T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÖZEL ÇÖZÜM ASANSÖR SİSTEMLERİNİN TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA ÖZMEN

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÖZEL ÇÖZÜM ASANSÖR SİSTEMLERİNİN TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA ÖZMEN

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Mustafa ÖZMEN tarafından hazırlanan "**ÖZEL ÇÖZÜM ASANSÖR SİSTEMLERİNİN TASARIMI**" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 21.08.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	İmza
Danışman Doç. Dr. Özler KARAKAŞ	.....
Üye Dr. Öğr. Üyesi Arzum IŞITAN Pamukkale Üniversitesi	.....
Üye Doç. Dr. Hakan ERSOY Akdeniz Üniversitesi	.....

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 10/09/2019 tarih ve 36/22 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

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



Mustafa ÖZMEN

ÖZET

ÖZEL ÇÖZÜM ASANSÖR SİSTEMLERİNİN TASARIMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MUSTAFA ÖZMEN
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. ÖZLER KARAKAŞ)

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

Bu tez çalışmasında, hayatımızı önemli ölçüde kolaylaştıran asansör sistemleri ele alınmıştır. Ülkemizde Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'ne göre kat adedi üç olan binalarda asansör yeri bırakmak, dört ve daha fazla olan binalarda asansör tesis edilmesi zorunludur. Asansör sistemleri, ihtiyaca ve teknolojiye bağlı olarak çok hızlı gelişen mekanizmalardır. Asansörün boyutu ve kapasitesi, kanunlara ve ihtiyaca göre belirlenmekte olup, günümüz rekabet koşulları düşünüldüğünde, kullanılan malzemenin kalitesi, mukavemeti, hafifliği, ekonomik oluşu, montaj ve bakım kolaylığı büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, asansör sistemlerinin tarihsel gelişimi incelenmiş, asansörü meydana getiren makine elemanlarının kullanım amaçları belirtilmiş, özellikle inşaatı bitmiş binalarda yetersiz son kat yüksekliği ve/veya yetersiz kuyu dibi ölçülerine göre özel çözüm asansör sistemlerinin tasarım ve analiz çalışmaları TS EN'ye uygun olarak yapılmıştır. Tasarım çalışmalarında, standartların yanı sıra montaj ve bakım kolaylıkları da göz önüne alınmış olup, en uygun özel çözüm asansörlerinin tasarımı belirlenmeye çalışılmıştır. TS EN'ye uygun olarak mukavemet hesapları yapılmıştır.

Bu çalışmada, tasarım için üç boyutlu tasarım programı Solidworks kullanılmıştır. Analiz için ise sayısal bir yöntem olan sonlu elemanlar metodu kullanılmış ve bunun için Solidworks Simülasyon (Simulation) programından yararlanılmıştır. Ayrıca ilgili çalışmada Solidworks Simülasyon programının tanıtımı yapılarak, analiz için bu programın seçilme nedenlerine de değinilmiştir.

Çalışmanın son bölümünde, analiz sonuçları yorumlanarak özel çözüm asansör sistemlerinin tasarımı tamamlanmıştır. Literatürde bu konuda yapılmış çalışmalar yeterli sayıda ve katkıda değildir. Bu çalışmayla var olan bu eksikliğin giderilmesi hedeflenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Asansör, Özel Çözüm, TS EN, Solidworks, Solidworks Simülasyon

ABSTRACT

DESIGN OF SPECIAL SOLUTION ELEVATOR SYSTEMS
MSC THESIS
MUSTAFA ÖZMEN
PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
MECHANİCAL ENGİNEERİNG

(SUPERVISOR:ASST. PROF DR. ÖZLER KARAKAŞ)

DENİZLİ, AUGUST 2019

In this dissertation study, elevator systems which make our life considerably easier are disscussed. Elevator systems which are seen as luxury in the past and which must to be done by law in three or more high rise buildings are very fast developing mechanisms depending on the needs and technology. The measurement of elevator indicated according to regarding regulations and needs of users. The elevator systems which use the quality of materials, endurance lightness, economical are very important. The historical development of elevator system was researched, the purpose of the machine elements forming the elevator is specified, strength calculations were made in conformity with the standard in this study. The design and analysis work has been done for the special solution elevator system most especially less headroom measurement and pitless shaft as done building. In this design study ease of the ınstallatıon and maintance are taken into consideration besides the standards to design has been tried to be determined for the most suitable specialy solution system. The necessary strength calculations were made according to standards in this study. For design study, a numerical method, the finite element method was used and it has benefited from Solidworks Simulation program as well. The study also introduced the Solidworks and Solidworks Simulation programs and explored the reasons for their selection for analysis. In the last part of the study, the design of special solution elevator systems has been completed by interpreting the analysis resutls. It is aimed to eliminate these deficiencies with this study due to the studies done in this issue are not enough in the literature.

KEYWORDS: Elevator, Special Solution, TS EN, Solidworks, Solidworks Simulation

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
İÇİNDEKİLER ..... **iii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **vi**
TABLO LİSTESİ ..... **viii**
SEMBOL LİSTESİ ..... **ix**
ÖNSÖZ ..... **x**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Tezin Amacı 3
1.2 Yapılan Kabuller 3
1.3 Asansörün Tanımı ve Tarihçesi 4
1.4 Asansör Standartları ve Sınıflandırılması 8
1.4.1 Sınıf 1 Asansörleri 9
1.4.2 Sınıf 2 Asansörleri 9
1.4.3 Sınıf 3 Asansörleri 10
1.4.4 Sınıf 4 Asansörleri 10
1.4.5 Sınıf 5 Asansörleri 11
1.4.6 Sınıf 6 Asansörleri 12
2. ASANSÖRLERİN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ VE ELEMANLARI **13**
2.1 Asansörlerin Çalışma Prensibi 13
2.2 Asansörlerin Sistem Elemanları 17
2.2.1 Asansör Kuyusu 17
2.2.1.1 Tamamen Kapalı Asansör Kuyusu 17
2.2.1.2 Kısmi Mahfazalı Asansör Kuyusu 19
2.2.2 Makine Dairesi 20
2.2.3 Kılavuz Raylar 22
2.2.4 Asansör Kabini 24
2.2.5 Patenler 26
2.2.6 Asansör Kapıları 27
2.2.7 Tamponlar 27
2.2.8 Kumanda Sistemleri 28
2.2.9 Paraşüt Fren Mekanizması 29
2.2.10 Halatlar 33
2.2.11 Son Sınır Anahtarları (Sınır Güvenlik Kesicileri) 34
2.2.12 Karşı Ağırlık 36
2.2.13 Hız Regülâtörü 38
2.2.14 Makine Motor Grubu 39
3. ÖZEL ÇÖZÜM ASANSÖR SİSTEMLERİ **41**
3.1 Özel Çözüm Asansör Sistemlerinin Kompanentleri 44
3.1.1 Konsollar 44
3.1.2 Kılavuz Raylar 45
3.1.3 Makine Motor Grubu 46
3.1.4 Karkaslar (Semer Tipi Karkas ve Ağırlık Karkası) 48
3.2 Özel Çözüm Asansör Sistemlerinde Alınan Özel Önlemler 49
3.2.1 Mekanik Durdurucu 50
3.2.2 Kabin Üstü Katlanır Korkuluk 51
3.2.3 Katlanır Etek Sacı 52

4. ÖZEL ÇÖZÜM ASANSÖR SİSTEMLERİNİN MUKAVEMET HESAPLARI 53
4.1 Kabin Raylarının Hesaplanması 56
4.1.1 Güvenlik Tertibatı Çalışması 56
4.1.1.1 Eğilme Gerilmesi 56
4.1.1.1.1 Eğilme Gerilmesi (Durum 1) 57
4.1.1.1.2 Eğilme Gerilmesi (Durum 2) 59
4.1.1.2 Burkulma 60
4.1.1.3 Birleşik Gerilme 61
4.1.1.4 Ray Boynu Eğilmesi (Flanş Eğilmesi) 62
4.1.1.5 Eğilme Miktarları 62
4.1.2 Normal Kullanma, Hareket 63
4.1.2.1 Eğilme Gerilmesi 63
4.1.2.1.1 Eğilme Gerilmesi (Durum 1) 64
4.1.2.1.2 Eğilme Gerilmesi (Durum 2) 66
4.1.2.2 Burkulma 69
4.1.2.3 Birleşik Gerilme 69
4.1.2.4 Ray Boynu Eğilmesi (Flanş Eğilmesi) 69
4.1.2.5 Eğilme Miktarları 70
4.1.3 Normal Kullanma, Yükleme 71
4.1.3.1 Eğilme Gerilmesi 71
4.1.3.2 Burkulma 73
4.1.3.3 Birleşik Gerilme 73
4.1.3.4 Ray Boynu Eğilmesi (Flanş Eğilmesi) 73
4.1.3.5 Eğilme Miktarları 74
4.2 Karşı Ağırlık Kılavuz Raylarının Hesaplanması 75
4.2.1 Eğilme Gerilmeleri 76
4.2.2 Burkulma 77
4.2.3 Birleşik Gerilme 77
4.2.4 Ray Boynu Eğilmesi (Flanş Eğilmesi) 78
4.2.5 Eğilme Miktarları 78
4.3 Asansör Kuvvet Hesapları 79
4.3.1 Kabin Altı Tamponuna Gelen Yük 79
4.3.2 Karşı Ağırlık Tamponuna Gelen Yük 79
4.4 Tahrik Yeteneğinin Hesaplanması 80
4.4.1 Kabinin Yüklenme Durumu 82
4.4.2 Durdurma Tertibatının Çalışması 83
4.4.3 Karşı Ağırlığın Asılı Kalma Şartı 85
4.5 Asansör Motor Gücü Hesabı 86
5. SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ 88
5.1 Giriş 88
5.2 Sonlu Elemanlar Yönteminin Uygulama Alanları 90
5.3 Sonlu Elemanlar Yönteminin Modelleme ve Çözüm Basamakları 90
5.4 Solidworks Simülasyon (Simulation) Temelleri 91
5.4.1 Solidworks Simülasyon Analizinin Avantajları 92
5.4.2 Solidworks Temel Analiz Analiz Kavramları 93
5.4.3 Solidworks Simülasyon Etüt Ağacı 95
5.4.4 Solidworks Simülasyon Etütleri 96
5.4.5 Analiz Adımları 97

5.4.6 Malzemeler 98
5.4.7 Fikstürler ve Yükler 99
5.4.8 Yönleri Belirtme 99
5.4.9 Meshleme (Çözüm Ağı Oluşturma) 100
5.4.10 Etütleri Çalıştırma 100
5.4.11 Sonuçları Görüntüleme 101
6. ÖZEL ÇÖZÜM ASANSÖR SİSTEMLERİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE ANALİZİ 102
6.1 Kılavuz Ray Konsollarının Sonlu Elemanlarla Analizi 103
6.1.1 Kılavuz Ray ve Ray Bağlantı Elemanlarının Modellenmesi 103
6.1.2 Analiz Tipinin Belirlenmesi 104
6.1.3 Malzeme ve Kesitin Tanımlanması 105
6.1.4 Bileşen Temaslarının Belirlenmesi 105
6.1.5 Fikstürlerin Belirlenmesi ve Yüklerin Uygulanması 106
6.1.6 Modelin Sonlu Elemanlar Çözüm Ağının Oluşturulması 109
6.1.7 Analiz Sonuçları 110
6.2 Süspansiyonun (Kabin Karkasının) Sonlu Elemanlarla Analizi 113
6.2.1 Süspansiyonun Modellenmesi 115
6.2.2 Analiz Tipinin Belirlenmesi 115
6.2.3 Malzeme ve Kesitin Tanımlanması 116
6.2.4 Bileşen Temaslarının Belirlenmesi 116
6.2.5 Fikstürlerin Belirlenmesi ve Yüklerin Uygulanması 116
6.2.6 Modelin Sonlu Elemanlar Çözüm Ağının Oluşturulması 118
6.2.7 Analiz Sonuçları 120
6.3 Karşı Ağırlık Karkasının Sonlu Elemanlarla Analizi 122
6.3.1 Karşı Ağırlık Karkasının Modellenmesi 123
6.3.2 Analiz Tipinin Belirlenmesi 124
6.3.3 Malzeme ve Kesitin Tanımlanması 124
6.3.4 Bileşen Temaslarının Belirlenmesi 125
6.3.5 Fikstürlerin Belirlenmesi ve Yüklerin Uygulanması 125
6.3.6 Modelin Sonlu Elemanlar Çözüm Ağının Oluşturulması 127
6.3.7 Analiz Sonuçları 128
7. SONUÇ VE ÖNERİLER 131
8. KAYNAKLAR 134
9. ÖZGEÇMİŞ 139

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : ‘‘Teagle’’ denilen buhar makinasıyla çalışan asansör 4
Şekil 1.2 : Werner Von Siemens tarafından yapılan ilk elektrikli asansör. 6
Şekil 1.3 : Türkiye’de yapılan ilk asansör 7
Şekil 1.4 : Araç asansörü 11
Şekil 1.5 : Monşarj asansör 12
Şekil 2.1 : Hidrolik asansör elemanları. 14
Şekil 2.2 : Elektrikli asansör elemanları 16
Şekil 2.3 : Tamamen kapalı asansör kuyusu 18
Şekil 2.4 : Kısmi kapatılmış asansör kuyusu mesafeleri 19
Şekil 2.5 : Kısmi kapatılmış asansör kuyusu 20
Şekil 2.6 : Makine dairesi 21
Şekil 2.7 : Montajı yapılmış kılavuz raylar 23
Şekil 2.8 : Kabini oluşturan elemanlar 25
Şekil 2.9 : Paten çeşitleri. 26
Şekil 2.10: Kat kapıları 27
Şekil 2.11: Tamponlar 28
Şekil 2.12: Kumanda panosu (Kontrol paneli) 29
Şekil 2.13: Hız regülâtörünün bölümleri ve bağlantıları 30
Şekil 2.14: Ani etki eden paraşüt mekanizmaları 31
Şekil 2.15: Kademeli olarak etki eden paraşüt mekanizmaları 33
Şekil 2.16: Asansör halatı 33
Şekil 2.17: Halat şişeleri 34
Şekil 2.18: Sınır güvenlik kesici mekanizması 35
Şekil 2.19: Karşı ağırlık 37
Şekil 2.20: Hız regülâtörü 39
Şekil 2.21: Asansör motorları 40
Şekil 3.1 : 800 kg/10 kişilik özel çözüm asansörü kuyu yerleşimi 42
Şekil 3.2 : Özel çözüm asansör sistemleri elemanları 43
Şekil 3.3 : Konsollar 44
Şekil 3.4 : Kılavuz rayların montajı 45
Şekil 3.5 : Makine motor grubunun montajı 46
Şekil 3.6 : Halat şişeleri. 47
Şekil 3.7 : Karkas 48
Şekil 3.8 : Mekanik durdurucunun kontak bağlantısının sisteme montajı 50
Şekil 3.9 : Kabin üstü katlanır korkuluk konumu 51
Şekil 3.10: Katlanır etek sacı 52
Şekil 4.1 : Özel çözüm asansörünün kuyu yerleşimi 53
Şekil 4.2 : ‘‘x’’ eksenine bağlı yük dağılımı (güvenlik tertibatının çalışması durumunda) 56
Şekil 4.3 : ‘‘y’’ eksenine bağlı yük dağılımı (güvenlik tertibatının çalışması durumunda) 58
Şekil 4.4 : ‘‘x’’ eksenine bağlı yük dağılımı (normal kullanma, hareket durumunda) 63
Şekil 4.5 : ‘‘y’’ eksenine bağlı yük dağılımı (normal kullanma, hareket durumunda) 66

Şekil 4.6 : Normal kullanma, yükleme durumu. 71
Şekil 4.7 : Karşı ağırlık boyutları 75
Şekil 4.8 : Asansör sistemlerinin genel çalışma görünümü 80
Şekil 4.9 : F_1 ve F_2 kuvvetlerinin gösterimi 86
Şekil 5.1 : Çeşitli parçaların sonlu elemanlar yöntemiyle modellenmesi 89
Şekil 5.2 : Dairenin çevresinin sonlu elemanlar yaklaşımı ile bulunması 89
Şekil 5.3 : Sonlu elemanlar metodu ile çeşitli modelleme örnekleri..... 90
Şekil 5.4 : Solidworks simülasyon analizi 92
Şekil 5.5 : Bir parçanın modellenmesi 93
Şekil 5.6 : Dört yüzlü bir eleman. 94
Şekil 5.7 : Solidworks simülasyon etüt tipleri ve simgeleri..... 95
Şekil 6.1 : Kılavuz ray konsollarının bağlantı şekli. 103
Şekil 6.2 : Kılavuz rayların zemine sabitlendiği sınır şartı 106
Şekil 6.3 : Cıvata bağlantıları için tanımlanan rijit elemanlar 107
Şekil 6.4 : Konsolların duvara sabitlenmesi..... 108
Şekil 6.5 : Raya uygulanan kuvvetler ve uygulama yüzeyleri 108
Şekil 6.6 : Sistemin modeli 110
Şekil 6.7 : Konsol sisteminde meydana gelen gerilmeler 111
Şekil 6.8 : Konsol sisteminde meydana gelen birim şekil yer değiştirmeler . 111
Şekil 6.9 : Kabin karkası çeşitleri 113
Şekil 6.10: Tasarlanan kabin süspansiyonu 114
Şekil 6.11: Süspansiyonda tanımlanan mesnetleme sınır şartı..... 117
Şekil 6.12: Süspansiyon üzerine gelen yükler..... 118
Şekil 6.13: Sistemin modeli 119
Şekil 6.14: Süspansiyonda meydana gelen gerilmeler..... 120
Şekil 6.15: Süspansiyonda meydana gelen birim şekil yer değiştirmeler..... 121
Şekil 6.16: Asansör tahrik sistemi..... 122
Şekil 6.17: Tasarlanan ağırlık karkası..... 123
Şekil 6.18: Ağırlık karkasında tanımlanan mesnetleme sınır şartı..... 126
Şekil 6.19: Uygulanan kuvvetler ve kuvvet uygulama yüzeyleri 127
Şekil 6.20: Sistemin katı ve sonlu eleman modeli 128
Şekil 6.21: Karşı ağırlık karkası gerilme analizi sonuçları 129
Şekil 6.22: Karşı ağırlık karkası birim şekil yer değiştirme analizi sonuçları 130

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Anma yükü ve kabinin uygun azami alanı. 24
Tablo 4.1: Özel çözüm asansörü genel teknik özellikleri. 54
Tablo 4.2: Özel çözüm asansörünün diğer teknik özellikleri..... 55
Tablo 4.3: İzin verilen gerilmeler σ_{zul}. 61
Tablo 4.4: Tahrik yeteneği formüllerindeki simgeler ve açıklamaları..... 80
Tablo 4.5: Tahrik yeteneğinde incelenen durumlar. 82
Tablo 6.1: Modelleme ve tasarım parametreleri. 104
Tablo 6.2: Mesh (çözüm ağı) özellikleri. 109
Tablo 6.3: Asansör taşıyıcı elemanlarının geometrik boyutları. 115
Tablo 6.4: Mesh (çözüm ağı) özellikleri. 119
Tablo 6.5: Ağırlık karkası elemanlarının geometrik boyutları..... 124
Tablo 6.6: Mesh (çözüm ağı) özellikleri. 127

SEMBOL LİSTESİ

M.Ö **:** Milattan Önce

EN **:** Avrupa Standartları (European Standards)

TSE **:** Türk Standartları Enstitüsü

TS EN 81-20 **:** Asansörler - Yapım ve montaj için güvenlik kuralları - İnsan ve yük taşıma amaçlı asansörler - Bölüm 20: İnsan ve yük asansörleri

TS EN 81-50 **:** Asansörlerin yapımı ve kurulumu için güvenlik kuralları - Muayene ve deneyleri - Bölüm 50: Asansör bileşenlerinin tasarım kuralları, hesapları, muayeneleri ve deneyleri

CEN TC 10 **:** Avrupa Normalizasyon Komitesi Teknik Komite 10 (European Committee for Standardization Technical Committee 10)

CEN TR **:** Avrupa Normalizasyon Komitesi Teknik Raporu (European Committee for Standardization Technical Reports)

TSE CEN/TR 81-10 **:** Asansörler - Yapım ve montaj için güvenlik kuralları- Temeller ve yorumlar - Bölüm 10: En 81 serisi standardların sistematiği

EKS **:** Endüstriyel Kontrol Sistemleri

TS EN 12385-5 **:** Çelik tel halatlar - Güvenlik - Bölüm 5: Asansörler için halatlar

TS 1918 **:** Halatlar - Çelik telli - Genel amaçlar için

CE **:** Avrupa Standardlarına Uygunluk (Conformite European)

DC **:** Doğru Akım (Direct Current)

RPM **:** Dakika Devir Sayısı (Revolutions Per Minute)

TS EN 81-21 **:** Asansörler - İnsan ve yük taşımak için - Yapılış ve tesis ile ilgili güvenlik kuralları - Bölüm 21: Mevcut binalarda insan ve yük/insan taşıma için yeni asansörler

TS ISO 7465 **:** İnsan ve yük asansörleri - Asansör kabinleri ve karşı ağırlıkları için kılavuz raylar - T tipi

FEA **:** Sonlu Elemanlar Analizi (Finite Element Analysis)

FEM **:** Sonlu Elemanlar Yöntemi (Finite Element Method)

ÖNSÖZ

Bu çalışmada TSE standartları ve sonlu elemanlar metodu kullanılarak özel çözüm asansör sistemleri incelenmiştir.

Yapmış olduğum bu çalışmanın gerçekleştirilmesine olanak tanıyıp her türlü desteğini yapmış olduğum çalışma süresince esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Özler KARAKAŞ'a ve hayatımdaki en büyük destekçim olan, iyi ve kötü günümde yanımda duran eşime ve çok kıymetli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ağustos 2019 Mustafa ÖZMEN

Makina Mühendisi

1. GİRİŞ

Dikey yapılaşmanın hızla arttığı ülkemizde asansör bu yapıların önemli ve değerli bir parçasıdır. Günümüzde asansör sistemleri, insanların yoğun olarak kullandığı alışveriş merkezleri, eğitim kurumları, kültür ve sanat merkezleri, stadyumlar, konaklama tesisleri, metro istasyonları ve sağlık merkezleri gibi yerlerde insan ve/veya eşya taşımacılığının güvenli ve hızlı bir şekilde sağlanabilmesi için çokça kullanılır. Birçok kullanımı olmasına karşın bitmiş binalarda standart son kat yüksekliği ve kuyu dibi mesafesi büyük sorun teşkil etmektedir. Türkiye'de asansör talepleri çoğunlukla mimari proje aşamasında değil, bitmiş binalara yönelik olarak gelmektedir. Bitmiş projelerde de genellikle standart asansör ölçülerine uygun son kat yüksekliği ve kuyu dibi mesafesi bulunmamaktadır.

TSE Asansör Yönetmelikleri; asansörün özellikle frenleme anında kullanıcıların ve bakım yapan personellerin zarar görme riskini ortadan kaldıracak şekilde tasarlanıp imal edilmesi için gerekli standartları belirler ve en elverişsiz koşullar için gerekli serbest boşlukların nasıl olması gerektiğini belirtir. Fakat bazı koşullarda, çoğunlukla inşaatı bitmiş yapılarda, mevcut yönetmeliklerin uygulanamadığı koşullarda, gerekli emniyet koşullarını sağlamak amacıyla, ilgili bakanlıklar tarafından ulusal ve uluslararası normlara göre gerekli düzenlemelerin yapıldığı TSE Asansör Standartlarından yararlanılır. İlgili tez çalışmasında, inşaai işlemlerin yapılmasının mümkün olmadığı yapılar için, alınacak gerekli önlemler incelenmiş ve buna göre tasarım çalışmaları yapılmıştır.

TS EN 81-20 standardı, insan ve eşyanın taşınması için kullanılan asansörlerin yapım ve kurulumu için gerekli güvenlik kurallarını belirtmiştir. Bu standart yayınlandığında TS EN 81-1+A3: 2010 standardının yerini almıştır. İlgili standart, kabinin en elverişsiz pozisyonunda oluşabilecek risklere göre, olması gereken sığınma boşluklarını belirtir. Standartlarda belirtilen en küçük boyutlardaki boşluklardan daha fazla ölçülerdeki boşluklar emniyetli ve yeterli kuyu boşlukları olarak tanımlanır. Bu boyutların asgari ölçülerini sağlayamayan boşluklar ise emniyetsiz, yetersiz ve ek özel önlemlerin alınması gereken boşluklardır.

Bu tez çalışmasında; son kat yüksekliği ve/veya kuyu dibi ölçüsünün tavsiye edilen standart ölçülerin dışında olduğu (düşük) yapılarda veya ortada hiç asansör kuyusu ve/veya makine dairesi olmayan yerler için geliştirilecek ‘’Özel Çözüm Asansör Sistemleri’’ incelenmiştir. Bu sistem tasarlanırken; kullanım yerinin iç veya dış mekân olarak uygulanabilirliği, konforlu ve güvenli olması, tek parça kuyu şeklinde üretilen komple asansör sistemi olarak, üretimi yapılan diğer standart tasarımlardan montaj süresinin daha hızlı olması, seyir mesafesinin yeterli olması, durak sayısının artırılabilir olması, standart sistemlerden farklı olarak makine dairesine ihtiyaç duyulmaması ve 2017 yılında değişen asansör standartlarına uygunluğu göz önüne alınmıştır.

