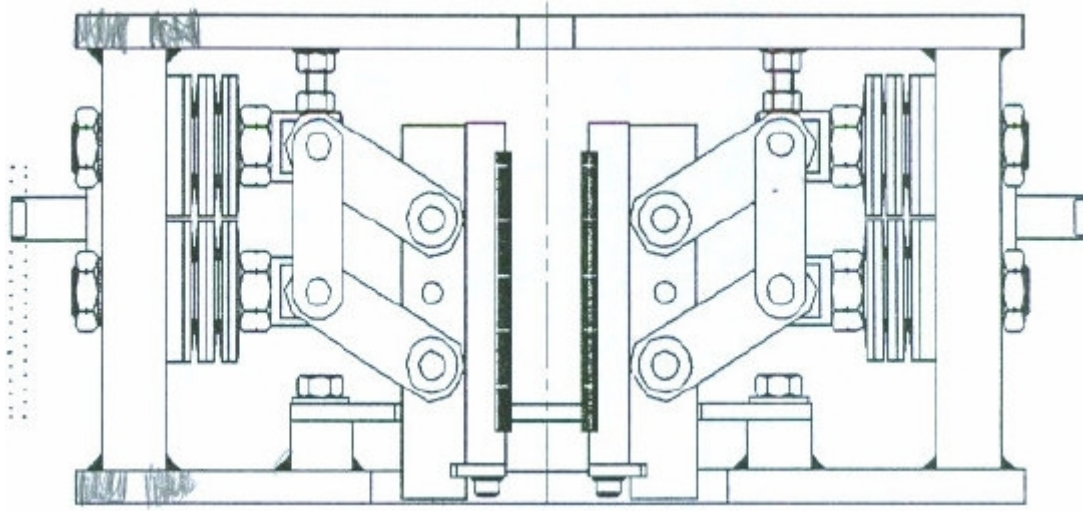


Şekil 2.49. KB 160 güvenlik tertibatının kabine montajı (Wittur Aufzugteile GmbH)

Günümüzde oldukça tercih edilen kaymalı tip paraşüt frenleri, ticari şirketlerin bu konuda araştırma-geliştirme (ARGE) faaliyetlerini yoğunlaştırmasına sebep

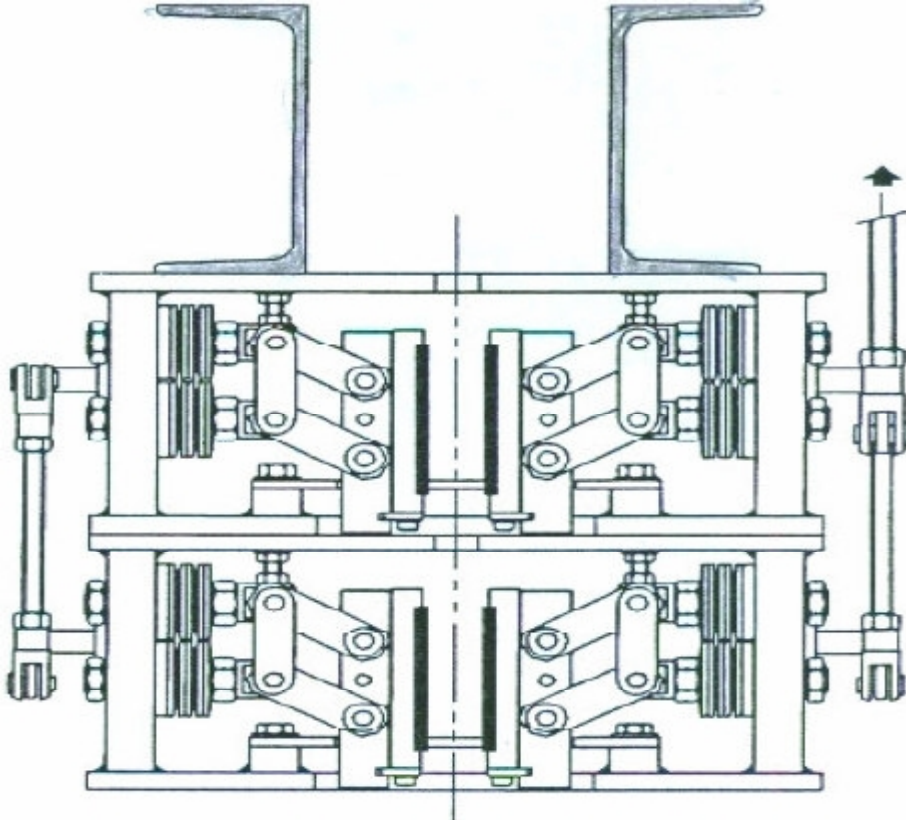
olmuştur. Örneğin, Wittur Aufzugteile GmbH şirketinin tasarladığı birkaç kaymalı tip freni aşağıda detaylarıyla birlikte anlatılmıştır.

Kaymalı tipteki emniyet fren serisi olan VG güvenlik sistemi VG güvenlik tertibatı modüler bir tasarımdır ve çift yönlü güvenlik tertibatı tarzında yığılmış halde ya da tekli montaj şeklinde kullanılabilir (Şekil 2.50). Çiftli takımlar yük taşıma kapasitesini artırmak için standartlardaki gibi kullanılır. Şekil 2.51’de VG-3 güvenlik tertibatı bir’den dört kata kadar dizilebilir. Güvenlik tertibatının üçlüsü ya da dördüsü imalatçılar tarafından onaylanmış tasarıma bağlıdır [5].



Şekil 2.50. VG güvenlik tertibatı (Wittur Aufzugteile GmbH)

Güvenlik tertibatını birbirine tutturmak için gerekli kuvvet 100 N ’dan azdır. Bu tertibatın bütün hız regülâtörü çeşitleriyle uyumlu çalışmasını sağlar. Güvenlik tertibatı operasyondan sonra diğerlerine nazaran daha az bir kuvvetle, yaklaşık 1000 N ’dan dan az, serbest bırakılabilir. Böylece kabini, asansör makinesi ile yukarıya sürmeyi başarmış oluruz.



Şekil 2.51. Çiftli VG güvenlik tertibatı (Wittur Aufzugteile GmbH)

Güvenlik tertibatının işletme kolunun hareketi 44 mm' dir. Hareketin ilk 30 mm'si çenelerin kaldırılıp kılavuz rayla temas etmesi ve kalan 14 mm de çenelerin kılavuz rayla temas etmesini sağlar. Sunu da belirtmek gerekir ki, güvenlik tertibatı asansörün normal hareketi esnasında çalışmaz, ataletli yay regülatör halatı ankaraj bağlantısında kullanılır. İhtiyaç duyulan yük değeri için hareketin yönüne bağlı olarak atalet yayı tarafından güç sarf edilir. Regülâtör halatı sisteminin yükü ve gücü kılavuz raylarla temas halinde olan kamalı güvenlik tertibatını yukarı kaldırmak için gereklidir.

### 2.5.8. Paraşüt freni seçiminde dikkat edilmesi gereken kriterler

Günümüzde asansör sistemlerinin değişik alan ve koşullarda kullanımının artması beraberinde doğru bir paraşüt sisteminin seçilmesi zorunluluğunu getirmiştir. Bir asansör sistemi için hayati önem taşıyan paraşüt freni seçimi, gerekli durumlarda frenin işlevini doğru bir şekilde gerçekleştirmesi ve yüksek randıman alabilme bakımından oldukça önemlidir.

Güvenlik tertibatının ister tasarımında isterse de kullanılmak üzere seçiminde dikkat edilmesi gereken önemli hususlar ihtiva eder .

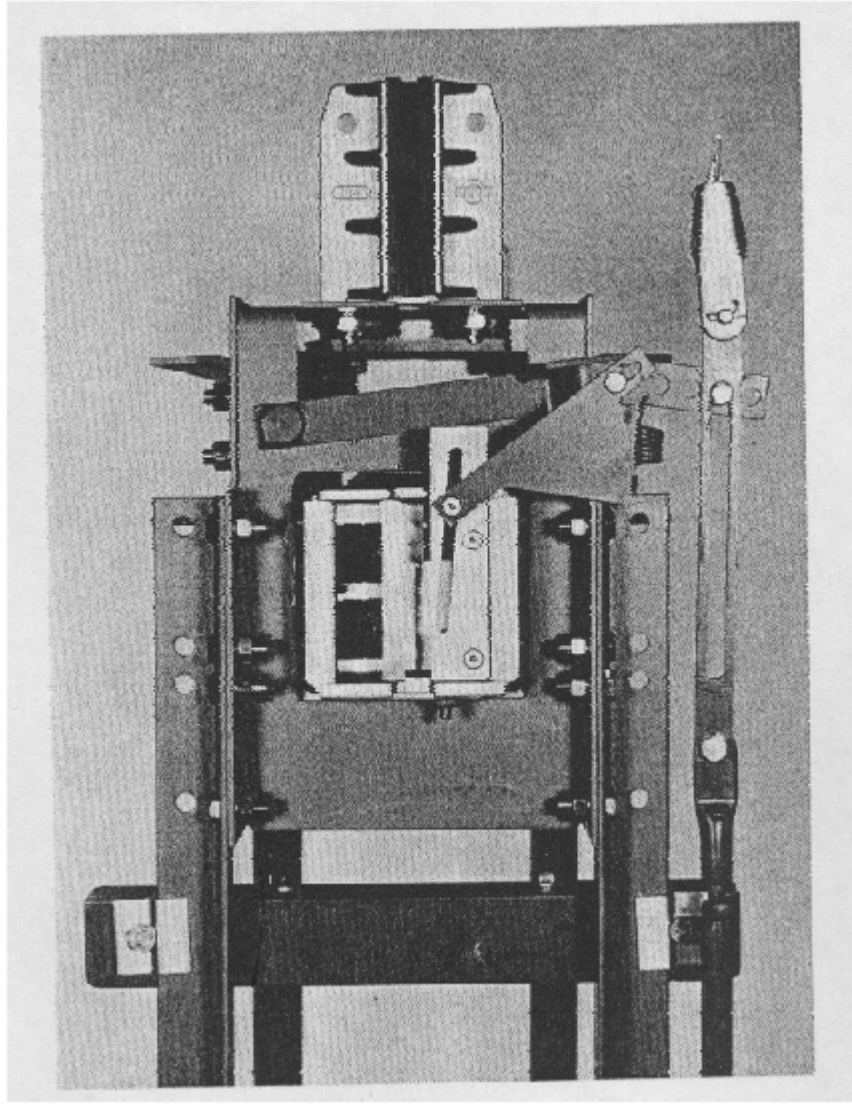
- Bir paraşüt freninin ne kadar yüke dayanabildiği kesin olarak bilinmesi gerekir. Buna “ Frenin Yük Oranı” denir.
- Asansör tasarım hızı güvenlik tertibatı seçiminde önemli rol oynar.
- Güvenlik tertibatı seçilirken, kılavuz ray yüzeyi ile açıklık mesafesi 1,5 mm ile 5 mm arasında belirlenmelidir.
- Asansör sisteminde kullanılan paten tipi güvenlik tertibatının çalımsa performansında önemli rol oynar. Kabin kılavuz raylar üzerinde paten sistemi vasıtasıyla hareket ettirildiği için frenin ray üzerindeki hareketini de belirler.
- Güvenlik tertibatında herhangi bir arıza meydana geldiğinde diğer asansör elemanlarına zarar vermeyecek tipte olmalıdır.
- Güvenlik tertibatı seçiminde çevresel koşullar, yani asansör sisteminin çalışacağı ortam göz önüne alınmalıdır. Örneğin, tozlu ortamlarda tozun zararlı etkileri hem kılavuz ray hem de paraşüt frenini etkiler [5].

### **2.5.9. Kabinin yukarı yönde çıkışının kontrolü**

EN 81–1 Standartlarında asansör, kabin hızı % 115 oranında artarsa kabinin yukarı çıkışını durduran yada minimuma indiren bir koruma tertibatı kullanılmalıdır şartı yer almaktadır.

Koruma tertibatında hareket için maksimum hız aşağı doğru hareketindeki konumuyla aynıdır. Bu sistemde koruma tertibatı boş kabinde 1gn'den büyük bir frenleme ivmesine neden olmamalıdır. Bu alet (Şekil 2.52.) direk olarak kabinde, dengeleme ağırlığında, halat sisteminde ya da saptırma kasnağında olabilir. Koruma tertibatı çalıştığında bir elektrik güvenlik tertibatını devreye sokmalıdır [5].





Şekil 2.52. Yukarı yönde kontrol edilemeyen hareket için KB160 güvenlik tertibatı (Wittur Aufzugteile GmbH) [5]

## **BÖLÜM 3. KULLANILAN YAZILIMLAR VE SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ**

### **3.1. Giriş**

Bu çalışmada paraşüt fren tertibatı tasarımı Mastercam X3 programı, tasarlanan paraşüt fren tertibatının analizi ise Abaqus 6.9-1 programı kullanılarak yapılmıştır. Mastercam X3 programı CAD ve CAM uygulamaları için kullanılan bir yazılımdır. Abaqus 6.9-1 programı ise sonlu elemanlar metodu ile analiz yapan bir yazılımdır.

### **3.2. Mastercam X3**

#### **3.2.1. Programın genel özellikleri**

Mastercam parça geometrisini, grafik olarak takım yolunu, imalat verilerini, NC programını oluşturan ve PC'ler üzerinde çalışabilen entegre bir CAD/CAM programıdır. En son versiyonu Ver. X3 (Mastercam X3) aşağıdaki modüllere sahiptir.

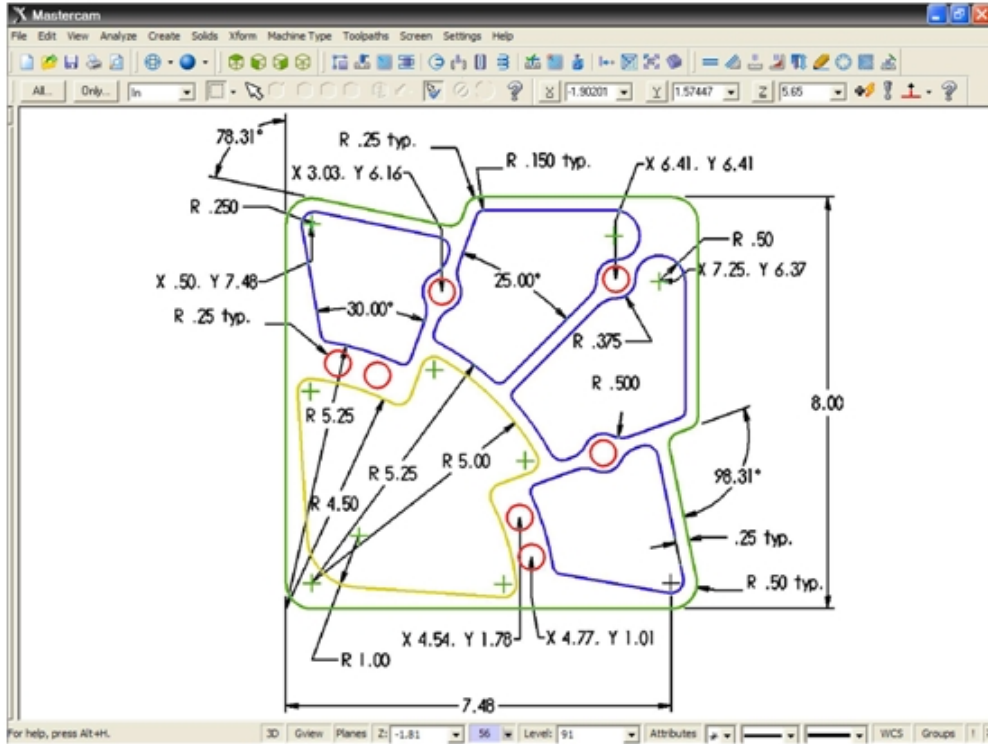
- Design LT (Teknik Resim Çizim);
- Design (Tasarım);
- Mill (Freze);
- Lathe (Torna);
- Wire (Tel Erozyon);
- ART (Artistik Tasarım ve işleme);
- Router (Ağaç işleme) modüllerinden oluşur [8].

### 3.2.2. Programın modülleri

#### 3.2.2.1. Mastercam design lt (teknik resim çizim)

3D Tasarım ve Ölçülendirme kapasitelerine sahip temel CAD paketidir. Mekanik tasarımlar için geliştirilmiştir.Şekil 3.1.'de Mastercam design lt (teknik resim çizim) gösterilmiştir.

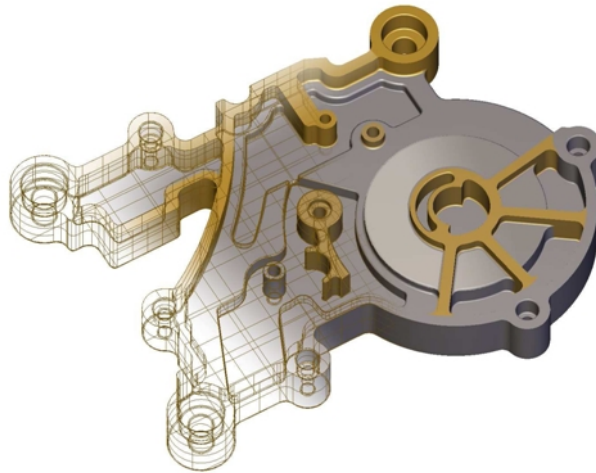
- Boyutları ile birlikte 2D boyutunda ve 3D boyutunda geometrileri oluşturur. Parametrik çalışır, ölçü parametresi değişince geometri de değişir.
- Nokta, doğru, yay, dikdörtgen, yuvarlatma, pah kırma, splayn eğri (spline), elips ve NURBS eğrileri gibi nesneler oluşturmaktadır.
- Ayrıca birçok düzeltme komutları içerir.
- İzometrik görünüş dâhil, herhangi bir görünüşte ölçülendirme işlemlerini yapar. Geometri değişince ölçüler geometriye bağlı otomatik değişir.
- Dinamik olarak döndürmek, kaydırmak, büyütme ve küçültme işlemlerini yapar.
- Başka CAD/CAM Sistemleri ile ASCII, DXF, VDA, IGES, CADL, DWG, STL, SAT (ACIS Solid) gibi çevirici program sistemlerine dayanarak esnek bir iletişim kurar [8].



Şekil 3.1. Mastercam design It (teknik resim çizim).

### 3.2.2.2. Mastercam design (tasarım)

3D Tel Kafes, Yüzey Tasarımı, Katı (Solid) Tasarım ve Ölçülendirme kapasitelerine sahip temel CAD paketidir. Mekanik tasarımlar için geliştirilmiştir. Mastercam Mill (Freze), Lathe (Torna) ve Wire (Tel Erozyon) modüllerine entegre edilmiş güçlü 3D bir CAD (Tasarım) programı paketidir (Şekil 3.2.).

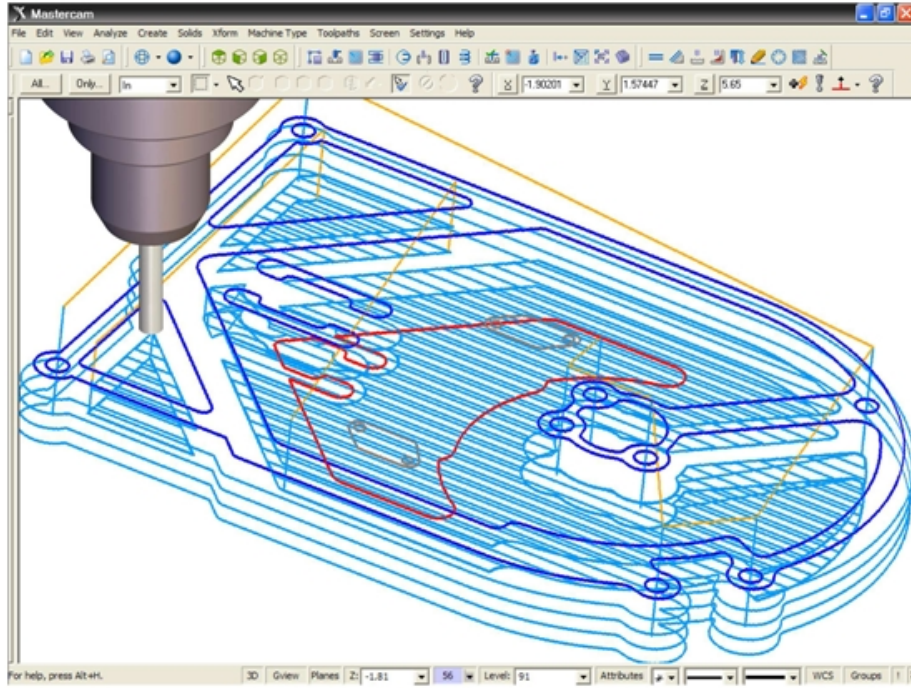


Şekil 3.2. Mastercam design (tasarım)

- Boyutları ile birlikte 2D boyutunda ve 3D boyutunda geometrileri oluşturur. Parametrik çalışır, ölçü parametresi değişince geometri de değişir.
- Nokta, doğru, yay, dikdörtgen, yuvarlatma, pah kırma, splayn eğri (spline), elips ve NURBS eğrileri gibi nesnelere oluşturmaktadır. Ayrıca; regle (ruled), süpürülmüş (swept), dönel (revolve), NURBS ve parametrik yüzeyler; sabit ve değişken yarıçaplı yuvarlatmalar; yüzey kaydırmaları (offset) ve budamaları (trim); yüzey kesişme, uzatma, bükme ve gölgeleme işlemleri yapmaktadır. Yani, Mastercam DESIGN LT modülü özelliklerine ilaveten NURBS Eğrileri, Yüzey ve Katı (isteğe bağlı) Modelleme Teknikleri olan ileri düzey geometriler oluşturur.
- Tel Kafes, Yüzey (Surface) ve Parametrik Katı (ParaSolid Tabanlı) tip modelleme tekniklerinin hepsini iç içe bir arada (Hibrid) kullanır
- Ayrıca birçok düzeltme komutları içerir
- İzometrik görünüş dâhil, herhangi bir görünüşte ölçülendirme işlemlerini yapar. Geometri değişince ölçüler geometriye bağlı otomatik değişir.
- Dinamik olarak döndürmek, kaydırmak, büyütmek ve küçültmek işlemlerini yapar.
- Başka CAD/CAM Sistemleri ile ASCII, DXF, VDA, IGES, CADL, DWG, STL, SAT (ACIS Solid) gibi çevirici program sistemlerine dayanarak esnek bir iletişim kurar [8].

### **3.2.2.3. Mastercam mill entry (freze)**

2 ve 2½ - eksenli işleme operasyonları için düşük fiyatlı CAD/CAM programıdır (Şekil 3.3.).

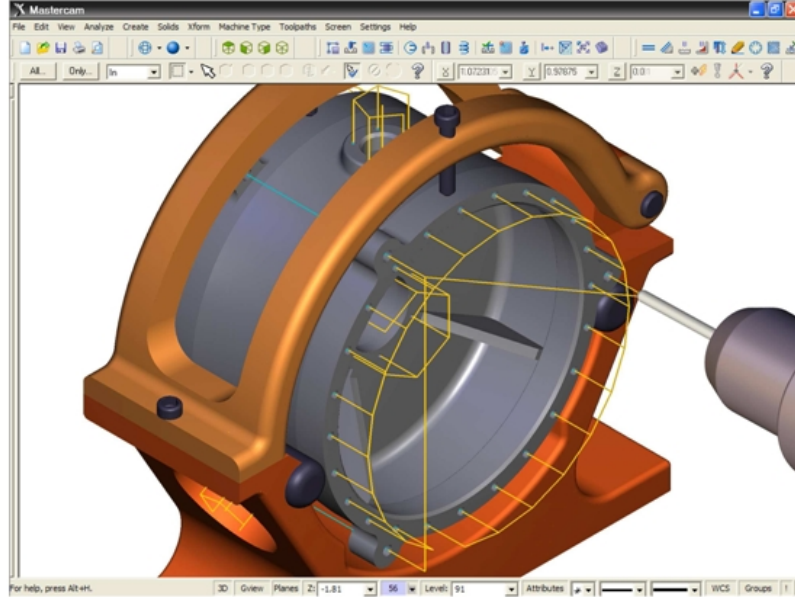


Şekil 3.3. Mastercam mill entry (freze)

- Bünyesinde Mastercam DESIGN LT vardır. 2D ve 3D geometrileri oluşturur.
- Geometri değişince takım yolu (NC Kod) otomatik değişir.
- Düz Yüzey Temizleme Frezeleme, 2D kontur (profil) işleme, Delik delme, Diş çekme, Cep/havuz (Zigzag ve Tek Yönde Paralel işleme) boşaltma işlemlerini yapar.
- Operasyon kütüphanesi oluşturabilir ve farklı bir iş için kütüphaneden çağırıp işlemleri direkt uygulayabilirsiniz.
- Takım yolu kısmında “Operasyon Yönetici” vardır ve bu sayede takım yollarını tasıma, kopyalama, silme ve parametrik değiştirme yapılır.
- CNC İşlem Merkezleri için NC Programı çıkarır.
- Takım yolunu ve takımı canlandırarak işlemeyi 3 Boyutlu olarak ekranda gösterir.
- Takım yolu parametrik çalışır.
- Ayrıca, PC ile CNC’ler arasında haberleşme sağlayan DNC programı da kendi bünyesinde [8].

### 3.2.2.4. Mastercam mill level1 (freze)

2½ - Eksenli işleme operasyonları ve 3D Tasarım için geometri ile ilişkili çalışan CAD/CAM programıdır (Şekil 3.4.).

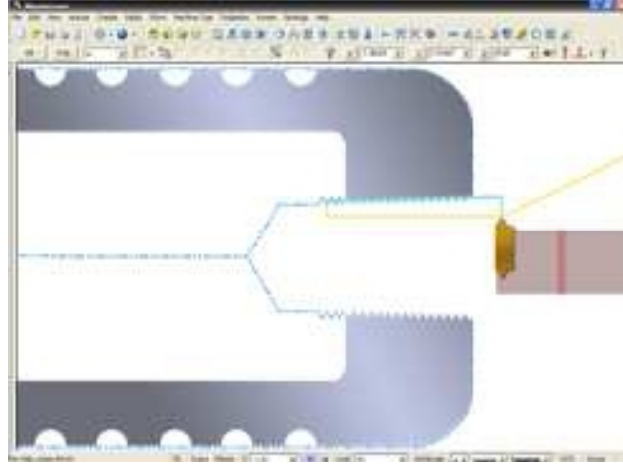


Şekil 3.4. Mastercam mill level1 (freze)

- Mastercam DESIGN üzerinde çalışır.
- İsteğe bağlı KATI (SOLIDS) ilave edilebilir. Direkt KATI modeli isler.
- Esnek kontur (Rampa, 3D kontur dahil), cep/havuz (açılı/konik cep/havuz'lar dahil) işleme ve delik delme işlemleri yapar.
- Sadece kalan pasoyu otomatik olarak yeniden isler.
- Parça ve adacıkların yüzeylerini isler.
- Tel kafes üzerinden işleme imkanı var.
- Otomatik ilerleme optimizasyonu yapar.
- 3D Katı (Solid) tabanlı takım yolu simülasyonu. (işleme kontrolü)
- Yatay işlem merkezlerini indeks tabla ile birlikte veya ayrı olarak programlar [8].

### 3.2.2.5. Mastercam lathe entry (torna)

2 - Eksenli CNC Tornalar için düşük fiyatlı CAD/CAM programıdır (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Mastercam lathe entry (torna)

- Bünyesinde Mastercam DESIGN LT vardır. 2D ve 3D Tel Kafes geometrileri oluşturur.
- Geometri ile ilişkili (associative) çalışır. Tam parametrik geometri ve takım yolu ile geometri üzerinde yapılan değişiklikler hızlıca takım yoluna yansır ve takım yolu yenilenir.
- Mastercam'in 'hızlı takım yolu' komutu ile sadece birkaç Mouse tıklaması ile kaba, finiş, kanal açma operasyonları yapılabilir.
- Alın tornalama, Diş ve iç çap Kaba ve Finiş tornalama, Düz ve konik Diş açma, delik delme, kanal açma ve parça kesme (çubuk sürücü için) işlemlerini yapar.
- Otomatik takım ucu radyüs telafisini hesaplayarak veya G41/G42 komutları ile NC programı çıkarır.
- Otomatik çevrim (G71, G72,....., G76, vs. gibi) işlemlerini yapar.
- Kaba parça tanımı (Kütük şeklinde olmayan döküm ve dövme parçalar dahil).
- Eklenebilen ve değiştirilebilen Takım, malzeme ve operasyon kütüphaneleri vardır.
- Mastercam'in Operasyon Yöneticisi ile sadece tek bir pencerede takım yolu oluşturma, düzenleme, kopyalama, analiz etme imkânı sağlar.
- Takım hareketlerini canlandırarak işlemeyi ekranda gösterir.
- Parça işleme zamanının gösterimi.
- Takım yolu parametrik'tir ve geometri ile ilişkili çalışır.
- Ayrıca, PC ile CNC'ler arasında haberleşme sağlayan DNC programı da kendi bünyesinde.