Sistemin mukavemet hesapları yapılırken, tahmin edilebilen yanlış bir kullanım durumu (örneğin, asansör kapasitesinden fazla ağırlığın asansöre yüklenmesi) dikkate alınarak yapılmalıdır. Bu nedenle, tasarlanacak asansör sistemi azami statik yükü destekleyecek durumda tasarlanmıştır. Güvenlik uygulamaları için başta TS EN 81-20 VE TS EN 81-50 standartları olmak üzere ulusal ve uluslararası standartlar göz önünde bulundurularak tasarım yapılmıştır.

Özel çözüm asansör sistemleri için gerekli parametrelerin oluşturulması tasarımın ilk adımlarını oluşturmaktadır. Bu aşamada asansörün gerekli nitelikleri ile ilgili olarak birçok soru gereklidir. Bu sorular genellikle; “Özel olarak nasıl ve nerede kullanılır? Ne kadar büyük olmalı? Ne kadar ağırlığa sahip olmalı? Yeterli hızı nedir? Bu özelliklerin tamamını birleştirip güvenli bir şekilde çalışması sağlanabilir mi?” Bunlar gibi temel soruların, sistemin ilk anlayışını şekillendirmesi beklenmektedir. Asansörün nasıl çalışması gerektiğinin genel hatları belirlendikten sonra, tüm gereksinimleri karşılama ve zorlukları aşma konusunda yapılan tasarım örnekleri ve yeni fikirler üzerinde düşünerek tasarımın zemini oluşturulmak istenmektedir. Bu parametreleri değerlendirip zemin hazırlandıktan sonra projenin tasarımına devam edilerek analizleriyle beraber sistemin oluşturulması planlanmaktadır.

1.1 Tezin Amacı

Ülkemizde bitmiş yapıların birçoğunda son kat yüksekliği ve/veya kuyu dibi mesafesi tavsiye edilen standart ölçülerden daha azdır. Bunun nedeni genellikle inşaatlardaki masrafların azaltılmak istenmesi ya da asansör firmaları ile ön çalışma (avan) yapılmamasıdır. Hem gerekli güvenlik önlemlerinin sağlanabilmesi hem de istenilen kapasitede emniyetli, konforlu, sürdürülebilir asansör sistemlerinin yapılabilmesi için özel tasarımlar gerekmektedir.

Gerek aynı kuyu içerisinde birden fazla girişe sahip asansörlerin uygulanması, gerekse son kat yüksekliği ve/veya kuyu dibi mesafesinin artırılamıyor olması, özel çözüm asansör sistemlerine ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır. Hem ulusal, hem de uluslararası standartlar göz önüne alınarak bu sistemler tasarlanmalıdır. Asansörde taşıma kapasitesi ile birlikte raylara, süspansiyona ve makine-motor grubuna gelen kuvvetler artmaktadır. Bu da piyasada yaygın olarak kullanılan ürünlerden farklı olarak, daha fazla mukavemete sahip yeni ürünlere ihtiyaç doğurmaktadır.

Söz konusu tez çalışmasında, tasarlanacak olan özel çözüm asansörlerinin özelliklerinin yönetmelikler, emniyet ve kullanım açısından doğru tespit edilmesi, hesaplanması ve standartlaştırılması amaçlanmıştır.

1.2 Yapılan Kabuller

Bu tez çalışmasında yapılan tüm mukavemet hesapları, TS EN 81-50 standardına uygun olarak, güvenlik ekipmânının çalışması, normal kullanımda-hareket ve normal kullanımda-yükleme durumlarına göre yapılmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda, bir asansör için meydana gelen en büyük kuvvetler esasa alınmış, tasarım analizi yapılırken bu değerler dikkate alınmıştır.

Asansörlerin tasarımında, kabinin semer tipi bir süspansiyon üzerinde olduğu, kılavuz rayların kabin ağırlık merkezinden kaçık olduğu kabul edilmiştir.

Asansör kapasitelerinde TS EN 81-50 standardına göre, kullanılabilen kabin alanları esas alınmıştır.

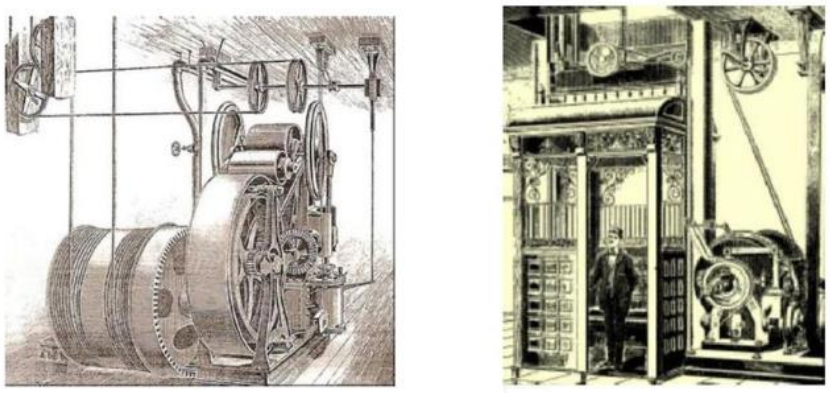
Tez konusu ile ilgili yapılan çalışma ve hesaplamalarda, kullanım oranı yüksek tipte olan ve yolcu asansörü sınıfına giren, Planlı Yapılar İmar Yönetmeliği'ne göre yeni binalarda 10 kişilikten daha düşük kapasitede asansör yapılmasına izin verilmediğinden 800 kg kapasiteli asansör incelenmiştir.

1.3 Asansörün Tanımı ve Tarihçesi

Belirli bir seyir mesafesinde çalışan, sabit ya da minimum 15 derece açıya sahip raylarda hareket eden ve bir kabine sahip, insanların ve/veya yüklerin taşınmasını sağlayan mekanizmalara asansör denir.

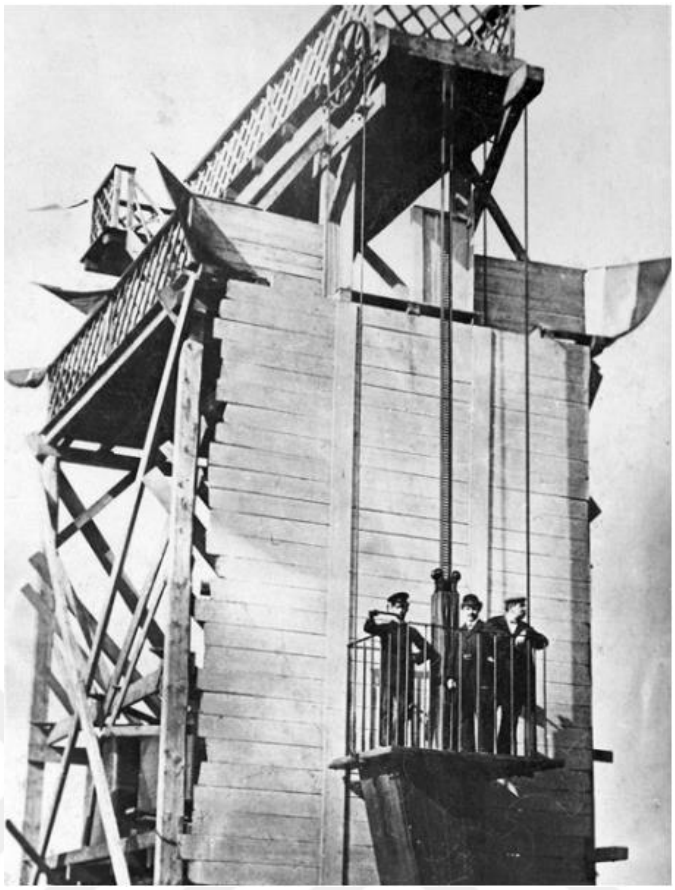
Mekanik araçlar vasıtasıyla, dikey yönde, insan ve/veya hayvanların kuvvetiyle taşımacılığın yapılması çok eski tarihlere dayanır. Asansörle ilgili fikir ve uygulamalar çok eski zamanlardan günümüze uzanmaktadır.

- Romalı Mimar Vitruv'un yazılarından anlaşıldığı üzere, M.Ö 236 yılında Arşimet (Archimedes) manuel çalışan ve basit vinç formunda bir kaldırma makinesi yapmıştır.
- İlk karşı ağırlıklı asansör 16. yüzyılda Fransız Velayer tarafından yapılmış ve ''Uçan İskemle'' olarak adlandırılmıştır.
- 1830 yıllarında İngiltere'de direkt hidrolik tahrikli yük asansörleri yapılmıştır.
- 1835 yılarında, kayışla transmisyon milinden tahriklenen ve buhar makinasıyla çalışan ''Teagle'' denilen asansör yapılmıştır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: ''Teagle'' denilen buhar makinasıyla çalışan asansör (url-1 2018)

- 1853 yılında, emniyet mekanizmaları düşmeye karşı tasarlanmış ilk asansör, New York'ta Elisha Graves Otis tarafından kurularak, kendisi tarafından halatlarının kesilmesiyle insanların gözü önünde asansörün güvenli olduğu ispatlanmıştır. Halatlarının gevşemesiyle kabine kılavuzluk eden rayları kavrayan mengenelere sahip olan asansör, New York Crystal Palace Sergisi'nde tanıtılmıştır.
- 1855 yılında Otis, kendisine ait buhar makinesiyle çalışan ve ters ve düz kayışlar ile devamlı çalışan transmisyon milinden hareket almasına gerek kalmayan asansörü yaptı.
- Buhar makinesi ile çalışan ilk insan asansörü 1857'de Broadway'de kuruldu.
- Hidrolik asansörlere olan ilgi, büyük kentlerde su şebekelerinin kuruluşuyla artmıştır. ' 'Güvenli Hidrolik Asansör'' ilk kez Leon Edoux tarafından Paris'te 1867 yılında yapılmıştır ve Paris Sergisi'nde ''Ascenseur'' şeklinde tanıtılmıştır.
- 1878'de Otis firması, halatlar üzerinde etkili indirekt hidrolik asansörü yaptı. Otis tarafından yine aynı yıl içerisinde asansörlere hız regülâtörünün eklenmesiyle asansör paraşüt sistemi geliştirildi.
- 01.05.1889 tarihinde tamamlanan Eiffel Kulesi'nde, üç farklı firma tarafından yapılan hidrolik asansörler, üç kademede ve toplam 7 dakikada (300 m) yukarıya insanları çıkarabiliyordu.
- İlk elektrikli asansör, 1880 yılında Werner Von Siemens tarafından yapıldı (Şekil 1.2). Bu bir kremayerli tırmanan asansördü.
- 1889'da Otis firması elektrik motoruyla doğrudan bağlantılı, sonsuz vida mekanizması ve halat tamburuna sahip asansör vinci yaptı.
- 1892'de Otis tarafından asansörlerde Ward-Leonard Tahriki uygulandı.
- 1894'de Otis basma düğmeli kumandayı asansör sisteminde kullandı.
- New York'ta dişlisiz asansör vinci Fransız De Bueren tarafından 1900 yılında yapıldı.
- Otis şirketi dişlisiz ve tahrik kasnağına sahip ilk asansör vincini 1904'de yaptı.



Şekil 1.2: Werner Von Siemens tarafından yapılan ilk elektrikli asansör (url-2 2019)

Tahrik kasnağına sahip vinçler, asansör tahriğindeki diğer yöntemlere göre ciddi avantajlara sahiptir. Asansör seyir mesafesi için herhangi bir sınırlandırma bulunmamaktadır. Yapı yüksekliği veya asansör seyir mesafesi makine yapısını etkilemez. Fazla sayıda halatların kullanılması, tahrik kasnağı sayesinde sağlanabilir. Bu durum hem sistemin emniyetli bir şekilde çalışmasını sağlar hem de daha küçük çaptaki kasnakların kullanılmasına imkân verir. Tahrik kasnağı ayrıca asansörün son durağı geçerek tavana gidişinde ve kılavuz raylar arasında sıkışarak halat boşluğu tehlikesinin oluşmasında kendiliğinden önleyicidir.

- 1915'de Otis firmasının mühendisleri tarafından ''hassas seviye düzeni'' keşfedildi ve savaş gemilerinde uygulandı.
- Profesör Donadt, yüksek mühendis F. Hymans ve A.V. Hellborn'ın 1927'de yaptığı tahrik kasnaklı asansörler hakkındaki bilimsel araştırmaların ve yayınların ardından, farklı farklı yiv profil şekilleriyle yapım şekli gelişimini bitirmiş ve günümüze kadar ulaşmıştır.

Asansör sistemlerinde son yarım asırda, emniyet önlemleri göz önünde bulundurularak, özellikle de elektronik alanında kullanım rahatlığı ve basitliğini artırıcı yönde gelişmeler yaşanmıştır. 1950'li yıllarda otomatik olarak kapıların kapanması ve çok sayıda asansörün düzenli bir şeklide hareketini sağlayan otomasyon sistemlerinin geliştirilmesi asansör emniyetini daha da arttırdı. İnsan asansörlerinin yanında yük ve servis asansörlerinin de kullanımı artarken, büyük iş merkezlerinde devamlı hareketli kabinlerden meydana gelen ''paternoster" adı verilen asansörlerin yanında hastanelerde sedye asansörleri de ihtiyaç haline dönüştü.

Asansör hızları son yirmi yıl içinde hızla arttı. En hızlı asansörler, kullanıcılarını dakikada 500 m (8,33 m/s) yüksekliğe çıkardı. Günümüzde ise dakikada 750 m (12,5 m/s) yükseğe çıkan asansörler vardır. Kablo bağlantısı bulunmayan asansör kabinlerinden, elektromanyetik bir şekilde komutların iletildiği asansör sistemlerine kadar çeşitli gelişmeler olmuştur.

- Ülkemizde ilk elektrikli asansör, Fransız Mimar Alxander Valley tarafından Beyoğlu'ndaki Pera Palas Oteli'nde 1892 yılında inşa edilmiştir (Şekil 1.3).
- 1907 yılında Nesim Levi, İzmir Karataş'ta 55 m seyir mesafeli 2 adet buharla çalışan asansör inşa etmiştir.



Şekil 1.3: Türkiye'de yapılan ilk asansör (url-3 2019)

1.4 Asansör Standartları ve Sınıflandırılması

Asansörler için harmonize standartların çoğu CEN TC 10 tarafından geliştirilmiştir. CEN TC 10 asansör standartları için özel bir numaralandırma standardı geliştirmiştir. Asansör standartları ailesi EN 81 jenerik numarasını taşır. Aile, farlı operasyon teknikleri kullanan veya asansör güvenliğinin farklı açıları bulunan asansörlerle ilgili ayrı bölümleri içerir. Numaralama sistemi CEN TR 81-10'da anlatılmıştır.

EN 81 ailesinin standartları, asansör direktifi ile kapsanan asansör standartlarını, makine direktifi tarafından kapsanan kaldırma makinelari standartlarını ve herhangi bir topluluk mevzuatı kapsamında olmayan kaldırma makinelari standartlarını içerir.

Asansörlerin kabin boyutları, standart sayıların temel serisinden Renard R10'a yakın olarak seçilen yüklerle ilişkilidir.

Kuyu alt boşluğu, kuyu üst boşluğu ve makine dairesi boyutları, 2,5 m/s'ye kadar, standart sayıların temel serisi R5'in esas alındığı hızlara bağlı olarak belirlenmiştir. Renard serisi, uluslararası düzeyde 1946'da kabul edilen (Budapeşte Uluslararası Kongresi) standart sayıların temel serisidir. Bu seri, çarpanları 10 sayısının üslerinden seçilen bir geometrik seridir.

Asansörler için bu çarpanlar:

- Kabin yükü : $R10 = \sqrt[10]{10} = 1{,}2589$
- Kabin hızı : $R5 = \sqrt[5]{10} = 1{,}5849$

Elde edilen aşağıdaki sonuçlar yaklaşıktır:

- Kabin yükü (kg) : 320 – 450 – 630 – 800 – 1000 – 1275 – 1600 – 1800 – 2000 - 2500
- Kabin hızı (m/s) : 0,4 – 0,63 – 1,0 – 1,6 – 2,0 – 3,0 – 3,5 – 4,0 – 5,0 – 6,0

0,63 m/s'den 6,0 m/s'ye kadar olan hızlar elektrikli asansörlerde uygulanır. 0,4 m/s'den 1,0 m/s'ye kadar olan hızlar hidrolik asansörlerde uygulanır (TS 8237 ISO 4190-1 2004).

Kullanım amaçlarına göre asansörler 6 sınıfa ayrılır:

1.4.1 Sınıf 1 Asansörleri

İnsanları taşımak için özellikle tasarlanmış asansörlerdir. Genellikle konutlarda kullanılan asansörlerdir.

- 320 kg ve 450 kg beyan yüklü küçük kabinler yalnızca insan taşımak için kullanılır.
- 630 kg beyan yüklü kabinler insan taşımaya ek olarak tekerlekli sandalye kullanan kişileri (fakat tam hareket serbestliği sağlamaz) ve/veya çocuk arabalarını taşımak için kullanılabilir.
- 1000 kg beyan yüklü kabinler yukarıda belirtilenlerin yanı sıra, tutamakları sökülebilen sedyelerin, tabutların ve mobilyaların taşınması için de kullanılabilir.

Genel amaçlı asansörler, 2,5 m/s'ye kadar olan asansör hızlarının uygun olduğu alçak ve 15 kata kadar olan orta yükseklikteki binalarda kullanılır (TS 8237 ISO 4190-1 2004).

İskân edilen yapılarda (konutlarda) kullanılan asansörler Sınıf 1 asansörleri olup, bina içi trafik hesabı sonucu sayısı ve kapasitesi belirlenir.

1.4.2 Sınıf 2 Asansörleri

Sınıf 2 asansörleri aynı zamanda eşya da taşınabilen yolcu asansörleridir. Sınıf 2 asansörlerin boyutları, Sınıf 1 ve Sınıf 6 asansörlerine ait boyutlar ile aynıdır. Bilhassa konutlardaki 1000 kg/13 kişi kapasiteli asansörler ve/veya Sınıf 3 kategorisindeki asansörler bu maksat için kullanılmalıdır.

Genel kullanıma açık binalar ile kamu binalarında, istasyonlarda, gar, alışveriş merkezi, havaalanı, tiyatro, sinema, otel v.s. kullanılan asansörler olup, bina içi trafik hesabına bakılmaksızın kapasitesi belirlenir.

1.4.3 Sınıf 3 Asansörleri

Sınıf 3 asansörleri sağlık hizmetleri asansörleridir. Sedye (hasta) taşımak için tasarlanmıştır. Aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- 2500 kg beyan yüklü asansörlerin kabinleri, özellikle 1000 mm x 2300 mm boyutlarındaki hastane yataklarındaki hastaların tıbbî yardım cihazları ve ilgili görevlilerle birlikte taşınması için uygundur.
- 2000 kg beyan yüklü asansörlerin kabinleri, özellikle 1000 mm x 2300 mm boyutlarındaki hastane yataklarının (tıbbî yardım cihazları hariç) ilgili görevlilerle birlikte taşınması için uygundur.
- 1600 kg beyan yüklü asansörlerin kabinleri, esas olarak 900 mm x 2000 mm boyutlarındaki hastane yataklarının (tıbbî yardım cihazları hariç) ilgili görevlilerle birlikte taşınması için uygundur.
- 1275 kg beyan yüklü asansörlerin kabinleri, bakım evlerindeki 900 mm x 2000 mm boyutlarındaki yataklarının (tıbbî yardım cihazları hariç) ilgili görevlilerle birlikte taşınması için uygundur (TS 8237 ISO 4190-1 2004).

1.4.4 Sınıf 4 Asansörleri

İnsan refakatinde yüklerin taşınması için tasarlanmış asansörlere Sınıf 4 asansörleri denir. Bu kategorideki asansörlerde beyan yükü ve amacına uygun olması konfordan daha önemlidir. Yük asansörlerinde, kaldırma kapasitesini artırmak için çoklu palanga sistemleri kullanılır. Bu durumda hızda azalma olur. Şekil 1.4’de örnek bir araç asansörü gösterilmektedir. Aynı sınıfta yer alan araç asansörleri, ticari kabine sahip olmayan motorlu araçları taşıyacak ölçülerde tasarlanan asansörlerdir.



Şekil 1.4: Araç asansörü (url-4 2019)

1.4.5 Sınıf 5 Asansörleri

Bu kategorideki asansörlere servis asansörleri ya monşarj asansörler de denir. Bu asansörlerin boyutları ve tasarımı insanların giremeyeceği bir kabine göre olmalıdır (Şekil 1.5). İnsanların içine girip kullanmasının yasak olduğu bu asansörler tamburlu olarak da tasarlanabilir. Farklı kapasitedeki monşarj asansörleri değişik amaçlar için tasarlanabilir. Bu kategorideki asansörlerin ölçüleri;

- Maksimum taban alanı 1 m^2,
- Maksimum derinlik 1 m,
- Maksimum yükseklik 1,2 m olmalıdır.



Şekil 1.5: Monşarj asansör (url-5 2018)

1.4.6 Sınıf 6 Asansörleri

Sınıf 6 asansörler yoğun kullanım için olan asansörlerdir.

15 katın üzerindeki yapılarda kullanılan bu asansörlerde minimum hız 2,5 m/s'dir. Asansör avan hesapları ile ilgili yapılardaki asansörlerin olması gereken kapasitesi, hızı ve sayısı belirlenir.

2. ASANSÖRLERİN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ VE ELEMANLARI

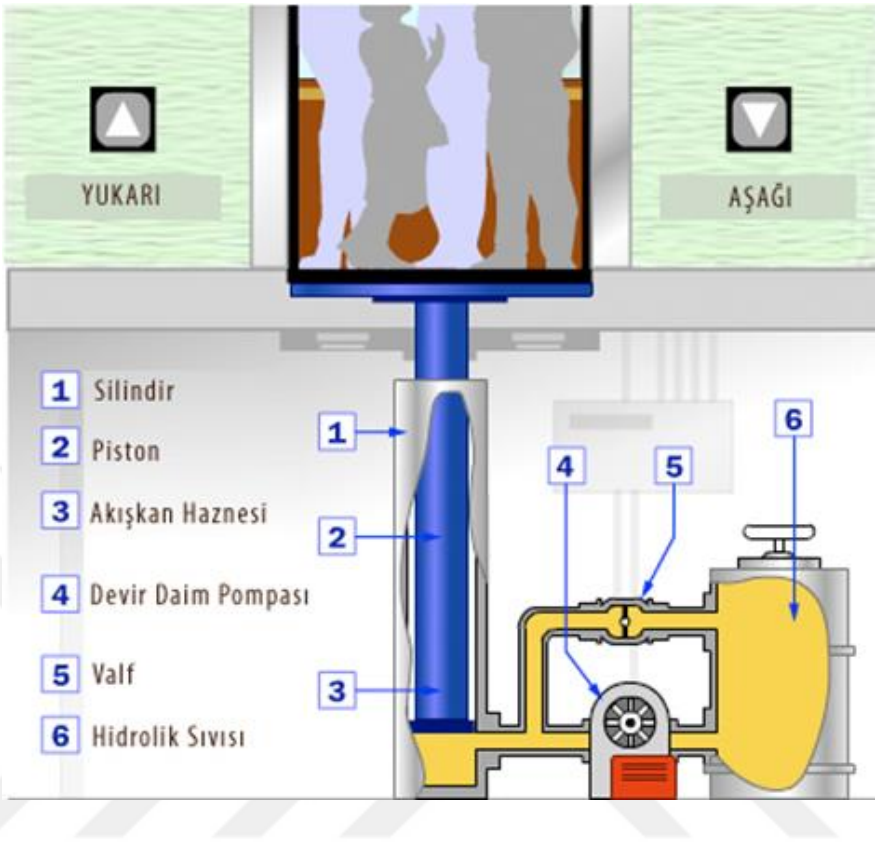
Günümüzde üst geçitler, hastaneler, gökdelenler gibi merdivensiz yukarıya çıkılması gereken her yerde asansöre ihtiyaç duyulmaktadır. İnsanların ya da yüklerin taşınabileceği değişik ebatlarda bir kabin, yatay ya da dikey kılavuz raylar arasında, belli duraklara taşıma işlemi yapan araca asansör denir. Asansörler, elektrikle çalışırlar ve insanları ve/veya yükleri bir kattan diğerine çıkarıp indiren platform bir kabine sahip olan araçlardır. Özellikle büyük şehirlerde iş ve sosyal yaşamı oldukça kolaylaştıran asansör, insanların üst katlara kolaylıkla çıkabilmelerini sağlaması bakımından yaşam konforunu artıran bir araçtır. Zira asansör icat edilmeden ya da bu kadar yaygınlaşmadan önce insanlar en fazla 4-5 katlı, yürüyerek çıkılabilecek yükseklikte binalar yapmaktaydılar. Asansörün icadı çok katlı binaların önünü açmıştır.

2.1 Asansörlerin Çalışma Prensibi

Günümüzde çoğunlukla elektrikli ve hidrolik asansörler olmak üzere iki farklı asansör sistemi kullanılır. Avantajları açısından elektrikli yani halatlı yapıya sahip asansörler, hidrolik asansörlere göre daha yaygın tercih edilmektedir.

Hidrolik asansör sistemleri, piston yardımıyla sıvı basıncından faydalanarak çalışırlar. Bu piston üzerinde asansör kabini yer almaktadır. Hidrolik asansörü oluşturan ana yapılar; sisteme ait yağ tankı, pompa (elektrik motoruna bağlı) ve tank ile silindirle arasında konumlandırılmış valftir (Şekil 2.1). Tankta bulunan yağın silindire geçmesi pompanın uyguladığı basınçla sağlanır. Basınç yardımıyla silindirde biriken yağ, pistonu yukarı hareket ettirir. Bu durumda pistonun yukarı doğru hareketiyle birlikte, pistona bağlı kabin de hareketlenir. Kabin durması gereken durağa yaklaştığında, kontrol sistemi, pompanın aşamalı bir şekilde kapatılması için elektrik motoruna gerekli sinyalleri gönderir. Pompa aktif olmadığı için silindire herhangi bir sıvı akmaz fakat valf kapalı olduğundan silindirin içindeki sıvının da geri gitmesi mümkün değildir. Piston sıvının üzerindeyken kabin mevcut konumunu korur. Eğer asansör aşağı indirilmek istenirse, vanaya kontrol sistemi tarafından sinyal

gönderilmesiyle elektronik vana aktif hale gelir ve açılır. Silindirin içerisindeki sıvının geri dönmesiyle pistondaki basınç düşürülür ve aşağı yönlü asansör hareketi sağlanır.



Şekil 2.1: Hidrolik asansör elemanları (url-6 2018)

Kullanım alanı çoğunlukla yük asansörlerinde olan hidrolik asansörler, çeşitli avantajlara ve dezavantajlara sahiptir.

Hidrolik asansörlerin sahip olduğu avantajlar:

- Hidrolik asansörlerde, elektrikli asansörlere göre motor grubu ve kontrol paneli tavanda değil zemindedir ve olası bir yangında müdahale etmesi çok daha kolaydır.
- Son katta motor grubu olmadığından çatı tasarımı için herhangi bir sınırlandırmaya neden olmaz.
- Makine dairesinin yeri seçilirken serbestlik sağlar.
- Yapılarda daha aktif kullanım alanına sahiptir.
- Yük taşıma kapasitesi daha fazla olduğundan ihtiyacı daha kolay karşılayabilmektedir.

- Asansör aşağı inerken enerji harcamaz.
- Statik hesaplar, yapıya gelen kuvvetlerin direkt zemine iletilmesinden dolayı daha kolay hesaplanabilmektedir.
- Muhtemel arızalarda otomatik bir şekilde asansör kata ulaşabilmektedir.

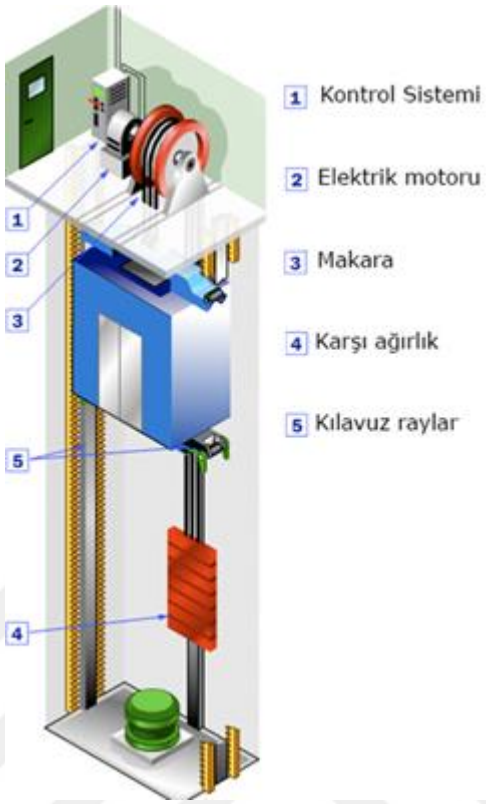
Hidrolik asansörlerin sahip olduğu dezavantajlar:

- İzolasyonu yeterli olmayan zeminde oluşabilecek kaçaklarda, su kaynaklarının kirlenme ihtimali vardır.
- İklim koşullarına göre asansörde kullanılan yağın karakteristiği değişeceğinden farklı performanslar ortaya çıkmaktadır.
- Elektrikli asansörlere göre, aynı kapasite ve hızda 2,5-3 kat daha fazla motor gücüne ihtiyaç duymaktadır.
- Montaj, işletme ve bakımda, genellikle tahmin edilemeyen masraflar çıkar ve bu da bütçe planlaması açısından sıkıntı yaratmaktadır.

Elektrikli asansörler günümüzde daha yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Elektrikli asansörlerde kabin, halatlar sayesinde tutulmaktadır. Son kata ya da makine dairesine yerleştirilmiş makaralar etrafına sarılan çelik halatlar ile kabin hareketi sağlanmaktadır. En az bir adet elektrik motoruna sahip olan bu sistemlerde, motorun dönüş yönü asansörün aşağı inmesini ya da yukarı çıkmasını sağlar.

Elektrikli asansör sistemlerinde, kabin ağırlığını dengelemek için muhakkak karşı ağırlık da mevcuttur. Çelik halatların bir ucuna kabin diğer ucuna da karşı ağırlık sabitlenir. Karşı ağırlık, tam kapasiteli bir kabinin ağırlığının 1/2'si kadardır. Normal kullanım koşullarında kabin ve karşı ağırlık mükemmel bir uyum içerisinde hareket etmektedir. Karşı ağırlığın kullanılmasının nedeni hem moment dengesini sağlamak hem de enerjiden tasarruf sağlamaktır. Motor, dengeyi herhangi bir yöne bozmak istediğinde, makaranın her iki tarafında eşit yükler olduğundan az miktardaki kuvvetle bunu rahatlıkla sağlayabilmektedir. Sürtünme kuvvetini yenmesi motor için yeterli olmaktadır, çünkü öbür taraftaki ağırlık işin önemli kısmını halletmiş olur. Bu şekilde

denge sayesinde sistemdeki potansiyel enerji korunmuş olur. Tahterevalli mantığıyla çalışan bu sistemde, zamanla parçalarda oluşabilecek yıpranmalar da azalır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Elektrikli asansör elemanları (url-6 2018)

Kılavuz raylara bağlanan karşı ağırlık ve kabinde, ileri ve geri yönde hareket engellenmiş olur. Bunun yanında fren takımı bu kılavuz raylar üzerinde çalışmaktadır.

Birçok riski barındıran ve en tehlikeli sektörlerden birinin içerisinde yer alan asansörde, zaman için geliştirilen emniyet önlemleri ile olumsuz bir durumun yaşanma ihtimali, araştırmalara göre, 12 milyonda bir ihtimalden daha azdır. Bir başka ifadeyle doğru seçilen halatlarda emniyet katsayısı 12'dir. Sistemde kullanılan tek bir halat bile hem karşı ağırlığı hem de kabini taşıyabilme kapasitesine sahiptir. Geriye kalan halatlar, halatların kopma ihtimaline karşı yedekte bulunmaktadır.

Asansör, elektrikli motorun yanında bulunan kendine ait makara sistemi ve kabine bağlı kontrol mekanizması sayesinde, tüm halatların kopması durumunda bile düşmez. Kabin herhangi bir sebeple müsaade edilen hız limitlerini aşarsa, kontrol mekanizması devreye girer ve merkezkaç kuvvetiyle kontrol mekanizmasındaki yaylı

metal kancaları dışarı doğru iter, makaranın hareketi durdurulur ve kabin üzerinde bulunan bir kola, kontrol mekanizmasına ait halat fırlayarak freni aktif hale getirir.

2.2 Asansörlerin Sistem Elemanları

2.2.1 Asansör Kuyusu

Asansör kabininin, karşı veya dengeleme ağırlığının ve makine dairesiz asansörlerde motor grubunun da içerisinde bulunduğu ve asansörün düşey düzlemde hareket edebildiği boşluğa asansör kuyusu denir. Genellikle asansör kuyusu zemin, tavan ve yan duvarlar ile sınırlandırılmıştır. Kuyuda bir veya daha fazla asansör kabini bulunabilir. Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı, kabin gibi aynı kuyuda bulunmalıdır. Hidrolik asansörlerde hidrolik kaldırma üniteleri, kabin gibi aynı kuyuda olmalıdır. Bunlar zemin veya diğer alanlar içerisine genişleyebilir. Bir asansör çevreden duvarlar, kuyu zemini ve kuyunun tavanı ya da yeterli boşlukla ayrılmış olmalıdır.

Asansör kuyuları ikiye ayrılır;

- Tamamen kapalı asansör kuyusu,
- Kısmi mahfazalı asansör kuyusu

2.2.1.1 Tamamen Kapalı Asansör Kuyusu

Kuyu; deliksiz duvarlar, zemin ve tavan ile tamamen kapatılmış olmalıdır (Şekil 2.3). Sadece müsaade edilebilir açıklıklar:

- Durak kapıları açıklıkları,
- Girişin ve kuyuya acil durum kapılarının ve muayene kapaklarının açıklıkları,
- Yangın esnasında gaz ve dumanın çıkması için yapılmış menfezlerin açıklıkları,
- Havalandırma açıklıkları,

- Asansörün fonksiyonu için kuyu ile makine veya makara daireleri arasındaki gerekli açıklıklar.

Kuyu içerisinde bir duvardan veya genişliği 0,15 m'den daha büyük olan yatay kirişten herhangi bir yatay çıkıntı ve ayırıcı kirişler dâhil, TS EN 81-20 Madde 5.4.7.4'e uygun olarak bir kabin üst korkuluğu ile giriş engellenmediği sürece, bir insanın orada ayakta durması engellenmiş olmalıdır.

Koruma tedbirleri aşağıdaki gibi olmalıdır:

- 0,15 m'den daha büyük olan çıkıntı, yatayla en az 45° açı ile pahlanmış olmalıdır veya,
- Dairesel veya dikdörtgen bölümde 5 cm²'lik bir yüzey üzerinde herhangi bir noktada saptırıcıya dik açıyla uygulanan düzgün dağıtılmış 300 N'luk bir kuvvete dayanabilen yatayla asgari 45° açıya sahip eğimli yüzey olacak şekilde şekillendirilmiş bir saptırıcı, kalıcı bir şekil değiştirme veya 15 mm'den daha büyük elastik şekil değiştirme olmaksızın dayanabilmelidir (TS EN 81-20 2014).

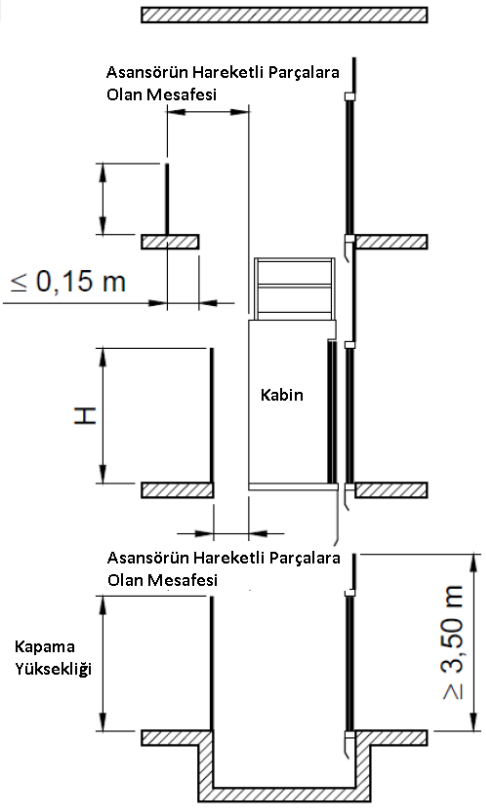


Şekil 2.3: Tamamen kapalı asansör kuyusu

2.2.1.2 Kısmi Mahfazalı Asansör Kuyusu

Asansör kuyusunun kısmi mahfazalı olması gereken yerlerde (örneğin, büyük galeri veya avlulardaki, bina kuleleri vb. panorama asansörleri) aşağıda verilenler uygulanır:

- Normal olarak insanların girebileceği yerlerde, bu yerlerdeki insanları korumak için mahfaza yüksekliği; asansörün hareketli parçaları nedeniyle tehlikeli olma ve doğrudan veya elde tutulan cisimlerle kuyu içindeki asansör donanımına ulaşılarak asansörün güvenli çalışmasına müdahale durumlarında yeterli olmalıdır.
- Yükseklik, Şekil 2.4'e uygun olarak; durak kapılarının olduğu tarafta asgari 3,50 m ve diğer kenarlarda asgari 2,50 m ve buna ek olarak asansörün hareketli parçalarına olan yatay mesafe asgari 0,50 m olduğu takdirde yeterli sayılır. Asansörün hareketli parçalarına olan yatay mesafe 0,50 m'yi aşarsa, bu 2,50 m değeri; 2,0 m'lik yatay bir mesafede en az 1,10 m yükseklik olacak şekilde tedricen azaltılabilir.



Şekil 2.4: Kısmi kapatılmış asansör kuyusu mesafeleri (TS EN 81-20 2014)

- Mahfaza duvarları deliksiz olmalıdır.
- Mahfaza duvarları; katların veya merdivenlerin veya platformların kenarından azami 0,15 m mesafede yerleştirilmiş olmalıdır.
- Dış hava etkilerine açık olan asansörlerde özel tedbirler alınmalıdır (Şekil 2.5).
- Başka cihazların, asansörün çalışmasını etkilememesi için gerekli tedbirler alınmalıdır (TS EN 81-20 2014).



Şekil 2.5: Kısmi kapatılmış asansör kuyusu

2.2.2 Makine Dairesi

Asansör kuyusunun bir parçası olan makine dairesi, kuyunun üzerinde bulunur ve kumanda panosu, elektrikli asansör motoru gibi asansör teçhizatlarının içinde bulunduğu yerdir (Şekil 2.6). Asansör beyan yükü ve asansör yükü makine dairesinin belirlenmesinde önemlidir. Makine dairesi, iyi yalıtım yapılmış, standartların belirttiği asgari aydınlıkta olmalı (stroboskopik yanılgıdan

etkilenmeyecek şekilde aydınlatılmış ve en az 200 lüks), mutlaka havalandırmanın olduğu, +5 ve +40 derece sıcaklık aralığında olan, titreşim ve sesleri absorbe edecek yapıda düzenlenmelidir.



Şekil 2.6: Makine dairesi

Makine dairesinde motor grubunun olduğu döşemeye erişimin kolay olması gerekir ve bu döşeme asansörün çalışması durumunda oluşabilecek tüm darbelere dayanabilecek mukavemete sahip olmalıdır. Eğer makine kaidelerinin yerden yüksekliği 50 cm'den fazla ise, buraya erişim için harici bir merdiven konulmalıdır. Makine dairesine giriş ve buradaki teçhizatlara erişim yapılırken geçiş yollarının ilgili standartlara uygun olması gerekir. Makine dairesi ölçüleri, içerindeki teçhizatların ve aynı zamanda asansör bakımı yapan personelin emniyetli bir şekilde çalışmasına uygun olacak şekilde olmalıdır:

- En az 2 m serbest yükseklik çalışma alanlarının üzerinde olmalıdır.
- Özellikle kumanda panoları gibi elektrikle çalışan aksamların rahatça çalışmasını sağlayacak yatay bir alan bu ünitelerin önünde bulunmalıdır.
- Minimum 0,5 m x 0,6 m'lik serbest bir yatay alan, hareketli parçaların bakımının yapılacağı tarafta bulunmalıdır.

Makine dairesi ve kuyuya giriş kapılarının minimum yüksekliği 2,0 m ve minimum genişliği 0,6 m olmalıdır. Minimum 1,8 m serbest yükseklik ve minimum 0,5 m serbest genişlik geçiş yollarının üzerinde olmalıdır. Bu genişlik ölçüsü, hareketli parçaların olmadığı kısımlarda 0,4 m'ye kadar düşürülebilir. Dönen parçaların üzerinde bulunması gereken minimum serbest ölçü 0,3 m'dir. Makine dairesi döşemeleri arasında 0,5 m'den fazla kot farkı varsa, zorunlu olarak korkulukları olan basamaklar ya da merdiven konulmalıdır.

Makine dairesinin tavanına ya da taşıyıcı demir kirişlere en az bir adet, ağır asansör komponentlerini taşıyabilmek için, taşıma kapasiteleri üzerlerinde belirtilmiş taşıyıcı ya da kanca montajlanmalıdır.

2.2.3 Kılavuz Raylar

Kılavuz raylar, kuyu içerisinde kabin ve dengeleme ağırlığı ya da karşı ağırlığın seyir süresince doğrusal hareketinin sağlanması amacıyla kuyu içerisine yerleştirilir. Raylar kuyu dibine sabitlenir veya kuyu üst betonuna asılır. Kabinin istenmeyen hareketlerinde durdurulması için güvenlik tertibatının tutunması sağlanır.

Kabin ve dengeleme ağırlıklarının dikey düzlemde doğrultularını koruyarak dönmelerinin engellenmesi gerekir. Aynı zamanda kabin ile kabin kapısı ve kabin ile dengeleme ağırlığı arasındaki mesafenin sabit olması ve çalışma esnasında bu mesafelerin korunması gereklidir. Bunlar da kılavuz raylar sayesinde sağlanabilmektedir. Bu nedenle kılavuz ray seçimi ve montajı çok önemlidir. Rayların birbiriyle ve konsollarla olan montajı doğru yapılmalı, özellikle asansör konforu açısından, kullanılan raylar uygun doğrultuda olmalı ve kuyu boyunca birbirleri arasındaki mesafenin sabit olmasına özen gösterilmelidir.

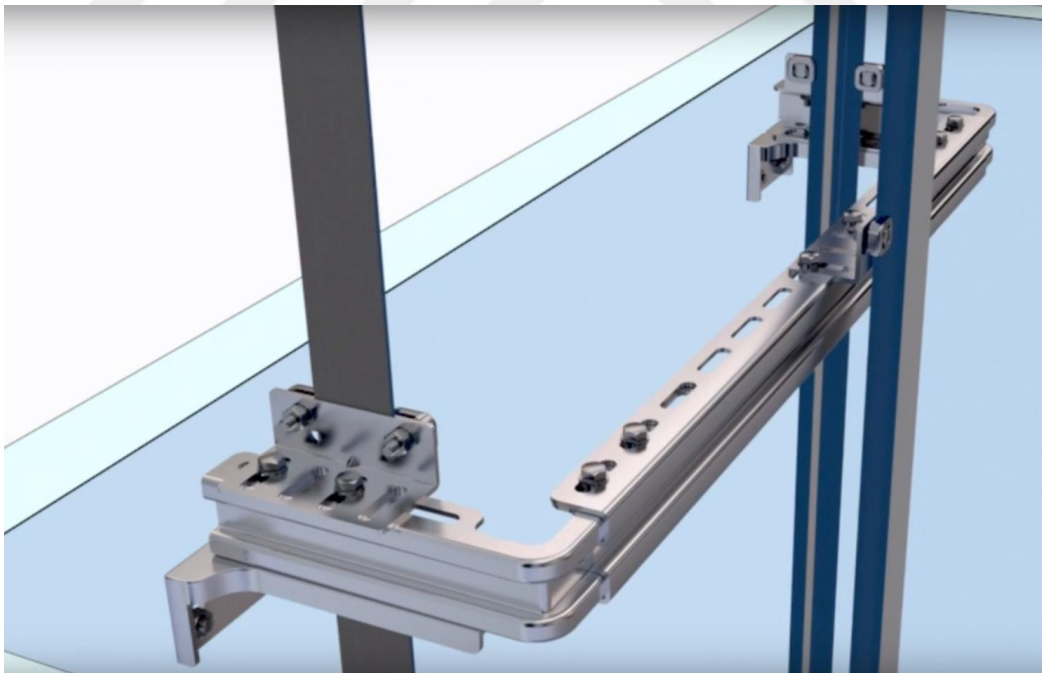
Kabin ve dengeleme ağırlığı, asansör kapasitesi de göz önüne alınarak, minimum iki kılavuz rayla sabitlenmelidir. Kılavuz ray seçilirken;

- Beyan yükü,
- Kabin ağırlığı,
- Emniyet freni,
- Konsollar arası mesafe ve ray döşeme sistemine dikkat edilir.

Üretim yöntemine göre raylar:

- Soğuk çekilmiş raylar (A harfi ile T70/A, T90/A..)
- İşlenmiş raylar (B veya BE harfi ile T90/B, T125/BE)'dır.

Kılavuz raylar montajlanırken genellikle ray flanşları, cıvata-somun grubu, çelik dübeller, ray tırnakları ve konsollar kullanılır. Rayların montajında kaynaklı birleştirme ilgili standartlar gereği yasaklanmıştır. Şekil 2.7'de montajı yapılmış örnek kılavuz raylar görülmektedir.



Şekil 2.7: Montajı yapılmış kılavuz raylar

2.2.4 Asansör Kabini

Asansör kabini; asansörün, insanların ve/veya yüklerin düşey doğrultuda taşınmasını sağlayan bölümüdür. Her asansörde mutlaka bir kabin vardır. Asansör kabini, anma yüküne bağlı olarak uygun azami alanı karşılayacak boyutlarda olmalı ve üretici tarafından bu değerler için yeterli mukavemete sahip olacak şekilde üretilmelidir. Ülkemizde kabin anma kütlesi ve buna karşılık gelen kabinin uygun azami alanı TS EN 81-20 standardında açıkça belirtilmiştir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1: Anma yükü ve kabinin uygun azami alanı (TS EN 81-20 2014)

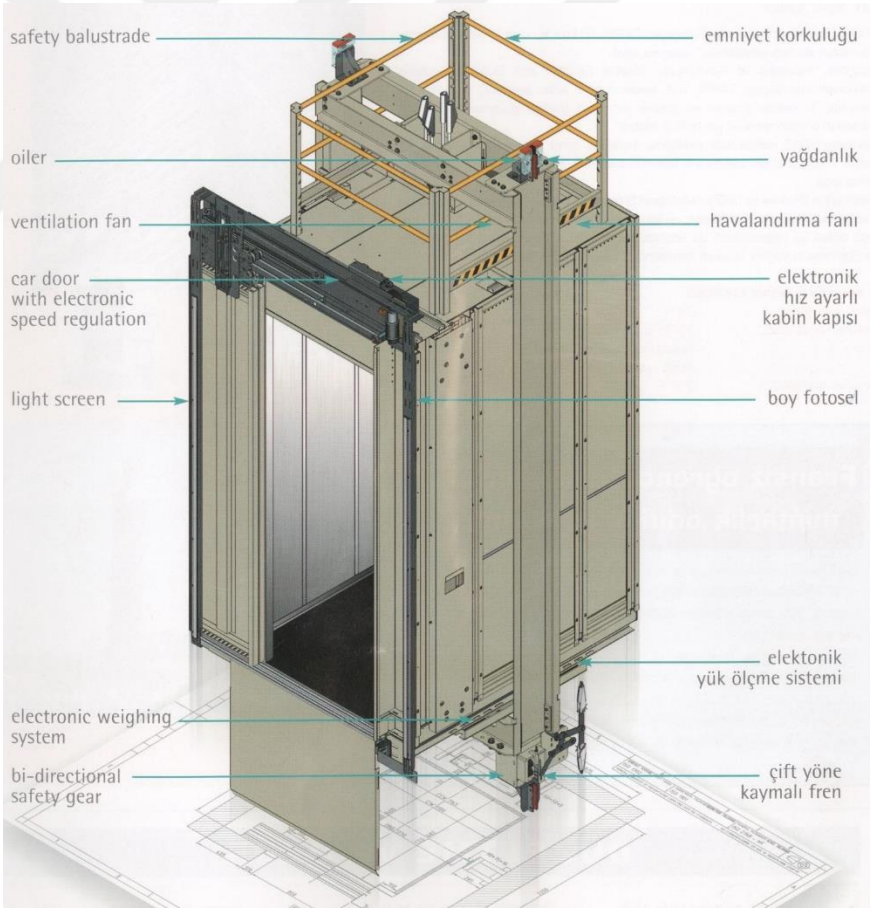
Anma yükü, kütlesi (kg)	**Kabinin uygun azami alanı** (m^2)	**Anma yükü, kütlesi** (kg)	**Kabinin uygun azami alanı** (m^2)
100 [a]	0,37	900	2,20
180 [b]	0,58	975	2,35
225	0,70	1000	2,40
300	0,90	1050	2,50
375	1,10	1125	2,65
400	1,17	1200	2,80
450	1,30	1250	2,90
525	1,45	1275	2,95
600	1,60	1350	3,10
630	1,66	1425	3,25
675	1,75	1500	3,40
750	1,90	1600	3,56
800	2,00	2000	4,20
825	2,05	2500 [c]	5,00

a 1 kişilik asansör için asgari.
b 2 kişilik asansör için asgari.
c 2500 kg sonrasında, her bir ilave 100 kg için 0,16 m^2 eklenir.
Ara yükler için alan, doğrusal enterpolasyonla belirlenir.