- Tüm kontrol sistemlerine (Fanuc, Siemens, Heidenhein, Okuma, Haas, Fadal, Mazatrol, Meldas, vs. uyumlu son işlemci (Postprocessor).
- DNC Özelliği (CNC ile PC arasında program alışverişine imkân verir) [8].

### 3.2.2.6. Mastercam wire (tel erozyon)

2 ve 4 – eksenli, Geometri ile ilişkili (associative) çalışan CNC Tel Erozyonlar için CAD/CAM programıdır (Şekil 3.6.).



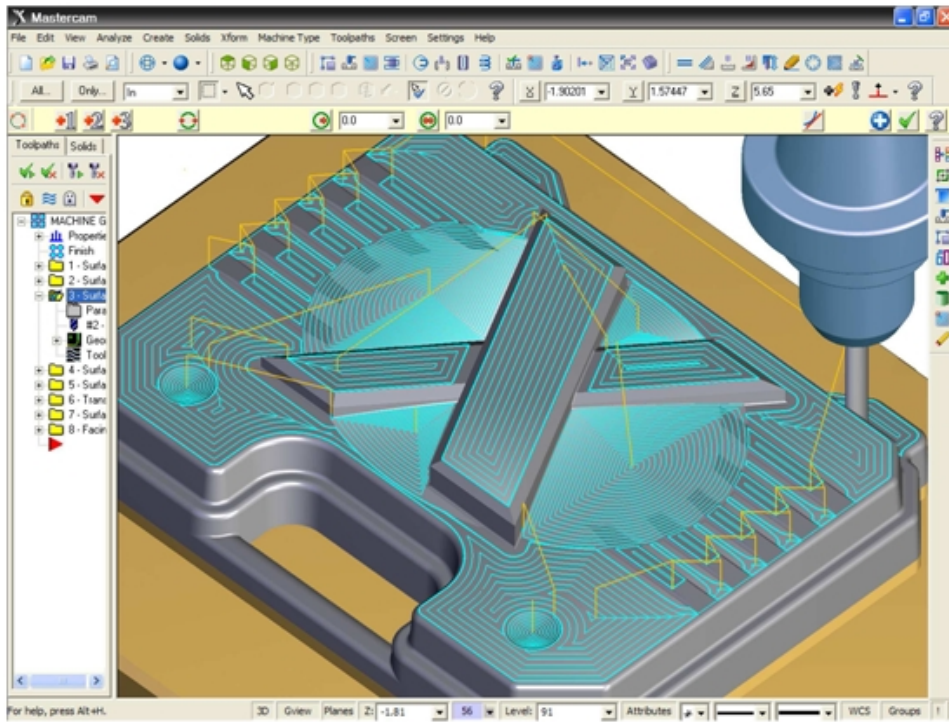
Şekil 3.6. Mastercam Wire (Tel Erozyon), geometri ile bağımlı çalışır.

- Mastercam DESIGN üzerinde çalışır ve tüm fonksiyonlarını kullanır. Ayrıca;
- Gerek çizim ve ölçülendirme (nokta tipi ölçülendirme) teknikleri ve gerekse kesim teknikleri açısından tel erozyon felsefesinde geliştirilmiş bir CAD/CAM yazılımıdır.
- Hem 2 eksende hem de 4 eksende ileri düzey açılı kesim yapar.
- Otomatik veya manüel senkronizasyon sağlar.
- Otomatik köşe yuvarlatma radyüsü oluşturur.
- Çoklu kesim yapar ve istenirse ters yönde kesim yapabilir, tutma payını otomatik bırakır.
- Tüm CNC Tel Erozyon Tezgahlarına (Fanuc, Sodik, Charmill - CMD dosya dâhil, Agie – SBL dosya dahil, First, Mishubishi, Makino, Hitachi, vs.) NC program üretir.
- Düz ve Evolvent tipi dişli'yi parametrik girilerek otomatik oluşturan dişli modülünü kendi bünyesinde ihtiva eder.
- 4 Eksen kesimleri hem yüzeyden hem de sadece tel kafes profillerden yapar, Üstü ve altı farklı profilleri keser.

- 4 Eksen finiş yüzeyleri hem eğrisel sapmaya göre hem de girilen adım boyutuna göre çıkarır.
- Parametrik çalışır, kendi bünyesinde DNC mevcuttur [8].

### 3.2.4. Mastercam program ortamı (ekran)

Program açıldıktan sonra bilgisayar monitöründe Şekil 3.7’de gösterilen Mastercam ekranı (penceresi) görünür. Burada, orta kısımda çizim (grafik) alanı, üst tarafta araç çubukları ve komut düğmeleri, sol kenarda Katı (Solid) Yöneticisi ve Takım yolu Yöneticisi ve alt kısımda durum çubuğu bulunur. Ayrıca, çizim alanının sol alt kısmında çizilen resmi görüntüleyen koordinat sistemi verilir. Bunun yanı sıra fare kursorünün çizim alanında bulunduğu noktanın koordinatları ve ölçü birimi araç çubuğunun hemen altındaki alanın sağ kösesindedir [8].



Şekil 3.7. Mastercam programın ekranı

### **3.2.5. Mastercam X3 ana menüleri**

#### **3.2.5.1. Dosya (file)**

Herhangi bir çizim, tasarım ve ölçülendirme gibi geometrik özellikleri içeren dosyaların yazdırılması, bilgisayarınızın sabit diskine saklanması (kaydedilmesi), gerektiği zaman çağırılması, listelenmesi ve listelerin görülmesi gibi dosyalama işlemlerini içeren komutlardır[8].

#### **3.2.5.2. Düzelt (edit)**

Mevcut elemanlar üzerinde değişiklik yapmak için kullanılan fonksiyondur. Normal Windows komutlarından Kes (Cut), Kopyala (Copy), Yapıştır (Paste) komutlarının yanında geri ve ileri alma (Undo - Redo), silme ve budama-kırma işlemlerini içerir [8].

#### **3.2.5.3. Bakış (view)**

Ekranı bakış sekilerinin ve görünüş tiplerinin ayarlanabildiği bu komutta ekranı sığdırma, büyültme-küçültme, ekranı döndürme ve grafik görünüş seçimleri mevcuttur [8].

#### **3.2.5.4. Analiz**

Ekranı bulunan herhangi bir elemanın (nokta, çizgi, yay, yüzey, katı vb.) koordinatlarını, enini, boyunu, çapını, rengini, hacmini analiz etmede kullanılır [8].

#### **3.2.5.5. Oluştur (create)**

Bu menü altında geometrik elemanları oluşturma fonksiyonları mevcuttur. İstenilen tüm geometrik çizimler, bu komutun altındaki oluşturma fonksiyonları ile oluşturulur [8].

### **3.2.5.6. Solid (katı)**

Katı cisim oluşturma ile ilgili tüm komutlar bu bölümde toplanmıştır. Profil çekerek, döndürme, süpürme ve yumuşak kesit ile katı oluşturulabilir. Eger küre, blok, silindir gibi temel sekle sahip katı oluşturulacaksa Oluştur menüsü altında Primitive komutundan yararlanılabilir [8].

### **3.2.5.7. Çoğalt (xform)**

Bu fonksiyonu kullanarak seçilen elemanları çoğaltma, aynalıma, döndürme, ofsetleme, yuvarlama gibi komutlarla taşıyabilir, kopyalayabilir veya birleştirebilirsiniz [8].

### **3.2.5.8. Makine tipi (machine type)**

Bu menüde makine tanımlanması için Makine tipi seçimi yapılır. Yüklenen Mastercam ürününe bağlı olarak burada farklı tiplerde makine tanımları yapılır. Örnek olarak Freze (Mill) Makine tipini seçebilmek için Mastercam Mill modülü yüklü olmalıdır [8].

### **3.2.5.9. Takım yolları (toolpaths)**

Takım yollarını oluşturmak için kullanılan bir menüdür. Bu menüde takım yollarının görünmesi için öncelikle bir makine tipi seçilmelidir. Görünecek takım yolu seçilen makine tipine ( Freze, Torna, Tel Erozyon) bağlıdır[8].

### **3.2.5.10. Ekran (screen)**

Çizim esnasında operatöre yardımcı olacak elemanları arka plana tasıma, gizleme, tekrar çağırma, ızgara ve boyama ayarları gibi fonksiyonları içeren menüdür [8].

### **3.2.5.11. Ayarlar (settings)**

Mastercam'i kendi belirlediğiniz özelliklerde ayarlamak için bu menü kullanılır. Başlangıç değerlerini ayarlayabilir, kaydedebilirsiniz. Araç çubuklarını, sağ Mouse buton tuşunu kişiselleştirebilirsiniz [8].

### **3.2.5.12. Yardım (help)**

Bu menü ile genel yardım, referans kitabı, ürün bilgileri gibi Mastercam hakkında çeşitli bilgilere ulaşabilirsiniz [8].

## **3.3. Abaqus**

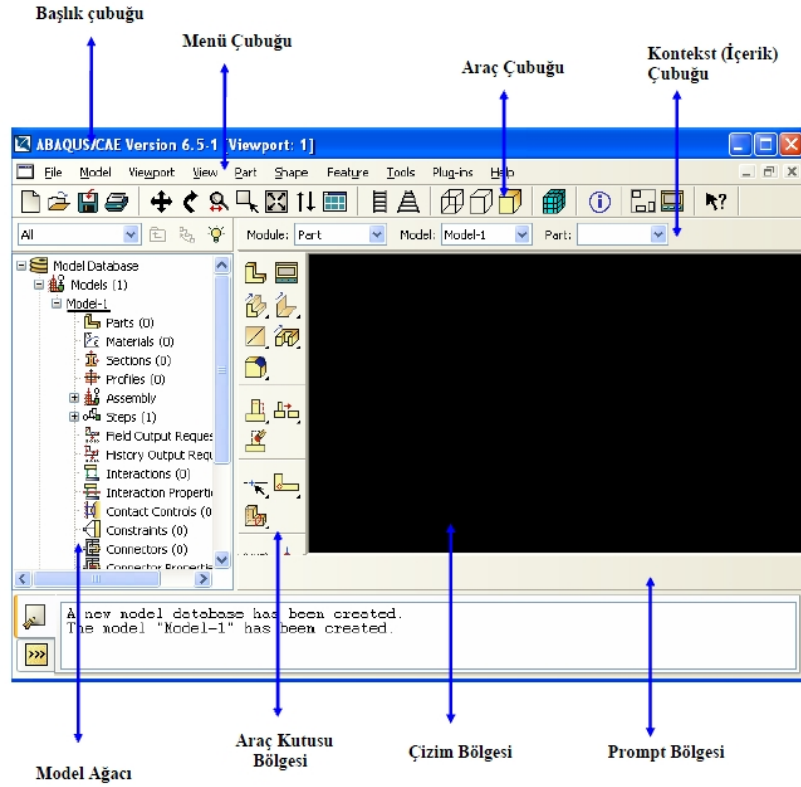
### **3.3.1. Programın genel özellikleri**

Karmaşık ve çözülmesi uzun zaman alan problemlerin bilgisayarlarda çözülmesi hem zaman tasarrufundan hem de işlemin daha doğru sonuçlar vermesi bakımından çok önemlidir. Bilgisayarlarda, Sonlu Eleman Metodu çeşitli paket programlar vasıtasıyla basit bir şekilde modelleme yapılmakta, daha sonra bu modeller küçük sonlu elemanlara bölünerek analizler yapılmaktadır.

Günümüzde, SEM uygulamaları için birçok yazılım geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları, ABAQUS, NASTRAN&PATRAN, ABAQUS/CAE vs. dir. Bazı SEM yazılımları kendi bünyesinde modelleme paketleri bulundurmasına karşı çoğunlukla karmaşık geometrilerin modellenmesi uzun zaman almakta, bazen ise hiç yapılamamaktadır. Bundan dolayı, iki ve üç boyutlu problemlerin modellenmesi amacıyla çeşitli paket programlar hazırlanmıştır.

### **3.3.2. Ana pencere bileşenleri**

Şekil 3.8.'de abaqus ana penceresi gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Abaqus ana penceresi [9]

ABAQUS/CAE görsel bir şekilde bir problemin modellenerek analiz edebilmeyi sağlaması yanında birde komut yazılarak çözüme verilmesi olanağını sunmaktadır. Örneğin, eğer problemin geometrisinin koordinatları, sınır şartları vs. biliniyorsa, o halde bu problem kolaylıkla herhangi bir yazı editöründe programın kendine has komutlarıyla yazılarak analize verilebilir. Aksi halde, eğer problemin geometrisi karmaşık, sınır değerlerinin yerleri ancak modelin oluşturulmasıyla tespit edilebiliyorsa o halde program ara yüzünü çalıştırılarak sıfırdan problem modellenmeli ve analiz edilmelidir.

### 3.3.3. Ön işlem süreci

Ön işlem sırasında analiz süreci için hazırlanması önemli olan adımlar ihtiva eder. Bunlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

1. Modelin oluşturulması,
2. Modele malzeme tanımı yapılması,

3. Modelde işlemine göre parçaların kesitlendirilmesi
4. Her kesite daha önceden tanımlanan uygun malzemenin atanması
5. Montajın oluşturulması
6. Analiz adımlarının tanımlanması
7. Modeldeki parçalar arasındaki mekanik temasın tanımlanması
8. Sınır şartların ve yüklerin tanımlanması ve parçaya uygulanması
9. Model içerisindeki her bir parçanın tek tek ufak parçalara bölünmesi (Mesh atma).
10. İş'in oluşturulması.


Yukarıda sıralanan adımları gerçekleştirilirken en ince ayrıntılar dahi gözden geçirilmelidir. Örneğin, Mesh atma adımında eleman tipi seçimi sırasında seçilecek eleman tipi sonucun tamamen doğru ya da tamamen yanlış sonuçlar dogmasına neden olacaktır [5].

### 3.3.4. Programın çalıştırılması

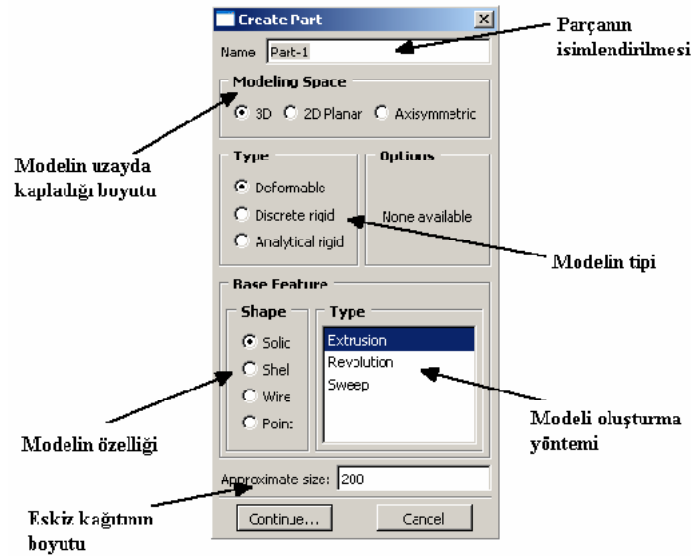
ABAQUS/CAE programı hem komut isteminde hem de programın kısa yoluna tıklanarak çalıştırılabilir. Burada en basit bir şekilde nasıl çalıştırılıp probleme uyarlanması anlatılacaktır. Öncelikle, program aşağıdaki yol izlenerek çalıştırılacaktır [5].

Başlat(Start) > Programlar > ABAQUS 6.9-1 > ABAQUS CAE

### 3.3.5. Katı modelin oluşturulması

Yeni bir veritabanı oluşturabilmek için  (New Model Database) butonuna tıklanmalıdır. Bu butona "File > New" yolu izlenerek de ulaşılabilir.

Bu buton basıldıktan sonra Create Part diyalog kutusu görüntülenir (Şekil 3.9.). Diyalog kutusu problemin modellenebilmesi için araçlar sunmaktadır [5].



Şekil 3.9. ABAQUS/CAE katı model oluşturma

**Parçanın isimlendirilmesi:** Eğer model birden fazla parçadan oluşmaktaysa parçalar mantıklı bir şekilde adlandırılmasına olanak tanınmaktadır.

**Modelin uzayda kapladığı boyut:** Çalışılacak modelin uzayda kapladığı boyutu üç ise 3D, eğer model iki boyutluysa 2D, eğer model bir eksen etrafında simetrik ise Axisymmetric seçeneği seçilmelidir.

**Modelin özelliği:** Oluşturulacak modelin tipi katı ise Solid, kabuk ise Shell, çubuk veya ince kiriş ise Wire, eğer noktalardan oluşuyorsa Point seçeneği seçilmelidir. **Modeli oluşturma yöntemi:** Bu kısımda program kullanıcıdan en kolay hangi şekilde modellemenin oluşturulması olanağı sağlamaktadır.


**Modelin tipi:** Modelin tipi rijit veya deforme olabilen yapıya sahip olup olmadığı belirtilmelidir.

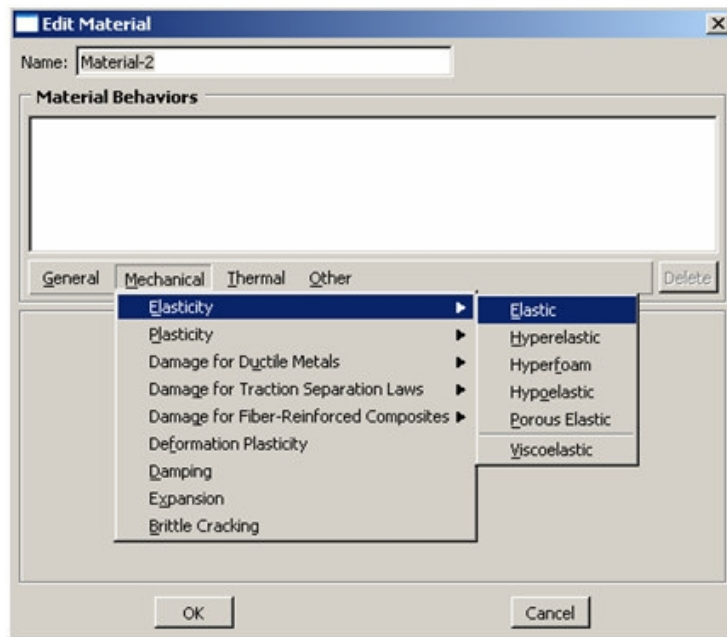
**Eskiz kağıdının boyutu:** Çizimin kolay bir şekilde yapılabilmesi için program otomatik olarak çizim alanını dilimlere ayırır. Her dilim arası mesafenin ne kadar olduğunu bu kutuda girilmelidir [6].



### 3.3.6. Malzeme girişi

Modelleme yapıldıktan sonra modelin malzemesi tanımlanmalıdır. Tanımlama işlemleri aşağıda ki gibi yapılmaktadır.

Create Material  butonunu seçtikten sonra aşağıdaki pencere (Şekil 3.10.) görüntülenir.

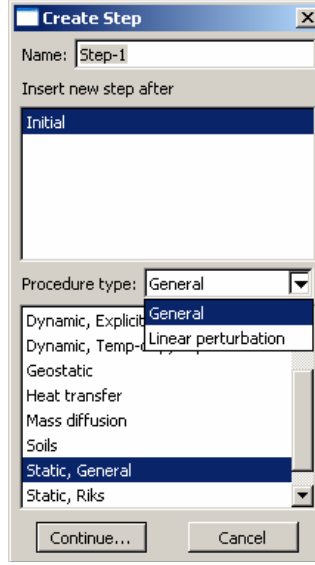


Şekil 3.10. Malzeme girişi

Malzeme isimlendirildikten sonra malzemenin cinsi ve davranışı seçeneklerden seçilmelidir. Aynı anda malzemeye birçok özellik tanımlanabilmekte ve en ince ayrıntısına kadar malzemenin davranışı programa tanıtılabilmektedir [5].

### 3.3.7. Adım (step) menüsü

Analiz sırasında modelin hangi analiz adımlardan geçeceği bu aşamada tanımlanmaktadır. Bu menüde aşağıda görüldüğü gibi (Şekil 3.11.) birçok analiz amacı için seçenekler sunulmuştur.

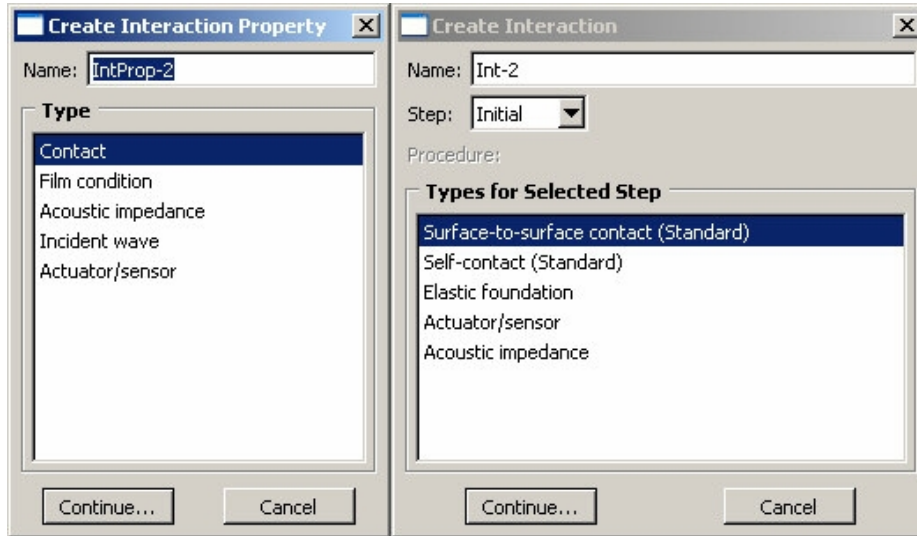


Şekil 3.11. Adım (step) menüsü

Step menüsü daha sonra sınır koşulları ve yüklemeler tanımlanma sırasında kullanılacaktır [5].

### 3.3.8. Etkileşim (interaction) tanımlanması

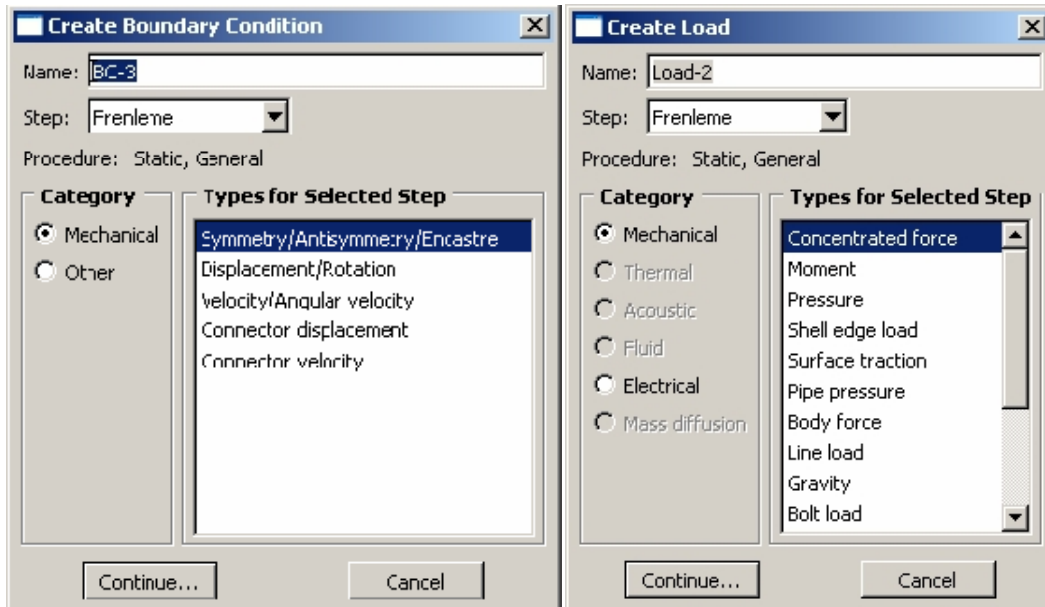
Model içerisinde birden fazla parça ihtiva edebilir. Bu parçalar analiz sırasında hareket ediyorsa veya her bir parça analiz sırasında farklı bir davranış gösteriyorsa o halde her parçanın birbiri arasındaki etkileşimleri tanımlanmalıdır (Şekil 3.12.). Örneğin, pim cıvata perno bağlantıları, herhangi iki parçanın bir biri üzerinde kayması veya itmesi [5].



Şekil 3.12. Etkileşim menüsü

### 3.3.9. Sınır şartların ve yüklerin tanımlanması ve parçaya uygulanması

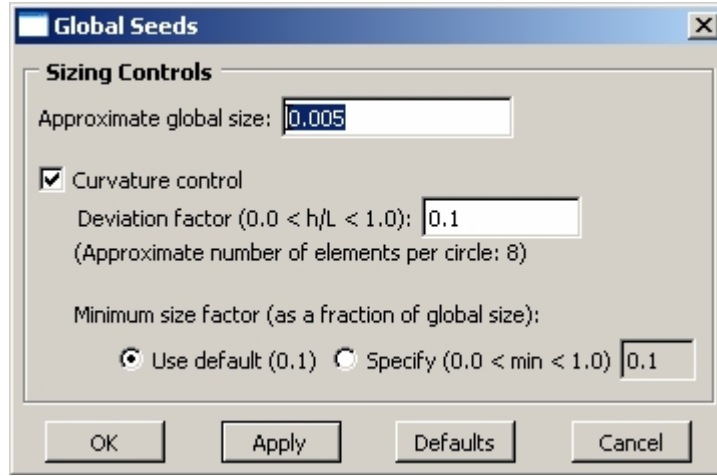
Aşağıdaki verilen menülerden sağdakiinde yüklemelerin cinsi ve değerleri, soldağında ise sınır şartları verilebilmektedir (Şekil 3.13.) [5].



Şekil 3.13. Yükleme ve sınır şartlar menüleri

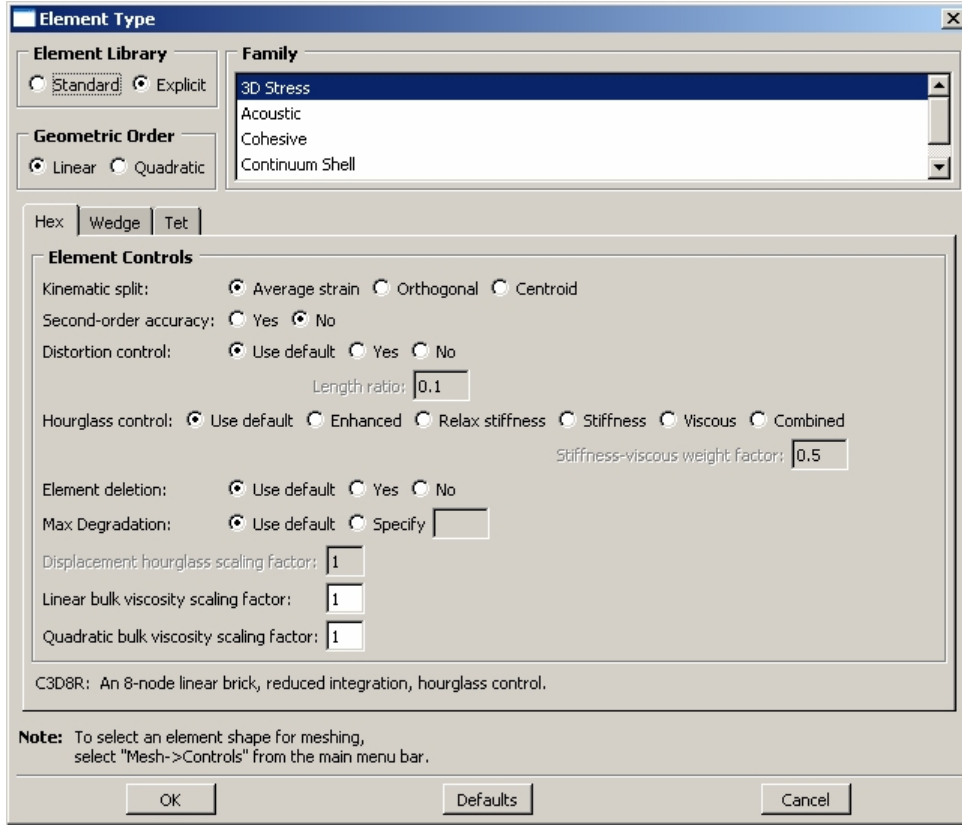
### 3.3.10. Parçanın küçük parçalara (mesh) bölünmesi

Daha önceki bölümlerde bahsedildiği üzere ABAQUS/CAE kullanıcıya otomatik olarak kendi seçtiği en küçük parçanın (mesh) boyutlarını sunmaktadır (Şekil 3.14.). Eğer analizin daha doğru ve kesin sonuçları vermesi istendiği takdirde en küçük yaklaşık dilimleme seçeneğindeki (Approximate global size) değeri daha da düşürülür. Eğer değer çok küçük olursa, bu parçadaki eleman sayısını artıracığı için analizin çözümlenmesi uzun zaman alacağı anlamına gelir. Analiz hızı bilgisayar performansı ile doğru orantılıdır [5].



Şekil 3.14. Parçanın bölüntülenmesi

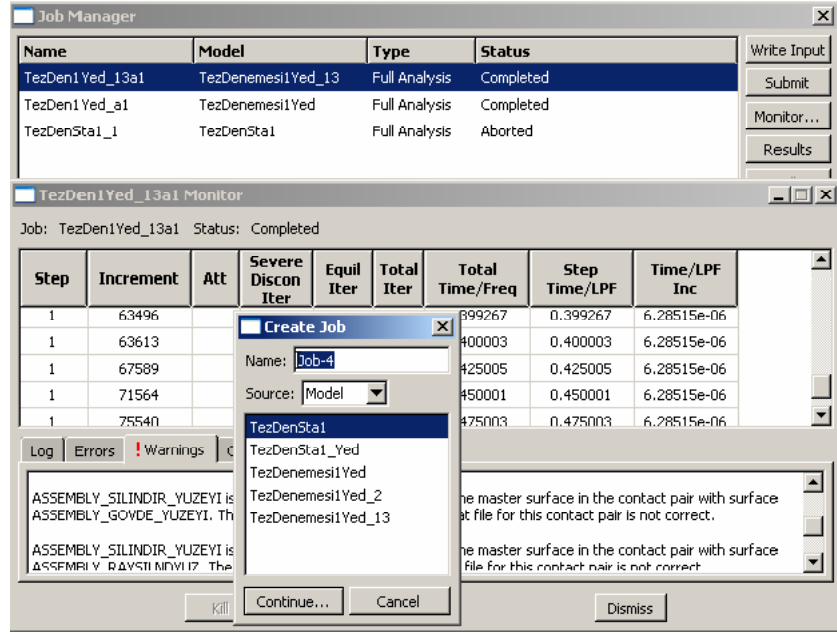
Parça bölüntüledikten sonra eleman tipi kısmına geçilmelidir. Bu durumda da ABAQUS/CAE programının en önemli özelliklerinden biri de akıllıca bizim seçtiğimiz model tipine uygun olan eleman tipi seçenekleri sıralamasıdır. Örneğin, yine mesh atma sırasında en uygun boyutlarda parçayı bölümleyebilmekte ve parça için seçilebilecek uygun eleman tiplerini otomatik olarak sıralamaktadır. Burada bilinmesi gerek husus, yapılacak yüklemeler sırasında parçanın maruz kalacağı deformasyonlara uygun tepki verecek eleman tiplerin seçimidir. Aşağıdaki menüden eleman tipi seçilir (Şekil 3.15.) [5].



Şekil 3.15. Eleman tipi seçme menüsü

### 3.3.11. İş (job) menüsü

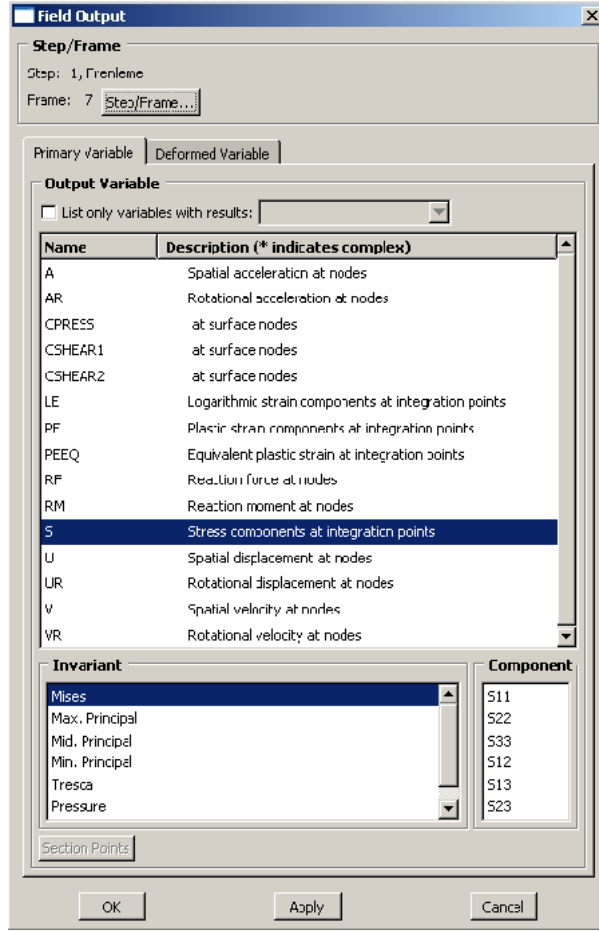
İş menüsünde analize hazır duruma getirilen modelin analize verilmesini sağlar. Bu menüde, analizin hangi durumda olduğu, analiz sırasında hataların veya uyarıların neler olduğu gözlemlenebilmektedir. Ayrıca, analizin bitmesinde sonra sonucun yazı editörüne kaydedilmesi veya görüntülenmesi sağlar. Aşağıda verilen menüden daha önce analizi yapılan bir çalışma görünmektedir (Şekil 3.16.) [5].



Şekil 3.16. İş menüsü

### 3.3.12. Analiz sonrası işlemler (postprocessor) menüsü

ABAQUS/CAE programının bir diğer güçlü özelliği analiz sonucunda sonuçların değerlendirilmesi ve yorumlanması için yeterli bir görsel araçları sağlamasıdır. Postprocessing aşamasında çözümden elde edilen değerler ekrana grafik olarak yansıtılmakta, karşılaştırmalar yapılmakta ve çıktı alınmaktadır. Örneğin, çözümü yapılmış bir parçanın gerilme, ivme, sıcaklık, yer değiştirme vs. gibi önemi yüksek sonuçlar görsel olarak gözlemlenebilmektedir. Ayrıca, yukarıda bahsettiğimiz sonuçların gözlenmesi sırasında parça analiz adımları süresince nasıl hareket ettiğini hareketli bir görüntü şeklinde birebir taklidi yapılmasına olanak sağlanmaktadır. Bu aşamada ayrıca çeşitli enerjilerin zamana göre dağılımları izlenebilmektedir. Aşağıda verilen menüden analiz sonrasında birçok sonucun görüntülenmesi sağlanmaktadır (Şekil 3.17.) [5].



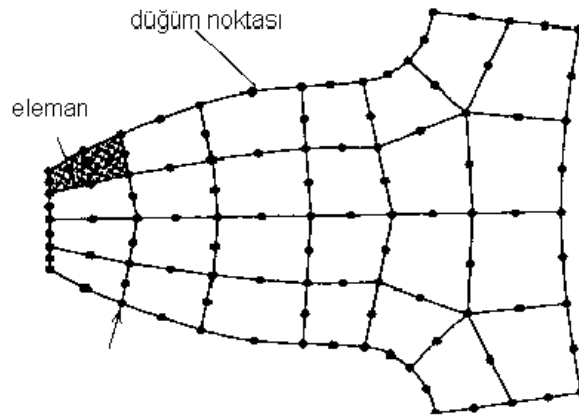
Şekil 3.17. Sonuçların görüntülenmesi menüsü

### 3.4. Sonlu Elemanlar Yöntemi

#### 3.4.1. Giriş

Sonlu elemanlar metodu matematikçilerden ziyade daha çok mühendisler tarafından geliştirilmiştir. Metot ilk olarak gerilme analizi problemlerine uygulanmıştır. Tüm bu uygulamalarda bir büyüklük alanının hesaplanması istenmektedir. Gerilme analizinde bu değer deplasman alanı veya gerilme alanı; ısı analizinde sıcaklık alanı veya ısı akışı; akışkan problemlerinde ise akım fonksiyonu veya hız potansiyel fonksiyonudur. Hesaplanan büyüklük alanının almış olduğu en büyük değer veya en büyük gradyen pratikte özel bir öneme sahiptir.

Sonlu elemanlar metodunda yapı, davranışı daha önce belirlenmiş olan bir çok elemana bölünür. Elemanlar "nod" adı verilen noktalarda tekrar birleştirilirler (Şekil 3.18). Bu şekilde cebrik bir denklem takımı elde edilir. Gerilme analizinde bu denklemler nodlardaki denge denklemleridir. İncelenen probleme bağlı olarak bu şekilde yüzlerce hatta binlerce denklem elde edilir. Bu denklem takımının çözümü ise bilgisayar kullanımını zorunlu kılmaktadır.



Şekil 3.18. Bir sonlu eleman modelinde nod noktaları ve elemanlar

Sonlu elemanlar metodunda temel fikir sürekli fonksiyonları bölgesel sürekli fonksiyonlar (genellikle polinomlar) ile temsil etmektir. Bunun anlamı bir eleman içerisinde hesaplanması istenen büyüklüğün (örneğin deplasmanın) değeri o elemanın nodlarındaki değerler kullanılarak interpolasyon ile bulunur. Bu nedenle sonlu elemanlar metodunda bilinmeyen ve hesaplanması istenen değerler nodlardaki değerlerdir. Bir varyasyonel prensip (örneğin; enerjinin minimum olması prensibi) kullanılarak büyüklük alanının nodlardaki değerleri için bir denklem takımı elde edilir. Bu denklem takımının matris formundaki gösterimi

$$[K] \cdot [D] = [R] \text{ şeklindedir.}$$

Burada [D] büyüklük alanının nodlardaki bilinmeyen değerlerini temsil eden vektör, [R] bilinen yük vektörü ve [K] ise bilinen sabitler matrisidir. Gerilme analizinde [K] rijitlik matrisi olarak bilinmektedir [10].



### 3.4.2 Sonlu elemanlar metodunun tarihsel gelişimi

Sonlu elemanlar metodu ilk olarak yapı analizinde kullanılmaya başlandı. İlk çalışmalar Hrennikoff (1941) ve Mc Henry (1943) tarafından geliştirilen yarı analitik analiz metotlarıdır. Argyis ve Kelsey (1960) virtuel iş prensibini kullanarak bir direkt yaklaşım metodu geliştirmiştir. Turner ve diğerleri (1956) bir üçgen eleman için rijitlik matrisini oluşturmuştur. "Sonlu Elemanlar" terimi ilk defa Clough (1960) tarafından çalışmasında telâffuz edilmiştir. Metodun üç- boyutlu problemlere uygulanması iki-boyutlu teoriden sonra kolayca gerçekleşmiştir (örneğin, Argyis (1964)).

İlk gerçek kabuk elemanlar aksenal simetrik elemanlar olup (Grafton ve Strome (1963)), bunları silindirik ve diğer kabuk elemanları izlemiştir (Gallagher (1969)). Araştırmacılar 1960'lı yılların başlarında non-lineer problemlerle ilgilenmeye başladılar. Turner ve diğerleri (1960) geometrik olarak non-lineer problemler için bir çözüm tekniği geliştirdi. Sonlu elemanlar metoduyla stabilite analizi ise ilk Martin (1965) tarafından tartışılmıştır. Statik problemlerin yanısıra dinamik problemlerde sonlu elemanlar metoduyla incelenmeye başlandı (Zienkiewicz ve diğerleri (1966) ve Koenig ve Davids (1969)). 1943 yılında Courant bölgesel sürekli lineer yaklaşım kullanarak bir burulma problemi için çözüm üretmiştir.

Yapı alanı dışındaki problemlerin sonlu elemanlar metoduyla çözümü 1960 'lı yıllarda başlamıştır. Örneğin Zienkiewicz ve Cheung (1965) sonlu elemanlar metodu ile Poisson denklemini çözmüştür. Doctors (1970) ise metodu potansiyel akışa uygulamıştır. Sonlu elemanlar metodu geliştirilerek ısı transferi, yeraltı sularının akışı, manyetik alan ve diğer bir çok alana uygulanmaktadır.

Genel amaçlı sonlu elemanlar paket programları 1970'li yıllardan itibaren ortaya çıkmaya başlamıştır. 1980'li yılların sonlarına doğru ise artık paket programlar mikro bilgisayarlarda kullanılmaya başlandı. 1990 yıllarının ortaları itibarıyla sonlu elemanlar metodu ve uygulamalarıyla ilgili yaklaşık olarak 40.000 makale ve kitap yayınlanmıştır [10].

### 3.4.3. Sonlu elemanlarla modelleme

#### 3.4.3.1. Genel olarak modelleme

Modelleme bir fiziksel yapı veya sürecin analitik veya sayısal olarak yeniden inşa edilmesidir. Sonlu elemanlar metodunda modelleme basitçe nod ve elemanlardan oluşan bir ağ yapısı hazırlamak değildir. Problemi gerekli şekilde modelleyebilmek için gerekli sayı ve tipteki elemana karar vermek ancak problemin fiziğinin iyi şekilde anlaşılmasıyla mümkündür. Kötü şekil verilmiş elemanlar ile hesaplanması istenilen büyüklüğün hesaplama alanı içindeki değişimini yansıtamayacak kadar büyük boyutlu elemanlar modellemede istenmez. Diğer yandan zaman ve bilgisayar olanaklarını boş yere harcamamıza neden olacak, gereksiz kadar çok sayıda elemanlardan oluşan bir modellemede istenmemektedir. Hesaplanması istenilen büyüklüğü ve hesaplama alanı içindeki değişimini yeterli doğrulukta verecek kadar sıklıkta bir eleman dağılımına ihtiyaç vardır. Hesaplanan değerlerin kabul edilebilir olup olmadıklarının kontrol edilmesi ayrı bir öneme sahiptir. Dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda kısaca belirtilecektir [10].

#### 3.4.3.2. Eleman seçimi

Sonlu elemanlar ile modelleme aşamasında, "eleman tipi (çubuk, kabuk. v.s). eleman şekli (dörtgen, üçgen) ve eleman sayısı ne olmalı?", "ara nodlu elemanlara ihtiyaç var mı?" gibi bir takım soruların cevaplanması gerekmektedir. Bu soruların cevabı ancak analiz edilen yapının ve seçilen eleman tiplerinin davranışı hakkında bilgi sahibi olunduktan sonra cevaplanabilir. Örneğin, gerilme analizinde yapının bir bölgesindeki gerilme durumunu en iyi yansıtan eleman tipi o bölge için seçilmelidir. Aşağıda bazı eleman tipleri ve bunların kullanılabileceği mühendislik problem tipleri haklarında bilgi verilmektedir [10].

### 3.4.3.3. Yükle

Tekil yükle mutlakla nod noktalarına uygulanmalıdır. Bu nedenle ağ yapısı tekil yüklelerin nodal noktalara uygulanmasını sağlayacak şekilde yapılandırılmalıdır. Klasik lineer teoriye göre bir noktaya tekil yük uygulandığı zaman, o noktada kiriş için sonlu bir deplasman ve gerilme değeri oluşur.

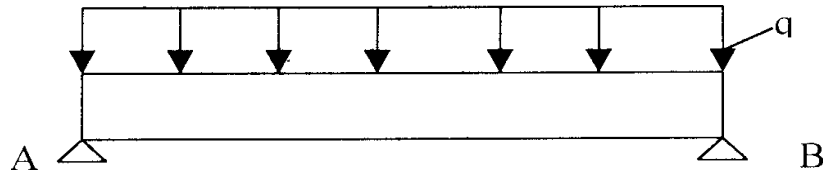
- levha için sonlu deplasman, sonsuz gerilme değeri oluşur,
- iki veya üç boyutlu geometrik cisim için ise sonsuz deplasman ve gerilme değeri oluşur.

Diğer yandan bir tekil yük malzemede o bölgede akmaya neden olacaktır. Lineer teori ise akmayı modellemez. Sonuç olarak tekil yükleler küçük alanlar üzerine dağıtılmış yüksek yoğunluklu yayıl yükleler olarak modellenebilir. Eğer tekil yük bir nod noktasına uygulanırsa sonsuz deplasman ve gerilme değerleri hesaplanmaz.

Bir tekil moment sadece öteleme serbestlik derecesine sahip bir noda uygulanamaz. Bu durumda tekil momentler eşlenik kuvvetler olarak temsil edilirler. Diğer yandan yayılı yükleler nod noktalarına tekil yükleler olarak uygulanırlar [10].

### 3.4.3.4. Sınır koşulları

Sınır koşulları yapıların mekaniğinde mesnet şartları olarak da isimlendirilmektedir. Sonlu eleman modellemelerinde sınır koşulları (mesnet şartları) sık sık yanlış veya eksik olarak tanımlanmaktadır. Modellemede sınır koşullarına gerekli özen daima gösterilmelidir. Her ne kadar yapılan hata küçük gibi görülse de, sonuçlar üzerindeki etkisi oldukça büyük olacaktır. Örneğin Şekil 3.19'da görülen ve iki ucu basit mesnetlenmiş kirişin sonlu elemanlar modelinde, elemanlar tarafsız ekseninden geçen çizgi üzerinde yer alırlar. Kiriş parçasının uçlarının yatay doğrultudaki hareketi sınırlandığı için, kiriş bu doğrultuda zorlanmaya maruz kalacaktır. Bu nedenle kirişin sonlu eleman modelinin uçları düşey bağlantılarla A ve B noktalarına bağlanır.



Şekil 3.19. İki ucu basit mesnetli kiriş

Sonlu elemanlar modelinde aktif olmayan serbestlik dereceleri çözüm işleminden önce sınırlandırılmalıdır. Bu sınırlandırılması gereken serbestlik derecesi modelin sınırdaki veya başka bir bölgesinde olabilir. Örneğin düzlem elemanlar nodlarında düzlem içinde iki doğrultudaki ötelemeye karşı direnç gösterirler. Fakat genel amaçlı bir sonlu elemanlar programı her bir noda üçü öteleme ve diğer üçü de dönme olmak üzere altı serbestlik derecesi atayacaktır. Rijitlik matrisinde tekillikleri önlemek amacıyla düzlem elemanlar için her noddaki üç dönme serbestliği ve eleman düzlemine dik doğrultudaki öteleme serbestliği kısıtlanmalıdır. Çünkü seçilen eleman tipi bu serbestlik dereceleri için direnç gösteremeyeceğinden, rijitlik matrisinde tekillikler oluşacak, bu da denklemlerin çözümünü zorlaştıracak veya imkansız hale getirecektir. Doğru bir modelleme için düzlem elemanların her bir nodu için üç serbestlik derecesi atanır. Sınır koşulları için ise yine sınırdaki yer alan nodlar için bu serbestlik derecelerinden bazılarının kısıtlanması gerekebilir.

Bazı durumlarda gerçek problem için sınır koşulları net olarak anlaşılır olmayabilir. Böyle durumlar için çözümün üst ve alt sınırlarını iki ayrı analizle saptamak fiziksel olarak daha anlamlı olabilir. Örneğin iki ucundan mesnetlenmiş üniform yüklü bir kirişin uçları dönmeye belli olmayan bir dereceye kadar kısıtlanmış olabilir. Böyle bir durum için kirişin uçları bir çözüm için basit mesnetli olarak kabul edilir, diğer bir analiz içinse tamamıyla tespit edilmiş olarak kabul edilerek problem çözülür: İki analizden elde edilen değerler aslında gerçek problem için alt ve üst sınırları göstermektedir [10].

### 3.4.3.5. Ayırıklaştırma ve dikkat edilmesi gerekli hususlar

Yazılımlarda genelde bir takım hatalar bulunabilir. Sonlu eleman paket programları oldukça büyük yazılımlar olup, devamlı düzeltmeler yapılmaktadır. Elde edilen hatalı sonuçlar için programı suçlamak kolay bir yol olmasına rağmen, hatalı sonuçlara genelde yanlış modellemeler neden olmaktadır. Doğru modelleme yapabilmek için ayırıklaştırma esnasında bir takım hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu hususlar aşağıda sıralanmaya çalışılmıştır.

- a. Sonlu elemanlar grid ağının mümkün olduğu kadar üniform olmasına dikkat edilmelidir. Fakat yüklemeye ve yapının davranışında hızlı değişimlerin görüldüğü bölgelerde daha sık bir ağ yapısı için üniformluğun bozulmasına müsaade edilebilir.
- b. Dört kenarlı elemanların üçgen elemana göre bir çok avantajı olması nedeniyle, dört kenarlı elemanlar daima üçgen elemanlara tercih edilmelidir. Fakat geometrinin ve/veya yüklemenin üçgen eleman gerektirdiği durumlarda bu kural bozulabilir.
- c. Deplasman analizi için gerilme analizinde kullanıldığı kadar sık ağ yapısına gerek yoktur.
- d. Geometride veya malzemede non-lineerliliği hesaba katan analizler için lineer analizlere kıyasla daha sık bir ağ yapısına ihtiyaç vardır.
- e. Titreşim nodlarının hesabı doğal frekansların hesabına kıyasla daha sık ağ yapısı gerektirmektedir.
- f. Nodların numaralandırılması mümkün olduğu kadar büyük deplasman bölgelerinden küçük deplasman bölgelerine doğru yapılmalıdır. Fakat genelde sonlu eleman paket programlarında sonuçlar numaralandırmadan etkilenmezler
- g. Eğrisel yüzeylerin düzlemsel elemanlar ile tarif edilmesi durumunda yüzey normali etrafındaki dönme serbestliği kaldırılmalıdır. Aksi takdirde kötü koşullu bir matrisle uğraşılması gerekecektir.
- h. Elemanların kenar uzunluk oranları (aspect ratio) eleman tipleri arasında değişiklik gösterse de, uzunluk oranı deplasman hesapları için 10'un altında, gerilme hesapları için ise 5'in altında kalmalıdır.
- i. Yüksek mertebeden elemanlar için ara nodların dağılımı mümkün olduğu kadar üniform olmalıdır.

- j. Sonlu eleman hesaplarının ilk kontrolü için yüklerin, kuvvetlerin ve reaksiyonların dengesinin kontrol edilmesi tavsiye edilmektedir.
- k. Eğer analiz edilen yapı ve yükleme simetrik ise, hesaplamalarda bu avantaj kullanılmalıdır. Yani analiz için yapının yarısı veya dörtte biri modelleme için kullanılabilir. Fakat burkulma ve özdeğer problemlerinde dikkatli olunması gerekir. Çünkü anti-simetrik nodlar bu problemler için önemli olabilir.
- l. Yüksek frekanslı tepkisel değerlerin önemli olmadığı dinamik analizler için statik analizde kullanılan benzer bir ağ yapısı yeterli olacaktır.
- m. Transient dinamik analizlerde eleman boyu, zaman adımı, integrasyon metodu ve pulse süresi uyumlu olmalıdır.
- n. Yüksek uzunluk oranlı dörtgen elemanlar, büyük açılı üçgen eleman gibi elemanlardan mümkün olduğu kadar sakınılması gerekmektedir.
- o. Yakınsaklık analizinde orijinal mesh kullanılarak ağ sıkılaştırılmalıdır. Eğer farklı bir mesh kullanılırsa yakınsaklık analizine tekrar başlamak gerekecektir.
- p. Yüksek ve düşük mertebeden elemanların birbirine bağlanması gerilmelerde düzensizliklere neden olacaktır.
- q. Eleman boyutlarında hızlı değişiklikler mümkün olduğu kadar minimize edilmelidir.
- r. Anisotropik malzemeler için Poisson oranı açıkça tanımlanmalıdır. Ayrıca  $\nu$ ,  $E$  ve  $G$  değerlerinin teorik limitlerinin aşılmaması kontrol edilmelidir.
- s. Kompleks yapıların sonlu elemanlar metoduyla analizinde, tüm yapı göreceli olarak kaba bir ağ yapısıyla analiz edilir. Bu analiz sonuçları yapı içinde detaylı bilgi sahibi olmak istediğimiz bölge için sınır koşulu olarak kullanılarak, bu bölge daha sıkı bir ağ yapısı ile analiz edilebilir [10].

#### **3.4.3.6. Sonlu eleman program kullanıcısının sorumlulukları**

Günümüzde ticari sonlu eleman paket programları son derece yaygınlaşmıştır. Tecrübesiz bir kullanıcı bile bir takım sonuçlar üretip, son derece cazip grafikler hazırlayabilir. Örneğin bir gerilme analizi için sonlu eleman modeli iyide olsa, kötüde olsa ehliyetsiz bir kullanıcı bile kolaylıkla gerilme konturları üretebilir. Kötü bir ağ yapısı, kötü seçilmiş eleman tipleri, doğru olmayan yükleme şekliyle yaratılan

modeller bile dikkatsizce yapılan bir kontrolde gözden kaçabilecek uygunlukta sonuçlar verebilir.

Ehliyetli bir kullanıcı ancak mevcut problemin fiziğini anladıktan sonra uygun bir modellemeye gidebilir ve sonuçları yorumlayabilir. Kullanıcı aynı zamanda yarattığı modelin yükleme altında nasıl davranacağını öngörebilmelidir. Gerilme analizinde uzmanlaşmış olmak, örneğin manyetik alan problemlerinin çözümünde yeterli olmak anlamına gelmemektedir. Elde edilen çözümlerdeki yanlışlıklar yazılımdaki hatadan kaynaklansa bile sonuçların sorumluluğu programcıya değil, kullanıcıya aittir [10].

## **BÖLÜM 4. MODELLEME VE DENEYSEL ÇALIŞMALAR**

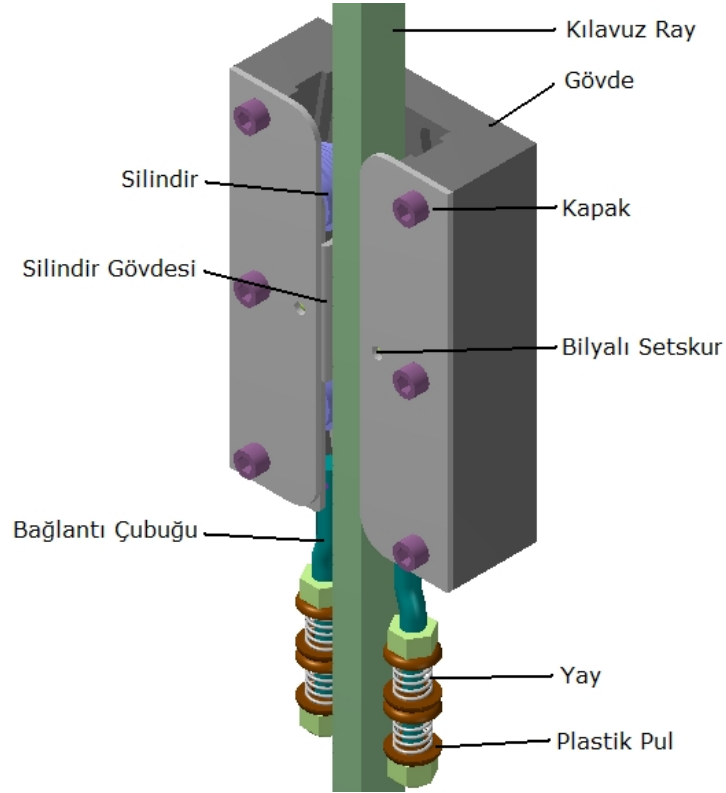
### **4.1. Modelleme**

Günümüzde birkaç paraşüt fren tertibatı çeşidi kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın olanları ani tip paraşüt fren tertibatlarıdır. Bu bölümde mevcut paraşüt fren tertibatları üzerinde geliştirme yapılarak yeni bir tasarım meydana getirilmiştir. Burada en önemli geliştirme frenin yaratacağı ani frenleme ivmesini mümkün olduğunca küçültecek bir tasarım geliştirmektir. Fren ivmesini küçültmek için en önemli geliştirme silindirlerin yapısında yapılmıştır.