İnsan taşıması için yapılan asansörlerde kabin, yapılan yönetmelik değişiklikleri gereği, engelli insanların kullanımını kolaylaştırılacak şekilde tasarlanmalıdır. Ayrıca tasarlanacak kabinlerde;

- Serbest yükseklik kabin içinde ve kullanılan girişlerde minimum 2 m olmalıdır.
- Her kabinde aşırı yük sistemi olmalı ve anma yüküne bağlı olarak kullanılabilir kabin alanları sınırlandırılmalıdır.

Asansör kabinini oluşturan elemanlar Şekil 2.8'de gösterilmiştir. Bu elemanlardan bazıları; emniyet korkuluğu, yağdanlık, havalandırma fanı, elektronik hız ayarlı kabin kapısı, boy fotosel, elektronik yük ölçme sistemi ve çift yöne kaymalı frendir.



Şekil 2.8: Kabini oluşturan elemanlar (Baran 2015)

2.2.5 Patenler

Kabin ve karşı ağırlıklar farklı tipteki patenler sayesinde kılavuz raylarına sabitlenir. Şekil 2.9'da gösterildiği gibi 3 ayrı tipte paten kullanılabilmektedir.



a) **b)** **c)**

Şekil 2.9: Paten çeşitleri a) Kaymalı paten, b) Döner paten, c) Makaralı paten (url-7 2018)

2 m/s hızın altında çalışan asansörlerde kaymalı patenler tercih edilmektedir. Sac malzeme veya dökme demir gövdeye sahip pabuçlar ve neopran ya da benzer özellikli plastik malzemeden üretilen kaymalı patenler, kayma süresi nedeniyle kabinin hareketine ilave bir kuvvet oluşturarak kılavuz raylardaki basıncın sabit kalmasına neden olmaktadır. Kaymalı patenlerin verimli çalışabilmesi, ömrünü artırması ve kılavuz raylardaki sürtünmenin azaltılması için patenler yağlanmaktadır.

2 m/s hızın üzerinde çalışan yüksek hızdaki asansörlerde döner patenler daha çok tercih edilir. Konforlu olması ve sürtünme kayıplarının diğer tiplere oranla az olması nedeniyle daha düşük hızlardaki asansörlerde de kullanılabilir.

Makaralı patenlerin yapısını rulmanlı ve döner tekerlekler oluşturmaktadır ve kılavuz raylara daima temas halindedir. Plastikten ya da poliüretan malzemeden üretilen tekerleklerden ötürü titreşim oldukça azdır ve bu yüzden sessiz çalışmaktadır. Makaralı patenlerin olduğu raylar yağlanmaz.

2.2.6 Asansör Kapıları

Asansör kabininin her katta durması gerektiğinden kapılara ihtiyaç vardır. Asansör kapıları, asansörün görünen yüzünü oluşturur. Bu kapılar elle açılan yarı otomatik, elle açılan-elle kapanan ve tam otomatik kapı olarak üç ana grupta toplanabilir. Kat kapıları, asansörde her durumdaki güvenlik için, doğru zamanda kapanmalıdır. Asansör, tüm katlardaki kapılar kapanmadan ve gerekli emniyet faktörleri sağlanmadan hareketlenmemelidir. Asansörde kat kapılarının açılma şekillerine göre çeşitleri; çift ya da tek kanada sahip çarpma kapı, katlanır ya da tek tarafa toplanır kapı, merkezi açılır kapı, yukarı yönlü açılır kapı ve özel isteğe bağlı tasarlanan kapılardır. Şekil 2.10'da kat kapılarının bazı çeşitleri gösterilmiştir.



a) **b)** **c)**

Şekil 2.10: Kat kapıları a) Çarpma kapı, b) Yana toplamalı otomatik kapı, c) Özel kapı

2.2.7 Tamponlar

Asansörler, kabin ve karşı ağırlığının seyrinin alt sınırında tamponlarla donatılmalıdır. Kabine veya karşı ağırlığa sabitlenmiş tampon olduğunda, kuyu boşluğu tabanı üzerinde tampon/tamponların darbe alanı/alanları, 300 mm'den küçük olmayan bir yükseklikteki bir engel/engellerle (ayaklı kaide) belirlenmelidir.

Tamponlar; enerji depolayan ve enerji dağıtan tipte olmak üzere ikiye ayrılır (Şekil 2.11). Asansör hızının en fazla 1 m/s olduğu sistemlerde doğrusal ya da doğrusal olmayan karakteristikteki tamponlar tercih edilebilir. Tüm beyan hızlarında kullanılabilen tamponlar enerji dağıtan tipteki tamponlardır. Hangi tipteki tampon tercih edilirse edilsin, asansör sistemlerinde tamponlar önemli bir güvenlik bileşenidir ve EN 81-50: 2014 Madde 5.5'teki koşullara uygun olmalıdır.



Şekil 2.11: Tamponlar a) Enerji depolayan tampon, b) Enerji dağıtan tampon (url-7 2018)

2.2.8 Kumanda Sistemleri

Kumanda sistemleri, asansörün rahatça kullanımını ve sistemin emniyetli ve sistemli bir şekilde çalışmasını sağlar ve sistemi denetler. Asansöre hareketi kumanda sistemleri verir ve olması muhtemel elektrik ve/veya elektronik arızalara karşı gerekli emniyet tedbirlerini alır. Kontrol panelinin, gerek asansör motorunda gerekse diğer ünitelerde yüksek akım veya faz kesilmesi gibi durumlar için hem termik hem de sigorta korumalarını sağlaması gerekir (Şekil 2.12). Kumanda panosunun sağlıklı çalışabilmesi için nem ve toza karşı dirençli olmalıdır. Kumanda panosunda olası bir arıza durumunda, kolayca fark edilebilmesi için, elektriklerin hiç olmadığı durumlarda da dâhil olmak üzere, uyarıların ışıklı ve sesli olması gerekir.



Şekil 2.12: Kumanda panosu (Kontrol paneli)

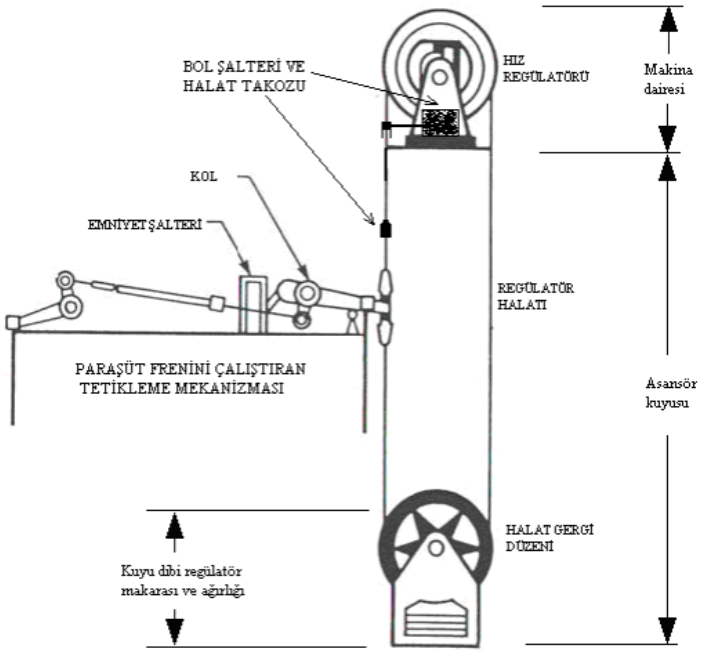
Kumanda panolarının farklılık göstermesi esas olarak, asansör sisteminin teknik özelliklerine ve kat ve durak sayısına bağlıdır. Kademesiz hızlı, çift hızlı ve hidrolik olmak üzere 3 çeşit kumanda panosu vardır. Elektronik kata getirme sistemi (EKS), kumanda panosunun kendisinde olabileceği gibi sonradan da panoya eklenebilir.

2.2.9 Paraşüt Fren Mekanizması

Asansör kabininin alt ya da üst kirişlerine montajlanan paraşüt fren mekanizması, halatların uzaması, kopması ya da kabin hızının normalden 1/4 kat beklenmedik şekilde artması durumunda devreye girer ve asansörün kılavuz raylarda frenlenip durmasını sağlar. Paraşüt fren mekanizması devreye girdiğinde asansör motoru ve fren şebekeden ayrılır. Paraşüt fren mekanizmasının çalışma düzeni, mekanik sisteme göre oluşturulmuştur. Asansörlerde kaymalı ve yumuşak paraşüt frenler kullanılmasının nedeni; ani frenlemede, hem insan hem de taşıyıcı elemanlarda atalet kuvvetlerinden ötürü önemli zararların olabilmesidir. Ayrıca sert paraşüt fren kullanılması, kılavuz raylarına da ciddi zararlar verebilir. Bu nedenle frenleme mesafesi 1-2 cm gibi küçük olan paraşüt frenler, artık çok fazla rağbet görmemektedir.

Asansör sistemlerinin tamamında regülâtör ile birlikte kullanılması zorunlu olan paraşüt fren sistemi, bazı durumlarda ağırlık karkasında da zorunlu olarak kullanılmalıdır. Altında yaşam alanı bulunan alışveriş merkezi, okul, konut gibi yapılarda ağırlık karkasında paraşüt fren mekanizması kullanılmalıdır.

Paraşüt fren sisteminin halatı, hız regülâtörü ve kuyu dibi makarasının üzerinden geçirilerek paraşüt mekanizmasını çalıştıran düzene bağlanır (Şekil 2.13). Paraşüt fren mekanizmasına bağlı bulunan halat, muhtemel olumsuz koşullarda gerileceğinden paraşüt fren mekanizmasını aktif hale gelir. Kabinin anma hızını 1/4 oranında aştığında da paraşüt fren mekanizmasının aktif hale gelmesi istenir. Böylece kabinin aşağı yönlü hareketi devam etmektedir ve paraşüt fren mekanizmasının halatı gerileceğinden sistem çalışır. Aşağı yönlü hareketi durdurulan kabin, kılavuz raylarından, motor miline bağlı bir makaranın döndürülmesiyle serbest hâle getirilir. Bu durumda zarar gören kılavuz raylar düzeltilmelidir.



Şekil 2.13: Hız regülâtörünün bölümleri ve bağlantıları (url-8 2019)

Paraşüt fren mekanizmasında aşağıdakilere dikkate edilmesi gerekir:

- Anma hızı 1 m/s'den fazla olan asansörlerde kaymalı paraşüt fren mekanizması kullanılmalıdır.

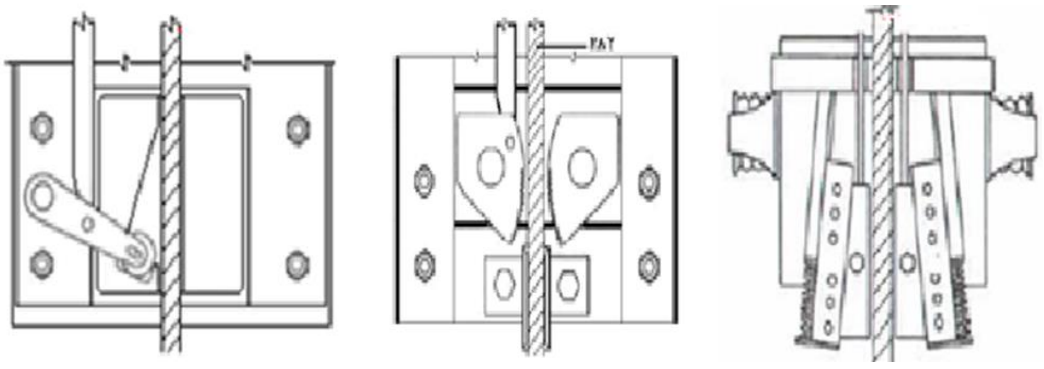
- Altında yaşam alanı olan yapılarda ve asansör hızı 2,5 m/s'nin üzerindeyse, karşı ağırlıkta da paraşüt fren mekanizması kullanılmalıdır. Karşı ağırlıktaki bu fren mekanizması, kabin paraşüt fren mekanizmasından % 10 daha fazla hızda çalışmalıdır.
- Paraşüt fren mekanizmasının çalışır sistemi kontrol edilmeli, halat bağlantılarında çift kelepçe olmalı ve doğru şekilde halat bağlantıları yapılmalıdır.
- Fren bloklarının her ikisi de aynı zamanda harekete geçmelidir ve aşırı yağ ve pastan arındırılarak optimum çalışması sağlanmalıdır.

Kabin hızına göre iki tür paraşüt fren mekanizması vardır;

- Ani olarak etki eden paraşüt mekanizması,
- Kademeli olarak etki eden paraşüt mekanizması.

2.2.9.1 Ani Olarak Etki Eden Paraşüt Mekanizması

Asansör kabinini durdurma mesafesi az olan bu paraşüt fren mekanizması, 1 m/s anma hızlarına kadar tercih edilir. Bu mekanizmada, kılavuz raylarda ve kabinde ciddi zararlar ortaya çıkabilir. Bu mekanizma, daha yüksek hızlarda devreye girdiğinde asansör kullanıcılarında şok etkisi yaratabileceğinden kullanılmaz. Şekil 2.14'de gösterildiği gibi üç değişik ani olarak etki eden paraşüt mekanizması görülmektedir.



a) **b)** **c)**

Şekil 2.14: Ani etki eden paraşüt mekanizmaları a) Tırtıllı tip, b) Masuralı tip, c) Köşeli tip (url-9 2018)

Tırtıllı tip paraşüt mekanizması, mekanik olarak kılavuz raylarını baskılayacak şekilde kabinin yanlarına tespit edilir. Testere dişli kamlarla tutturulan paraşüt fren sistemi, manivela koluna bağlıdır ve regülâtör halatı çekildiği zaman kamlar ile kılavuz raylar baskılanarak asansörün durması sağlanır.

Masuralı tip paraşüt mekanizması, yüksek kapasiteli ve düşük hızlardaki yük asansörlerinde daha çok kullanılır. Bu mekanizmada, sertleştirilmiş çelik silindir kademeli olarak daralan çeneye girer ve kılavuz raylar sıkıştırılarak kabin durdurulur.

Köşeli tip paraşüt mekanizmasında, eğimli dökme demir bloklara yerleştirilen çelik çenelerin kılavuz raylarla birleşmesi esnasında bir takoz hareketi oluşturur ve paraşüt fren sistemi kilitlenir.

2.2.9.2 Kademeli Olarak Etki Eden Paraşüt Mekanizması

Asansör kabinini durdurma mesafesi fazla olan bu paraşüt fren mekanizması, 1 m/s anma hızlarından fazla olan asansörlerde tercih edilir. Kılavuz raylara uygulanan durdurucu kuvvet kademeli olarak arttığından, bu paraşüt fren mekanizmasında asansör kullanıcı üzerinde şok etkisi yaratmaz ve asansörün darbesiz durması sağlanır. Bu mekanizma, halatın kopma esasına göre çalışabilir ancak yaygın olarak paraşüt fren sisteminin çalışması hız kontrol cihazı ile kontrol edilir.

Basma yayları olan kaymalı paraşüt fren mekanizmasında, kabin serbest düşmeye başladığında emniyetle durması frenleme kuvvetiyle sağlanır. Anma hızı 6 m/s'den az olan asansörlerde, çözme tesisatlı kaymalı güvenlik mekanizması kullanılır. Şekil 2.15'de görüldüğü üzere tek yönlü ve çift yönlü kaymalı fren blokları vardır.

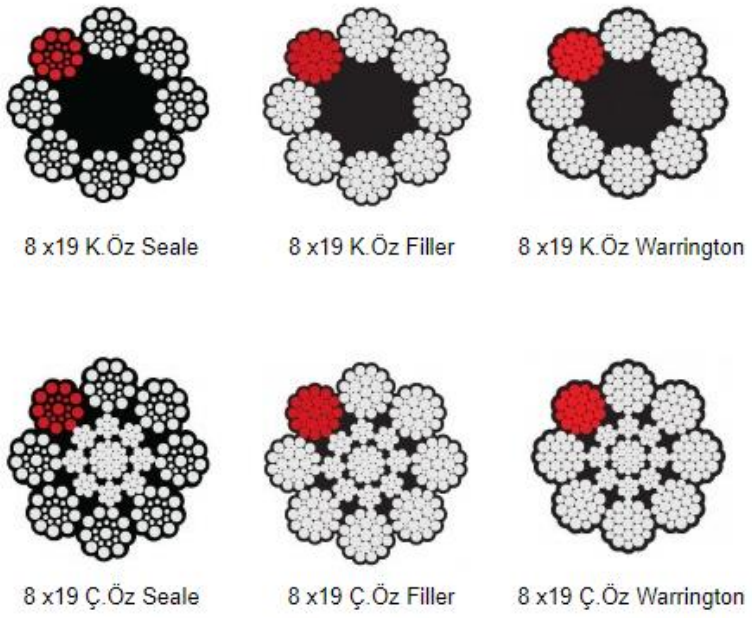


a) **b)**

Şekil 2.15: Kademeli olarak etki eden paraşüt mekanizmaları a) Tek yönlü, b) Çift yönlü (url-7 2018)

2.2.10 Halatlar

Halatlar, kabin ve karşı ağırlıkların asılmasını sağlar. Kullanımları ve yapıları itibariyle basit olan halatların doğru seçimi çok önemlidir. 2005 yılı nisan ayında yürürlüğe giren TS EN 12385-5 standardı, TS 1918 standardının yerini almıştır. Asansör sistemlerinde halatların, askılama sisteminin en önemli unsuru olduğu için maksimum emniyet gerekliliklerini karşılaması istenir. Çelik halatlar doğru seçildiğinde, doğru kullanıldığında ve bakımlarının periyodik olarak doğru bir şeklide yapıldığında, güvenli ve uzun ömürlü taşıyıcı elemanlardır (Şekil 2.16).



Şekil 2.16: Asansör halatı (url-10 2018)

Asansörde kullanılan çelik halatlar aşağıdaki özellikleri taşımak zorundadır:

- Özel sertifikalı halatlar dışında, halat anma çapı minimum 8 mm olmalıdır.
- Asansör sistemlerinde minimum iki halat olmalı ve bu halatlar birbirinden bağımsız şekilde kullanılmalıdır.
- Kullanılan halatlar, ilgili standartlarda belirtilen yapı, uzama, bükülgenlik gibi özellikleri tamamen karşılamalıdır.
- Makaralı sistemlerde, hesaba katılan makara kollarındaki toplam halat sayısı değil, bağımsız halat sayısı olmalıdır.

Halatın kabin ve karşı ağırlıkla bağlantısında, Şekil 2.17'de gösterildiği gibi çeşitli tipte halat şişeleri kullanılır. Kabin ve karşı ağırlığın sağlam ve daha kısa bir bağlantı yapmasını sağlayan halat şişeleri, asansör motorunun konulduğu yere göre, kuyu içinde ya da makine dairesinde kabinlerin fazladan dolaşmasını engeller.

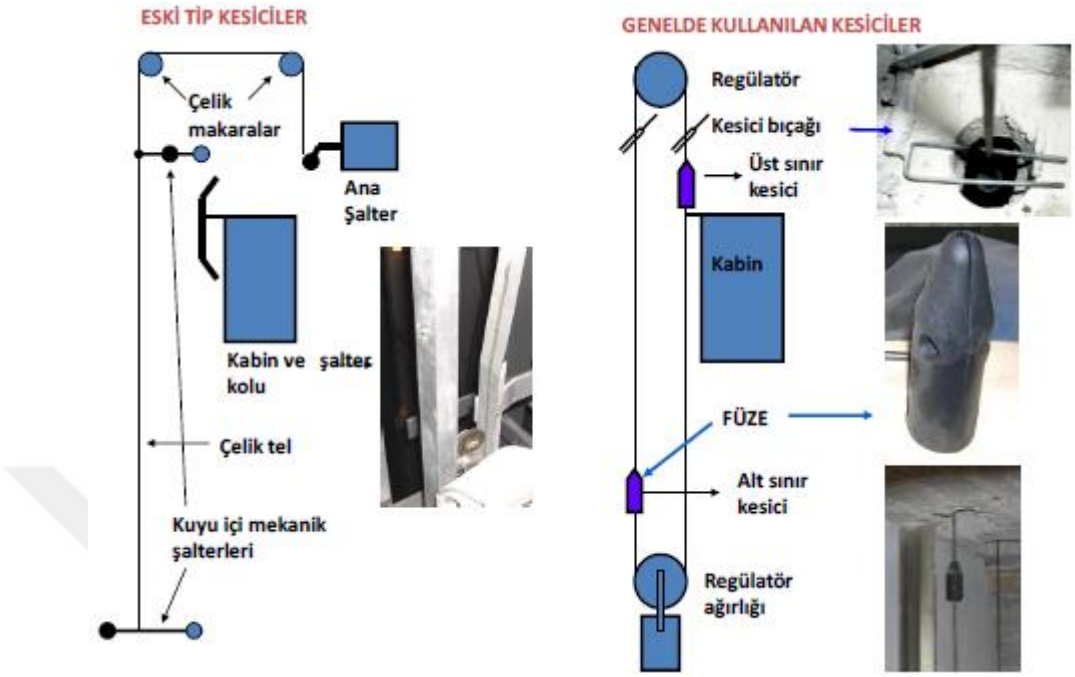


Şekil 2.17: Halat şişeleri (url-11 2018)

2.2.11 Son Sınır Anahtarları (Sınır Güvenlik Kesicileri)

Aşırı yüklenmeden, tahrik kuvvetlerindeki azalmadan ya da elektrik arızalarından dolayı asansör, en alt ile en üst durak arasında sınırlandırılan seyir mesafesinde durmayabilir. Son sınır anahtarları, bu durumu engellemek için kullanılır ve kabinin aşağı ya da yukarı yönde kaymasında elektriği keserek gerekli emniyeti sağlar. Son sınır anahtarlarının füze denilen elemanlarla çalışan regülâtöre bağlı

çalışan tiplerinin yanında kabin hareketine bağlı kuyu içerisinde çalışan tipleri de vardır (Şekil 2.18).



Şekil 2.18: Sınır güvenlik kesici mekanizması (Baran 2015)

Son sınır anahtarları (siviçler) mekanik bir şekilde çalışır ve kesici şalteri aktifleştirerek motorun enerjisini keser. Burada kabinin, kuyunun ve varsa makine dairesinin aydınlatmasının kesilmemesine dikkat edilmelidir. Elektrik limiti şalteri genellikle yüksek hızlı asansörlerde tercih edilir, çünkü bu sayede yüksek hızda motorun ve frenin enerjisi bir anda kesilmez ve asansörün durdurulması bir yavaşlatma düzeniyle sağlanır. Son sınır anahtarlarında dikkat edilmesi gereken nokta ilk önce elektrikli sistemin çalışması, gerekiyorsa mekanik zorlamayla çalışan sınır kesicilerin aktif hale geçmesidir. Mekanik çalışma sınır kesicilerde son ve esas olandır.

Son sınır anahtarı; sürtünmeli tahrik ve sürtünme vasıtasız tahrik için seyir üst ve alt noktasında bulunmalıdır. Son sınır anahtarları, kazara çalışma riski bulunmadan son durak (terminal) katına mümkün olduğu kadar yakın fonksiyonu yerine getirmek için ayarlanmış olmalıdır. Bunlar, kabin (veya eğer varsa karşı ağırlık) tamponlarla temas etmeden önce devreye girmelidir. Son sınır anahtarları devrede, tamponlar baskılanmışken tutulmalıdır.

Ayrı bir devreye girme (etkinleştirme) tertibatı, normal son durak durmasında ve son sınır anahtarlarında kullanılmalıdır. Son sınır anahtarı/anahtarları, motor ve fren besleme devrelerinin tam mekanik ayırması ile doğrudan veya EN 81: 20 Madde 5.11.2'ye uygun olarak bir elektrikli güvenlik tertibatıyla açılmalıdır. Son sınır anahtarlarının devreye girmesi sonrasında, kabin ve durak hareket komutlarına tepki verilmemesinde sadece kabin hareketi mümkün olmamalıdır. Elektrikli sürünme kaymasını önleyen sistem kullanıldığında, son sınır anahtarının devreye girme bölgesini tayin etmesi ile birlikte derhal çalışmaya başlamasıyla, kabinin otomatik olarak son durağa indirilmesi sağlanır. Asansörün normal çalışmaya başlaması, yetkin bakım personelinin müdahalesini gerektirmelidir.

2.2.12 Karşı Ağırlık

Sürtünme tahrikli asansörlerde kullanılan karşı ağırlıklar, kabinin kuyu boyunca aşağı ve yukarı hareket ederken dengelenmesi için kullanılır (Şekil 2.19). Asansör kabininde olduğu gibi bir karkas yapısına sahip olan karşı ağırlıklarda, karkas içine farklı tipte ağırlıklar koyulur. Beton, pik, barit gibi farklı tipteki malzemeler kombine halde ya da ayrı ayrı ağırlık karkasında kullanılabilir. Kullanılacak bu malzemelerin ağırlık hesapları yapılarak karşı ağırlıkta kullanılacağı miktar belirlenir. Asansör beyan yükünün yarısı ve kabin ağırlığının toplamı, dengeleme ağırlığının kütlesini verir. Bu dengeleme hesabı sayesinde kullanılacak asansör motorunun gücü azaltılır, enerji tasarrufu sağlanır ve motor boyutu azalacağından son kat ya da makine dairesinde motorun kapladığı alan azalır.



Şekil 2.19: Karşı ağırlık

Karşı ağırlığın asansörde sorunsuz şekilde montajlanabilmesi için iki farklı yöntem uygulanır:

1. Beyan yükünün yarısı kadar ağırlık kabin içerisine konur. Kabin yarı yükteyken yukarı ve aşağı hareket ettirilir ve kabinle karşı ağırlık eşit seviyeye geldiği zamanlarda pensampermetre yardımıyla 3 faz için farklı farklı minimum 3 ölçüm yapılır. Yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya yapılan ölçümlerde faz farkı 1 amper ve altındaysa karşı ağırlığın uygun olduğuna karar verilir. Eğer faz farkı 1 amperin üzerindeyse, kabin aşağı yönlü hareket ederken düşük akım çekiyorsa karşı ağırlığın ağırlığının yetersiz, fazla akım çekiyorsa karşı ağırlığın ağırlığının fazla olduğu anlamına gelir ve bu durum dengesizliği ifade eder. Bu testi yaparken yanılmamak için asansör motoruna uygun kontaktör seçilmesi gerekir, çünkü büyük kontaktör seçilirse çıkan akım değerleri yanıltıcı olabilir.
2. Beyan yükünün yarısı kadar ağırlık kabin içerisine konur. Kabinle karşı ağırlık eşit seviyeye getirilir ve enerji kesilir. Fren kolu açılarak volan yukarı ve aşağıya doğru çevrilir. Karşı ağırlığın dengesinin uygun olabilmesi için volanın her iki yöne de rahat bir şekilde dönmesi gerekir. Eğer volan, kabin ya da dengeleme ağırlığından herhangi birinden bir tarafa doğru rahatça dönebiliyorsa, diğer tarafın ağırlığı fazla demektir.

Karşı ağırlığın halat bağlantıları, kabinin halat bağlantılarıyla benzerlik gösterir ve kabinde olduğu gibi karşı ağırlıkta da patenler kullanılır. Cıvatalı ya da kaynaklı birleştirmelerin kullanılabileceği karşı ağırlık karkasında, kullanılan ağırlıkların yerinden çıkmasını engelleyecek önlemler alınmalıdır.

Seyir mesafesi yüksek olan asansörlerde, halatların ve bükülgen kabloların ağırlıklarından ötürü, tahrik kasnağında oluşan dengesizliği gidermek için karşı ağırlıkta dengeleyici halat veya kablo kullanılır. Böylece, tahrik kasnağındaki ağırlık ve motor sabitlenir. Aksi takdirde halatların değişken ağırlığı sistemde dengelenmezse, çekiş gücünün dengesiz olmasına sebep olur ve bu durum tehlikeli sonuçları ortaya çıkarabilir. Bununla birlikte asansör motoru için gerekli tork değeri de, dengeleyici halat ya da kablolar sayesinde azaltılabilir.

Tahrik kasnağındaki halatların, kasnak üzerinden kaymasını engellemek için karşı ağırlığın uygun olması gerekir. Bu durumda, asansör hareketsiz olsa dahi sistemde risk vardır. Karşı ağırlık kütlesinin olması gerekenden fazla ya da az olması, ağırlığın çok olduğu tarafa kontrolsüz hareketin olmasına neden olur. Eğer böyle bir durumda fren sistemi çalışmazsa, kabin ya da karşı ağırlığın kuyu tavanına ya da dibine çarpması söz konusu olabilir ve bu durum ciddi kazaları da beraberinde getirir.

2.2.13 Hız Regülâtörü

Asansör, izin verilen hız limitlerini aştığında, tahrik tertibatını pasifleştirerek güvenlik tertibatını aktif hale getiren eleman hız regülâtörüdür (Şekil 2.20). Hız regülâtörünün güvenlik tertibatını çalıştırabilmesi için, anma hızının 1,15 katı bir hızdan sonra aktif hale gelmesi gerekir. Kabin hızı, anma hızını % 25 kadar aştığında, kabinin hareketi, hız regülâtörü halatı yardımıyla regülâtör kasnağına iletir. Regülatör halatı, aşırı hızlanmada sıkıştırılır ve paraşüt fren mekanizmasını harekete geçirir, paraşüt frenini etkiler ve motor elektriğini keser. Bu sistemde, aldığı ivmeyle aktif hale gelen paraşüt mekanizmasında, regülâtör kasnağı açılarak, halatlarla kabinin kılavuz raylarında yavaşlamasını ya da kazıklanmasını sağlayan kamaların çalışmasını sağlar.



Şekil 2.20: Hız regülâtörü

Hız regülâtörü TS EN 12385-5'de belirtilen halat teli ile tahrik edilmelidir. Hız regülâtörü makaralarının bölüm (halat ortasından ortasına ölçülen) çapıyla halatın anma çapı arasındaki oran en az 30 olmalıdır.

Hız regülâtörü halatı, gerdirme ağırlığına sahip bir kasnak tarafından gerilmiş olmalıdır. Bu kasnak veya kendi gerilme ağırlığı, kılavuzlanmış olmalıdır. Aşırı hız regülâtörü, kendi devreye girme değerlerinin gerdirme tertibatının hareketi ile değiştirilmemesi şartıyla gerdirme tertibatının bir parçası olabilir. Güvenlik tertibatı devre girdiği sırada, normalden daha büyük frenleme mesafesi durumunda olsa bile aşırı hız regülâtörü halatı ve bağlantı uçları bozulmadan kalmalıdır. Aşırı hız regülâtörü halatı, güvenlik tertibatından kolayca ayrılabilir olmalıdır. Aşırı hız regülâtörü, montaj ve bakım için kolayca erişilebilir olmalıdır. Kuyuya yerleştirilmiş aşırı hız regülâtörü, kuyu dışından kolayca erişilebilir olmalıdır.

2.2.14 Makine Motor Grubu

Motorun dönme hareketini halatlar ve makaralar yardımıyla kabine ileten makine motor grubu, kabinin yukarı ya da aşağı yönlü hareketini sağlar. Üzerinde mutlaka CE belgesi bulunması gereken asansör motorunda çift bobinli elektromanyetik fren bobini bulunmalıdır.

Makine motor grubunun altında bir şase olmalıdır ve bu şasenin yüksekliğini saptırma açısı belirler. Şasenin altına titreşim ve ses izolâsyonu yapılmalıdır. Şase bağlantıları sertifikalı kaynak ya da cıvatalı olmalıdır.

Makine motoru, Şekil 2.21'de gösterildiği gibi redüktörlü veya redüktörsüz olabilir. Redüktörlü asansör motoru genellikle 2,5 m/s'nin altındaki hızlarda kullanılmaktadır. Zaman zaman düz dişli de kullanılsa artık sonsuz dişli kabul görülmektedir. Sonsuz dişliye sahip redüktör kullanmanın çeşitli avantajları vardır:

- Verilen oran ve aktarılan güç bakımından diğer tüm dişli seçeneklerine üstünlüğü vardır.
- Bakım ve değiştirmede çok az oranda parça barındırdığından, bakım ve onarım masraflarını azaltmaktadır.
- Sonsuz dişlinin kayan hareketi, sessiz bir işletim sağlamaktadır.
- Yüksek şok direnci vardır.

Redüktörsüz asansör motorları genellikle 2,5 m/s ve üzeri hızlarda kullanılmaktadır. Bu makineler özel bir düşük hızlı D.C. motora sahiptir. Genellikle 100 ile 220 rpm arasında hızlara sahiptir. Tüm temel bileşenleri rotor, tahrik kasnağı ve frenin aynı şaft üzerine montaj edilmesiyle oluşmaktadır. Herhangi bir dişli mekanizması olmadığından sistemin mekanik verimliliği yüksektir ve enerji tüketimi düşüktür.



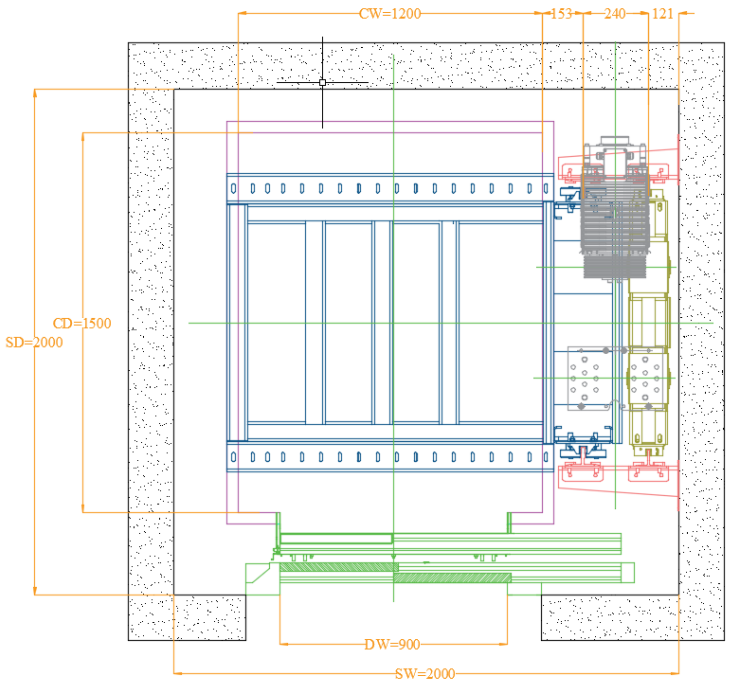
a) **b)**

Şekil 2.21: Asansör motorları a) Redüktördüz motor, b) Redüktörlü motor (url-12 2019)

3. ÖZEL ÇÖZÜM ASANSÖR SİSTEMLERİ

Türkiye'de asansör talepleri çoğunlukla projenin mimari aşamasında değil, bitmiş binalara yönelik olarak gelmektedir. Bitmiş projelerde de genellikle standart asansör ölçülerine uygun son kat yüksekliği ve/veya kuyu dibi mesafesi bulunmamaktadır. Bu yüzden teknik açıdan inşaatı tamamlanmış yapılarda standartlarda belirtilmiş güvenlik mesafelerini karşılayabilmek her zaman mümkün değildir, çünkü ne kuyu üstü mesafesi ne de kuyu dibi ölçüsü artırılabilir. TS EN 81-21 standartları mevcut yapılara yapılacak yeni asansörlerle ilgili gerekli güvenlik kurallarını belirtir. TS EN 81-21 Madde 5.5 kuyu üst boşluğundaki, TS EN 81-21 Madde 5.7 ise kuyu alt boşluğundaki mesafeyi azaltmak için alınması gereken ek önlemleri belirlemiştir. Hem bu tip kuyulara hem de ortada asansör kuyusu olmayan yerlere uygun bir özel çözüm asansörü bu tez çalışmasında, ulusal ve uluslararası standartlar ile tasarlanmış olup, bu tasarımın gerekli mukavemet hesapları ve sonlu elemanlar metodu kullanılarak yapılan analizlerle uygunluğu kontrol edilecektir.

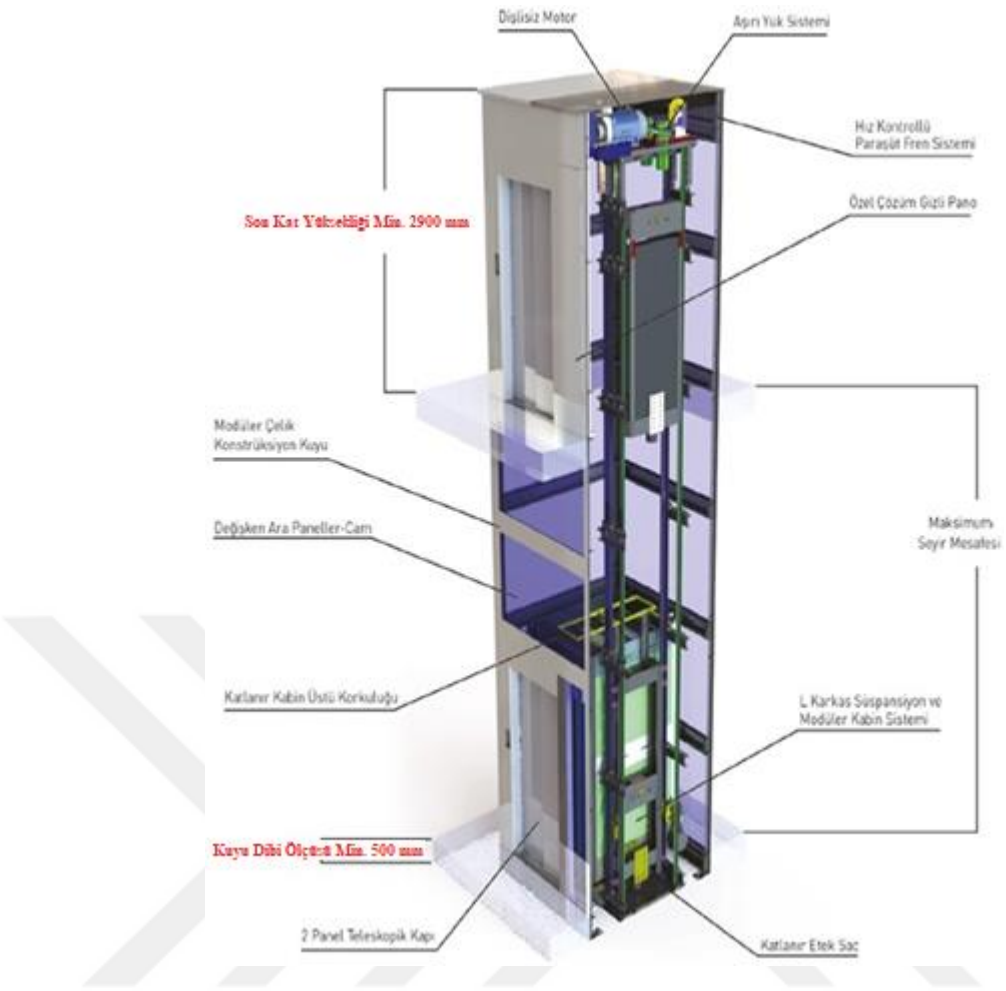
Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği 5. Bölüm Madde 34.2'ye göre tek asansörlü binalarda; asansör kabininin dar kenarı 1,20 metre ve alanı 1,80 m^2'den, kapı net geçiş genişliği ise 0,90 m'den az olamaz. Asansör kapısının açıldığı sahanlıkların genişliği, asansör kapısı sürgülü ise en az 1,20 m, asansör kapısı dışa açılan kapı ise en az 1,50 metre olmak zorundadır. Birden fazla asansör bulunan binalarda, asansör sayısının yarısı kadar asansörün bu fıkrada belirtilen ölçülerde yapılması şarttır. Buna göre 2017 yılı temmuz ayından itibaren ruhsatlandırılan binalarda en az bir adet 800 kg/10 kişilik asansör yapılması zorunludur. Bu yüzden, bu çalışmada 800 kg/10 kişilik özel çözüm asansörü ele alınmıştır. Tasarlanan özel çözüm asansörü için yapılan kuyu yerleşimi Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1: 800 kg/10 kişilik özel çözüm asansörü kuyu yerleşimi

Tasarlanan özel çözüm asansörünün bazı özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- TS EN 81-20, TS EN 81-20: 2014 standartlarına ve 95/16/AB asansör direktiflerine uygundur.
- Yapılan tasarıma göre, asansör kuyusunda son kat yüksekliği 2900 mm ve kuyu dibi ölçüsü 500 mm olan yerlerde rahatça kullanılabilir.
- Hesaplar 1 m/s hıza göre yapıldığından maksimum 1 m/s hızda çalışabilir.
- 800 kg/10 kişi kapasiteye sahiptir.
- Dişlisiz asansör motoru ile çalışır.
- Asansör kabinine farklı yönlerden girişe izin vermektedir.
- Asansör yönetmeliği gereği kat ve kabin kapıları otomatiktir.
- Asansör kuyusu olmayan yerlere de çelik konstrüksiyon ile uygulanabilir.



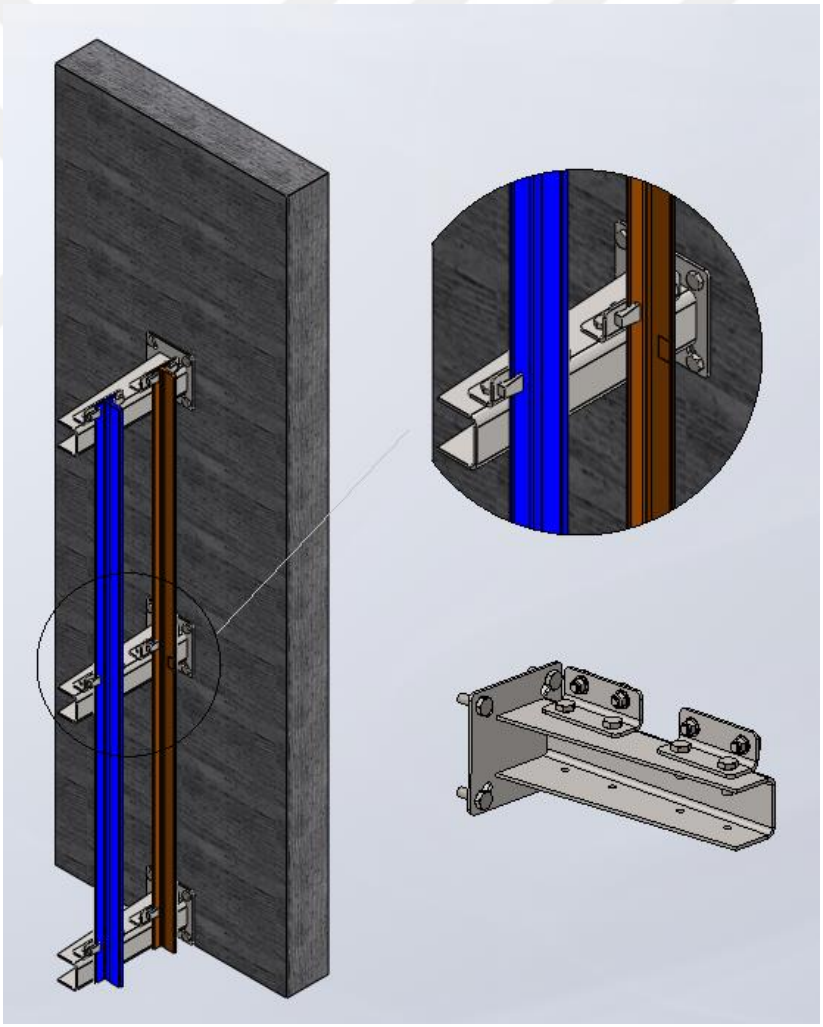
Şekil 3.2: Özel çözüm asansör sistemleri elemanları

Tasarlanan özel çözüm asansörünü oluşturan ana elemanlar konsollar, raylar, makine motor grubu, kabin, semer tipi karkas ve ağırlık karkasıdır (Şekil 3.2). Tüm bu komponentlerin hem ulusal hem de uluslararası standartlara uyması gerekmektedir.

3.1 Özel Çözüm Asansörlerinin Kompanentleri

3.1.1 Konsollar

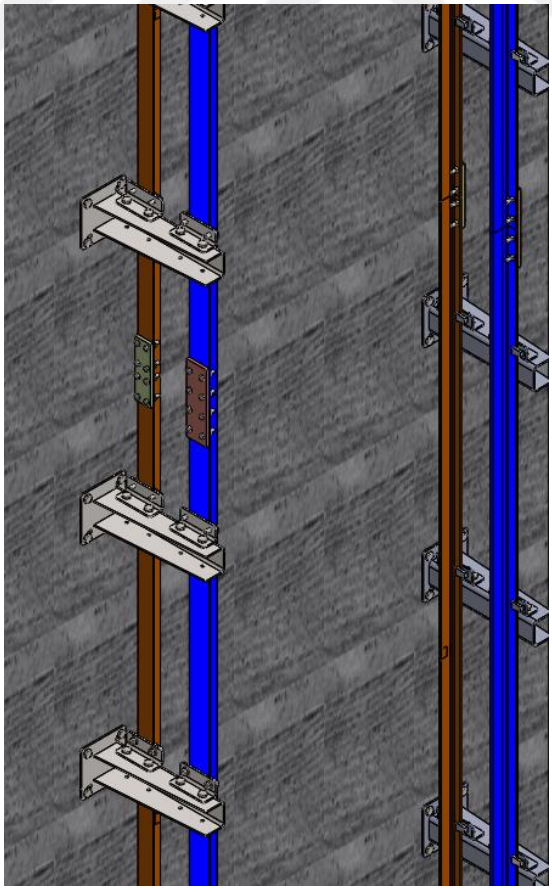
Kılavuz rayları sabitlemek için kullanılan konsollar, projede belirlenen sayıda ve yeri yine projede belirlenerek (alınan rölöve ölçülerine göre) montajlanmalıdır. Konsolların mukavemeti ve yapının inşaai özellikleri, kullanılacak konsol sayısını ve yerinin belirlenmesini sağlar. Duvara cıvata ve dübellerle sabitlenen konsollar, kılavuz raylara tırnaklar ve somunlar yardımıyla montajlanır. Duvar ve ray konsollarının birbirleriyle olan bağlantıları ise cıvata ve somunlar ile yapılır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Konsollar

3.1.2 Kılavuz Raylar

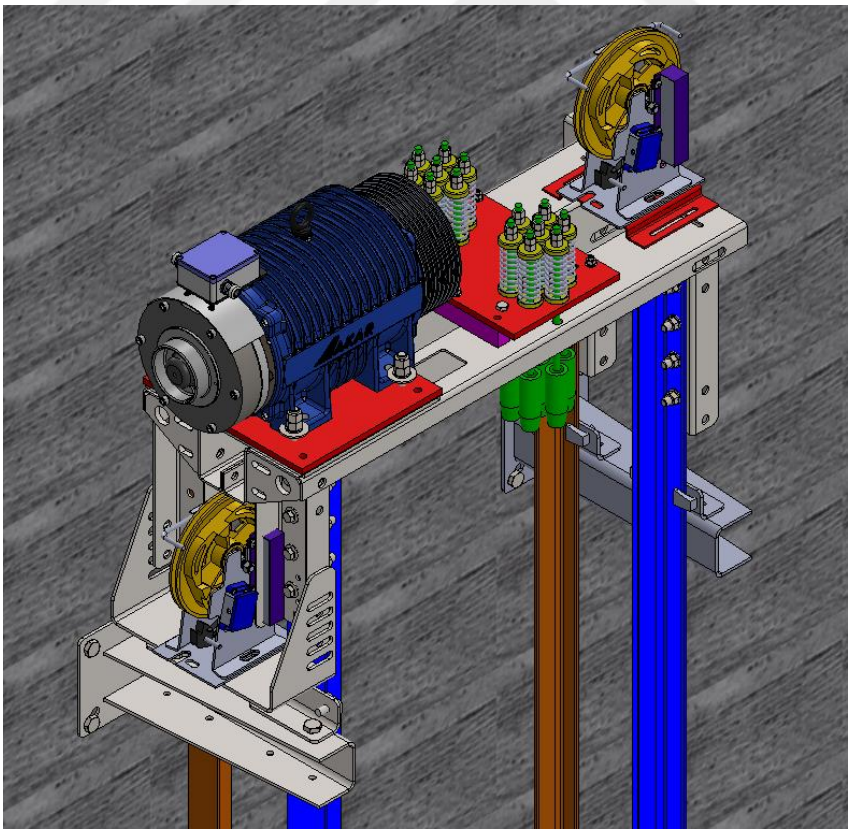
Konsolların montajı tamamlandıktan sonra kılavuz raylar sabitlenir. Tasarlanan özel çözüm asansöründe seçilen kılavuz raylardan, ana ray 90x75x16 mm, ağırlık rayı 70x65x9 mm ölçülerindedir. Asansörün konforlu bir şekilde hareket etmesi için ray montajından önce raylar mazot, gaz yağı veya tinerle temizlenmelidir. Kuyu projesine göre, ana ray ve ağırlık raylarının duvar ve birbirileriyle olan mesafeleri tayin edilir. Teknik açıdan parça raylar en altta ya da en üstte kullanılabilir ancak tasarlanan özel çözüm asansöründe makine sehpası raylara montajlandığından ve bu nedenle imalatta raylara delikler açılması gerektiğinden, bu işlemin parça raylara yapılmaması daha doğrudur, çünkü her zaman parça rayın ölçüsü yeterli olmayabilir ya da ray flanşlarından ötürü kuyunun üstünde montaj zorluğu oluşabilir. Bu nedenle, tasarlanan özel çözüm asansöründe parça ray en altta kullanılmalıdır. Tüm raylar birbirlerine ray flanşlarıyla bağlanmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Kılavuz rayların montajı

3.1.3 Makine Motor Grubu

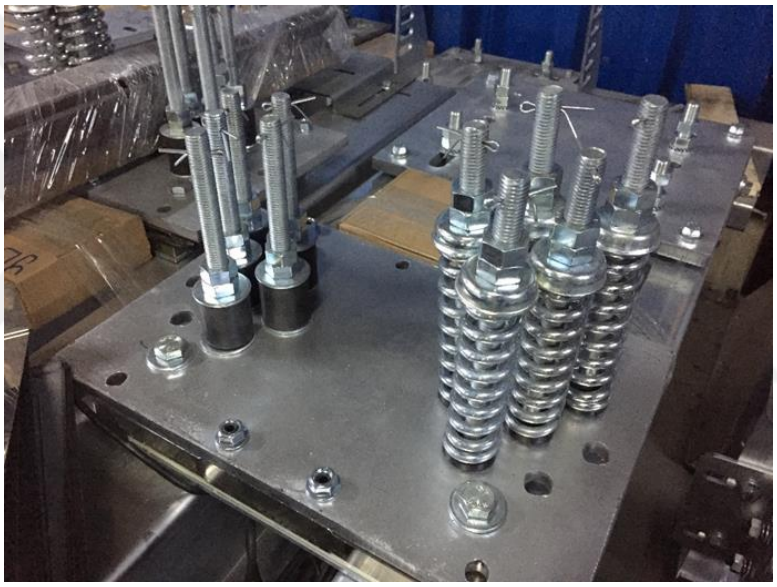
Kılavuz raylarının montajının ardından makine-motor grubunun montajı tamamlanmalıdır. Makine sehpası; üzerinde motor plakası, halat plakası, regülâtör plakası, halattan aşırı yük sistemi, halat şişeleri ve cıvataların montajlı bir şekilde bulunduğu kompakt bir ürün olarak tasarlanmıştır. Makine sehpası üzerindeki cıvatalar, şantiyedeki montaj sırasında ayar yapılabilmesi için gevşek bırakılmıştır. Makine sehpasının montajı kuyu dışında yapılıp caraskal yardımıyla son kata çıkarılıp yapılabileceği gibi, parça parça yukarıda da birleştirme yapılabilir. Motor pleyti projede belirtilen sabitleme yönüne uygun olarak tüm raylara uygun cıvata, somun ve pullar ile terazili bir şekilde bağlanır. Cıvata delikleri bulunan makine sehpasının ayakları, ana ray ve ağırlık raylarının farklı ölçülerde olmasından dolayı farklı ölçülerdedir. Bu nedenle makine sehpasının ön kısımdaki ayakları ana raylara, arka kısımdaki ayakları ağırlık raylarına sabitlenir. Burada yapılan birleştirme önemli olduğundan muhakkak su terazisi ile ölçülüp kontrol edilmelidir.