#### **4.1.1. Paraşüt Frenin Kısımları**

Paraşüt frenin kısımları Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

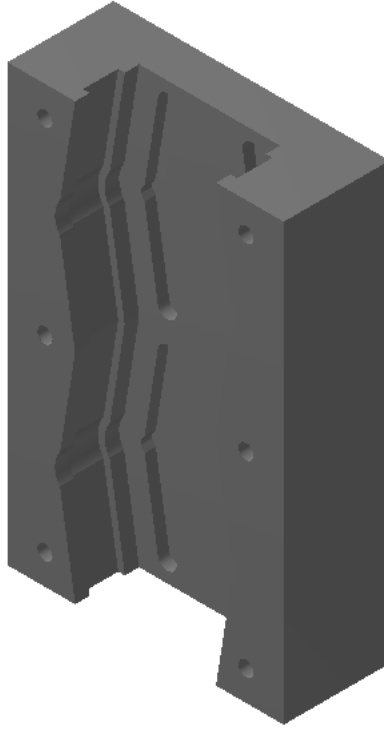




Şekil 4.1. Paraşüt freninin kısımları

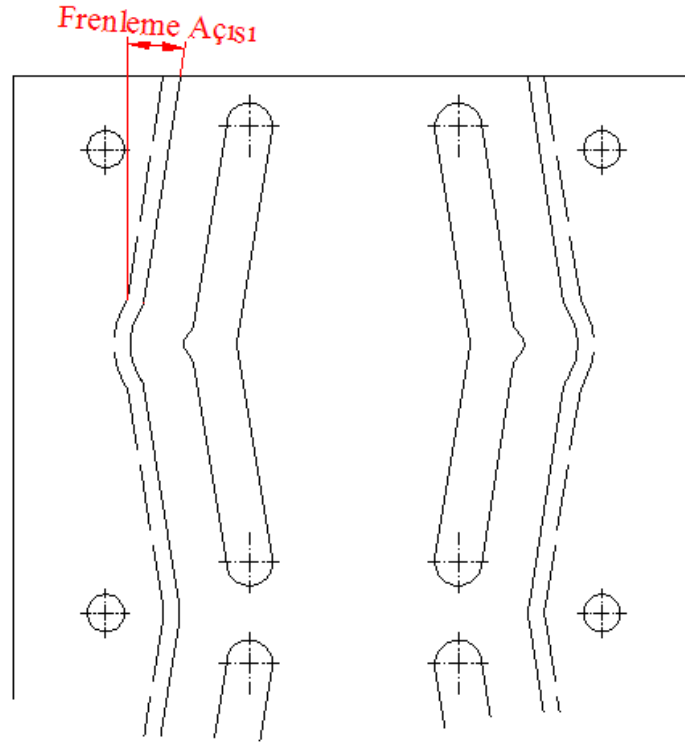
#### 4.1.1.1. Gövde

Paraşüt frenin en önemli kısmı gövdesidir. Frenleme esnasında silindirler kılavuz ray ile gövde arasına sıkışarak asansörü durdurduğu için en fazla güç gelen kısımdır. Sistemin asansör kabineye bağlantısı da bu parça üzerinden yapılır. Genelde 1040 (CK40) sıcak çekme malzemedan imal edilir. Malzemenin içinde çentik etkisi yaratabilecek boşluk olmaması için yalnızca talaşlı imalat ile üretilir. Şekil 4.2.'de gövde tasarımı gösterilmiştir.



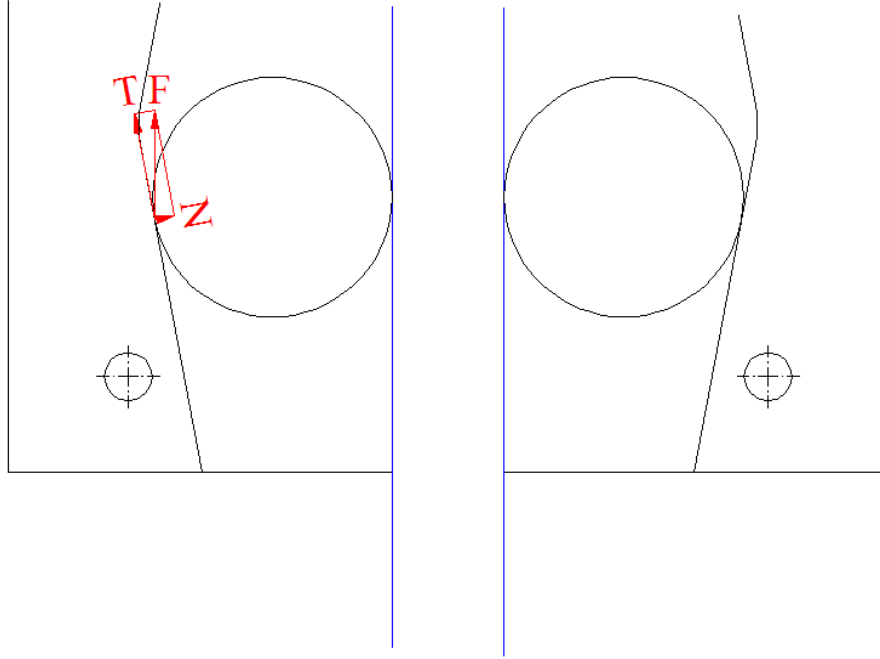
Şekil 4.2. Gövde

Gövdedeki frenleme açısı fren süresi, ivmesi ve parçalara etkiyen yükleri belirleyen en önemli unsurdur. Fren açısının artması fren süresini azaltır, fren ivmesini artırır ve durma mesafesini kısaltır. Fren açısının artması durumunda frenin gövdesine etkiyen yükler artmaktadır. Bu da olumsuzluklara neden olabilir. Bu sebeplerden dolayı frenleme açısı belirlenirken tüm bunlar göz önüne alınmalıdır.



Şekil 4.3. Frenleme açısı

Bu tasarımda frenleme açısı piyasada kullanılan yaygın paraşüt fren tertibatlarına nazaran daha az alınmıştır. Bunun nedeni ise silindirlere daha fazla yük gelmesi sağlanarak, oluşacak deformasyonların gövdeden çok silindirde olmasını sağlamaktır. Buna ek olarak silindir sayısı da artırılarak hem gövdeye gelen yükün dört farklı noktadan gövdeye etkimesi sağlanmış, hem de silindir başına gelen yük de dörde bölünerek çok büyük deformasyondan korumuştur. Bu tasarımda frenleme açısı  $9,2^\circ$  olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Gövdeye gelen kuvvet ve bileşenleri

Şekil 4.4.'te görülen; F: Asansör ağırlığından kaynaklanan kuvvettir. T: F kuvvetinin bileşeni olan teğetsel kuvvettir. N: F kuvvetinin bileşeni olan normal kuvvettir. Burada görüldüğü gibi fren açısı arttıkça teğetsel kuvvet artar ve normal kuvvet azalır. Normal kuvvet azaldıkça gövdeye uygulanan esnetme yönündeki kuvvet azalmış olacaktır. Bu kuvvetler (4.1) ve (4.2) formülleri ile hesaplanabilir. Böylece fren açısına karar verilirken bu formüllerden faydalanılabilir.

$$T=F.\cos\alpha \quad (4.1)$$

$$N=F.\sin\alpha \quad (4.2)$$

Bu formüllerden faydalanarak mevcut tasarıma etkiyen kuvvetleri hesaplırsak;

Veriler:

Frenleme açısı=  $9,2^\circ$

Kabin ağırlığı = 1500kg.

Yolcu ağırlığı (10 Yolcu) =  $10 \times 80\text{kg.} = 800\text{kg.}$

Toplam Yük = 2300kg.

Her asansörde 2 paraşüt fren tertibatı, her paraşüt fren tertibatında da 4 silindir olduğunu göz önüne alırsak F kuvveti Toplam yükün 8 de 1'idir. Öyleyse;

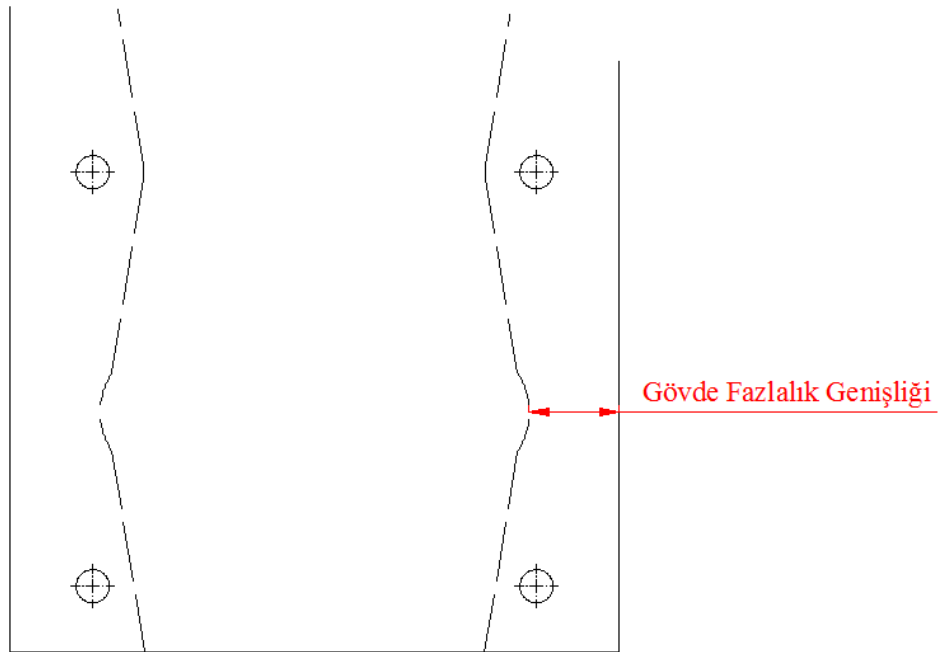
$F = 287,5 \text{ kg}$ . dır.

$$T = F \cdot \cos \alpha = 287,5 \cdot \cos 9,2^\circ \quad T = 283,80 \text{ kg.}$$

$$N = F \cdot \sin \alpha = 287,5 \cdot \sin 9,2^\circ \quad N = 45,97 \text{ kg.}$$

Çıkan sonuçlardan da görüldüğü gibi bu tasarımda gövdeye gelen yük çok düşük miktarda olacaktır.

Gövde fazlalık genişliği, gövdenin esneme ve kaymalı fren gibi davranma özelliğini belirler. Bu değer azaldıkça esneme özelliği artar ve bu da fren ivmesini azaltır. Bu değer artması durumunda ise fren rijitleşir ve esneme özelliği kalmaz.

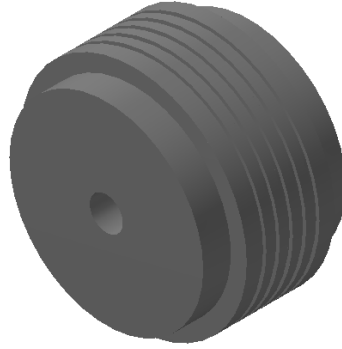


Şekil 4.5. Gövde fazlalık genişliği

Bu tasarımda gövde fazlalık genişliği 21mm olarak belirlenmiştir.

#### 4.1.1.2. Silindirler

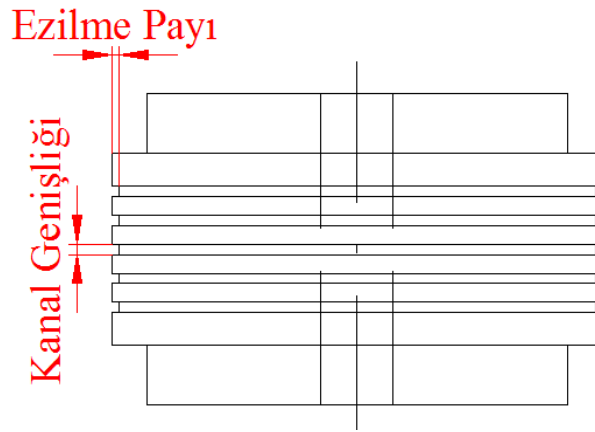
Gövde ve kılavuz ray arasına sıkışarak asansörün durmasını sağlayan paraşüt fren tertibatı elemanıdır. Sürtünmeye karşı direnci yüksek, sıcak çekme malzemedен imal edilir. Genelde 2379 sıcak çekme çubuktan talaşlı imalat ile üretilir. Silindir gövdesi parçasına bir pim ile bağlanmıştır ve silindir gövdesi ile birlikte hareket eder. Şekil 4.6.'te silindir tasarımı gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Silindir

Genelde paraşüt fren tertibatında kullanılan silindirler düz formlu yada aksenel yönde kanallı olarak tasarlanmaktadır. Bu da fren ivmesini artırmakta ve durma mesafesini düşürmektedir. Ancak bu durumda da yolcu sağlığı problemi ön plana çıkmaktadır. Ayrıca Düz formlu olan silindir frenleme anında çok az deformasyona maruz kalmakta ve tüm deformasyon gövde de oluşmaktadır. Bunun yerine bu tasarımda silindir parçasına boylamasına kanallar açılarak frenleme ivmesinin düşürülmesi ve silindir parçasının deformasyona uğraması hedeflenmiştir.

Genel olarak kullanılan paraşüt fren tertibatlarında silindirler ısıtım işlemi ile sertleştirilerek deformasyondan korunmuşlardır. Bu tasarımda ise bunun aksine silindir parçasının bir miktar deformasyona uğraması için ısıtım işlemi uygulanmayacaktır.



Şekil 4.7. Silindir formu

#### 4.1.1.3 Kılavuz Raylar

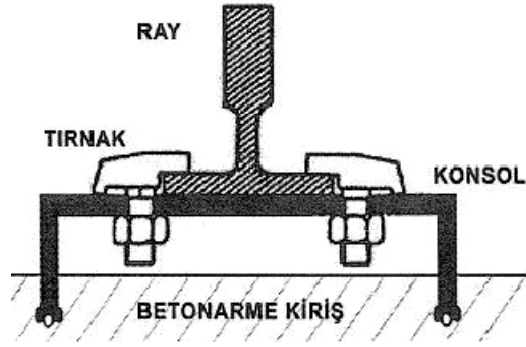
Asansör kılavuz raylarının iki ana görevi vardır:

- Kuyu içinde kabini ve karşı ağırlığı seyir süresince kılavuzlamak ve yatay hareketlerini en aza indirmek,
- İstenmeyen bir durum karşısında güvenlik tertibatının çalışmasıyla kabini ve karşı ağırlığı durdurmaktır.

Rayların kabin ve karşı ağırlığın düşey doğrultularını koruması, dönmelerini engellemesi, kapı ile kabin, kabin ile karşı ağırlık ya da kabin ile piston arasındaki mesafeyi devamlı olarak sabit tutarak koruması gerekir.

Kılavuz ray en alt uçta kuyu içinde desteklenmeli ve bütün bir ray boyunca destekler belli aralıklarla yerleştirilmelidir. Destekler bağlantıları ve destek duvarları yatay kuvvetleri dengeleyecek düzeyde olmalıdır [11].

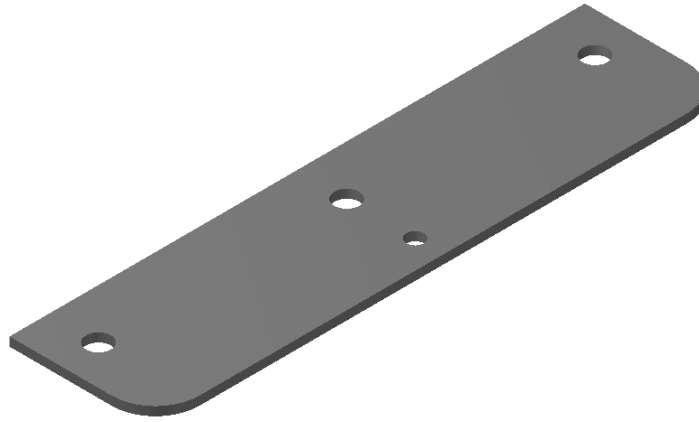
Ray, sabitlemesi Şekil 4.8.'te gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Kılavuz ray montajı [11]

#### 4.1.1.4. Kapak

Tek görevi silindir gövdesinin yerinden çıkmasını engellemek ve yabancı cisimlerin içeri girmesini engellemektir. Genelde 3mm. kalınlığındaki CK40 gibi düşük karbonlu sacdan imal edilir. İmalatı basit bir kesme kalıbı ile ya da lazer kesim tezgahı ile yapılır. Şekil 4.9.'te kapak tasarımı gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Kapak

#### 4.1.1.5. Bilyalı setskur

Silindir gövdesine sabitlenmiş bir parçadır. Ucundaki bilyası kapaktaki deliğe geçerek, fren sistemi çalışmaz konumdayken titreşimden dolayı sistemin yanlışlıkla çalışmasını önler. Sistemin yanlışlıkla devreye girmesini önleyen önemli bir parçadır. Şekil 4.10.'da Bilyalı setskur tasarımı gösterilmiştir.

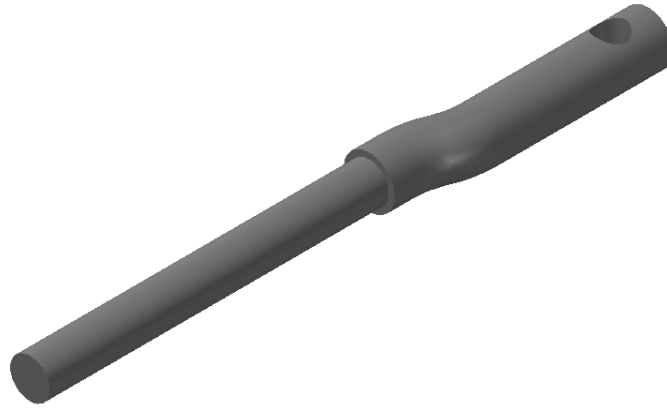




Şekil 4.10. Bilyalı setskur

#### 4.1.1.6. Bağlantı çubuğu

Bir ucu silindir gövdesine, diğer ucu da regülatörün halatından hareketi alan iletim parçasına bağlıdır. Temel görevi freni aktif duruma geçirmektir. Kilitlenmede bağlantı çubuğu asansörün hız sınırını aştığı yöne bağlı olarak (aşağı ya da yukarı ) çekilir ya da itilir. Bağlantı çubuğu da silindir gövdesini çekerek, silindirlerin kılavuz ray ile gövdenin arasına sıkışmasını sağlar. Şekil 4.11.'da bağlantı çubuğu tasarımı gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Bağlantı çubuğu

#### 4.1.1.7. Yay

Bağlantı çubuğuna hareketin çok ani geçmesini önlemektedir. Hareketin çok ani geçmesi durumunda, ani gerilmeler sisteme zarar verebilmektedir.

#### 4.1.1.8. Plastik pul

Yay ve somunları korumaya yarayan parçadır. Bir diğer amacı da titreşimleri absorbe ederek yay ve hareket iletim parçasını yorulma etkisinden korumaktır.

#### 4.1.2. Paraşüt fren tertibatını oluşturan parçaların malzeme özellikleri

##### 4.1.2.1. 1040 Malzeme Özellikleri

Tablo 4.1 ve Tablo 4.2’de 1040 malzemenin fiziksel özellikleri ve kimyasal kompozisyonu verilmiştir.

Tablo 4.1 1040 Malzeme fiziksel özellikleri

	Miktar	Birim
Yoğunluk	7.845	g/cm <sup>3</sup>
Sertlik	149	Brinell
Kopma Dayanımı	525	Mpa
Elastik Modülü	200	Gpa

Tablo 4.2 1040 Malzeme kimyasal özellikleri

Element	Sembol	Miktar	Birim
Karbon	C	0.370 - 0.440	%
Demir	F	98.6 - 99.0	%
Mangan	Mn	0.60 - 0.90	%
Fosfor	P	<= 0.040	%
Sülfür	S	<= 0.050	%

##### 4.1.2.2. 2379 Malzeme Özellikleri

Tablo 4.3 ve Tablo 4.4’de 2379 malzemenin fiziksel özellikleri ve kimyasal kompozisyonu verilmiştir.

Tablo 4.3 2379 Malzeme fiziksel özellikleri

	Miktar	Birim
Yoğunluk	7.67	g/cm <sup>3</sup>
Sertlik	210	Brinell
Kopma Dayanımı	1650	Mpa
Elastik Modülü	200	Gpa

Tablo 4.4 2379 Malzeme kimyasal özellikleri

Element	Sembol	Miktar	Birim
Karbon	C	1.55	%
Demir	F	84.3	%
Krom	Cr	11.8	%
Moliplen	Mo	0.8	%
Vanadyum	V	0.8	%
Silikon	Si	0.3	%

#### 4.1.3. Tasarım Esasları

Her tasarımda olduğu gibi paraşüt fren tertibatı tasarımında da birçok sınır şartı vardır. Bu sınır şartlarını belirleyen en önemli unsurlar TS EN 81-1, maliyet ve pazarda oluşan genel kurallardır.

##### 4.1.3.1. TS EN 81-1 föyünün getirdiği sınırlamalar

- Güvenlik tertibatı tercihen kabinin alt kısmına yerleştirilmelidir.
- Kılavuz raylarda frenlemeli ve sabit tutmalıdır.
- Ani frenlemeli tampon etkili güvenlik tertibatı 1 m/s' yi aşmayan beyan hızlarında kullanılabilir.
- Ani frenlemeli güvenlik tertibatı 0,63 m/s' yi aşmayan beyan hızlarında kullanılabilir.
- Güvenlik tertibatının elektrik, hidrolik veya pnömatik esasla çalışan cihazlarla çalıştırılması yasaktır.
- Kaymalı güvenlik tertibatında, beyan yükü ile yüklü kabin serbest düşme durumundan frenlenirken ortalama frenleme ivmesi, 0,2 gn ile 1 gn arasında olmalıdır.

- Yakalama çeneleri veya güvenlik tertibatı bloklarının kılavuz paten olarak kullanılmaları yasaktır. [12]

Bunlara ek olarak TS1812 föyünde asansör parçaları ile ilgili emniyet katsayıları da Tablo 4.5' de belirtilmiştir.

Tablo 4.5 Asansör Genel Emniyet Katsayıları [13]

MALZEME	EMNİYET KATSAYISI
Kabin Döşemesi (Ahşaptan Yapılmış İse)	8
Makine Elemanları (Dövme Çelik)	8
Makine Elemanları (Demir, çelik veya başka malzeme)	10

Tablo 4.5' göz önünde alındığında alınabilecek en uygun emniyet kat sayısı değeri 10'dur.

#### 4.1.3.2. Maliyet

Her tasarlanan ürünün amacı, üretimin ardından satış olduğu için maliyet her zaman göz önünde bulundurulması gereken önemli bir unsurdur. Ortaya çıkan tasarımın üretim maliyetinin piyasadaki emsallerine göre çok daha fazla olması durumunda pazarda kendine yer bulamayacaktır. Bununla birlikte ürün bulundurması gereken özellikleri taşımaması durumunda da maliyetinin düşüklüğü bir anlam ifade etmeyecektir. Bu tasarımda da bunlar göz önünde bulundurulacaktır.

#### 4.1.3.3. Pazarda oluşan genel kurallar

Birçok ürün piyasada geliştirilmiş ve zaman içerisinde bir standarda bağlanmıştır. Paraşüt fren tertibatı da piyasada geliştirilmiş ve kullanılmakta olan bir asansör güvenlik tertibatıdır. TSE genel özelliklerini sınırlandırmıştır fakat kullanılacak malzeme, şekil ve boyutlarla ilgili bir sınırlandırma getirmemiştir. Ancak bu konularda piyasa da belirli şartlar vardır. Boyutsal olarak tüm asansörlerde paraşüt fren tertibatı için ayrılan yer birbirine çok yakındır. Şekil ve çalışma sistemi de

piyasa da genel kabul gören biçimlerde olmalıdır. Aksi takdirde piyasada kabul görme ihtimali çok düşüktür. Çünkü farklı biçimde ya da boyuttaki güvenlik tertibatı monte edilebilecek bir asansör üretmek gerekmektedir. Buda asansör imalatçılarının tümünün aynı anda farklı bir asansör imalatına geçmesini gerektirmektedir ki bu da imkânsıza yakındır. Bu nedenler sebebi ile fren tertibatımızın piyasada genel kabul gören ebat ve şekilde olması gerekmektedir. Şekil 4.12.'de paraşüt fren montajı gösterilmiştir.

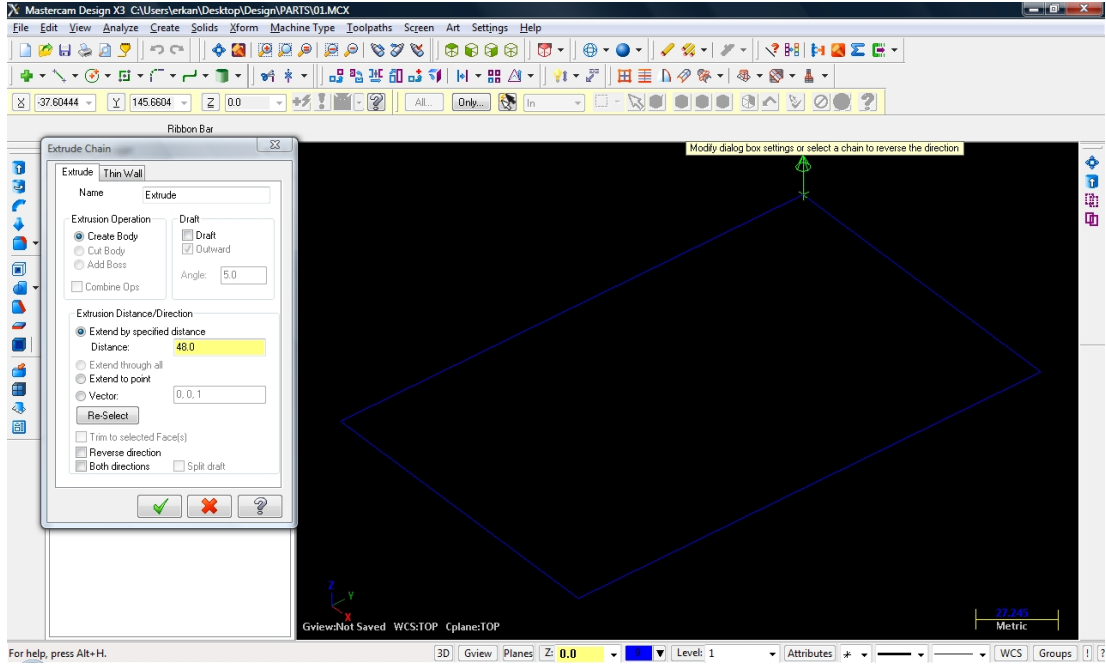


Şekil 4.12. Paraşüt fren montajı[14]

Şekil 4.12' de de görülen piyasada kullanılan fren gövdesi ebadı yaklaşık olarak 200mm. X 130mm. X 50mm. olmalıdır.

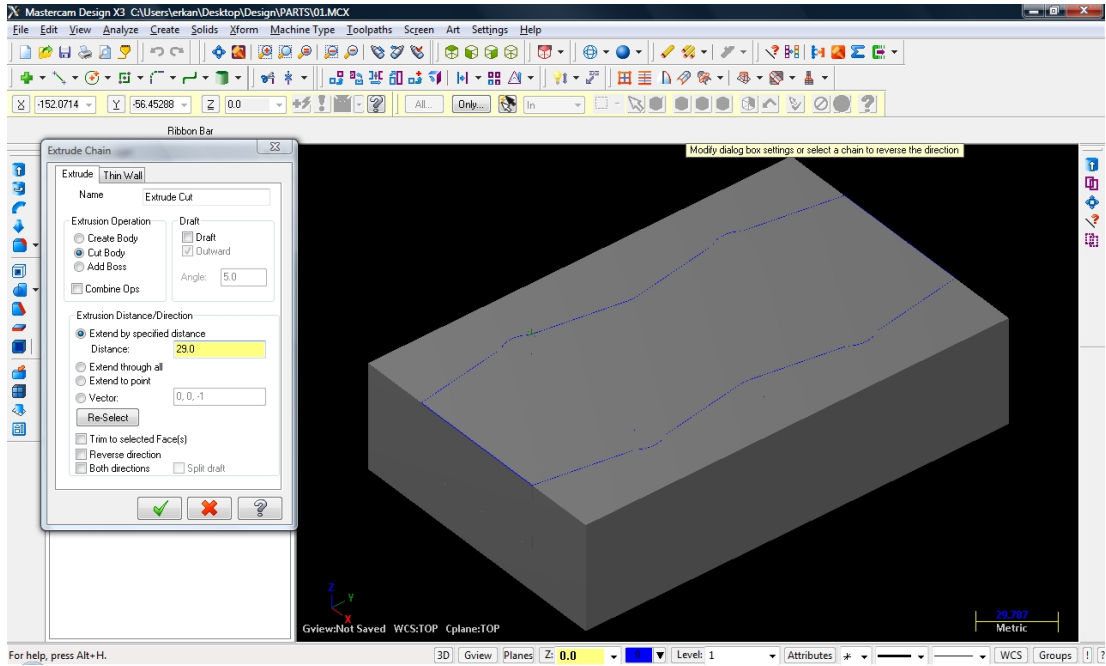
#### 4.1.4. Tasarım

Sınır şartları göz önüne alınarak Mastercam X3 programı kullanılarak tasarıma başlandı. Öncelikli olarak sistemin en önemli parçası olan gövde tasarlandı. Öncelikli olarak ana kütük extrude komutu ile oluşturuldu (Şekil 4.13.).