Şekil 3.5: Makine motor grubunun montajı

Makine sehpasının son katta montajı tamamlandıktan sonra üzerine motor ve hız regülâtörü takılır. Tasarlanan özel çözüm asansöründe, motorun konumu kuyu projesine göre belirlenir. Motor kasnağının yönü her zaman iç tarafa doğru olmaktadır (Şekil 3.5). Asansör motorunun kendisi de makine sehpası kadar ağır bir ünite olduğundan yukarı çıkarırken yine caraskal kullanılır.

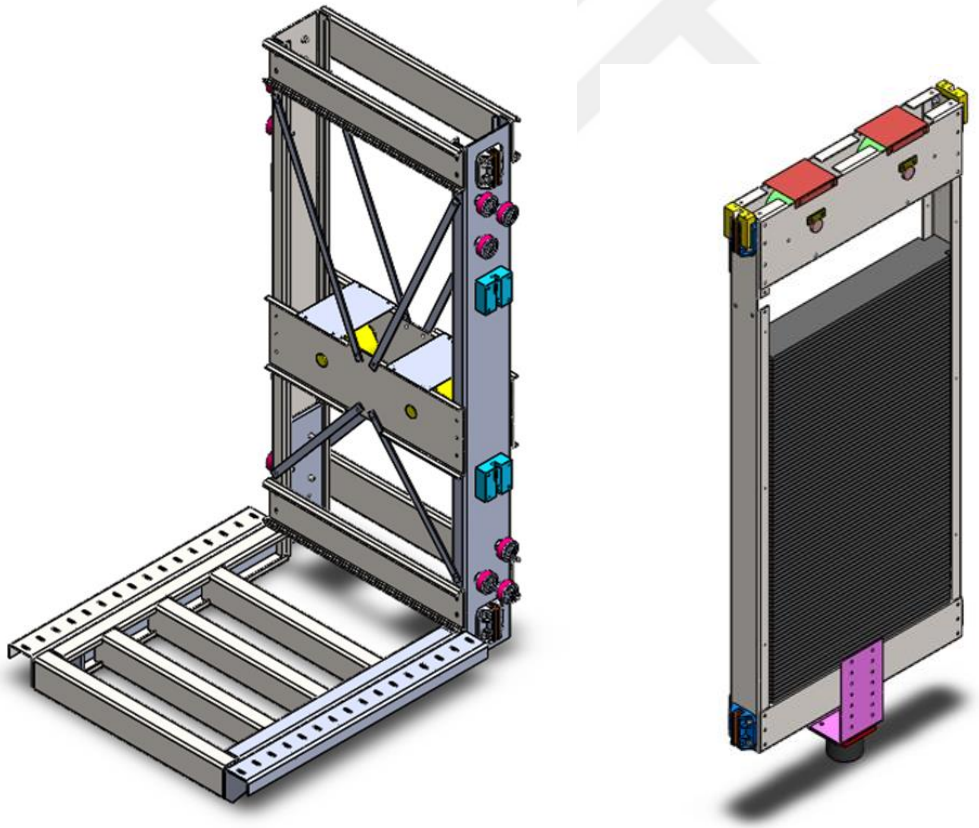
Halat şişelerinin plastik takozlu kısmına kabin halatları, yaylı olan kısmına ağırlık karkası monte edilmelidir. Ön tarafta plastik takozlu kısmın, arka tarafta yaylı kısmın olması gerekmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Halat şişeleri

3.1.4 Karkaslar (Semer Tipi Karkas ve Ağırlık Karkası)

Makine sehpası montajından sonra, özel çözüm asansörleri için tasarlanan kabin karkası ve ağırlık karkasının montajı yapılmalıdır (Şekil 3.7). Kuyu projesindeki ölçülere uygun olacak biçimde, ağırlık karkasının patenleri gevşetilmeli, raylar arasına yerleştirilmeli ve dengeli olduğu kontrol edilip patenlerin raya temas ettiğinden emin olunarak sabitlenmelidir. Ağırlık karkasının içine konulacak ağırlıklar kabin montajı sırasında ilave edilmelidir. Standart tipteki kabin karkaslarından farklı yapıdaki kabin karkasının montajı da, ağırlık karkasının montajına benzer bir şekilde yapılır. Kabin karkası patenleri sökülür ve karkas raylar arasına alındıktan sonra patenler yerleştirilir ve terazili bir şekilde sabitlenir.



a) **b)**

Şekil 3.7: Karkas a) Semer tipi karkas, b) Ağırlık karkası

3.2 Özel Çözüm Asansörlerinde Alınan Özel Önlemler

Elektrikli asansörler yapım ve montaj için güvenlik kuralları TS EN 81-20'de belirtilmiştir. Buna göre, kabin uç pozisyonlarından herhangi birinde ezilme riskine karşı, uç pozisyonların ötesinde serbest boşluk ve sığınak bölgeleri tanımlanır. Tanımlanan asgari ölçülerdeki bu boşluklardan daha büyük boyutlardaki boşluklar güvenli ve yeterli kuyu alt ve üst boşlukları olarak adlandırılır. Bu ölçülerin altındaki boşluklar ise yetersiz, güvenli olmayan ve ilave tedbir alınması gereken boşluklardır.

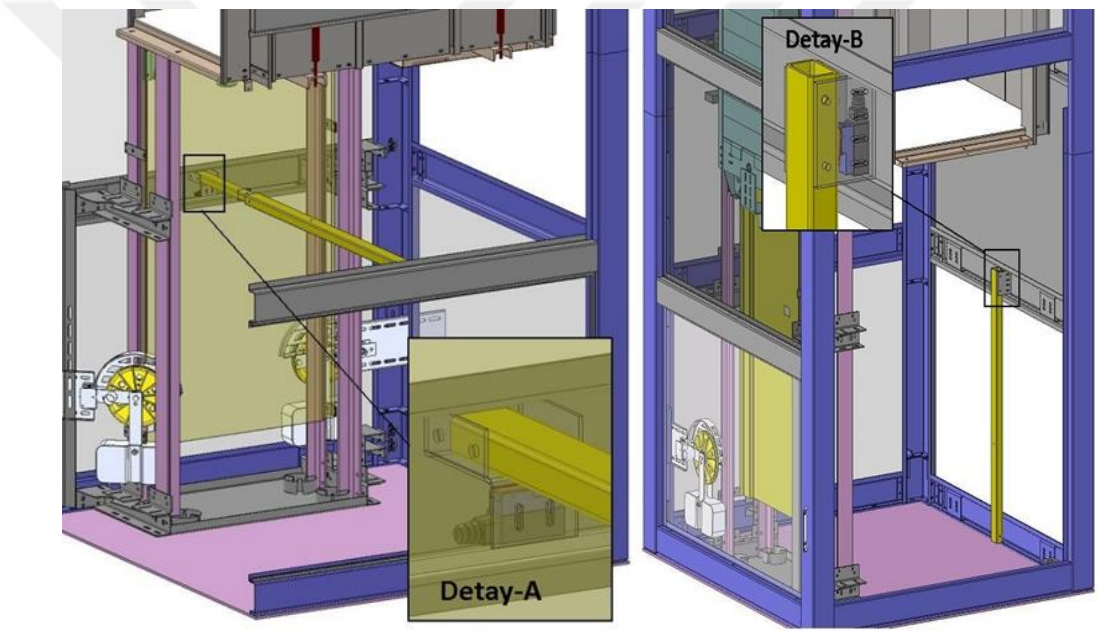
Tasarlanan özel çözüm asansörlerinde, ilgili standartlar incelenerek standart tipteki asansörlerden farklı olarak gerekli tasarım değişiklikleri yapılmış olup, montaj ve imalat aşamaları da düşünülmüştür. Yetersiz kuyu dibi ve kuyu üstü ölçüleri içeren sistemlerde olması gereken ve TS EN 81-20 standardında tanımlanmış olan, bakım personelinin kuyu içerisindeki güvenliği için bazı risk faktörlerinin giderilmiş olması şartını, tasarladığımız özel çözüm asansörümüz karşılamaktadır. Minimum kuyu dibi ölçüsü 500 mm, minimum son kat ölçüsü 2900 mm olarak tasarlanmış ve standartların belirttiği güvenlik şartlarını yerine getirmiştir.

Tasarlanan özel çözüm asansörlerinde, ehliyetli bir personelin kat kapısının acil açma bölgesinden üçgen anahtarı ile kapıyı açtığı anda sistem güvenlik moduna geçer. Bu konumdan çıkmak için kumanda panosundan resetlemek gerekmektedir. Kapı tekrar geri kapandığında kumanda butonlardan komut almaz. Kişi revizyon kutusu üzerine çıksa bile sistem revizyon modunda da çalışmaz, çünkü revizyonda çalıştırabilmek için bazı kontakların kapalı olmasını sağlamak gerekmektedir. Ehliyetli bakım personeli kuyu içerisine herhangi bir sebepten dolayı girdiği anda bazı güvenlik kontaklarını aktif hale getirmesi gerekmektedir. Aksi takdirse sistem revizyon modunda çalışmaz. Ehliyetli kişi bakım kılavuzunda belirlenen maddeleri sırası ile yaptığında güvenli bir şekilde işlemini tamamlar ve kuyudan ayrılır.

Tasarlanan özel çözüm asansörlerinde, hem güvenlik açısından hem de ulusal kanunlara uyum açısından, başta TS EN 81-21 olmak üzere gerekli tüm standartlar incelenerek, ürün bazında da bazı özel önlemler alınması gerekmiştir.

3.2.1 Mekanik Durdurucu

Asansör, revizyondayken istenmeyen bir şekilde aşağı ya da yukarı yönlü hareket ettiğinde olması gereken güvenlik boşluklarını sağlamak için mekanik durdurucular kullanılmıştır. Şekil 3.8 Detay-b'de gösterildiği noktadan mafsallanan mekanik durdurucu profilleri, iç içe geçmiş profillerden tasarlanarak oluşturulmuştur. Sistemin denetimi için yapılan kontak bağlantıları, durdurucunun aktif ve pasif durumuna göre devreye girmektedir. Asansör tamponlara oturmadan önce, sistemin elektriğini kesen makaralı şalterler kullanılması gerekir.



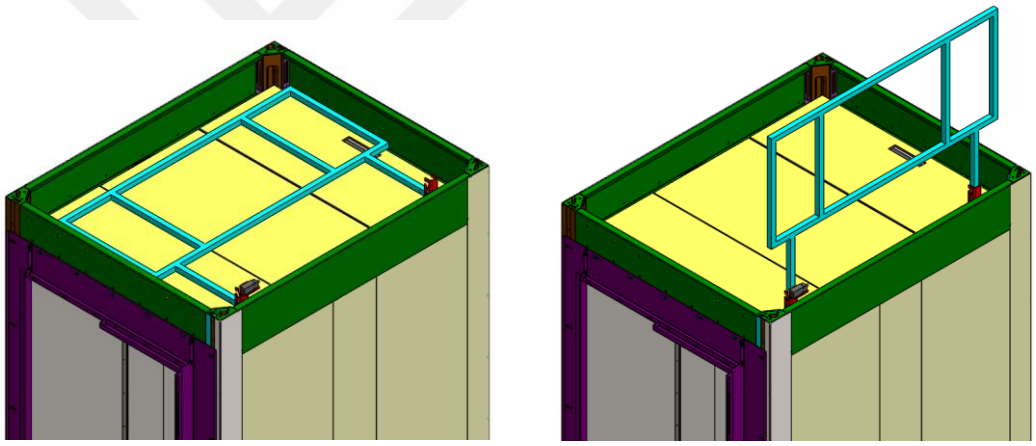
Şekil 3.8: Mekanik durdurucunun kontak bağlantısının sisteme montajı

Kabin tamponu mekanik durdurucu üzerine tamamen oturmuş halde kuyu dibi güvenlik hacminin yüksekliği yaklaşık 1250 mm'dir. Karşı ağırlık tamponu mekanik durdurucu üzerine tamamen oturmuş halde kuyu üstü güvenlik hacminin yüksekliği yaklaşık 1500 mm'dir.

3.2.2 Kabin Üstü Katlanır Korkuluk

Kabin üstü katlanır korkuluk, bakım yapılırken uzayarak, standartlarla zorunlu kılınan, bakım personelinin güvenliği için gerekli ölçüleri sağlamaktadır. Normal çalışma esansında ise kabin üstü katlanır korkuluk kısalarak asansör kabininin düşük yükseklikteki kuyularda rahat bir şekilde hareket etmesini sağlar.

Kabin üstü katlanır korkuluk, özel bükümlü parçalar vasıtası ile karkas üzerine montaj yapılır. Pasif konumunu denetleyen kontak bağlantısı yapıldıktan sonra korkuluk yukarı kaldırılır ve korkuluk pimleri ile karkasa sabitlenir. Bu konumda yani aktif konumunu gösteren kontak montajı yapılır. Aktif ve pasif hallerini denetleyen kontaklarının doğru olarak çalıştığından emin olunmalıdır. Şekil 3.9'da katlanır korkuluğun aktif ve pasif halleri görülmektedir.



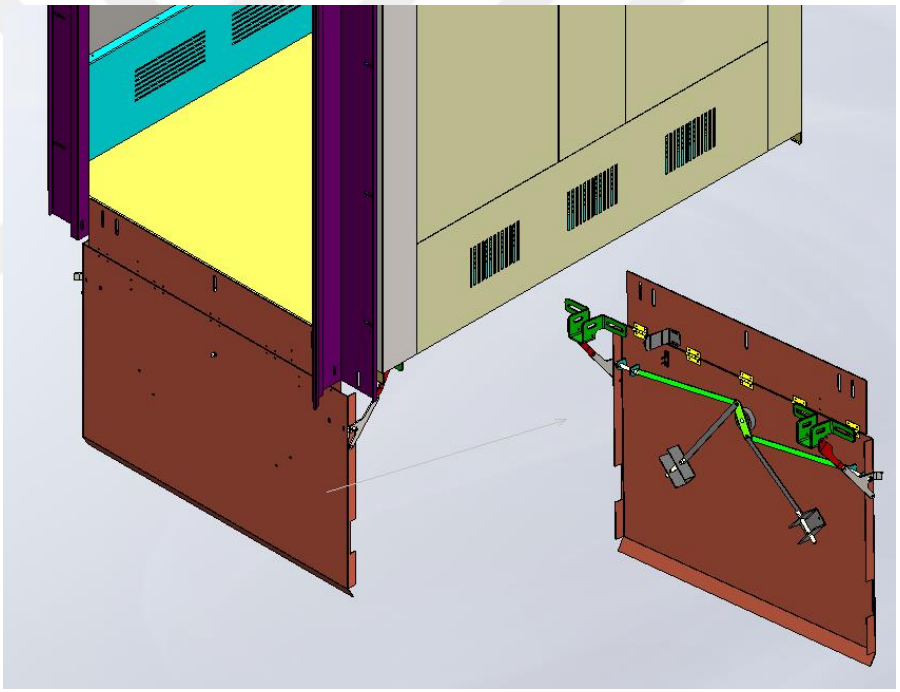
a) **b)**

Şekil 3.9: Kabin üstü katlanır korkuluk konumu a) Pasif b) Aktif

3.2.3 Katlanır Etek Sacı

Katlanır etek sacı, herhangi bir nedenle kabinde mahsur kalan kişiyi kurtarırken açılır ve insanların kuyuya düşme riskini önler. Normal çalışma esnasında ise kısalarak asansör kabininin düşük yüksekliğe sahip kuyularda rahat bir şekilde hareket etmesini sağlar (Şekil 3.10).

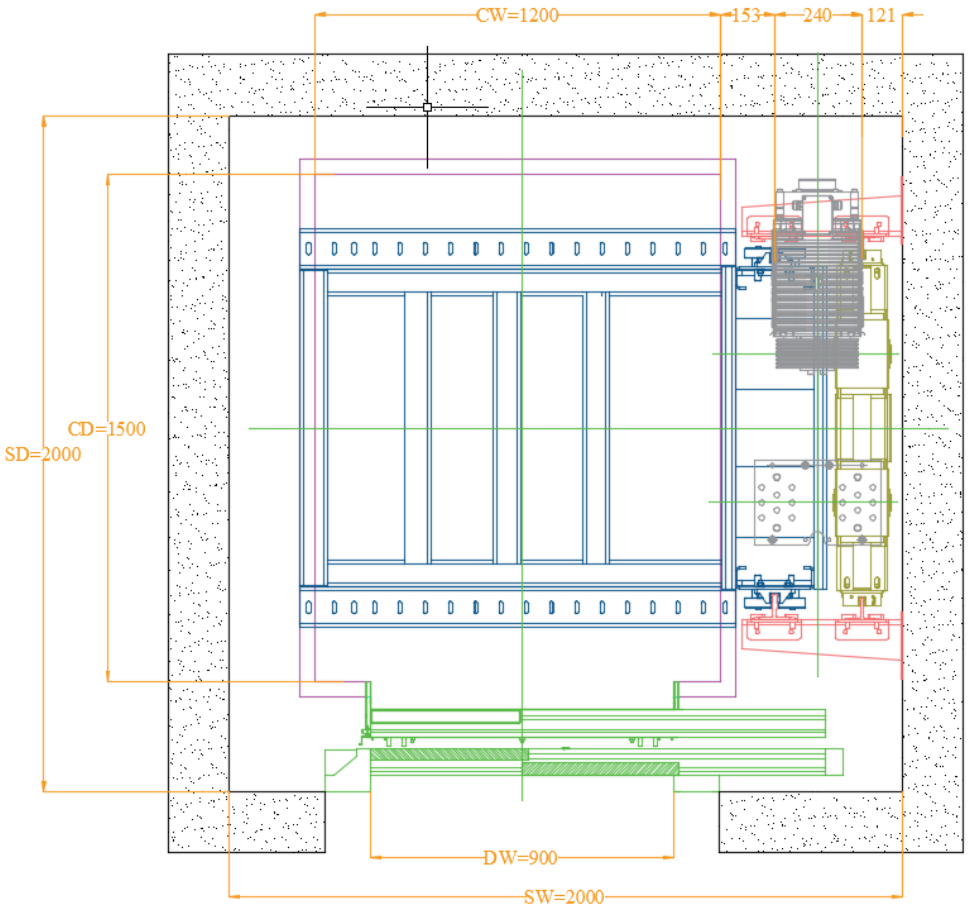
Katlanır etek sacı, kabin eşiği üzerine 3 noktadan vida ile bağlanır ve daha sonra yan taraflarda bulunan kolların pozisyonları tayin edilir. Etek sacının aktif veya pasif konumu üçgen anahtar ile sağlanır. Etek sacında bulunan mekanik ağ anahtarı (siviç) sayesinde, etek sacı açık iken asansörün çalışması engellenmiş olur.



Şekil 3.10: Katlanır etek sacı

4. ÖZEL ÇÖZÜM ASANSÖR SİSTEMLERİNİN MUKAVEMET HESAPLARI

Tasarlanan özel çözüm asansörünün hesaplamaları, TS EN 81-50 standardı başta olmak üzere ilgili standartlar ışığında yapılmıştır. Referans alınan kuyu yerleşimi Şekil 4.1'de ve özellikleri Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de belirtilmiştir.