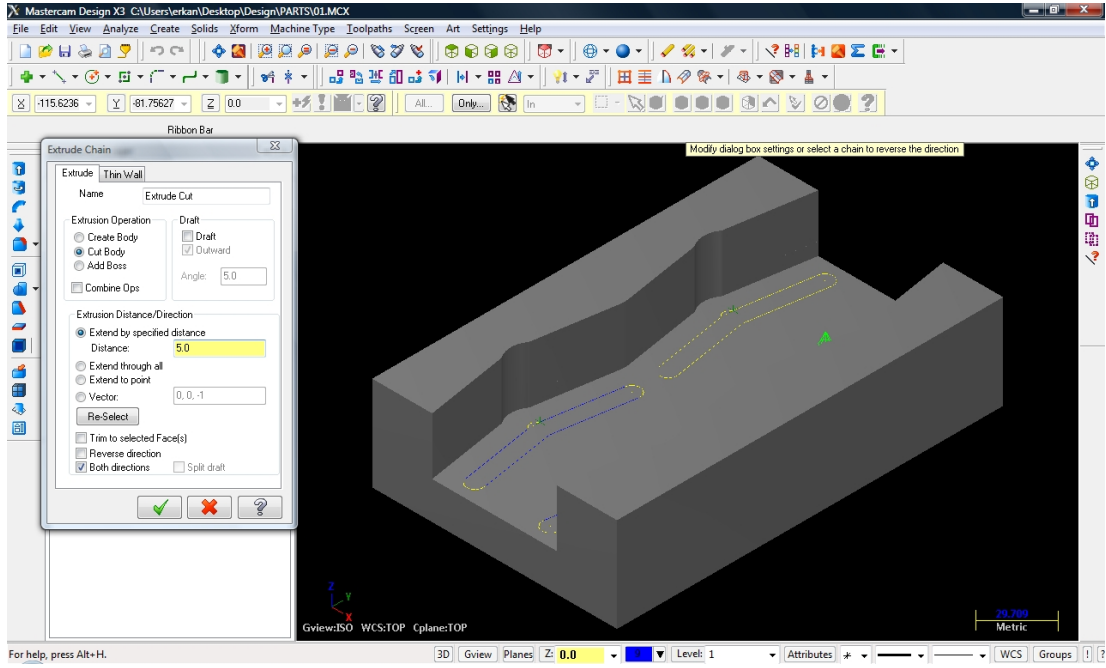


Şekil 4.13. Gövde extrude

Sonrasında orta bölgedeki boşaltma yine extrude komutu ile boşaltıldı (Şekil 4.14). Şekil 4.15.'de de kanal boşaltma işlemi sonucu görülmektedir.

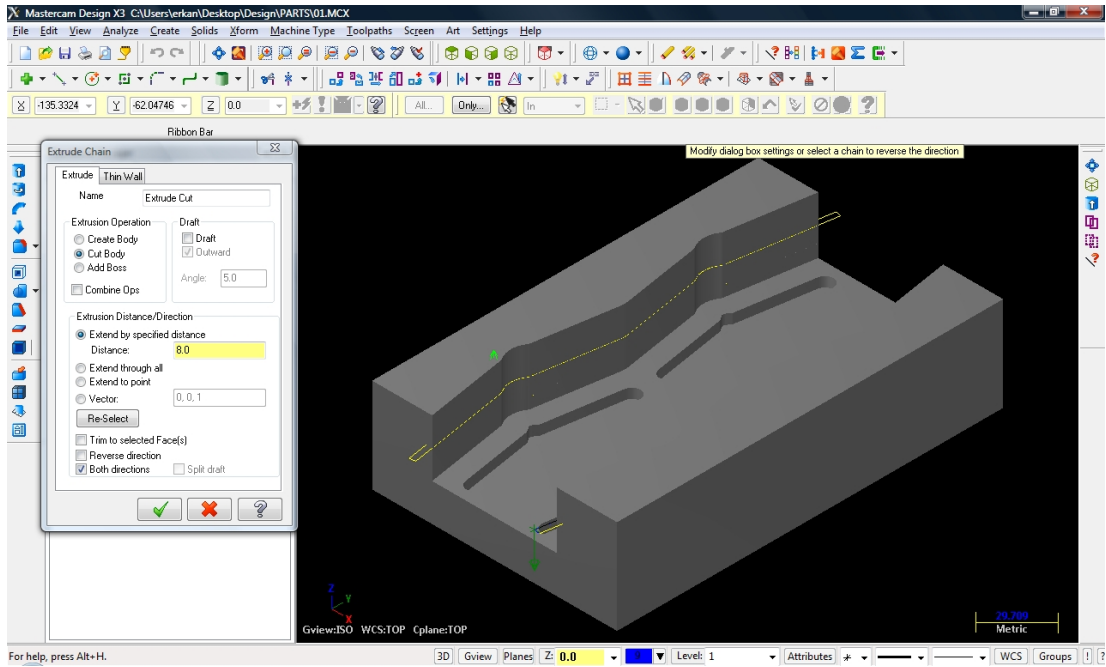


Şekil 4.14. Orta bölge boşaltma



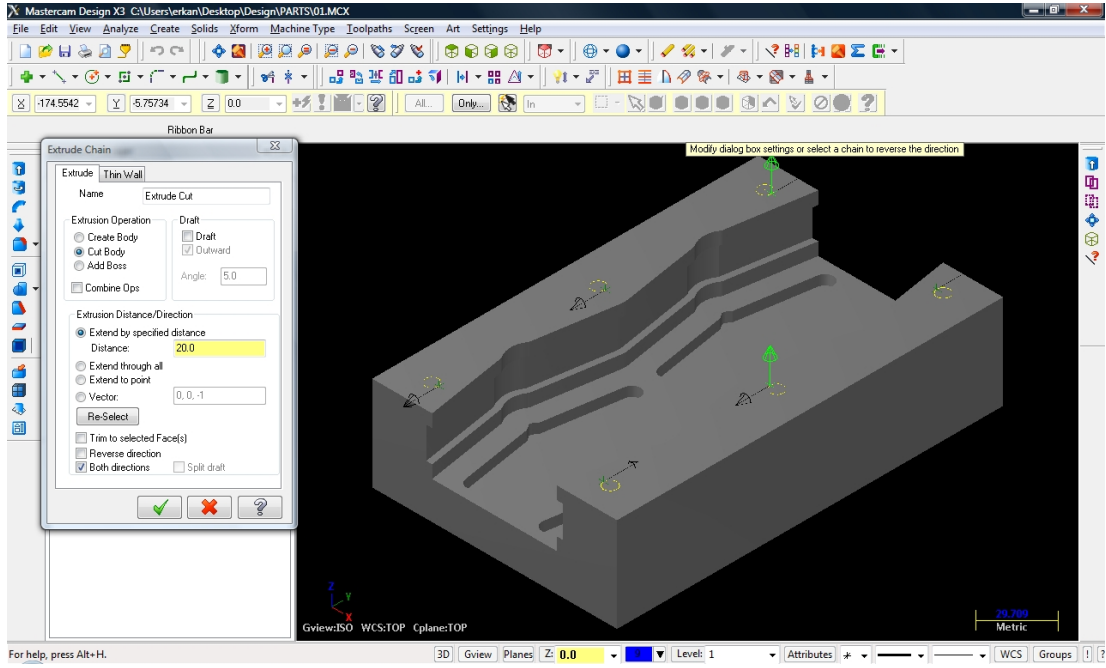
Şekil 4.15. Kanal boşaltma

Şekil 4.16.'de kademe boşaltma işleminin sonucu görülmektedir.



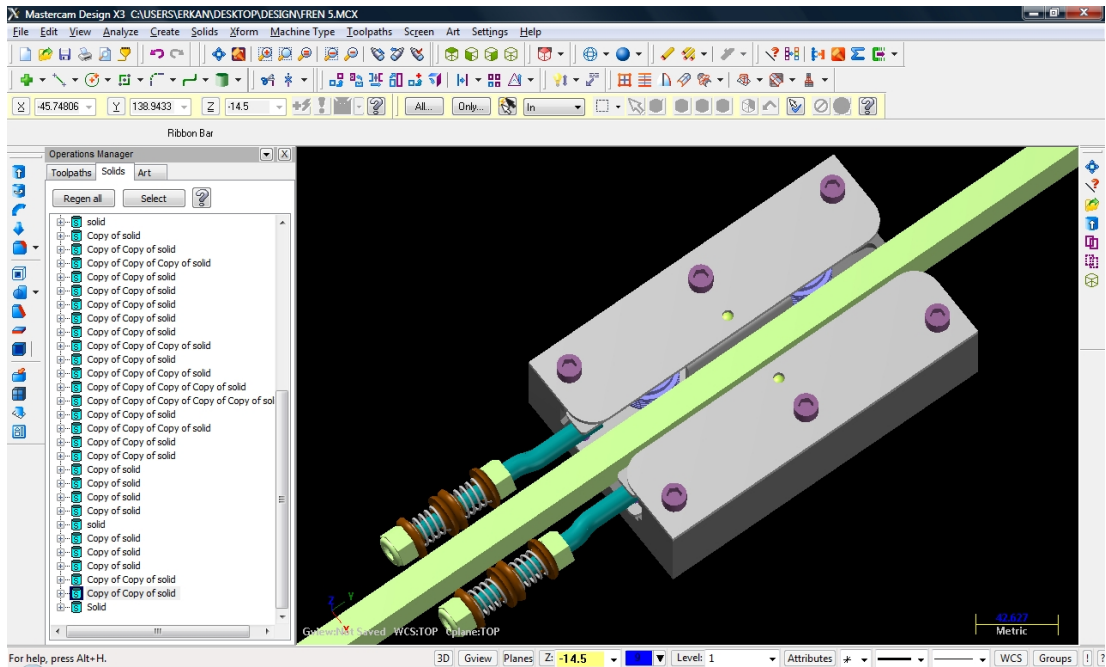
Şekil 4.16. Kademe boşaltma

Şekil 4.17.'te delik delme işleminin sonucu görülmektedir.



Şekil 4.17. Delik delme

Gövde parçasının oluşturulmasının ardından yine benzer aşamalardan geçilerek diğer parçalar oluşturuldu ve tasarım tamamlandı (Şekil 4.18.).



Şekil 4.18. Mastercam X3 ile yapılan tasarım

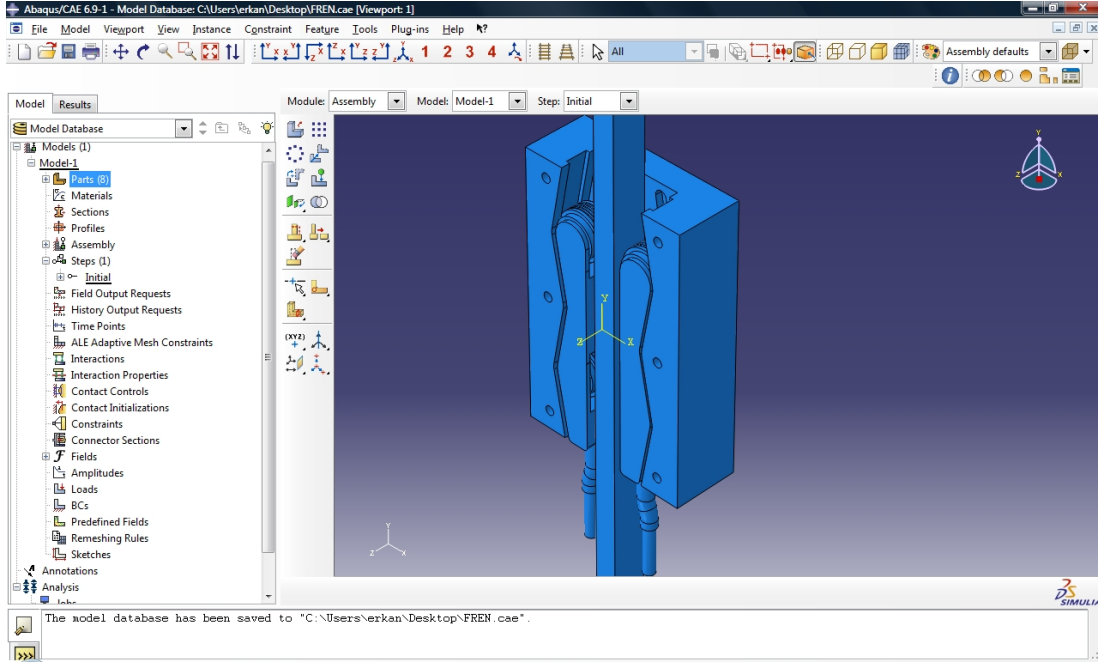


## 4.2. Deneysel Çalışmalar

Geliştirilen tasarımın istenen özellikleri taşıyıp taşımadığını ve kullanılabilirliğini anlayabilmek için öncelikli olarak bilgisayar ortamında analizinin yapılması gerekmektedir. Bilgisayar ortamında yapılan analizde herhangi bir problem gözlenmesi durumunda tasarım basamağına dönülerek gerekli geliştirme yapılmalıdır. Bu sayede ürün geliştirme maliyeti minimuma indirgenmiş olacaktır. En son olarak da, geliştirilen tasarımın bir prototipi üretilerek gerçek ortamda test edilmesi gerekmektedir. Çünkü ne kadar doğru verilerle ve şartlarla analiz yapılırsa yapılsın, tam olarak gerçek ortamda ki sonuçlar elde edilemez. Çok çok küçük de olsa fark olabilir. Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada tasarımın önce Abaqus programında analizi yapılmış ve doğruluğunun tespitinin ardından da bir prototip üretilerek gerçek ortamda test edilmiştir.

### 4.2.1. Tasarımın Analizi

Analiz işlemi Abaqus 6.9-1 programı ile yapılmıştır. Bunun için Mastercam X3 programında yapılan tasarım SAT dosya formatına çevirilmiş ve Abaqus 6.9-1 programına import edilmiştir (Şekil 4.19.).



Şekil 4.19. Import edilmiş model

#### 4.2.1.1. Malzeme tanımlama

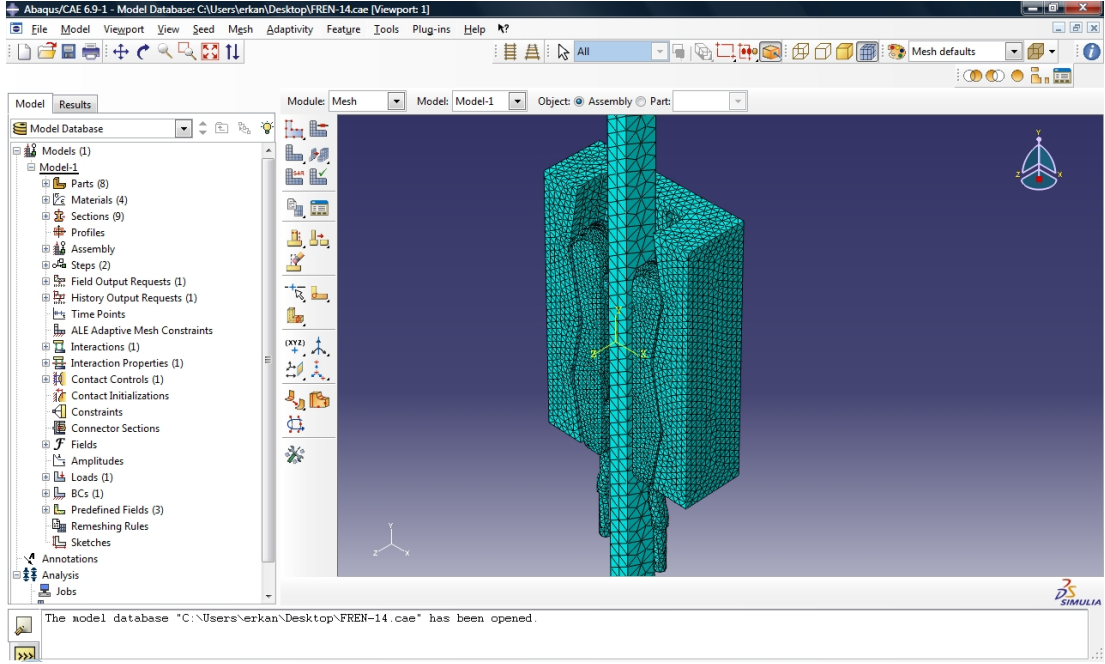
Malzemeler ve özellikleri Tablo 4.6' deki gibi seçilmiştir. Piyasada fren tertibatı imalatında genel olarak kullanılan ve maliyet açısından en uygun malzemeler seçilmiştir.

Tablo 4.6 Seçilen Malzemeler ve Özellikleri

PARÇA ADI	SEÇİLEN MALZEME	ELASTİK MODÜLÜ (N/mm <sup>2</sup> )	DARBE KATSAYISI	YOĞUNLUK (kg/m <sup>3</sup> )
Gövde	1040	201 X 10 <sup>5</sup>	3	7850
Silindir	2379	200 X 10 <sup>5</sup>	3	8700
Kılavuz Ray	1040	201 X 10 <sup>5</sup>	3	7850
Bağlantı Çubuğu	1040	201 X 10 <sup>5</sup>	3	7850
Silindir Gövdesi	1040	201 X 10 <sup>5</sup>	3	7850

#### 4.2.1.2. Mesh

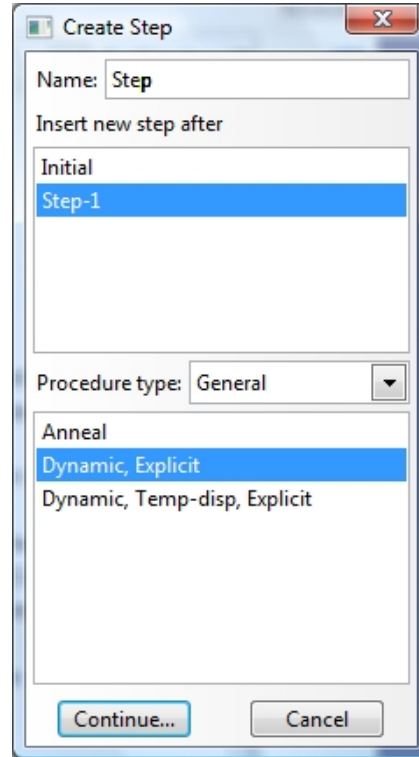
Tüm parçalara malzeme ve hacim tanımlanmasının ardından mesh işlemine geçilmiştir. Parçalar, analiz süresi de göz önünde bulunularak mümkün olduğu kadar küçük mesh edilmiştir (Şekil 4.20.).



Şekil 4.20. Mesh edilmiş model

#### 4.2.1.3. Analiz tipi seçimi

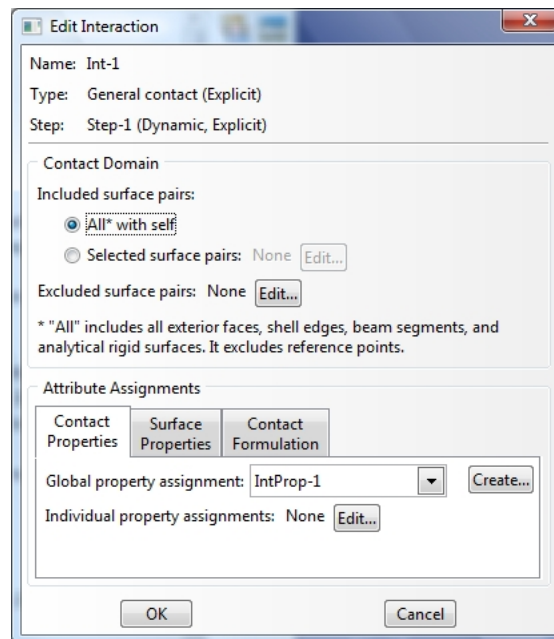
Mesh işleminin ardından yapılacak analizin tipi seçilmiştir (Şekil 4.21.). Frenleme dinamik bir süreç olduğu için Abaqus 6.9-1 programında analiz tipi olarak explicit dynamic seçilmiştir.



Şekil 4.21. Analiz tipi seçimi

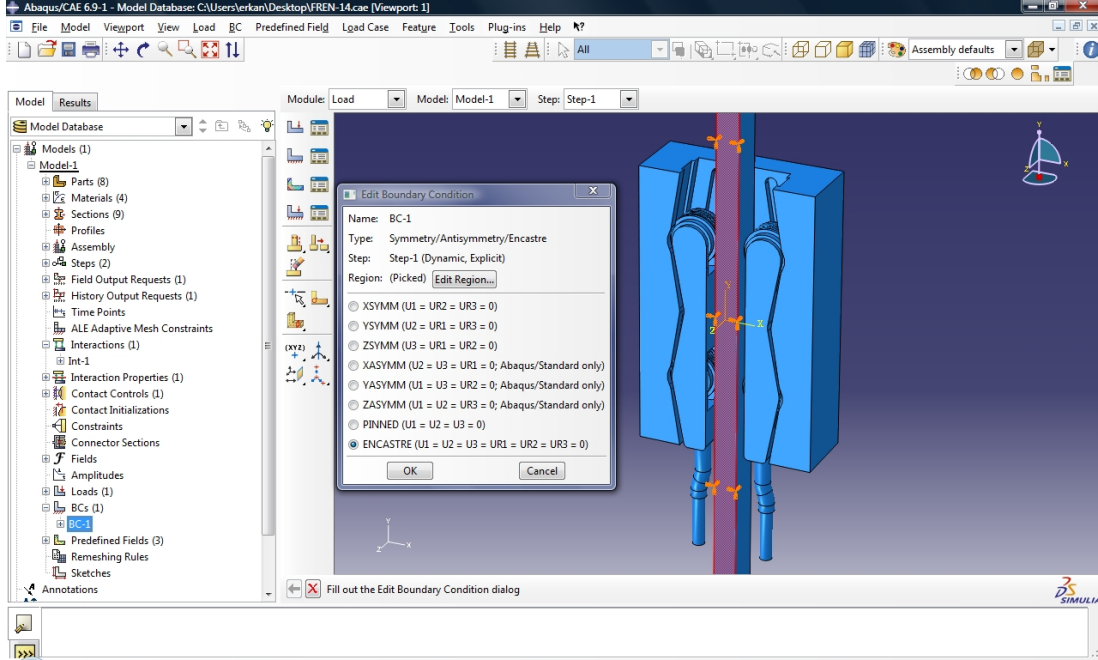
#### 4.2.1.4. Parçalar arası etkileşim seçimi

Etkileşim adımında general contact seçilmiştir (Şekil 4.22.).



Şekil 4.22. General contact

Sabitlenmede ise kılavuz rayın sabit olması gerektiği için kılavuz rayın ön yüzeyi sabitlenmiştir (Şekil 4.23.).



Şekil 4.23. Sabitleme seçimi

#### 4.2.1.5. Yükler

Frenleme esnasında gövde arka yüzeyinden sabitlenmiş durumda olacağından kuvvet bu yüzeyden uygulanacaktır. Bu sebepten analizde de kuvvet bu yüzeyden uygulanmıştır. Uygulanacak yükün belirlenmesinde asansör ağırlığı ve kabindeki yük göz önüne alınmıştır. Şekil 4.24.'de yük seçimi gösterilmiştir. Ancak her asansörde iki adet paraşüt fren olduğu için yük ikiye bölünmüştür. Asansör yük kapasitesi olarak da 6, 8 ve 10 kişi binmesi durumlarına göre ayrı ayrı analiz yapılmıştır.

Burada kabin ağırlığı 1500kg. olarak alınmıştır. Bunun nedeni piyasada üretilen kabinlerin genelde 1500kg. olmasıdır. Bu genel piyasa kabulüdür. Bu nedenle paraşüt fren tertibatı üreticileri de testlerini bu ağırlığa göre yapmakta ve bunu frenlerin üzerindeki etiketlere de yazmaktadır [5].

Kabin ağırlığı:  $1500\text{kg.} = 14715\text{N}$

Kabin Yüğü (6 kişi):  $6 \times 80\text{kg.} = 480\text{kg.} = 4708,8\text{N}$

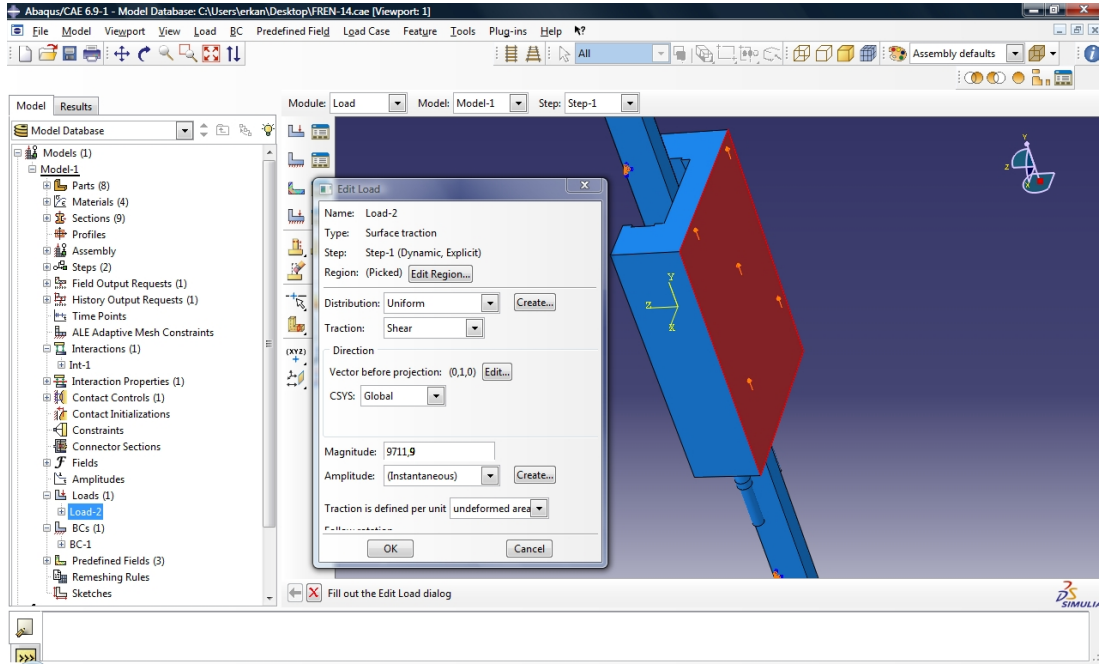
Kabin Yüğü (8 kişi):  $8 \times 80\text{kg} = 640\text{kg} = 6278,4\text{N}$

Kabin Yüğü (10 kişi):  $10 \times 80\text{kg} = 800\text{kg} = 7848\text{N}$

6 Kişilik asansör için uygulanacak yüğü: 9711,9N

8 Kişilik asansör için uygulanacak yüğü: 10496,7N

10 Kişilik asansör için uygulanacak yüğü: 11281,5N

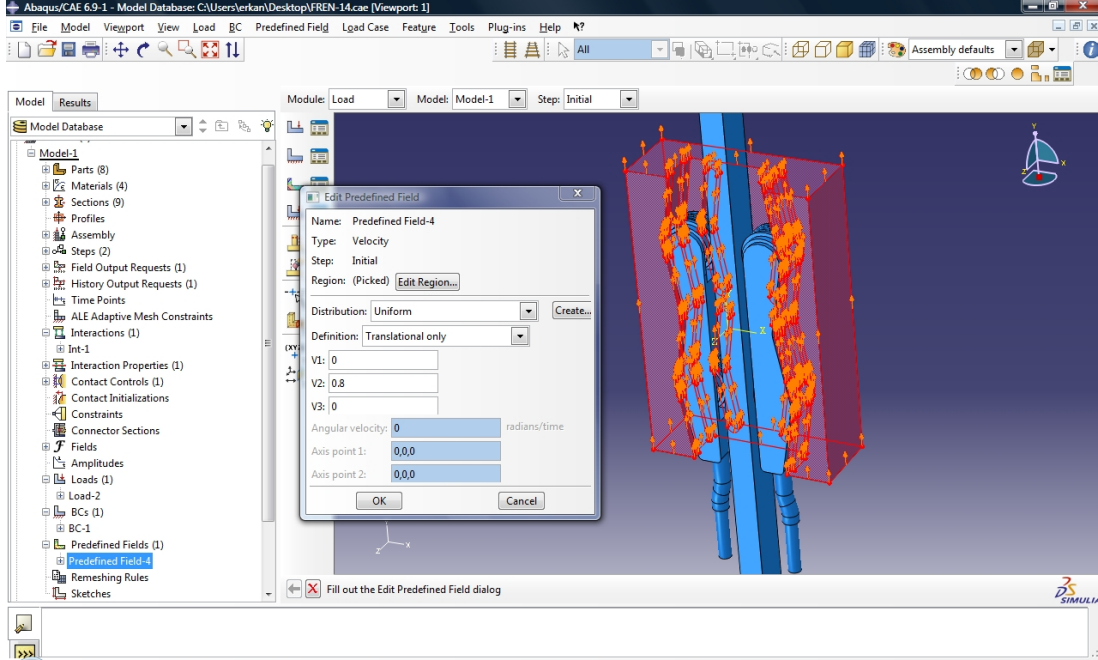


Şekil 4.24. Yüğü seçimi

Frenleme sırasında asansör belli bir hızda yol almakta olduğu için bu hız verisini de analizimize girmemiz gerekmektedir. Gövde asansöre bağlı ve asansör hızına eşit hızda yol almakta olduğu için, gövde parçasına asansör hız değeri girilmelidir.