Şekil 4.1: Özel çözüm asansörünün kuyu yerleşimi

Tablo 4.1: Özel çözüm asansörünün genel teknik özellikleri

GENEL TEKNİK ÖZELLİKLER		
1	Seyir Mesafesi	11,0 m
2	Son Kat Ölçüsü	3,1 m
3	Kuyu Dibi Ölçüsü	0,5 m
4	Beyan Yükü	800 kg / 10 kişi
5	Kabin Hızı	1 m/s
6	Askı Tipi	1:2
7	Kat Sayısı	3
8	Durak Sayısı	3
9	Motor Modeli	Akar Smt 140 Ac-20
10	Motor Halatı Adeti ve Sayısı	7 x Ø 6,5 mm
11	Motor Gücü	5,2 kw
12	Motor Amperi	15,0 A
13	Motor Kasnak Çapı	240 mm
14	Diğer Kasnak Çapları (Süspansiyon, Ağırlık Karkası)	240 mm
15	Halat Sarım Açısı	180^0
16	Kumanda Panosu Tipi	Simpleks (Tekli)
17	Ana Sigorta	32 A
18	Voltaj	220 - 380 V
19	Ana Ray	90x75x16 mm
20	Ağırlık Rayı	70x65x9 mm
21	Denge Zinciri	Yok
22	Kabin Tampon Tipi	Enerji Depo. Doğrusal Olmayan Tip
23	Karşı Ağırlık Tampon Tipi	Enerji Depo. Doğrusal Olmayan Tip
24	Kapı Tipi	Tam Otomatik (Sağ Teleskopik)
25	Kapı Ölçüleri	900x2000 mm
26	Hız Regülatörü	Çift Yönlü
27	Kabin Fren Tipi	Kaymalı Tek Yönlü
28	Karşı Ağırlık Fren Tipi	Kaymalı Tek Yönlü
29	Paten Tipi	Makaralı
30	Kabin Ölçüleri	1200 x 1500 mm

Tablo 4.2: Özel çözüm asansörünün diğer teknik özellikleri

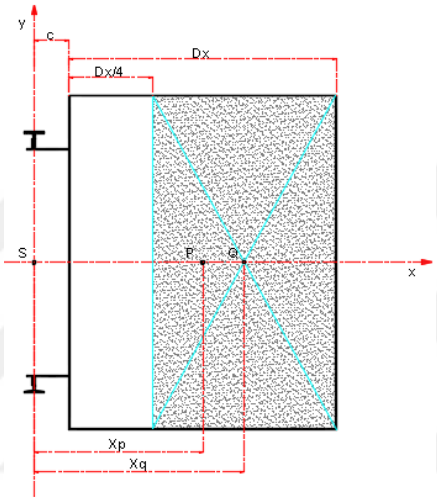
DİĞER TEKNİK ÖZELLİKLER		
1	Kabin Ağırlığı (F_c)	545 kg
2	Süspansiyon Ağırlığı (F_{Fr})	315 kg
3	Giriş Kapısının Ağırlığı (F_{D1})	90 kg
4	Kabin ve Aksesuarlarının Kütlesi ($P= F_c+F_{Fr}+F_{D1}$)	950 kg
5	Kapasite (Q)	800 kg
6	Maksimum Konsol Mesafesi (l)	1000 mm
7	Kabin Kılavuz Patenleri Arası Mesafe (h)	1900 mm
8	Güvenlik Tertibatı Tipi	Kaymalı Frenlemeli
9	X - Yönündeki Kabin Boyutu (D_x)	1200 mm
10	Y - Yönündeki Kabin Boyutu (D_y)	1500 mm
11	Raylara Bağlı Yardımcı Donanım Kütlesi	0 kg
12	Kabin Merkezinin (C), x Eksenine Olan Mesafesi (x_c)	753 mm (153+600)
13	Kabin Merkezinin (C), y Eksenine Olan Mesafesi (y_c)	0 mm
14	Askı Noktasının (S) ,x Eksenine Olan Mesafesi (x_s)	338 mm
15	Askı Noktasının (S) ,y Eksenine Olan Mesafesi (y_s)	0 mm
16	Boş Kabin Ağırlık Merk. x Eksenine Olan Mesafesi (x_p)	615 mm
17	Boş Kabin Ağırlık Merk. y Eksenine Olan Mesafesi (y_p)	0 mm
18	Kapı pozisyonu (i)	1
19	1. Giriş Kapısı Merkezinin x Eksenine Mesafesi (x_{D1})	753 mm
20	1. Giriş Kapısı Merkezinin y Eksenine Mesafesi (y_{D1})	0 mm
21	Kılavuz Rayların Sayısı (n)	2
22	Kaymalı Güvenlik Tertibatında Darbe Katsayısı (k_1)	2
23	Hareket Ederken Oluşan Darbe Katsayısı (k_2)	1,2
24	Yardımcı Donanımda Oluşan Darbe Katsayısı (k_3)	0

4.1 Kabin Raylarının Hesaplanması

4.1.1 Güvenlik Tertibatı Çalışması

4.1.1.1 Eğilme Gerilmesi

Durum 1: x- ekseni (Yük Dağılımı Öndeyken)



Şekil 4.2: ‘‘x’’ eksenine bağlı yük dağılımı (güvenlik tertibatının çalışması durumunda)

$$x_p > 0 \qquad y_p = 0$$

$$x_Q = c + \frac{5}{8} \cdot D_X \qquad y_Q = 0$$

Beyan yükü ağırlık merkezinin kılavuz ray sisteminin x eksenine olan mesafesi:

$$x_Q = c + \frac{5}{8} \cdot D_X = 153 + \frac{5}{8} \cdot 1200 = 903 \text{ mm} \tag{4.1}$$

Boş kabinin ağırlık merkezinin kılavuz ray sisteminin x eksenine olan mesafesi:

$$x_p = \frac{F_c \cdot x_c + F_{Fr} \cdot x_{Fr} + F_{D1} \cdot x_{D1}}{F_c + F_{Fr} + F_{D1}} = \frac{545 \cdot 753 + 315 \cdot 338 + 753 \cdot 90}{545 + 315 + 90}$$

$$= 615 \text{ mm} \tag{4.2}$$

4.1.1.1.1 Eğilme Gerilmesi (Durum 1)

a) Kılavuz rayın y- eksenindeki kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_1 \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} = \frac{2 \cdot 9{,}81 \cdot (800 \cdot 903 + 950 \cdot 615)}{2 \cdot 1900}$$
$$= 6746\ \text{N} \qquad (4.3)$$

Kaymalı frenlemeli güvenlik tertibatında darbe katsayısı $k_1 = 2$
(TS EN 81-20 Madde 5.7.4.4 Darbe faktörlerinin değerleri Çizelge 14)

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 6746 \cdot 1000}{16} = 1264875\ \text{Nmm} \qquad (4.4)$$

Kullanılan ray için W_y (mm^3) = 11.400,0 mm^3 (üretici firma kataloğundan seçilen ray)

$$\sigma_y = \frac{M_y}{w_y} = \frac{1264875}{11400} = 110{,}95\ \text{N/mm}^2 \qquad (4.5)$$

b) Kılavuz rayın x- eksenindeki kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_y = \frac{k_1 . g_1 . (Q . y_Q + P . y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h} = \frac{2 \cdot 9{,}81 \cdot (800 \cdot 0 + 950 \cdot 0)}{1 \cdot 1900} = 0\ \text{N} \qquad (4.6)$$

$$M_x = \frac{3 . F_y . l}{16} = \frac{3 \cdot 0 \cdot 1000}{16} = 0\ \text{Nmm} \qquad (4.7)$$

Kullanılan ray için W_x (mm^3) = 20.800,0 (üretici firma kataloğundan seçilen ray)

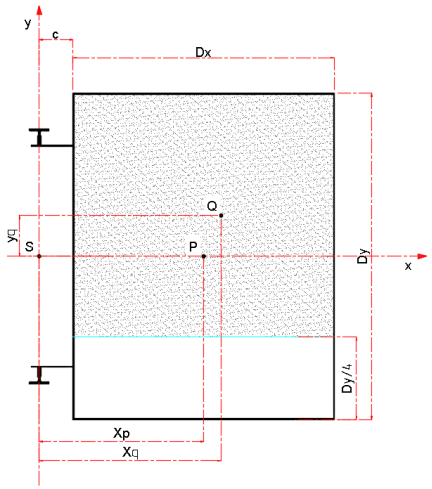
$$\sigma_x = \frac{M_x}{w_x} = \frac{0}{20800} = 0\ N/mm^2 \quad (4.8)$$

Eğilme Gerilmeleri

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad (4.9)$$

$$\sigma_m = 0 + 110{,}95 = 110{,}95\ N/mm^2$$

Durum 2: y- ekseni (Yük Dağılımı Arkadayken)



Şekil 4.3: ‘‘y’’ eksenine bağlı yük dağılımı (güvenlik tertibatının çalışması durumunda)

$$x_p > 0 \qquad y_p = 0$$

$$x_Q = c + \frac{D_x}{2} \qquad y_Q = \frac{1}{8} \cdot D_y$$

Beyan yükü ağırlık merkezinin kılavuz ray sisteminin x eksenine olan mesafesi:

$$x_Q = c + \frac{D_x}{2} = 153 + \frac{1200}{2} = 753\ mm \quad (4.10)$$

Beyan yükü ağırlık merkezinin kılavuz ray sisteminin y eksenine olan mesafesi:

$$y_Q = \frac{1}{8} \cdot D_y = \frac{1}{8} \cdot 1500 = 187{,}5\ mm \quad (4.11)$$

4.1.1.1.2 Eğilme Gerilmesi (Durum 2)

a) Kılavuz rayın y- eksenindeki kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_1 \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} = \frac{2 \cdot 9{,}81 \cdot (800 \cdot 753 + 950 \cdot 615)}{2 \cdot 1900}$$
$$= 6127\ \text{N} \quad (4.3)$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 6127 \cdot 1000}{16} = 1148813\ \text{Nmm} \quad (4.4)$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{w_y} = \frac{1148813}{11400} = 100{,}77\ \text{N/mm}^2 \quad (4.5)$$

b) Kılavuz rayın x- eksenindeki kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_1 \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h} = \frac{2 \cdot 9{,}81 \cdot (800 \cdot 187{,}5 + 950 \cdot 0)}{1 \cdot 1900}$$
$$= 1549\ \text{N} \quad (4.6)$$

$$M_x = \frac{3.F_y.l}{16} = \frac{3 \cdot 1549 \cdot 1000}{16} = 290437\ \text{Nmm} \quad (4.7)$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{w_x} = \frac{290437}{20800} = 13{,}96\ \text{N/mm}^2 \quad (4.8)$$

Eğilme Gerilmeleri

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \qquad (4.9)$$

$$\sigma_m = 13{,}96 + 100{,}72 = 114{,}68\ \mathrm{N/mm^2}$$

4.1.1.2 Burkulma

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P+Q)}{n} = \frac{2 \cdot 9{,}81 \cdot (950+800)}{2} = 17167{,}5\ \mathrm{N} \qquad (4.12)$$

Kullanılan ray için en küçük eylemsizlik yarıçapı i= 24,3 mm

Bükülme uzunluğu l_k=l= 1000,0 mm

$$\text{Narinlik Katsayısı} = \lambda = \frac{l_k}{i} = \frac{1000}{24{,}3} = 41{,}15 \qquad (4.13)$$

Kullanılan rayın çekme dayanımı R_m = 520 N/mm^2

R_m = 520 N/mm^2 çekme dayanımlı çelik için:

$20 \leq \lambda \leq 50 \qquad \omega = 0{,}00008240 \cdot \lambda^{2{,}06} + 1{,}021 \qquad (4.14)$

$$\omega = 0{,}00008240 \cdot 41{,}15^{2{,}06} + 1{,}021 = 1{,}19$$

Raylara bağlı yardımcı donanım için darbe katsayısı k_3 = 0,0 alınır.

Kullanılan rayın kesit alanı A = 1.725,0 mm^2

Raylara bağlı yardımcı donanım ağırlığı M = 0,0 N

$$\sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A} = \frac{(17167{,}5 + 0 \cdot 0) \cdot 1{,}19}{1725} = 11{,}84\ N/mm^2 \qquad (4.15)$$

4.1.1.3 Birleşik Gerilme

TS ISO 7465'e uygun kılavuz raylar için Tablo 4.2'de verilen σ_{em} değerleri kullanılabilir. R_m = 520 N/mm^2 çekme dayanımlı ray için izin verilen gerilme değeri σ_{em} = 290 N/mm^2'dir.

Tablo 4.3: İzin verilen gerilmeler σ_{em}

Yük durumları	R_m (N/mm^2)		
	370	440	520
Normal Kullanma Yüklemesi	165	195	230
Güvenlik Tertibatının Çalışması	205	244	290

Daha büyük olduğu için Durum 2'deki eğilme gerilmesi alınmıştır (σ_m=114,68 N/mm^2).

$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{em}$ olmalıdır. (4.16)

$114{,}68\ N/mm^2 \leq 290\ N/mm^2$ emniyetlidir.

$$\sigma = \sigma_m + \frac{(F_k + k_3 \cdot M)}{A} \leq \sigma_{em} \quad \text{olmalıdır.} \qquad (4.17)$$

$$\sigma = 114{,}68 + \frac{(17167{,}5 + 0 \cdot 0)}{1725}$$

$= 124{,}6\ N/mm^2 \leq 290\ N/mm^2$ emniyetlidir.

$\sigma_c = \sigma_k + 0{,}9.\sigma_m \leq \sigma_{em}$ olmalıdır. (4.18)

$\sigma_c = 11{,}84 + 0{,}9 \cdot 124{,}6 = 124 \leq 290\ N/mm^2$ emniyetlidir.

4.1.1.4 Ray Boynu Eğilmesi (Flanş Eğilmesi)

Daha büyük olduğu için Durum 1'deki F_x kuvveti alınmıştır.

$$\sigma_F = \frac{1{,}85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{em}$$ olmalıdır. (4.19)

Kullanılan ray profilinin ayağı ile başı arasındaki boyun genişliği c= 10 mm

$$\sigma_F = \frac{1{,}85 \cdot 6746}{10^2} = 124{,}8\ N/mm^2 \leq 290\ N/mm^2$$ emniyetlidir.

4.1.1.5 Eğilme Miktarları

TS EN 81-20 Madde 5.7.4.6'ya göre T-profil kılavuz raylar ve bunların sabitlemeleri (konsollar, ayırma kirişleri) için müsaade edilebilir hesaplanmış azami sapma $\delta_{müsaade}$ aşağıdaki gibi olmalıdır:

a) Güvenlik tertibatı çalıştığında kabinin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının kılavuz rayları için her iki yönde $\delta_{müsaade}$ = 5 mm,

b) Güvenlik tertibatısız karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının kılavuz rayları için her iki yönde $\delta_{müsaade}$ =10 mm.

Elastisite modülü $E = 21000 \cdot 9{,}81 = 206010\ N/mm^2$

Kullanılan ray için $I_x = 1020000{,}0\ mm^4$

$I_y = 524800{,}0\ mm^4$

İzin verilen en büyük eğilme miktarı $\delta_{em} = 5{,}0$ mm

Daha büyük olduğu için Durum 1'deki F_x ve Durum 2'deki F_y kuvveti alınmıştır.

$$\delta_x = 0{,}7 \cdot \frac{F_x \cdot I^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.20}$$

$$= 0{,}7 . \frac{6746 \cdot 1000^3}{48 \cdot 206010 \cdot 524800} = 0{,}9 \text{ mm} \leq 5 \text{ mm} \quad \text{emniyetlidir.}$$

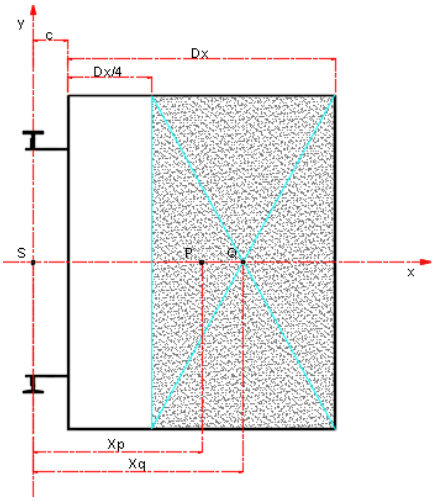
$$\delta_y = 0{,}7 \cdot \frac{F_y \cdot I^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.21}$$

$$= 0{,}7 . \frac{1549 \cdot 1000^3}{48 \cdot 206010 \cdot 1020000} = 0{,}1\text{mm} \leq 5 \text{ mm} \quad \text{emniyetlidir.}$$

4.1.2 Normal Kullanma, Hareket

4.1.2.1 Eğilme Gerilmesi

Durum 1: x- ekseni (Yük Dağılımı Öndeyken)



Şekil 4.4: ''x'' eksenine bağlı yük dağılımı (normal kullanma, hareket durumunda)

$$x_p > 0 \qquad y_p = 0$$

$$x_Q = c + \frac{5}{8} \cdot D_X \qquad y_Q = 0$$

$$x_Q = c + \frac{5}{8} \cdot D_X = 153 + \frac{5}{8} \cdot 1200 = 903 \text{ mm} \tag{4.1}$$

$$x_p = 153 + 600 = 753 \text{ mm}$$

$$x_s = 338 \text{ mm} \qquad y_s = 0 \text{ mm}$$

4.1.2.1.1 Eğilme Gerilmesi (Durum 1)

a) Kılavuz rayın y- eksenindeki kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_1 \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} = \frac{2 \cdot 9{,}81 \cdot (800 \cdot 903 + 950 \cdot 615)}{2 \cdot 1900}$$
$$= 6746 \text{ N} \tag{4.3}$$

Kaymalı frenlemeli güvenlik tertibatında darbe katsayısı $k_1 = 2$
(TS EN 81-20 Madde 5.7.4.4 Darbe faktörlerinin değerleri Çizelge 14)

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 6746 \cdot 1000}{16} = 1264875 \text{ Nmm} \tag{4.4}$$

Kullanılan ray için W_y (mm^3) = 11.400,0 mm^3 (üretici firma kataloğundan seçilen ray)

$$\sigma_y = \frac{M_y}{w_y} = \frac{1264875}{11400} = 110{,}95 \text{ N/mm}^2 \tag{4.5}$$

b) Kılavuz rayın x- eksenindeki kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_y = \frac{k_1 . g_1 . (Q . y_Q + P . y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h} = \frac{2 \cdot 9{,}81 \cdot (800 \cdot 0 + 950 \cdot 0)}{1 \cdot 1900} = 0\ N \qquad (4.6)$$

$$M_x = \frac{3 . F_y . l}{16} = \frac{3 \cdot 0 \cdot 1000}{16} = 0\ Nmm \qquad (4.7)$$

Kullanılan ray için W_x (mm^3) = 20.800,0 (üretici firma kataloğundan seçilen ray)

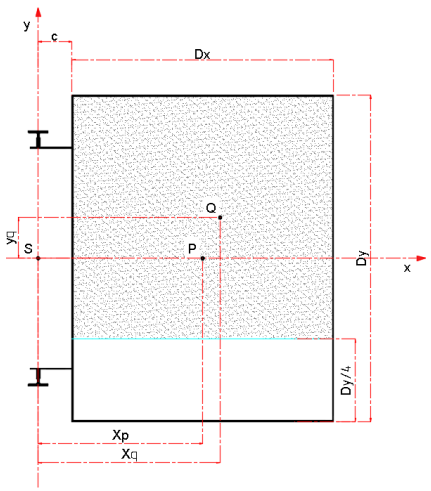
$$\sigma_x = \frac{M_x}{w_x} = \frac{0}{20800} = 0\ N/mm^2 \qquad (4.8)$$

Eğilme Gerilmeleri

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \qquad (4.9)$$

$$\sigma_m = 0 + 110{,}95 = 110{,}95\ N/mm^2$$

Durum 2: y- ekseni (Yük Dağılımı Arkadayken)



Şekil 4.5: ‘‘y’’ eksenine bağlı yük dağılımı (güvenlik tertibatının çalışması durumunda)

$$x_p > 0 \qquad y_p = 0$$

$$x_Q = c + \frac{D_x}{2} \qquad y_Q = \frac{1}{8} \cdot D_y$$

Beyan yükü ağırlık merkezinin kılavuz ray sisteminin x eksenine olan mesafesi:

$$x_Q = c + \frac{D_x}{2} = 153 + \frac{1200}{2} = 753 \text{ mm} \tag{4.10}$$

Beyan yükü ağırlık merkezinin kılavuz ray sisteminin y eksenine olan mesafesi:

$$y_Q = \frac{1}{8} \cdot D_y = \frac{1}{8} \cdot 1500 = 187{,}5 \text{ mm} \tag{4.11}$$

4.1.2.1.2 Eğilme Gerilmesi (Durum 2)

a) Kılavuz rayın y- eksenindeki kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_1 \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} = \frac{2 \cdot 9{,}81 \cdot (800 \cdot 753 + 950 \cdot 615)}{2 \cdot 1900}$$
$$= 6127 \text{ N} \tag{4.3}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 6127 \cdot 1000}{16} = 1148813 \text{ Nmm} \tag{4.4}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{w_y} = \frac{1148813}{11400} = 100{,}77 \text{ N/mm}^2 \tag{4.5}$$

b) Kılavuz rayın x- eksenindeki kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_1 \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h} = \frac{2 \cdot 9{,}81 \cdot (800 \cdot 187{,}5 + 950 \cdot 0)}{1 \cdot 1900}$$

$$= 1549 \text{ N} \quad (4.6)$$

$$M_x = \frac{3.F_y.l}{16} = \frac{3 \cdot 1549 \cdot 1000}{16} = 290437 \text{ Nmm} \quad (4.7)$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{w_x} = \frac{290437}{20800} = 13{,}96 \text{ N/mm}^2 \quad (4.8)$$

Eğilme Gerilmeleri

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad (4.9)$$

$$\sigma_m = 13{,}96 + 100{,}72 = 114{,}68 \text{ N/mm}^2$$

a) Kılavuz rayın y- eksenindeki kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S)]}{n \cdot h} \quad (4.22)$$

$$F_x = \frac{1{,}2 \cdot 9{,}8 \cdot [800 \cdot (753 - 338) + 950 \cdot (615 - 338)]}{2 \cdot 1900} = 1842 \text{ N}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 1842 \cdot 1000}{16} = 345375 \text{ Nmm} \quad (4.4)$$

Kullanılan ray için Wy (mm^3) = 11.400,0 mm^3

$$\sigma_y = \frac{M_y}{w_y} = \frac{345375}{11400} = 30{,}3\ N/mm^2 \qquad (4.5)$$

b) Kılavuz rayın x- eksenindeki kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S)]}{\frac{n}{2} \cdot h} \qquad (4.23)$$

$$F_y = \frac{1{,}2 \cdot 9{,}8 \cdot [800 \cdot (187{,}5 - 0) + 950 \cdot (0 - 0)]}{2 \cdot 1900} = 464\ N$$

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 464 \cdot 1000}{16} = 87000\ Nmm \qquad (4.7)$$

Kullanılan ray için W_x (mm^3) = 20.800,0 mm^3

$$\sigma_x = \frac{M_x}{w_x} = \frac{87000}{20800} = 4{,}18\ N/mm^2 \qquad (4.8)$$

Eğilme Gerilmeleri

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \qquad (4.9)$$

$$\boldsymbol{\sigma_m} = 4{,}18 + 30{,}3 = 34{,}48\ N/mm^2$$

4.1.2.2 Burkulma

"Normal kullanma- Hareket" yük durumunda burkulma meydana gelmez.

4.1.2.3 Birleşik Gerilme

Daha büyük olduğu için Durum 1 eğilme gerilmesi alınmıştır (σ_m=114,68 N/mm^2).

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.16}$$

$43{,}08\ \mathrm{N/mm^2} \leq 290\ \mathrm{N/mm^2}$ emniyetlidir.

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.17}$$

$$= 43{,}08 + \frac{0 \cdot 0}{1725} = 43{,}08\ \mathrm{N/mm^2} \leq 290\ \mathrm{N/mm^2} \quad \text{emniyetlidir.}$$

4.1.2.4 Ray Boynu Eğilmesi (Flanş Eğilmesi)

Daha büyük olduğu için Durum 1'deki F_x kuvveti alınmıştır.

$$\sigma_F = \frac{1{,}85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.19}$$

Kullanılan ray profilinin ayağı ile başı arasındaki boyun genişliği c= 10 mm

$$\sigma_F = \frac{1{,}85 \cdot 2619}{10^2} = 48{,}45\ \mathrm{N/mm^2} \leq 290\ \mathrm{N/mm^2} \quad \text{emniyetlidir.}$$

4.1.2.5 Eğilme Miktarları

Elastikiyet modülü $E = 21000 \cdot 9{,}81 = 206010\ N/mm^2$

Kullanılan ray için $I_x = 1020000{,}0\ mm^4$

$I_y = 524800{,}0\ mm^4$

İzin verilen en büyük eğilme miktarı $\delta_{em} = 5{,}0\ mm$

Daha büyük olduğu için Durum 1'deki F_x ve Durum 2'deki F_y kuvveti alınmıştır.

$$\delta_x = 0{,}7 \cdot \frac{F_x \cdot I^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.20}$$

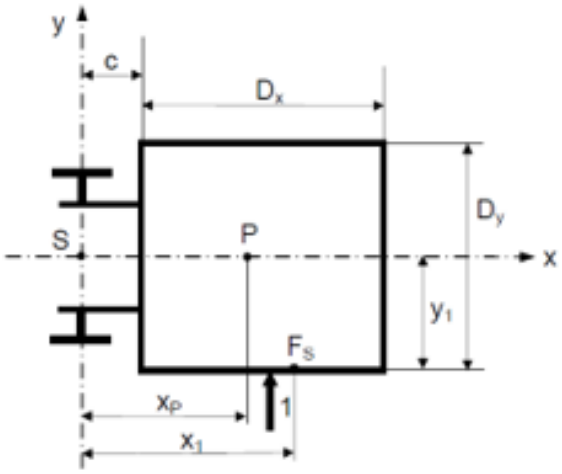
$$= 0{,}7 . \frac{2619 \cdot 1000^3}{48 \cdot 206010 \cdot 524800} = 0{,}35\ mm \leq 5\ mm \quad \text{emniyetlidir.}$$

$$\delta_y = 0{,}7 \cdot \frac{F_y \cdot I^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.21}$$

$$= 0{,}7 . \frac{464 \cdot 1000^3}{48 \cdot 206010 \cdot 1020000} = 0{,}03\ mm \leq 5\ mm \quad \text{emniyetlidir.}$$

4.1.3 Normal Kullanma, Yükleme

4.1.3.1 Eğilme Gerilmesi



Şekil 4.6: Normal kullanma, yükleme durumu

$$x_p > 0 \qquad y_p = 0$$

$$x_1 > 0 \qquad y_1 = \frac{D_y}{2}$$

$$x_1 = 153 + 600 = 903 \text{ mm} \qquad x_p = 615 \text{ mm}$$

$$y_1 = \frac{D_y}{2} = \frac{1500}{2} = 750 \text{ mm} \qquad (4.24)$$

Kapı pozisyonu i = 1

Eşik kuvveti TS EN 81-1+A3 Madde G.2.5'e göre F_s ;

İnsan asansörlerinde Q < 2500 kg ise: $F_s = 0{,}4 \cdot g_n \cdot Q$

İnsan asansörlerinde Q ≥ 2500 kg ise: $F_s = 0{,}6 \cdot g_n \cdot Q$

Forklift ile yüklemede Q ≥ 2500 kg ise: $F_s = 0{,}85 \cdot g_n \cdot Q$

$$F_s = 0{,}4 \cdot g_n \cdot Q = 0{,}4 \cdot 9{,}81 \cdot 800 = 3139{,}2\ \text{N} \quad (4.25)$$

a) Kılavuz rayın y- eksenindeki kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot x_p + F_s \cdot x_1}{n \cdot h} \quad (4.26)$$

$$= \frac{9{,}81 \cdot 950 \cdot 615 + 3139{,}2 \cdot 753}{2 \cdot 1900} = 2130\ \text{N}$$

$$M_y = \frac{3.F_x.l}{16} = \frac{3 \cdot 2130 \cdot 1000}{16} = 399375\ \text{Nmm} \quad (4.4)$$

Kullanılan ray için W_y (mm^3) = 11.400,0

$$\sigma_y = \frac{M_y}{w_y} = \frac{399375}{11400} = 35{,}03\ \text{N/mm}^2 \quad (4.5)$$

b) Kılavuz rayın x- eksenindeki kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_y = \frac{F_s \cdot y_1}{\frac{n}{2} \cdot h} = \frac{3139{,}2 \cdot 750}{\frac{2}{2} \cdot 1900} = 1239\ \text{N} \quad (4.27)$$

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 1239 \cdot 1000}{16} = 232313\ \text{Nmm} \quad (4.4)$$

Kullanılan ray için W_x (mm^3) = 20800,0

$$\sigma_x = \frac{M_x}{w_x} = \frac{232313}{20800} = 11{,}17\ \text{Nmm}^2 \quad (4.8)$$

4.1.3.2 Burkulma

"Normal kullanma-Yükleme" yük durumunda burkulma meydana gelmez.