Tasarladığımız güvenlik sistemi maksimum 0,63m/s hızına çıkabilen asansörlere uygun olarak geliştirildiği için asansör hızını 0,63m/s almalıyız. Ancak hız regülatörü hız sınırının %15 aşıldığı durumda devreye girdiğini ve freni aktif duruma geçirdiğini de göz önüne alırsak frenleme esnasında hızımız 0,72m/s dir. Asansörün hızı belli bir ivme ile artarak 0,63m/s den 0,72m/s ye ulaştığını göz önüne alırsak frenin intikal süresinde oluşacak hız artışını da göz önüne almalıyız. Mesela halat kopması durumunda asansör hızı yer çekimi ivmesi ile artacaktır. Bu nedenle

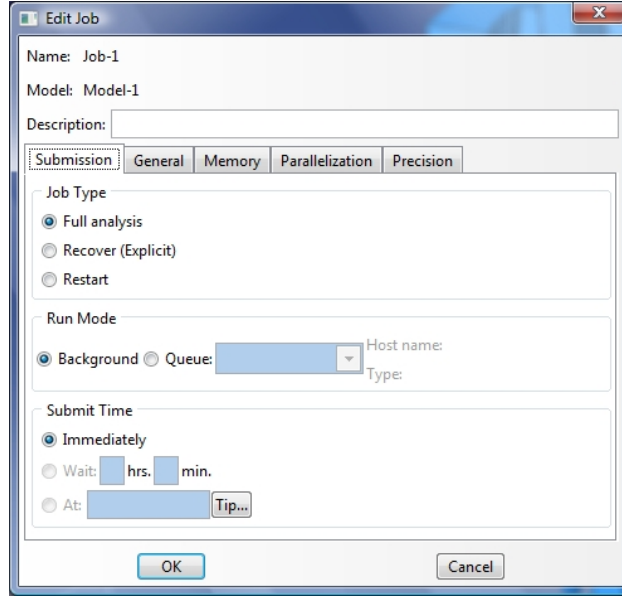
asansörün frenleme anındaki hızı 0,8m/s alınmıştır. Şekil 4.25.'de hız seçiminin yapılması gösterilmiştir.



Şekil 4.25. Hız seçimi

#### 4.2.1.6. Analizi başlatma

Analizi başlatmak için create job komutu ile yeni bir iş oluşturulmuştur (Şekil 4.26.). Full analysis seçilmiştir. İş oluşturulmasının ardından hesaplama başlatılarak analiz sonlandırılmıştır.



Şekil 4.26. İş oluşturma

#### 4.2.2. Numune Üretimi

Yapılan tasarımın Abaqus programında yapılan analizler sonucunda uygunluğunun görülmesinin ardından gerçek ortamda test edilebilmesi için bir numune üretmek gerekmektedir. Numune üretiminde genelde talaşlı imalat tezgahları kullanılacaktır. Öncelikli olarak her parçanın imalat resmi ve Montaj resmi çizilmiştir. Ardından her parça teker teker gerekli imalat basamakları izlenerek imal edilmiştir. Şekil 4.27.'de montaj durumundaki numune gösterilmiştir. Şekil 4.28.'de gövde numunesi gösterilmiştir. Şekil 4.29.'da ise silindir, silindir gövdesi ve bağlantı çubuğu numunesi gösterilmiştir.





Şekil 4.27. Montaj durumda numune



Şekil 4.28. Gövde numune



Şekil 4.29. Silindir, silindir gövdesi ve bağlantı çubuğu numune

#### 4.2.2.1. Gövde parçasının imalatı

Gövde parçası 1040 sıcak çekme malzemeden kesilerek talaşlı imalat ile imal edilmiştir. İmalat sırasında izlenen basamaklar tablo 4.7’de belirtilmiştir. İzlenen basamaklarda kullanılan kesici takımlar ve parametreleri ise tablo 4.8’de belirtilmiştir.

Tablo 4.7 Gövde parçasının imalatında izlenen işlem basamakları ve kullanılan talaşlı imalat tezgahları

Sıra	İşlem Açıklaması	Tezgah Cinsi	Tezgah Marka ve Modeli
1	Parça kesim	Şerit testere	Uzay makine
2	Bürüt işleme	Freze	Phoebus GS250
3	Orta kanal kaba işleme	CNC Freze	Dahlih MCV-720
4	Orta kanal hassas işleme	CNC Freze	Dahlih MCV-720
5	Orta bölge kademe işleme	CNC Freze	Dahlih MCV-720
6	Cıvata delikleri delme	CNC Freze	Dahlih MCV-720
7	Kılavuz Çekme	CNC Freze	Dahlih MCV-720

Tablo 4.8 Gövde parçasının imalatında izlenen işlem basamaklarında kullanılan kesici takımlar ve parametreleri

Sıra	Kullanılan Takım	İşlem Parametreleri
1		
2	Iscar SOF45 8/16-D063-06-22R	İlerleme: 1000mm/dk. / Devir: 2500dev./dk.
3	Iscar T490 ELN D20-2-C19-08-B	İlerleme: 2000mm/dk. / Devir: 3500dev./dk.
4	Iscar EC-E4L 08-18/26W08CF63	İlerleme: 2000mm/dk. / Devir: 5000dev./dk.
5	Iscar ETS D21-9-W16-06	İlerleme: 1000mm/dk. / Devir: 3000dev./dk.
6	Matkap ucu Ø6,8	İlerleme: 100mm/dk. / Devir: 650dev./dk.
7	M.8 Kılavuz	İlerleme: 150mm/dk. / Devir: 100dev./dk.

#### 4.2.2.2. Silindir parçasının imalatı

Silindir parçası 35mm çapındaki 2379 sıcak çekme çubuk malzemeden kesilerek talaşlı imalat ile imal edilmiştir. İmalat sırasında izlenen basamaklar tablo 4.9'de belirtilmiştir. İzlenen basamaklarda kullanılan kesici takımlar ve parametreleri ise tablo 4.10'de belirtilmiştir.

Tablo 4.9 Silindir parçasının imalatında izlenen işlem basamakları ve kullanılan talaşlı imalat tezgahları

Sıra	İşlem Açıklaması	Tezgah Cinsi	Tezgah Marka ve Modeli
1	Parça kesim	Şerit testere	Uzay makine
2	Dış Tornalama	CNC Torna	Goodway GLS-150
3	Delik Delme	CNC Torna	Goodway GLS-150
4	Kademe Tornalama	CNC Torna	Goodway GLS-150
5	Koparma	CNC Torna	Goodway GLS-150

Tablo 4.10 Silindir parçasının imalatında izlenen işlem basamaklarında kullanılan kesici takımlar ve parametreleri

Sıra	Kullanılan Takım	İşlem Parametreleri
1		
2	Iscar PQLNL 1616H-09	İlerleme: 0,3mm/dev. / Devir: 600dev./dk.
3	Matkap ucu Ø5	İlerleme: 0,1mm/dev. / Devir: 800dev./dk.
4	Iscar GHDL 12-3	İlerleme: 0,2mm/dev. / Devir: 600dev./dk.
5	Iscar GHDL 12-3	İlerleme: 0,2mm/dev. / Devir: 600dev./dk.

### 4.2.3. Numunenin Gerçek Ortamda Test Edilmesi

Asansör güvenlik ekipmanları insansız test kulelerinde test edilmektedir (Şekil 4.30.). Yolcu ve kabin ağırlığı kadar ağırlık, basit profilden bir gövdeye monte edilmekte ve yüksekte serbest düşmeye bırakılmaktadır. Serbest düşmedeki asansör hız sınırını geçince regülatör paraşüt freni devreye sokmakta ve asansörü durdurmaktadır. Test işleminin ardından asansör tekrar yukarı çekilmekte ve frenler sökülerek incelenmektedir. Frenlerin yeterliliği önce gözle muayene edilmekte, sonra da gerekli görülürse ölçüm aletleri ile kontrol edilerek tespitlerde bulunmaktadır.

Asansör test kuleleri ile ilgili TSE'nin yada belgelendirme kuruluşlarının getirdiği herhangi bir standart bulunmamaktadır. Ancak testin gerçekleştirilebilmesi için bazı gereklilikleri sağlamalıdır. Asansör test kulesinde bulunması gereken özellikler;

- Gerekli yükü kaldırabilecek sağlam yapıda bir şasisinin olması
- Güvenlik ekipmanlarının bağlanabileceği bağlantı parçalarının bulunması
- Kabini testin ardından yukarı çekebilecek bir sistemin bulunması
- Test edilecek güvenlik ekipmanının gerektirdiği maksimum yükün konulabileceği kabin benzeri bir kısmının bulunmasıdır.

Bu çalışmada da CAD ortamında geliştirilen tasarım önce Abaqus programında analiz edilmiş ve uygunluğu görülmüştür. Ancak böyle bir güvenlik parçasının yalnızca bilgisayar ortamında test edilmesi yeterli değildir. Belgelendirme kuruluşları da yalnızca bilgisayar ortamını yeterli görmemektedir. Bu nedenle, tasarıma göre üretilen numune test kulesinde de test edilmiştir.



Şekil 4.30. Test kulesi [15]

## BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

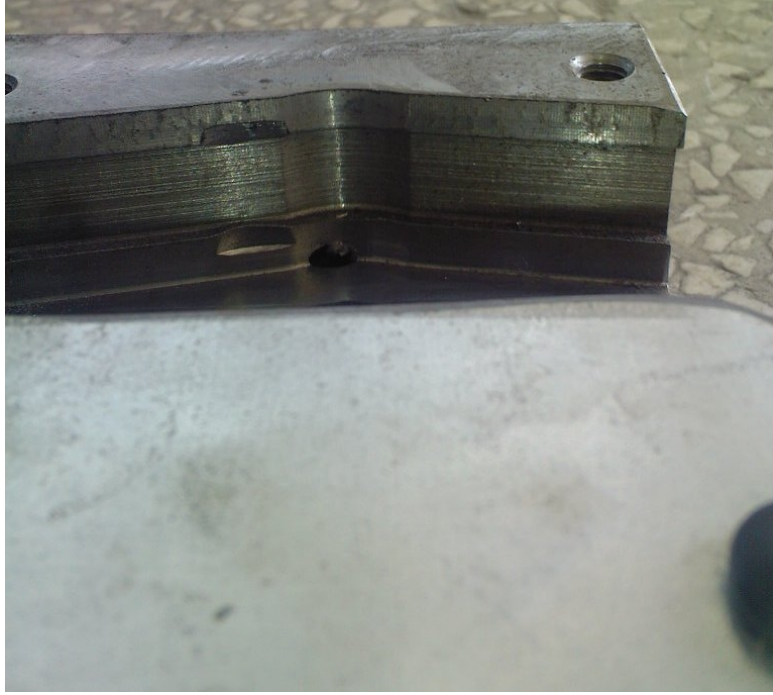
### 5.1. Gerçek Ortamda Yapılan Testin Sonuçları

İnsansız test kulesinde gerçekleştirilen testin sonucunda paraşüt fren tertibatının sağlıklı bir şekilde asansörü durduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.1.). Frenleme sonrasında yapılan muayene de paraşüt fren tertibatında herhangi bir kırılma yada parçalanma gözlemlenmemiştir.



Şekil 5.1. Test sonrası frenlerin görünümü

Testin ardından frenler incelendiğinde tüm parçaların yeterli dayanımı sağladıkları görülmüştür. Kılavuz rayın üzerindeki izden ölçülen frenleme izi ise 34mm dir.



Şekil 5.2. Test sonrası gövdede meydana gelen deformasyon

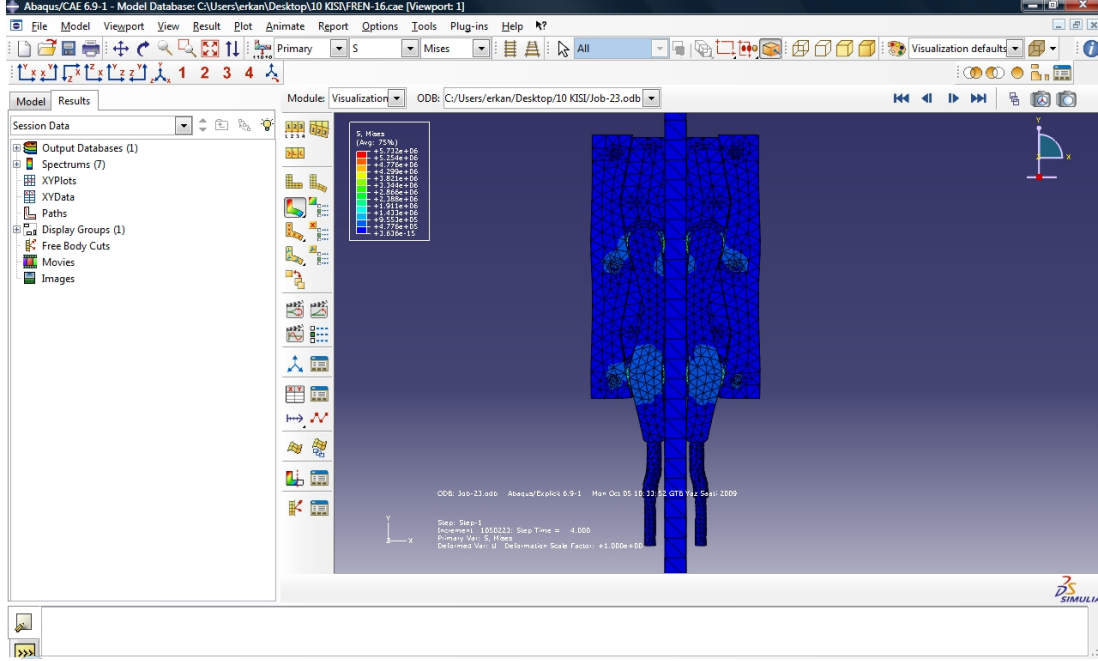


Şekil 5.3. Test sonrası silindirlerde meydana gelen deformasyon

## 5.2. Analiz sonuçları

Yapılan analizin bitiminde sonuçların değerlendirilmesinde parçaların dayanımı ve enerji sönmleme düzgünlüğü kriterleri göz önünde bulundurulmuştur. Şekil 5.4.'de

10 yolcu durumuna göre yapılmış analiz görüntüsü verilmiştir. TSE EN 81-1 de bu tip paraşüt frenlerde asansör durma süresi ve fren mesafesi bir şarta bağlanmamıştır. Bunun nedeni ise bunların ani frenler olmasıdır. Buna rağmen enerji grafiğini inceleyip yorum yapılmıştır.

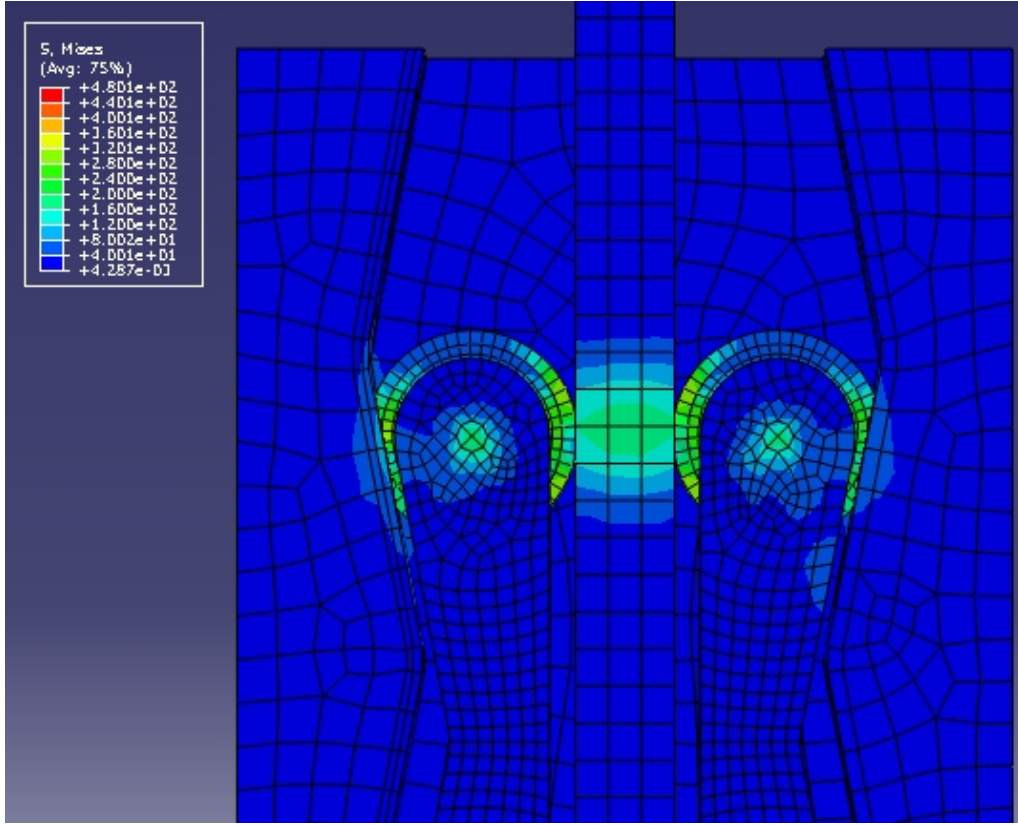


Şekil 5.4. 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analiz ekran görüntüsü

### 5.2.1. Parça dayanımları

Şekil 5.5.'de en fazla deformasyona uğrayan 10 yolcu binmesi durumuna göre yapılmış analiz sonuçlarında görüldüğü gibi hiçbir parça kritik zorlanmaya uğramamıştır. Gövde parçasında çok az miktarda deformasyon görülmüştür. Silindirlerde ise çıkıntı kısımlarında ezilme görülmüştür. Sonuç olarak mekanizma dayanım açısından yeterlidir.

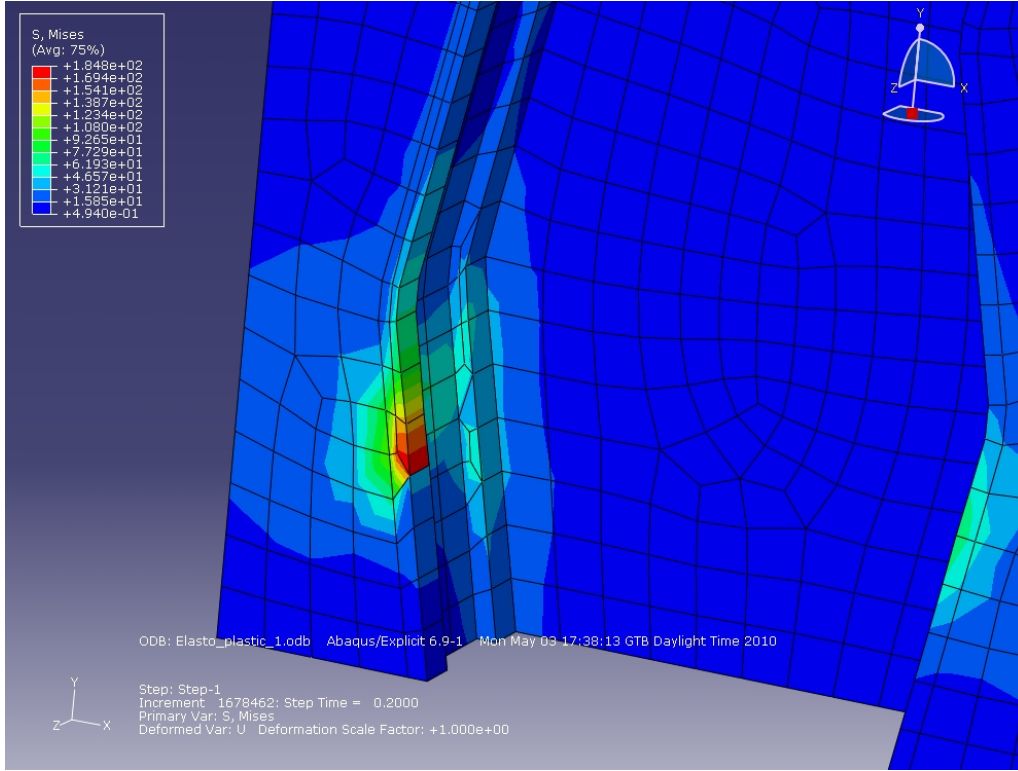




Şekil 5.5. 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analiz deformasyon (komple)

### 5.2.1.1 Gövde parçası

Şekil 5.6.'da en fazla deformasyona uğrayan 10 yolcu binmesi durumuna göre yapılmış analiz de gövde parçası görülmektedir.



Şekil 5.6. 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analizde gövde parçasında oluşan deformasyon

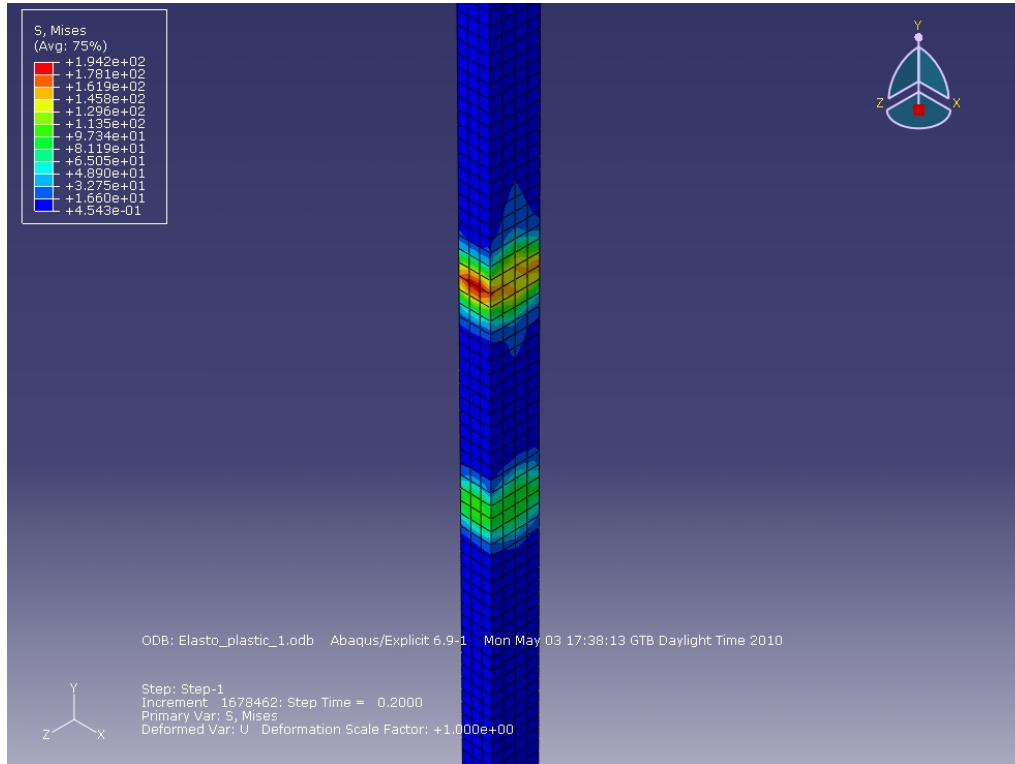
Burada en fazla gerilmeye maruz kalan elementler ve bunlarda meydana gelen gerilmeler Tablo 5.1’de görülmektedir.

Tablo 5.1 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analizde gövde parçasında oluşan en büyük gerilmeler

Element No	Gerilme (Mpa)
796	184.8
798	109.1
795	157.6
784	61.8
455	54.7
466	41.1

### 5.2.1.2 Kılavuz ray

Şekil 5.7.’de en fazla deformasyona uğrayan 10 yolcu binmesi durumuna göre yapılmış analiz de kılavuz ray görülmektedir.



Şekil 5.7. 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analizde kılavuz rayda oluşan deformasyon

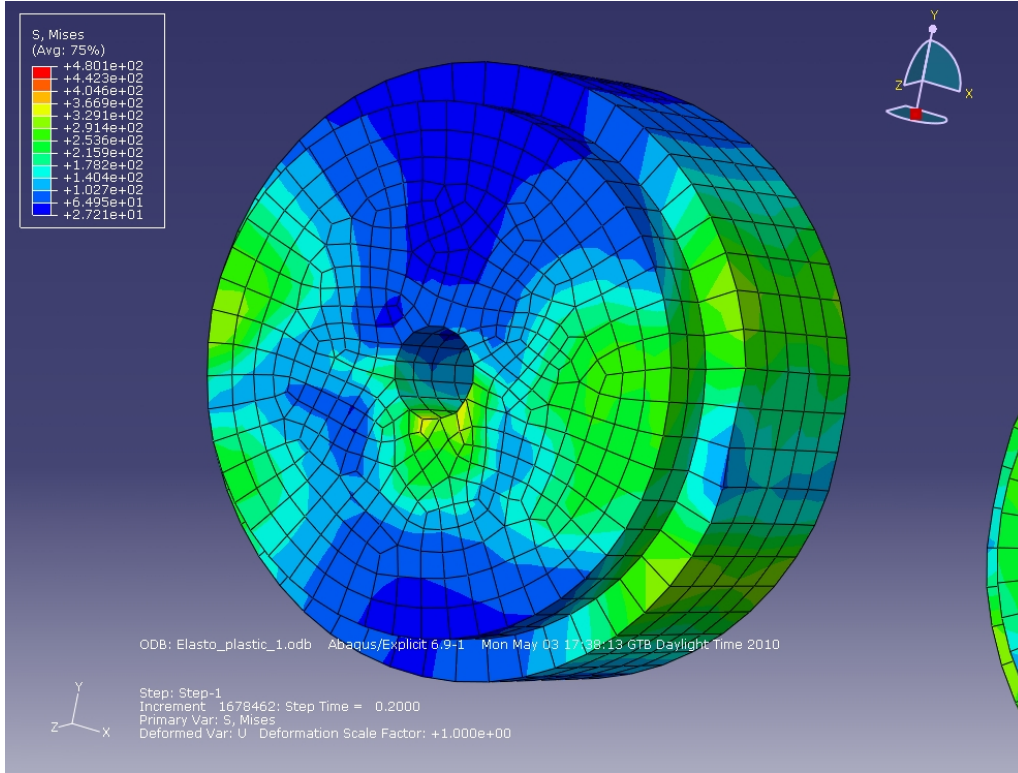
Burada en fazla gerilmeye maruz kalan elementler ve bunlarda meydana gelen gerilmeler Tablo 5.2’de görülmektedir.

Tablo 5.2 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analizde kılavuz rayda oluşan en büyük gerilmeler

Element No	Gerilme (Mpa)
1104	222.7
1116	212.9
1110	160.9
1098	166.6
1096	173.8
1108	167.4

### 5.2.1.3 Silindir parçası

Şekil 5.8.’de en fazla deformasyona uğrayan 10 yolcu binmesi durumuna göre yapılmış analiz de silindir parçası görülmektedir.



Şekil 5.8. 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analizde silindirlerde oluşan deformasyon

Bu parçada en fazla gerilmeye maruz kalan elementler ve bunlarda meydana gelen gerilmeler Tablo 5.3’de görülmektedir.

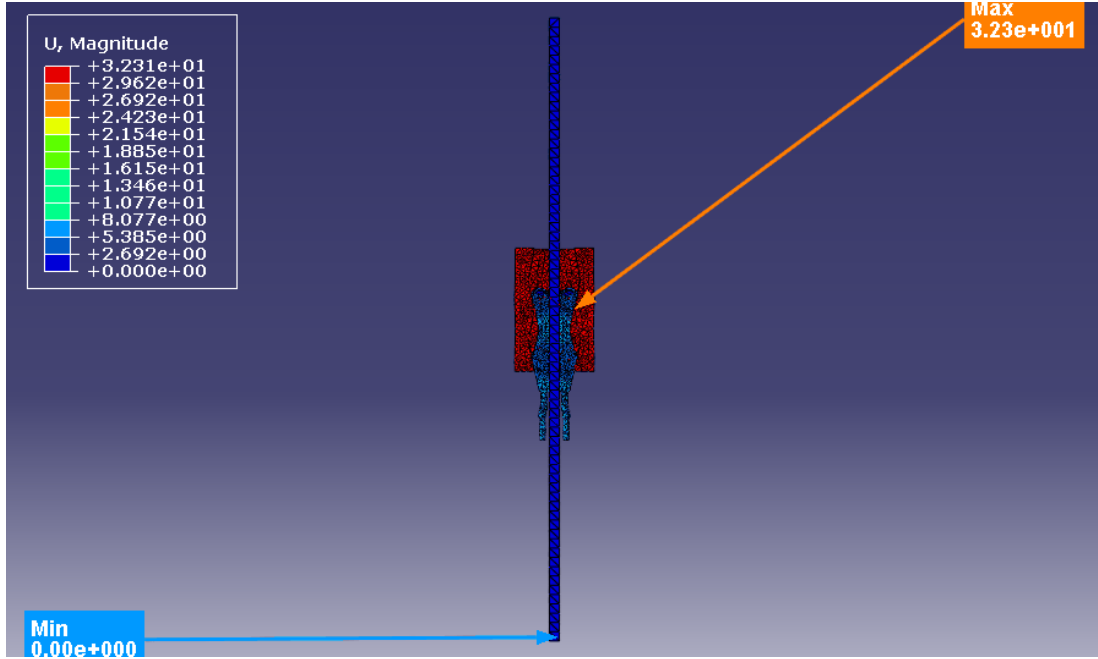
Tablo 5.3 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analizde kılavuz rayda oluşan en büyük gerilmeler

Element No	Gerilme (Mpa)
2926	438.9
2891	335.3
3331	284.4
3333	255.1
3258	306.5
2853	211.4

### 5.2.2. Fren mesafesi

Fren mesafesi, frenin devreye girdiği andan itibaren gövde parçasının durana kadar gerçekleştirdiği yer değiştirme miktarıdır. Maksimum fren mesafesi maksimum yükün uygulandığı analizde gerçekleşecektir. Bu nedenle fren mesafesi değerine 10 yolcu durumuna göre yapılmış analizden bakılmalıdır.

Şekil 5.9.'da görüldüğü gibi maksimum yer değiştirme miktarı 32,31mm dir. Durma mesafesi TSE EN 81-1 füyünde ani frenler için durma mesafesi herhangi bir kriterle bağlı değildir. Bu nedenle durma mesafesi tasarımın uygunluğu açısından değerlendirilmesi gerekmeyen bir kriterdir.



Şekil 5.9. 10 Yolcu durumuna göre yapılmış analiz yer değiştirme

### 5.2.3. Ortalama fren ivmesi

TSE EN 81-1 füyünde ani tip frenler için bir ortalama fren ivmesi sınırlaması olmamasına rağmen tasarımı yorumlayabilmemiz açısından ortalama fren ivmesi değeri önemlidir. Hızımızın 0,8m/s, fren mesafemizin de 0,3231m olduğunu düşünürsek;

$$t = \frac{\Delta X}{\Delta V}$$

$$t = \frac{0,3231}{0,8-0} = 0,403875s.$$

Fren süremizin yaklaşık 0,403875s olduğunu bulduk. Buradan da ortalama ivmeyi bulabiliriz.

$$X=1/2.a.t^2$$

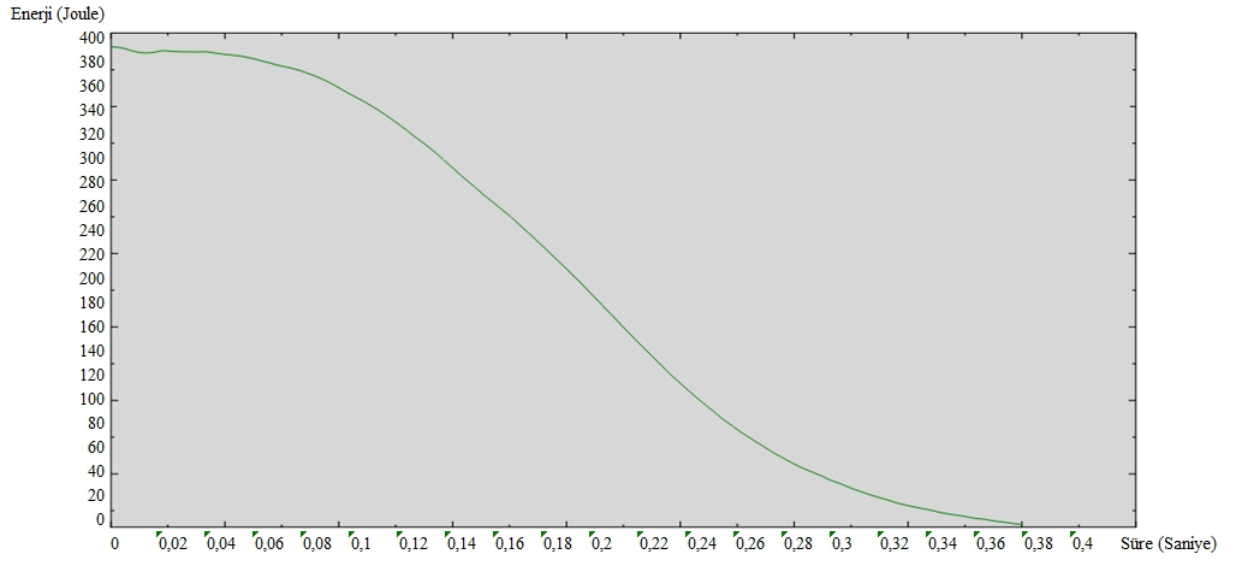
$$0,3231=1/2.a.0,403875^2$$

Buradan ortalama ivmeyi 3,96162 m/s<sup>2</sup> buluruz. Bu da yerçekimi ivmesinin 0,4 katıdır. Ancak bu veri TSE EN 81-1 föyünde bir kritere bağlanmadığı için tasarımıımızın uygunluğu açısından dikkate alınmayacaktır. Ortalama ivme değeri duruş sırasında insan sağlığı açısından önemlidir.

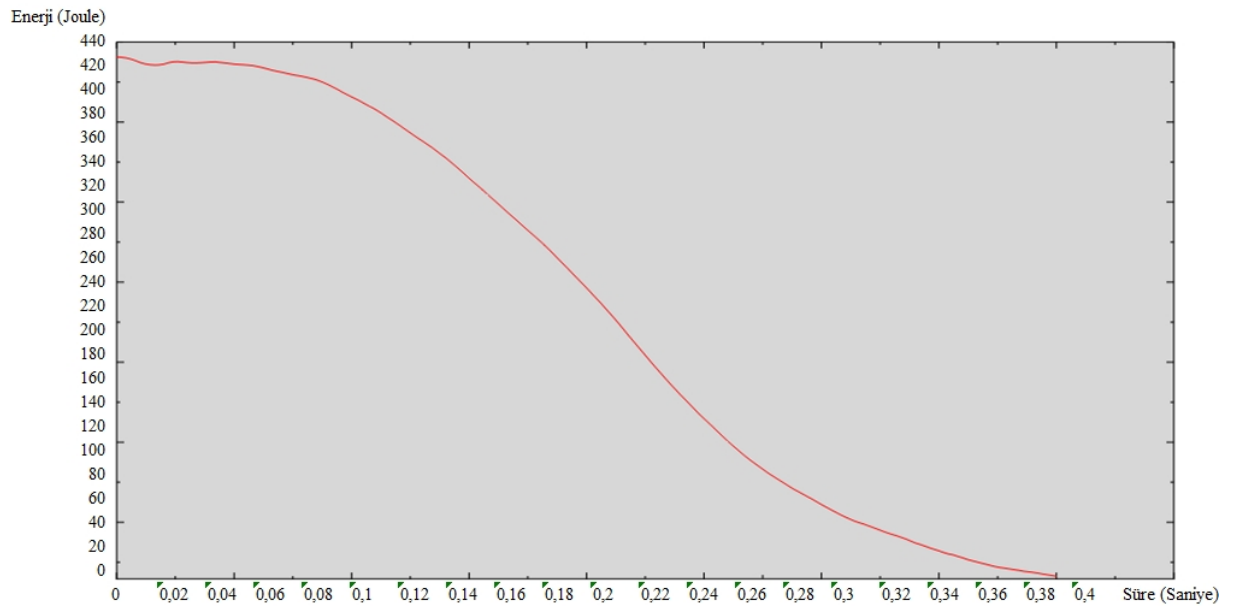
#### 5.2.4. Enerji durumları

Asansör aşağı inerken ya da yukarı çıkarken kütesinden ve hızından kaynaklanan bir kinetik enerjiye sahiptir. Paraşüt frenin görevi ise bu kinetik enerjiyi sönmleyerek sıfır değerine düşürmesidir. Paraşüt fren asansörün kinetik enerjisini ısı enerjisine dönüştürerek ve bir kısmını da deformasyona uğrayarak sönmeler. Bu tip ani frenler için TSE EN 81-1 de durdurma ivmesi ve durma mesafesi için bir sınırlama getirmemesine rağmen yolcular açısından bu önemlidir. Esasında bu fren asansör hızı 0,63 m/s yi aşmayan hızlarda kullanılacağı için yolcu sağlığı açısından bir sorun yaratmayacaktır. Fakat sağlık problemi bulunan insanlarda bayılma, baş dönmesi gibi sorunlar görülebileceği için enerji grafiği önemli bulunmuş ve incelenmiştir.

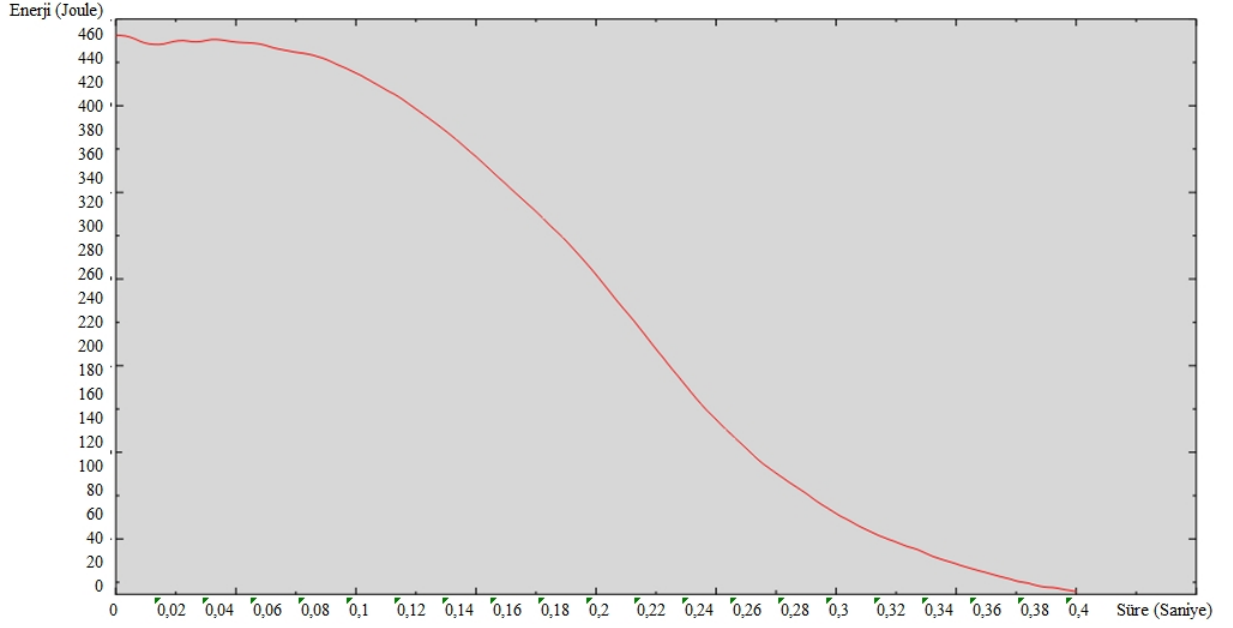
Şekil 5.10.'da 6 yolcu durumuna göre, Şekil 5.11.'de 8 yolcu durumuna göre ve Şekil 5.12.'de de 10 yolcu durumuna göre enerji grafikleri verilmiştir. Şekil 5.13'de de enerji grafiklerinin kıyaslanması gösterilmiştir.



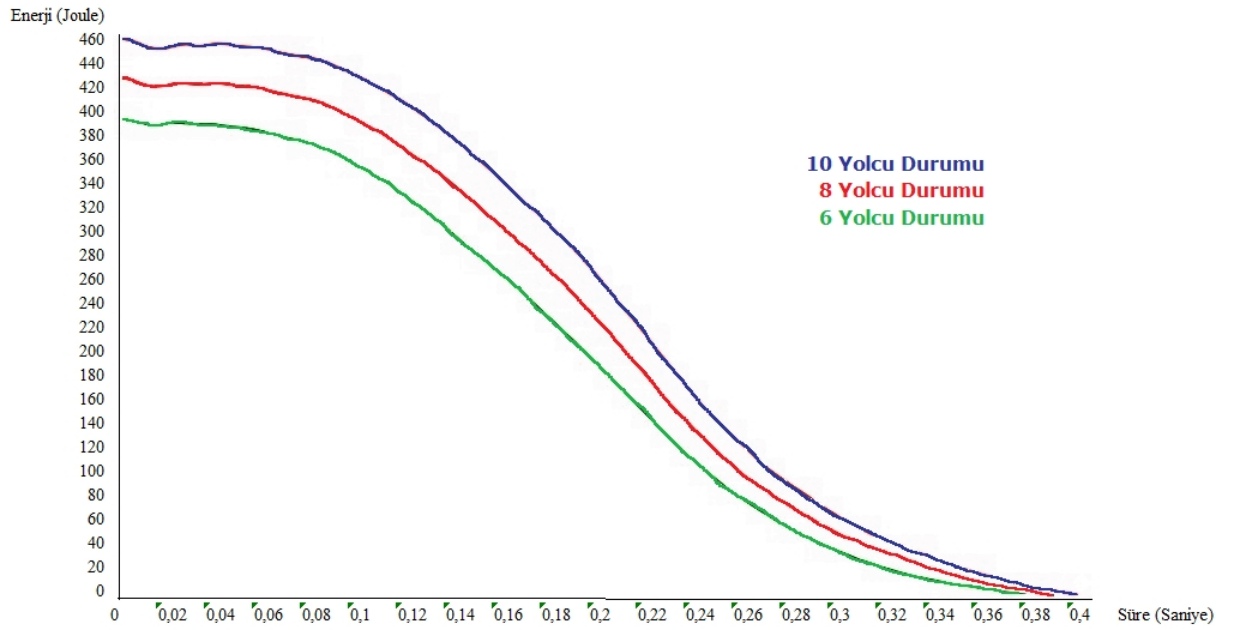
Şekil 5.10. 6 Yolcu durumuna göre enerji grafiği



Şekil 5.11. 8 Yolcu durumuna göre enerji grafiği



Şekil 5.12. 10 Yolcu durumuna göre enerji grafiği



Şekil 5.13. Enerji grafiklerinin kıyaslaması

Grafiklerde görüldüğü gibi paraşüt fren sistemi enerjiyi çok homojen bir şekilde sönmüştür. Bu da çok ani bir ters ivme oluşmamasını sağlamıştır. Bu da yolcu sağlığı açısından ve frenin dayanımı açısından çok uygundur.



Grafikleri kıyasladığımızda aralarında çok fazla fark olmadığı görülmektedir. 6 Yolcu durumundan 10 yolcu durumuna gidildikçe çok az miktarda da olsa grafik daha da düzleşmektedir. Bu da fren ivmesinin sonlara doğru düştüğünü göstermektedir. Bunun muhtemel nedeni ise yükleme neticesinde gövdenin esnemesidir. Yani yükleme arttıkça ani fren kaymalı fren gibi davranmaya başlamıştır.

### **5.3. Analiz ve Test Sonuçlarının Kıyaslanması**

#### **5.3.1. Parça dayanımları**

Abaqus programında yapılan analiz ve test kulesinde yapılan test sonuçlarının her ikisi de, geliştirilen paraşüt fren tertibatının TS EN 81-1 föyünün getirdiği kurallara uygun olduğunu göstermiştir. Analiz ve test sonuçları kıyaslandığında; testte gövdede meydana gelen deformasyon daha noktasal, analizdeki deformasyon ise testtekine göre az daha çizgiseldir. Bunun muhtemel nedeni ise üretilen prototip ile tasarım arasında imalattan kaynaklanan küçük farklılıklardır. Ancak sonuç itibari ile tüm parçalar yeterli dayanımı göstermişlerdir.

#### **5.3.2. Fren mesafesi**

Fren mesafesi test ile analizde birbirine yakın çıkmıştır. Aralarındaki fark yalnızca %7,15'dir. Bu da fren ivmesinin testte daha fazla olduğunu göstermektedir. Bunun muhtemel nedenleri;

- Regülâtörün devreye girmesindeki küçük bir gecikme,
- Fren intikal süresinde küçük farklılıklar,
- İmalattan kaynaklanan küçük farklılıklar olabilir.

### 5.3.3. Ortalama fren ivmesi

TSE EN 81-1 föyünde ani tip frenler için bir ortalama fren ivmesi sınırlaması olmamasına rağmen tasarımı yorumlayabilmemiz için bu değeri hesaplamıştır. Aynı değeri test için de hesaplırsak;

$$t = \frac{\Delta X}{\Delta V}$$

$$t = \frac{0,3}{0,8-0} = 0,375s.$$

Fren süremizin yaklaşık 0,375s olduğunu bulduk. Buradan da ortalama ivmeyi bulabiliriz.

$$X=1/2.a.t^2$$

$$0,3=1/2.a.0,375^2$$

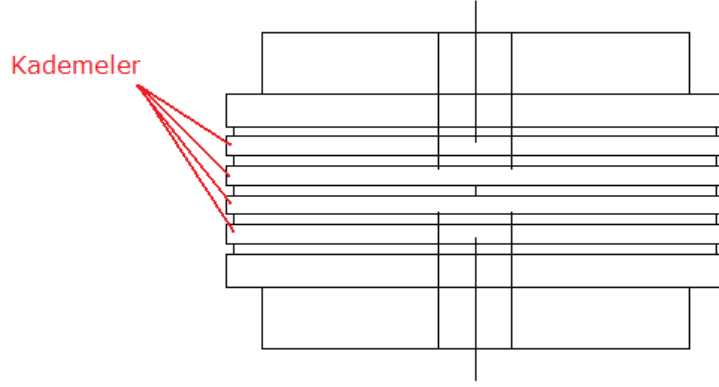
Buradan ortalama ivmeyi 4,26 bulabiliriz. Bu da yerçekimi ivmesinin 0,435 katıdır. Kaymalı fren tertibatlarından istenen ortalama ivme yerçekimi ivmesinin 0,2-1 katı arasında olması idi. Görüldüğü gibi tasarlanan ani fren kaymalı fren tertibatından istenen değerleri bile sağlamış.

### 5.4. Değerlendirme

Yeni tasarımın en büyük avantajı asansörün hızı ve kütesinden kaynaklanan kinetik enerjiyi aniden sönmlememesidir. Enerjinin aniden sönmlememesi durumunda yolcular olumsuz etkilenebilirler. Ancak bu paraşüt frende asansörün kinetik enerjisi aniden sönmlemmediği için acil durumlarda sınıfındakilere nazaran daha konforlu bir duruş sağlamaktadır.

Tampon etkili paraşüt frenlerin silindirleri genelde düzdür. Ancak bu tasarımda silindir kademeli olarak tasarlanmıştır (Şekil 5.14.). Bu kademeler frenleme esnasında çok az bir miktar da olsa ezilerek enerjinin bir miktarını sönmlemektedir. Bu da silindirin frenleme esnasında sürtünerek, bir miktar daha ilerlemesini sağlamaktadır. Silindirin sürtünerek ray ile gövde arasında bir miktar daha ilerlemesi

frenleme ivmesini düşürmektedir. Ayrıca bu sayede silindir gövde ile kılavuz ray arasında ilerlerken gövde parçasını da esnetmekte ve böylece kaymalı fren gibi davranmaktadır. İşte bu nedenlerden dolayı ortalama fren ivmesi 0,4gn çıkmıştır.



Şekil 5.14. Silindir parçasındaki kademeler

Bu tasarımın maliyet açısından piyasadaki emsalleriyle arasında hiçbir fark yoktur. Çünkü ek bir parça ya da boyutsal fazlalık getirmemektedir. Kullanılan malzemeler piyasada kolayca bulunabilecek ucuz ve temini kolay malzemelerdir.

## **BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER**

### **6.1. Öneriler**

Gövde ve silindirler ani yüklere maruz kaldığı için asla dökümden yapılmamalıdır. Çünkü döküm malzemenin çentik mukavemeti düşük olabilir ve bu da frenleme anında kırılmaya neden olabilir. Bunun nedeni ise döküm malzemenin içinde bilinmeyen boşluklar bulunabileceğidir. Paraşüt fren tertibatında kullanılan tüm malzemeler sıcak çekme ve kalite belgesi bulunan malzemeler olmalıdır. Kalite belgesi bulunmayan malzemelerde bölgesel sertlikler bulunabileceğinden bazı kısımları kırılabilir.

Paraşüt fren tertibatları asansörlerin en nadir çalışan parçalarıdır. Çünkü paraşüt fren tertibatı asansörün en son güvenlik tertibatıdır. Ancak devreye girdiklerinde de önemli bir yüke aniden maruz kalırlar. Bu nedenle hiçbir parçada çentik dayanımı düşürecek bir kısım bulunmamalıdır. Özellikle gövdede silindirin sürtüneceği kısımların formu radüslü olmalıdır.

Piyasadaki bazı frenlerin silindirlerinin düz ya da enine kanallı olduğu gözlemlenmiştir. Bu şekildeki silindirler frenleme ivmesinin artmasına neden olmaktadır. Frenleme ivmesinin artması frene gelen yüklerin artmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda da yolcuları da yüksek ivmeye maruz bırakmaktadır. Bu nedenle silindirlerin bir miktar ezilmesine imkân tanımak için boyuna kanallar açmak uygundur. Çünkü ezilme olduğunda kinetik enerjinin kısmını burada harcamış oluruz ve bu da ortalama fren ivmesini düşürmemize yardımcı olur.

Gövdedeki frenleme açısı fren süresi, ivmesi ve parçalara etkileyen yükleri belirleyen en önemli unsurdur. Fren açısının artması fren süresini azaltır, fren ivmesini artırır ve durma mesafesini kısaltır. Fren açısının artması durumunda frenin gövdesine etkileyen

yükler artmaktadır. Bu da olumsuzluklara neden olabilir. Bu sebeplerden dolayı frenleme açısı belirlenirken tüm bunlar göz önüne alınmalıdır.

Bazı frenler bu tasarıma nazaran daha az silindir adedi bulundurmaktadırlar. Özellikle tek silindirli frenler kılavuz raylara çok fazla zarar vermektedir. Bunun nedeni kuvvetin kılavuz raya tek taraflı gelmesidir. En uygunu ise dört silindir bulunmasıdır. Dört silindir bulunması durumunda tüm kuvvetler sisteme ve kılavuz raylara eşit etki etmektedir. Ayrıca kuvvetler dörde bölünmektedir. Örneğin 8 yolcu durumunda frene gelen kuvvet 10496,7N'dur. Dört silindir bulunması durumunda ise tek silindire düşen kuvvet ise 2624,18N'dur. Gövdeye gelen kuvvet de dört ayrı noktadan homojen olarak uygulanmış olacaktır. Bu da oluşabilecek deformasyonları azaltmaktadır.

## 6.2. Tartışma

Belgelendirme kuruluşları ve imalatçılar ani tip frenleri deneme sonrası gördükleri zarara göre değerlendirmektedirler. Genelde gövde de esneme veya silindirlerdeki ezikliği bir problem olarak görmektedirler. Bu çalışma ortaya koymuştur ki gövdedeki küçük esneme ve silindirlerdeki ezikler frenin kaymalı tip fren gibi davranmasını sağlamaktadır. Esasında ani tip fren imalatında frenin davranışını (Durma mesafesi, ortalama fren ivmesi) etkileyen üç ana unsur vardır. Bular;

- Silindir formu,
- Frenleme açısı,
- Gövde fazlalık genişliğidir.

### 6.2.1. Silindir formu

Silindirler genelde ısıl işlem yapılarak sertleştirilerek kullanılmaktadır. Bu da fren esnasında silindirin zarar görmemesini sağlamaktadır. Böylece sert olan silindir gövde parçası ve kılavuz raya batarak onlara zarar vermekte ve hiçbir enerjiyi sönmülememektedir. Bu çalışma göstermiştir ki silindir parçası ısıl işlemle sertleştirilmediğinde ve bir miktar zarar görebilmesi için kanallar açılarak ezilme

payı oluşturulduğunda önemli bir enerji sönümlenme parçası olmuştur. Bu da fren mesafesi ve süresini uzatarak ortalama fren ivmesini düşürmüştür.

### **6.2.2. Frenleme açısı**

Frenleme açısı gövdeye gelen yükleri belirleyen açıdır. Aynı zamanda fren ivmesi, süresi gibi en önemli karakteristikler bu açı ile ortaya çıkmakta ve açıya bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle frenleme açısı çok dikkatle irdelenerek belirlenmelidir.

### **6.2.3. Gövde fazlalık genişliği**

Gövde fazlalık genişliği, gövdenin esneme ve kaymalı fren gibi davranma özelliğini belirler. Bu değer azaldıkça esneme özelliği artar ve bu da fren ivmesini azaltır. Bu değer artması durumunda ise fren rijitleşir ve esneme özelliği kalmaz.

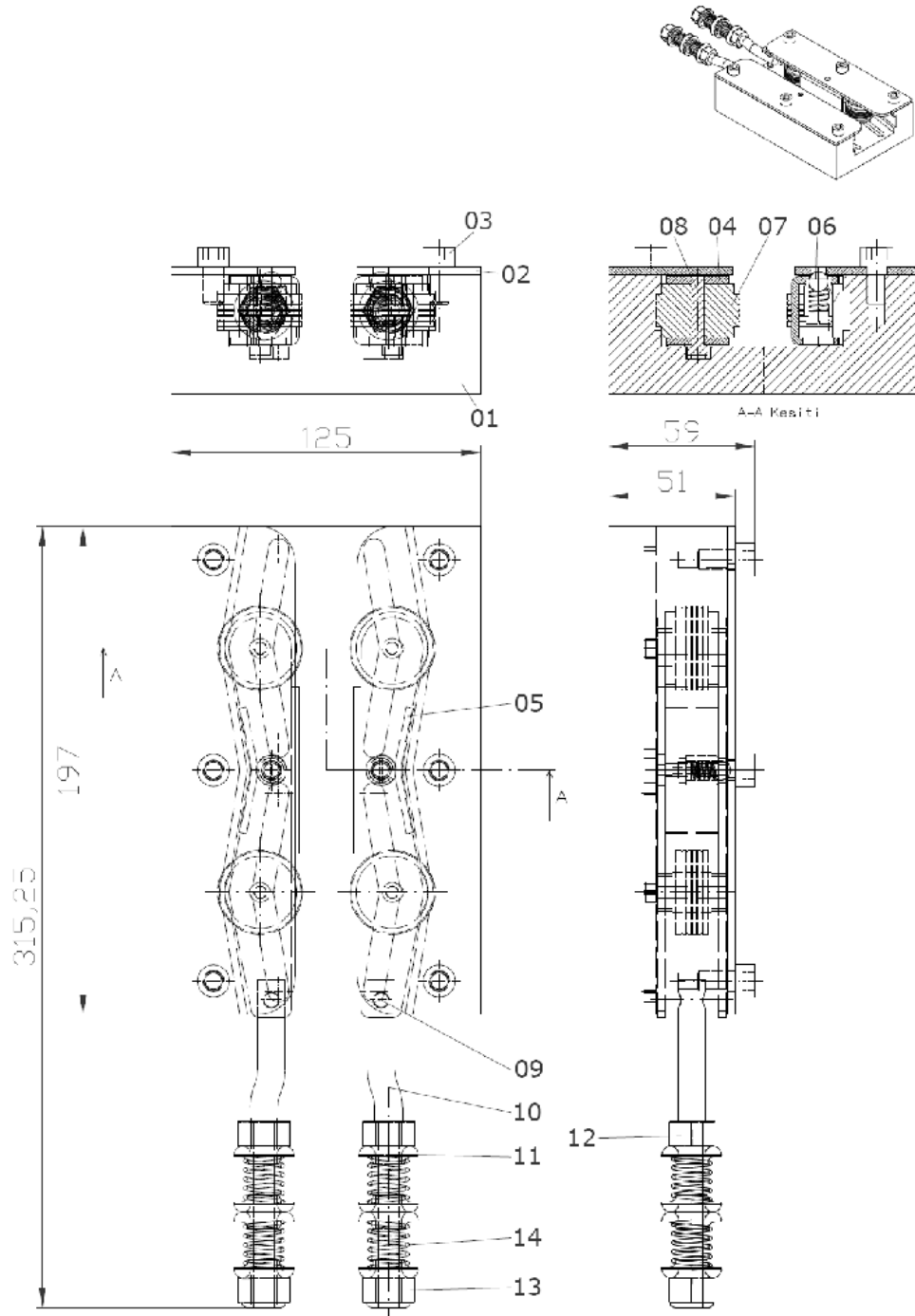
Piyasada genelde esneme istenmez, ancak bu çalışmada ortaya çıkmıştır ki esneme enerji grafiğini düzeltmekte ve bu da yolcu sağlığını olumlu etkilemektedir. Fakat esnemenin fazla olması sistemin parçalanması riskini ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle tasarımda bu değer iyi irdelenmeli ve hesaba katılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] İMRAK, C. E., “Asansörler ve Sınıflandırılması”, 86, s.68-82, 2008
- [2] <http://osman.midilli.com/2007/03/31/asansor-terimleri/>.; 15.09.2009
- [3] İMRAK, C. E., “Asansör Mekanik Dizaynı”, İTÜ Düşey Transport Sistemleri Ders Notu
- [4] BARLAS, E., “Paraşüt Emniyet Freninin Basit Tarihi ve Tampon Tesirli Fren Sistemi”, 73, s.82-83, 2006
- [5] BEDİR, S., “Çift Yönlü Asansör Fren Bloklarının Modellenmesi ve Sonlu Elemanlarının Analizi”, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s.3-81, 2007
- [6] A-Z tech eğitim dökümanı
- [7] [http://www.asansordunyasi.com/web/detay.asp?id=766&kat\\_id=34](http://www.asansordunyasi.com/web/detay.asp?id=766&kat_id=34;).; 17.09.2009
- [8] SES3000., “Mastercam Türkçe Kullanım Kitabı”
- [9] CAN, Ö. KAYA, A. İ., “Örneklerle Abaqus’e Giriş” Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Bitirme Projesi, s.38-40, 2007
- [10] <http://www.biyomed.com/femmu/analiz/fem/seynedir.htm>.; 12.09.2009
- [11] KAYA, M., “CE Kapsamında Asansörlerin İncelenmesi ve Hesapları”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s.17-18, 2006
- [12] TS EN 81-1, 2001
- [13] TS1812, 1988
- [14] <http://www.ozbeslermakina.com/tr/urunler/sky2000eko.html>.; 15.09.2009
- [15] <http://www.mkn.itu.edu.tr/>.; 14.09.2009

# EKLER

## EK A

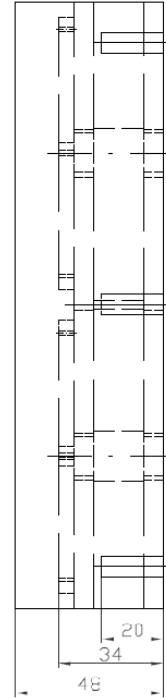
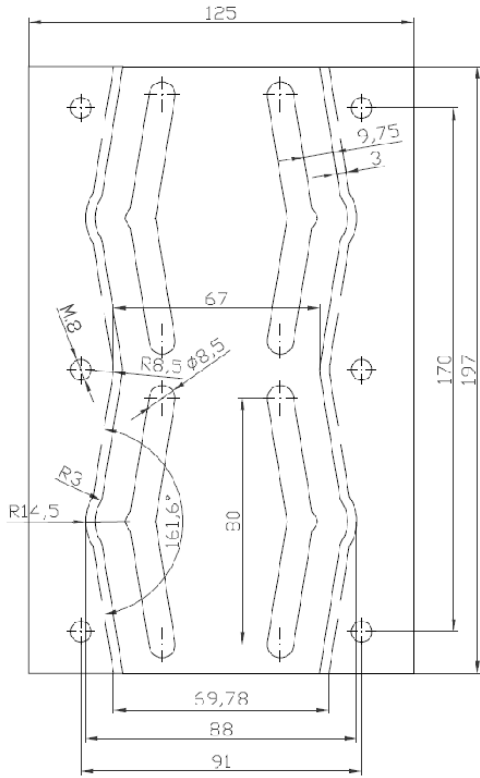
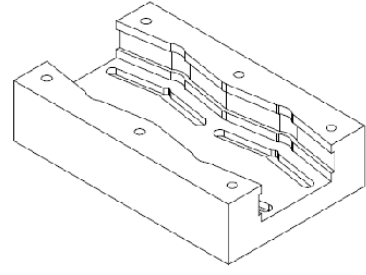
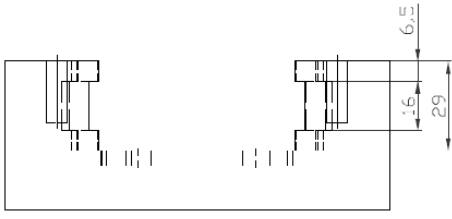


Şekil EK A1. Montaj resmi

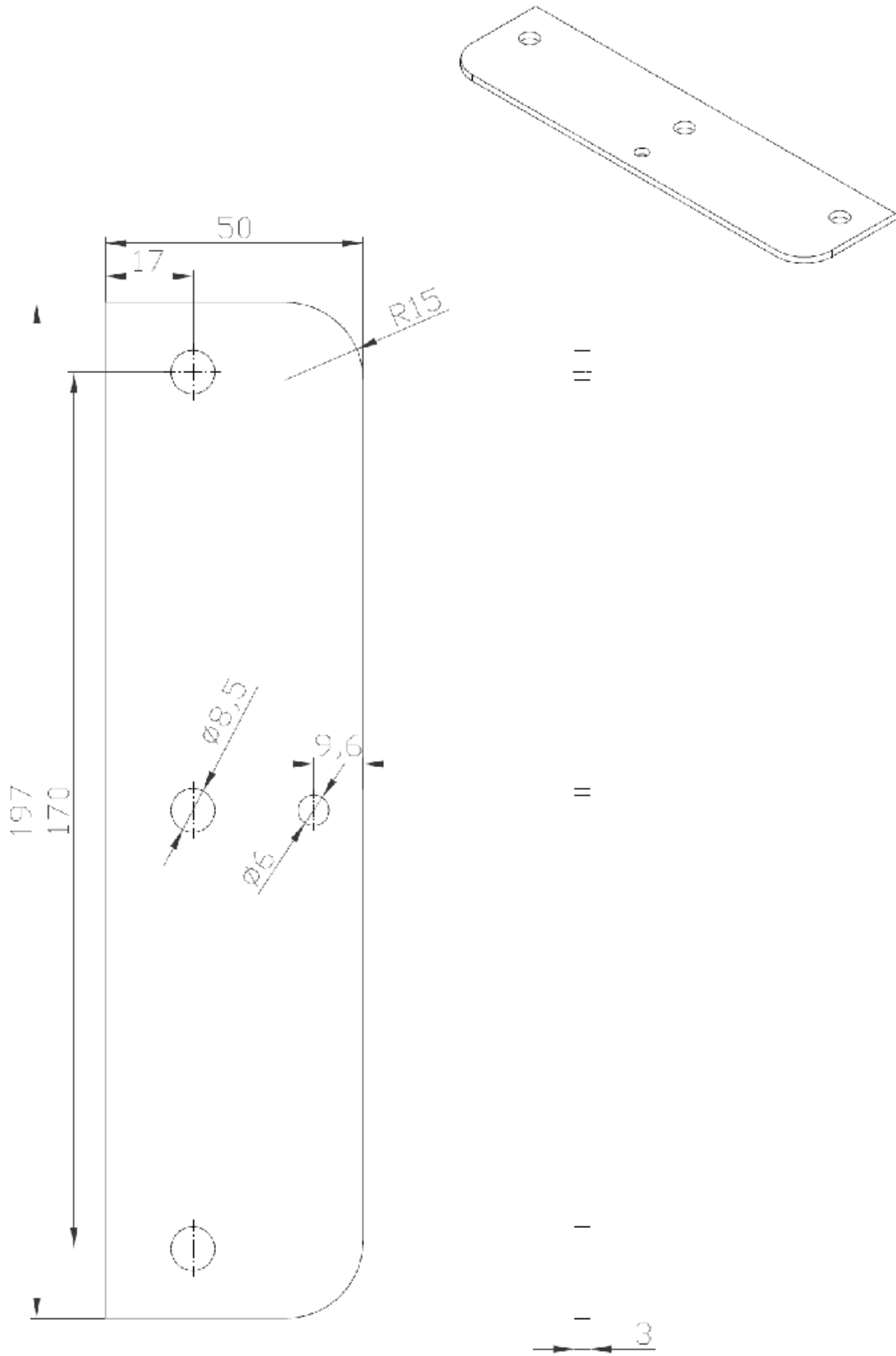


Tablo EK A1 Parça listesi

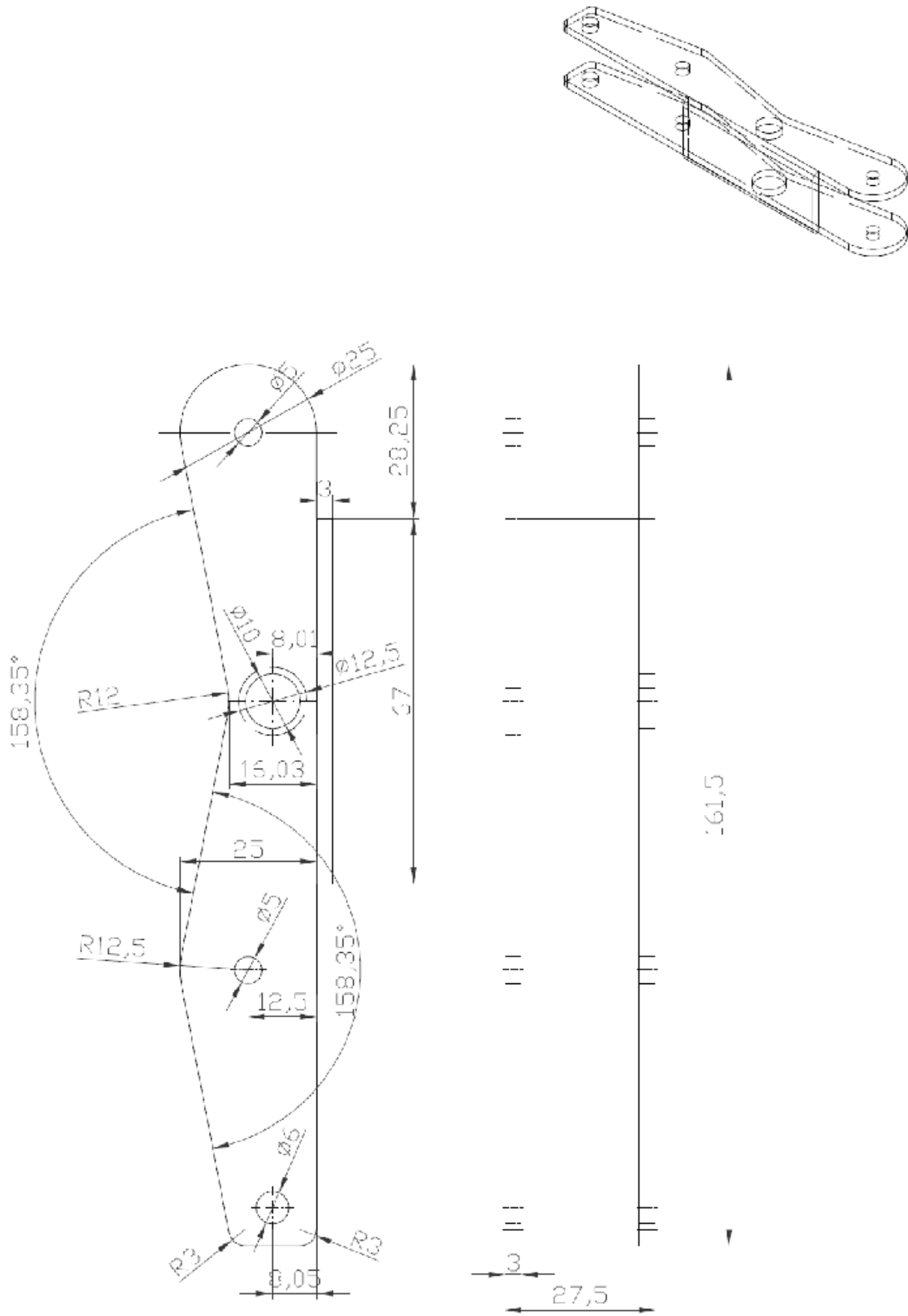
ADET	PARÇANIN ADI	MONTAJ NO	MALZEMESİ	ÖLÇÜ
4	Yay	14	9260	---
2	Fiberli Somun	13	---	M.10
2	Altı köşe somun	12	---	M.10
8	Plastik Pul	11	PE	---
2	Bağlantı Çubuğu	10	1040	---
2	Pim 2	09	2842	---
4	Pim 1	08	2842	---
4	Silindir	07	2379	---
2	Bilyalı Setskur	06	---	M.12 X 20
2	Silindir Gövdesi Kapak	05	1040	---
2	Silindir Gövdesi	04	1040	---
6	İmbus Cıvata	03	---	M.8 X 15
2	Kapak	02	1040	---
1	Gövde	01	1040	---



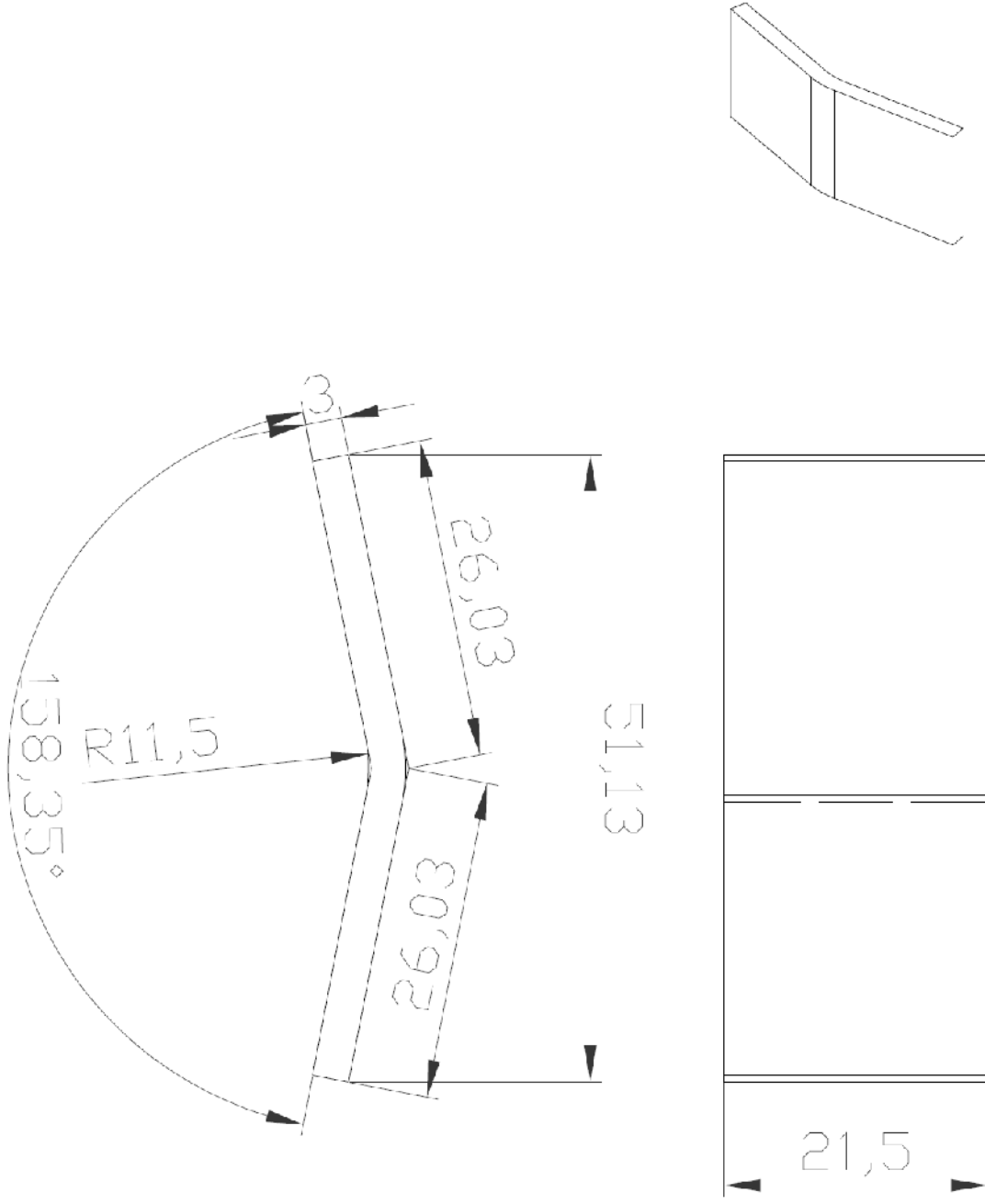
Şekil EK A2. Gövde parçası teknik resmi



Şekil EK A3. Kapak parçası teknik resmi

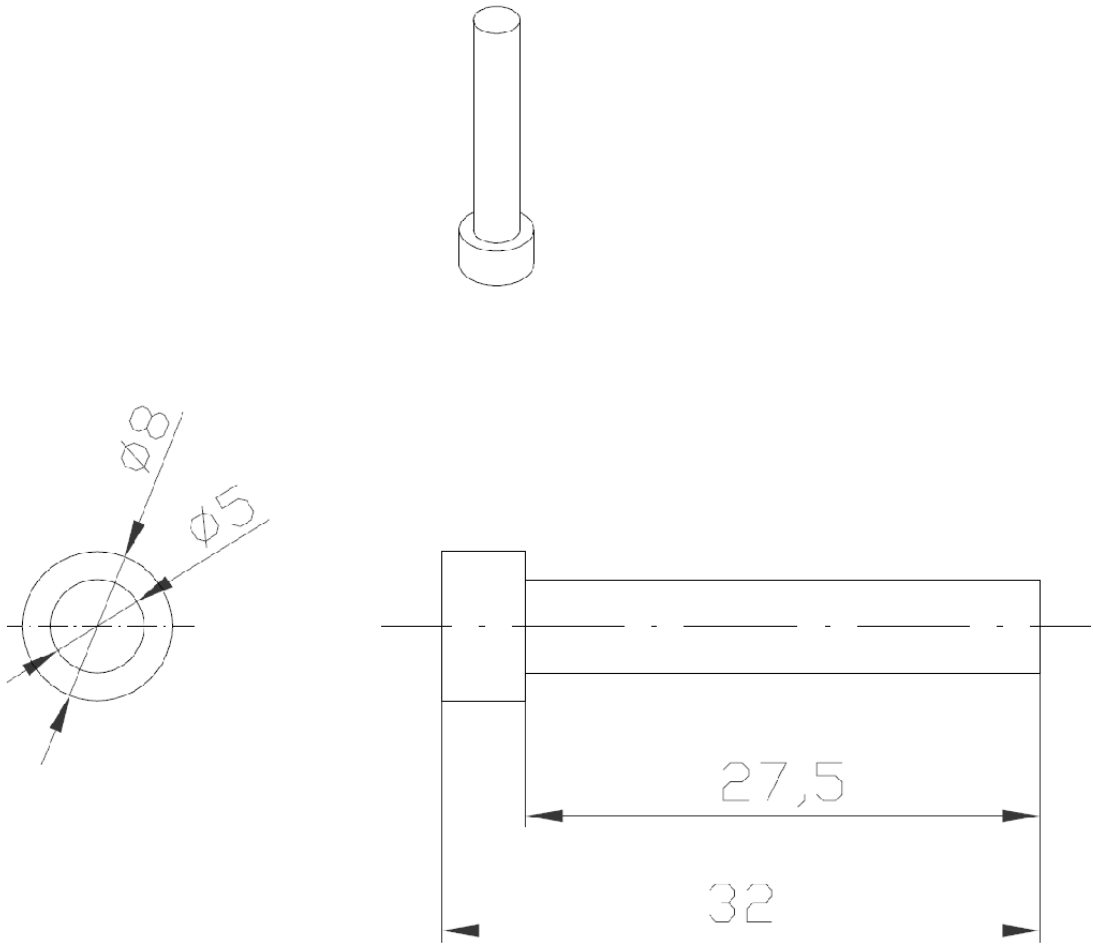


Şekil EK A4. Silindir gövdesi parçası teknik resmi

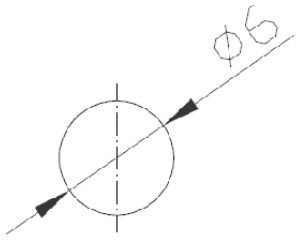


Şekil EK A5. Silindir gövdesi kapak parçası teknik resmi



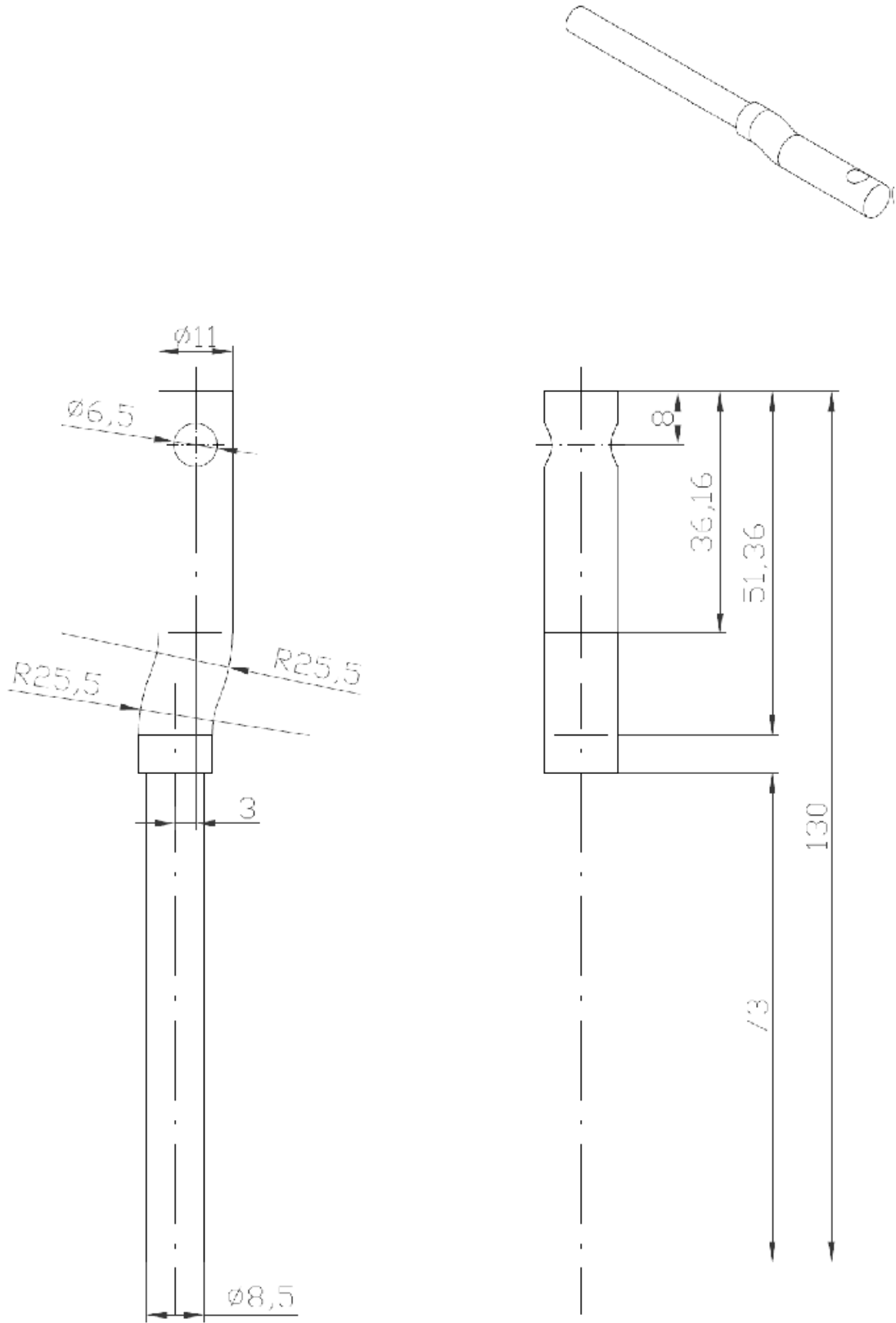


Şekil EK A7. Pim1 parçası teknik resmi

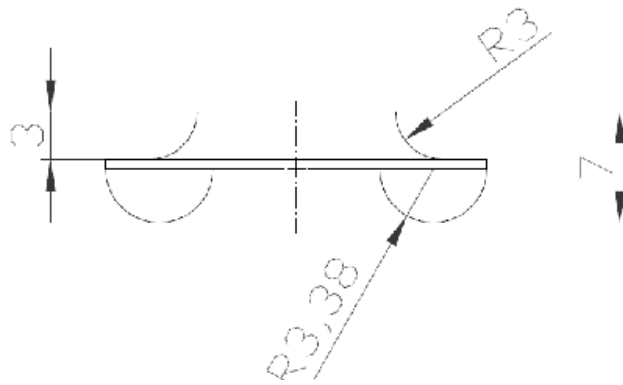
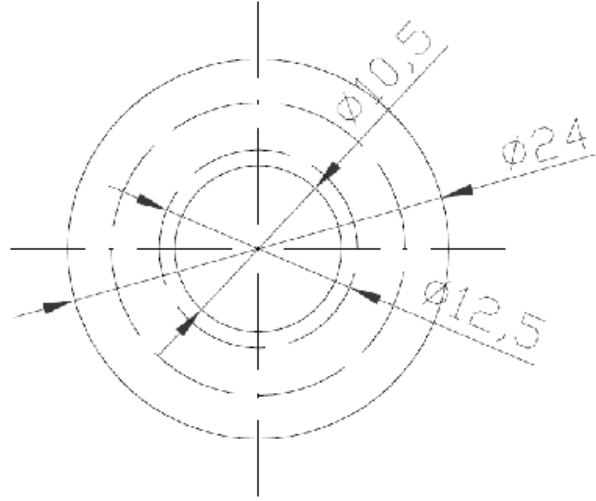


Şekil EK A8. Pim2 parçası teknik resmi

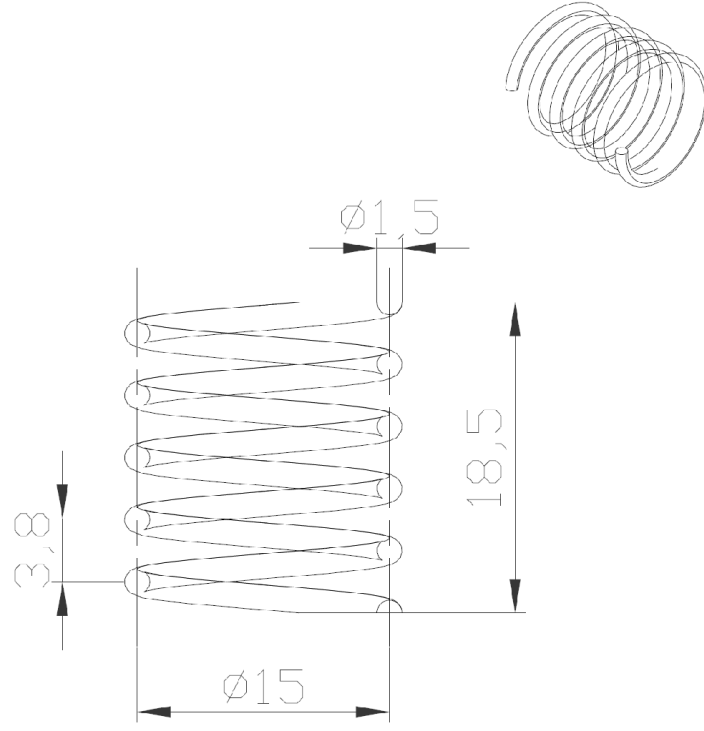




Şekil EK A9. Bağlantı çubuğu teknik resmi



Şekil EK A10. Plastik pul teknik resmi



Şekil EK A11. Yay teknik resmi

## ÖZGEÇMİŞ

Erkan Keklik, 31.10.1981 de Bursa' da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Bursa' da tamamladı. Lise öğrenimini 1998 yılında Konya'da Fatih EML' de tamamladı. 2000 Yılında Dumlupınar ÜNV Kütahya MYO Harita bölümünden Mezun oldu. Aynı yıl Bursa' da Forsmetal LTD. ŞTİ. de teknik ressam olarak iş başı yaptı. 2001 Yılında Forsmetal LTD. ŞTİ. de kalıphane şefi ve CAD/CAM operatörü olarak görevlendirildi. 2003 Yılında Abant İzzet Baysal ÜNV Düzce Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümüne kayıt yaptırdı ve 2007 yılında Bölümünde birinci, Fakültesinde ikinci olarak mezun oldu. Mezuniyetin hemen ardından infotech isimli firmasını kurdu. Bu firma ile makine alanındaki firmalara mühendislik desteği vermeye başladı. Yine 2007 yılında Sakarya ÜNV. Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Bölümünde Yüksek Lisans eğitimine başladı. Şu anda infotech firmasını yönetmektedir.