4.1.3.3 Birleşik Gerilme

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.16}$$

$$= 11{,}17 + 35{,}03 = 46{,}2\ \mathrm{N/mm^2} \leq 290\ \mathrm{N/mm^2} \quad \text{emniyetlidir.}$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{em} \quad \text{olmalıdır} \tag{4.17}$$

$$= 46{,}2 + \frac{0 \cdot 0}{1725} = 46{,}2\ \mathrm{N/mm^2} \leq 290\ \mathrm{N/mm^2} \quad \text{emniyetlidir.}$$

4.1.3.4 Ray Boynu Eğilmesi (Flanş Eğilmesi)

$$\sigma_F = \frac{1{,}85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.19}$$

Kullanılan ray profilinin ayağı ile başı arasındaki boyun genişliği c= 10 mm

$$\sigma_F = \frac{1{,}85 \cdot 2130}{10^2} = 39{,}4\ \mathrm{N/mm^2} \leq 290\ \mathrm{N/mm^2} \quad \text{emniyetlidir.}$$

4.1.3.5 Eğilme Miktarları

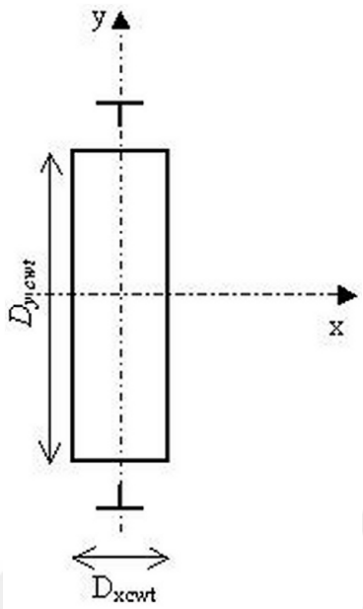
$$\delta_x = 0{,}7 \cdot \frac{F_x \cdot I^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.20}$$

$$= 0{,}7 . \frac{2130 \cdot 1000^3}{48 \cdot 206010 \cdot 524800} = \ 0{,}29 \text{ mm} \leq 5 \text{ mm} \quad \text{emniyetlidir.}$$

$$\delta_y = 0{,}7 \cdot \frac{F_y \cdot I^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.21}$$

$$= 0{,}7 . \frac{1239 \cdot 1000^3}{48 \cdot 206010 \cdot 1020000} = \ 0{,}09 \text{ mm} \leq 5 \text{ mm} \quad \text{emniyetlidir.}$$

4.2 Karşı Ağırlık Kılavuz Raylarının Hesaplanması



Şekil 4.7: Karşı ağırlık boyutları

$$x_s = 0 \qquad y_s = 0$$

$$x_g = 0{,}1 \cdot D_{xcw} = 0{,}1 \cdot 150 = 15 \text{ mm} \tag{4.28}$$

$$y_g = 0{,}05 \cdot D_{ycw} = 0{,}05 \cdot 975 = 48{,}75 \text{ mm} \tag{4.29}$$

Karşı ağırlık kütlesi	G_{cw} = 1350 kg (P+Q/2)
Karşı ağırlık genişliği	D_{xcw} = 150 mm
Karşı ağırlık uzunluğu	D_{ycw} = 975 mm
Kullanılan ray sayısı	n= 2
Normal kullanma, Hareket için	k_2 = 1,2
Karşı ağırlık patenleri arasındaki mesafe	h_{cwt} = 2050 mm
Ağırlıkta kullanılan ray tipi	70x65x9 mm Soğuk Çekilmiş Ray

Karşı ağırlıkta güvenlik tertibatı yoktur.

Normal kullanımda, hareket

4.2.1 Eğilme Gerilmeleri

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot G_{cw} \cdot (x_g - x_s)}{n \cdot h_{cw}} = \frac{1{,}2 \cdot 9{,}81 \cdot 1350 \cdot (15 - 0)}{2 \cdot 2050} = 58{,}1\ \text{N} \quad (4.30)$$

$$M_y = \frac{3.F_x.l}{16} = \frac{3 \cdot 58{,}1 \cdot 1000}{16} = 10894\ \text{Nmm} \quad (4.4)$$

Kullanılan ray için W_y (mm^3) = 5389,0

$$\sigma_y = \frac{M_y}{w_y} = \frac{10894}{5389} = 2{,}0\ \text{N/mm}^2 \quad (4.5)$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot G_{cw} \cdot (y_g + y_s)}{\frac{n}{2} \cdot h_{cw}} \quad (4.31)$$

$$= \frac{1{,}2 \cdot 9{,}81 \cdot 1350 \cdot (48{,}75 + 0)}{\frac{2}{2} \cdot 2050} = 378\ \text{N}$$

$$M_x = \frac{3.F_y.l}{16} = \frac{3 \cdot 378 \cdot 1000}{16} = 70875\ \text{Nmm} \quad (4.7)$$

Kullanılan ray için W_x (mm^3) = 9169,0

$$\sigma_x = \frac{M_x}{w_x} = \frac{70875}{9169} = 7{,}7\ \text{N/mm}^2 \quad (4.8)$$

4.2.2 Burkulma

Asansör karşı ağırlığının hareketi esnasında güvenlik tertibatı çalışmadığı için raylar üzerinde herhangi bir bükülme kuvveti oluşmamaktadır.

4.2.3 Birleşik Gerilme

R_m = 370 N/mm^2 çekme dayanımlı ray için izin verilen gerilme değeri σ_{zul} = 165 N/mm^2' dir.

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.9}$$

$$= 7{,}7 + 2{,}0 = 9{,}7\ \mathrm{N/mm^2} \leq 165\ \mathrm{N/mm^2} \quad \text{emniyetlidir.}$$

Raylara bağlı yardımcı donanım için darbe katsayısı $k_3 = 0$

Kullanılan rayın kesit alanı A = 940,0 mm^2

Raylara bağlı yardımcı donanım ağırlığı M = 0 N

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 . M}{A} \leq \sigma_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.17}$$

$$= 7{,}7 + \frac{0 \cdot 0}{940} = 10{,}58\ \mathrm{N/mm^2} \leq 165\ \mathrm{N/mm^2} \quad \text{emniyetlidir.}$$

4.2.4 Ray Boynu Eğilmesi (Flanş Eğilmesi)

$$\sigma_F = \frac{1{,}85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.19}$$

$$\sigma_F = \frac{1{,}85 \cdot 58{,}1}{6^2} = 2{,}99\ \mathrm{N/mm^2} \leq 165\ \mathrm{N/mm^2} \quad \text{emniyetlidir.}$$

Kullanılan ray profilinin ayağı ile başı arasındaki boyun genişliği c= 6 mm

4.2.5 Eğilme Miktarları

Elastisite modülü $E = 21000 \cdot 9{,}81 = 206010\ \mathrm{N/mm^2}$

Kullanılan ray için $I_x = 409500{,}0\ \mathrm{mm^4}$

$I_y = 188600{,}0\ \mathrm{mm^4}$

İzin verilen en büyük eğilme miktarı $\delta_{em} = 10{,}0$ mm

Daha büyük olduğu için Durum 1'deki F_x ve Durum 2'deki F_y kuvveti alınmıştır.

$$\delta_x = 0{,}7 \cdot \frac{F_x \cdot I^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.20}$$

$$= 0{,}7 \cdot \frac{58{,}1 \cdot 1000^3}{48 \cdot 206010 \cdot 188600} = 0{,}02\ \mathrm{mm} \leq 10\ \mathrm{mm} \quad \text{emniyetlidir.}$$

$$\delta_y = 0{,}7 \cdot \frac{F_y \cdot I^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{em} \quad \text{olmalıdır.} \tag{4.21}$$

$$= 0{,}7 \cdot \frac{378 \cdot 1000^3}{48 \cdot 206010 \cdot 409500} = 0{,}07\mathrm{mm} \leq 10\ \mathrm{mm} \quad \text{emniyetlidir.}$$

4.3 Asansör Kuvvet Hesapları

4.3.1 Kabin Altı Tamponuna Gelen Yük

Kuyu alt boşluğu tabanı, her bir kabin tamponunun altında, beyan yükü ile yüklü kabin kütlesinden kaynaklanan statik kuvvetin 4 katını taşıyabilmelidir.

$$P_1 = 4 \cdot g_n \cdot (P + Q) \quad (4.32)$$

$$P_1 = 4 \cdot 9{,}81 \cdot (950 + 800) = 68670 \text{ N}$$

Kabin altı tamponu için HAS marka HPT 03 model tampon seçilmiş olup,

Min. Kuvvet = 440 kg < Max. Toplam Kütle P_{bmax} = (P+Q) = (950+800) = 1750 kg < Max. Kuvvet = 1900 kg emniyetlidir.

4.3.2 Karşı Ağırlık Tamponuna Gelen Yük

Kuyu alt boşluğu tabanı, her bir karşı ağırlık tamponunun altında, beyan yükü ile yüklü kabin kütlesinden kaynaklanan statik kuvvetin 4 katını taşıyabilmelidir

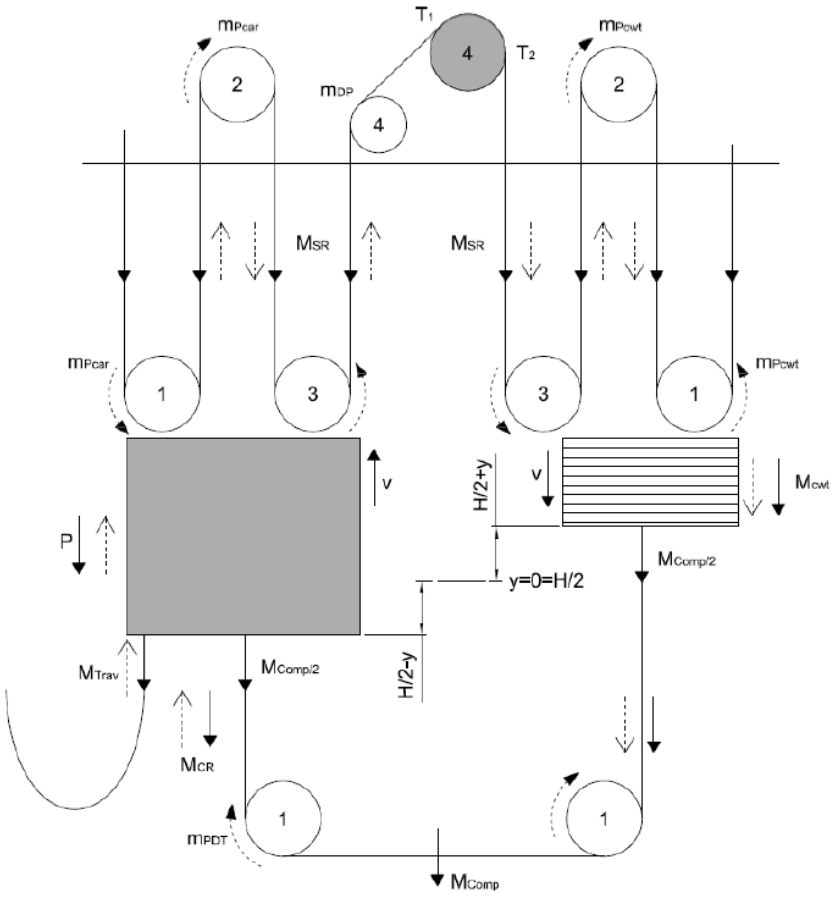
$$P_2 = 4 \cdot g_n \cdot \left(P + \frac{Q}{2}\right) \quad (4.33)$$

$$P_2 = 4 \cdot 9{,}81 \cdot \left(950 + \frac{800}{2}\right) = 52974 \text{ N}$$

Kabin altı tamponu için HAS marka HPT 03 model tampon seçilmiş olup,

Min. Kuvvet = 440 kg < Max. Toplam Kütle P_{bmax} = (P+Q/2) = (950+400) = 1350 kg < Max. Kuvvet = 1900 kg emniyetlidir.

4.4 Tahrik Yeteneğinin Hesaplanması



Açıklama

1, 2, 3, 4 Makaraların hız faktörüdür (örneğin: $2 = 2.v_{car}$)

Şekil 4.8: Asansör sistemlerinin genel çalışma görünümü

Tablo 4.4: Tahrik yeteneği formüllerindeki simgeler ve açıklamaları

m_{Pcar}	Kabin tarafındaki kasnağın indirgenmiş kütlesi J_{Pcar} / R_2 (kg)
m_{Pcwt}	Karşı ağırlık tarafındaki kasnağın indirgenmiş kütlesi J_{Pcwt} / R_2 (kg)
m_{PTD}	Dengeleme halatı gergi tertibatı kasnaklarının (2 adet kasnak) indirgenmiş kütlesi J_{PDT} / R_2 (kg)
m_{DP}	Kabin/karşı ağırlık tarafındaki saptırma kasnağının indirgenmiş kütlesi J_{DP} / R_2 (kg)
n_s	Askı halatlarının sayısı
n_c	Dengeleme halatlarının/zincirlerinin sayısı
n_t	Kabin bükülgen kablolarının sayısı
P	Boş kabin ve kabine asılı parçaların, mesela: kabin bükülme kablosunun kabin tarafından taşınan kısmı ve varsa dengeleme halatları/zincirlerinin vb. kütlelerinin toplamı (kg)
Q	Beyan yükü (kg)
M_{cwt}	Kasnaklar dahil karşı ağırlığın kütlesi (kg)

Tablo 4.4 (devam)

M_{SR}	Askı halatlarının gerçek kütlesi (kg) [0,5H ± y] . n_s .askı halatının birim uzunluk başına kütlesi
M_{SRcar}	Kabin tarafındaki kütle M_{SR} (kg)
M_{SRcwt}	Karşı ağırlık tarafındaki kütle M_{SR} (kg)
M_{CR}	Dengeleme halatlarının/zincirlerinin gerçek kütlesi (kg) [0,5H ± y] . n_c .askı halatının/zincirin birim uzunluk başına kütlesi
M_{CRcar}	Kabin tarafındaki kütle M_{CR} (kg)
M_{CRcwt}	Karşı ağırlık tarafındaki kütle M_{CR} (kg)
M_{Trav}	Kabin bükülgen kablolarının gerçek kütlesi (kg) [0,5H ± y] . n_t . bükülgen kablonun birim uzunluk başına kütlesi
M_{Comp}	Kasnaklar dahil dengeleme halatı gergi tertibatının kütlesi (kg)
FR_{car}	Kuyudaki dengeleme kuvveti (N)
FR_{cwt}	Kuyudaki sürtünme kuvveti (N)
H	Seyir mesafesi (m)
y	Kabin / karşı ağırlığın seyir mesafesinin ortasına olan uzaklığı (m)
T_1 , T_2	Tahrik kasnağının her iki yanındaki halat kısımlarında meydana gelen kuvvetler (N)
r	Askı halat sayısı
a	Kabinin frenleme ivmesi (pozitif değer) (m/s^2)
g_n	Standart yer çekimi ivmesi (m/s^2)
i_{Pcar}	Kabin tarafınaki kasnakların sayısı (saptırma kasnağı hariç)
i_{Pcwt}	Karşı ağırlık tarafınaki kasnakların sayısı (saptırma kasnağı hariç)
⟶	Statik kuvvet
⟶	Dinamik kuvvet
f	Sürtünme değeri
α	Halatların tahrik kasnağına sarılma açısı

Yukarı yerleştirilmiş makineler için:

$$T_1 = \frac{(P + Q + M_{CRcar} + M_{Trav}) \cdot (g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} \cdot g_n + M_{SRcar} \cdot (g_n \pm r \cdot a) - \left(\frac{2 \cdot m_{PTD}}{r} \cdot a\right)^{I}$$
$$\pm (m_{DP} \cdot r \cdot a)^{II} \pm \left[M_{SRcar} \cdot a \cdot \left(\frac{r^2 - 2 \cdot r}{2}\right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a)\right]^{III} \pm \frac{FR_{car}}{r} \qquad (4.34)$$

$$T_2 = \frac{M_{cwt} \cdot (g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} \cdot g_n + M_{SRcwt} \cdot (g_n \pm r \cdot a) + \frac{M_{CRcwt}}{r} \cdot (g_n \pm a) - \left(\frac{2 \cdot m_{PTD}}{r} \cdot a\right)^{IV}$$
$$\pm (m_{DP} \cdot r \cdot a)^{II} \pm \left[M_{SRcwt} \cdot a \cdot \left(\frac{r^2 - 2 \cdot r}{2}\right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcwt} \cdot i_{Pcwt} \cdot a)\right]^{V} \pm \frac{FR_{cwt}}{r} \qquad (4.35)$$

Tahrik yeteneğinde incelenen durumlar Tablo 4.5'deki gibidir;

Tablo 4.5: Tahrik yeteneğinde incelenen durumlar

I	Yalnız en üst konumda duran kabinde
I I	Saptırma kasnaı kabin veya karşı ağırlık tarafında
I I I	Yalnız halat askı oranı > 1 ise
I V	Yalnız en üst konumda duran karşı ağırlıkta
V	Yalnız halat askı oranı > 1 ise

4.4.1 Kabinin Yüklenme Durumu

Statik T_1 / T_2 oranı, % 125 beyan yükü ile yüklü kabinin kuyu içinde bulunduğu konuma bağlı olarak en elverişsiz duruma göre hesaplanmalıdır.

Kabin tarafındaki halat ağırlığı (M_{SRcar}) = 26,4 · 7 · 0,152 = 28,09 kg

Karşı ağırlık tarafındaki halat ağırlığı (M_{SRcwt}) = 2,1 · 7 · 0,152 = 2,23 kg

Kabin en alt durakta beyan yükünün % 125 ile yüklü olması durumunda, sürtünme dikkate alınmaz.

$$T_1 = \frac{(P + 1{,}25 \cdot Q) \cdot g_n}{r} + M_{SRcar} \cdot g_n \qquad (4.36)$$

$$= \frac{(950 + 1{,}25 \cdot 800) \cdot 9{,}81}{2} + 28{,}09 \cdot 9{,}81 = 9840\ \text{N}$$

$$T_2 = \frac{M_{cwt} \cdot g_n}{r} + M_{SRcwt} \cdot g_n \qquad (4.37)$$

$$= \frac{1350 \cdot 9{,}81}{2} + 2{,}23 \cdot 9{,}81 = 6644\ \text{N}$$

$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{fa}$ olmalıdır.

α : Sarım Açısı = 160°

β : Alt Kesme Açısı = 90°

γ : Kanal Açısı = 38°

μ : Sürtünme Faktörü = 0,1 (Yükleme şartları için)

$f = \mu \cdot \frac{1}{\sin\frac{\gamma}{2}}$ (Karşı ağırlığın asılı kalma şartlarında tüm kanallar için) (4.38)

$f = 0{,}1 \cdot \frac{1}{\sin\frac{38}{2}} = 0{,}307$

$e^{fa} = e^{0{,}307 \cdot 3{,}14} = 2{,}62$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{9840}{6644} = 1{,}46$

$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{fa}$ $1{,}48 \leq 2{,}62$ emniyetlidir.

4.4.2 Durdurma Tertibatının Çalışması

a) En alt durakta beyan yüküyle yüklü kabin;

$$T_1 = \frac{(P+Q)\cdot(g_n+a)}{r} + M_{SRcar}\cdot(g_n + r\cdot a) + \left(\frac{m_{Pcar}\cdot i_{Pcar}\cdot a}{r}\right) - \frac{FR_{car}}{r} \qquad (4.39)$$

$$T_2 = \frac{M_{cwt} \cdot (g_n - a)}{r} - \left(\frac{m_{Pcwt} \cdot i_{Pcwt} \cdot a}{r}\right) + \frac{FR_{cwt}}{r} \quad (4.40)$$

TS EN 81-1+A3 M.2.1.2'ye göre stroğu kısaltılmış tamponlarda a = 0,8 m/s^2

Kabin tarafındaki halat ağırlığı (M_{SRcar}) = 26,4 · 7 · 0,152 = 28,09 kg

$$T_1 = \frac{(950 + 800) \cdot (9{,}81 + 0{,}8)}{2} + 12{,}98 \cdot (9{,}81 + 2 \cdot 0{,}8) + \left(\frac{35 \cdot 2 \cdot 0{,}8}{2}\right) - \frac{204}{2} = 9358\ N$$

$$T_2 = \frac{1350 \cdot (9{,}81 - 0{,}8)}{2} - \left(\frac{35 \cdot 2 \cdot 0{,}8}{2}\right) + \frac{134}{2} = 6121\ N$$

$$\mu = \frac{0{,}1}{1 + \frac{v}{10}} = \frac{0{,}1}{1 + \frac{1}{10}} = 0{,}09 \quad (4.41)$$

$$f = \mu \cdot \frac{1}{\sin\frac{\gamma}{2}} = 0{,}09 \cdot \frac{1}{\sin\frac{38}{2}} = 0{,}276 \quad (4.42)$$

$$e^{fa} = e^{0{,}276 \cdot 3{,}14} = 2{,}38$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{9358}{6121} = 1{,}53$$

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{fa} \qquad 1{,}53 \leq 2{,}38 \quad \text{emniyetlidir.}$$

b) En üst durakta boş kabin;

$$T_1 = \frac{M_{cwt} \cdot (g_n + a)}{r} + M_{SRcwt} \cdot (g_n + r \cdot a) + \left(\frac{m_{Pcwt} \cdot i_{Pcwt} \cdot a}{r}\right) - \frac{FR_{cwt}}{r} \quad (4.43)$$

$$T_2 = \frac{(P + M_{Trav}) \cdot (g_n - a)}{r} - \left(\frac{m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a}{r}\right) + \frac{FR_{car}}{r} \quad (4.44)$$

Karşı ağırlık tarafındaki halat ağırlığı (M_{SRcwt}) = 24,1 · 7 · 0,152 = 25,64 kg

$$T_1 = \frac{1350 \cdot (9{,}81 + 0{,}8)}{2} + 25{,}64 \cdot (9{,}81 + 2 \cdot 0{,}8) + \left(\frac{35 \cdot 2 \cdot 0{,}8}{2}\right) - \frac{158}{2} = 7404\text{N}$$

$$T_2 = \frac{(950 + 0) \cdot (9{,}81 - 0{,}8)}{2} - \left(\frac{35 \cdot 2 \cdot 0{,}8}{2}\right) + \frac{94}{2} = 4299\ \text{N}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{7404}{4299} = 1{,}72$$

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{fa} \qquad 1{,}72 \leq 2{,}38 \quad \text{emniyetlidir.}$$

4.4.3 Karşı Ağırlığın Asılı Kalma Şartı

$$T_1 = \frac{(P + M_{Trav}) \cdot g_n}{r} \tag{4.45}$$

$$T_2 = M_{SRcwt} \cdot g_n \tag{4.46}$$

$$T_1 = \frac{(950 + 0) \cdot 9{,}81}{2} = 4660\ \text{N}$$

$$T_2 = 25{,}64 \cdot 9{,}81 = 252\ \text{N}$$

Karşı ağırlığın asılı kalma şartları için $\mu = 0{,}2$

$$f = \mu \cdot \frac{1}{\sin\frac{\gamma}{2}} = 0{,}2 \cdot \frac{1}{\sin\frac{38}{2}} = 0{,}615$$

$$e^{fa} = e^{0{,}615 \cdot 3{,}14} = 6{,}9$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{4660}{252} = 18{,}49$$

$\frac{T_1}{T_2} \geq e^{fa}$ $18,49 \geq 6,9$ emniyetlidir.

4.5 Asansör Motor Gücü Hesabı

G_k : Kabin Yükü = 950 kg

G_y : Beyan Yükü = 800 kg

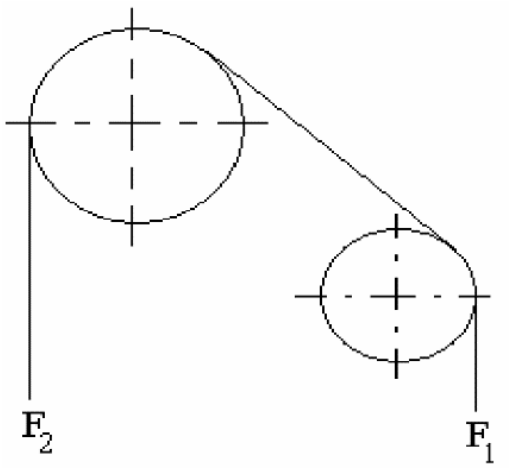
G_a : Karşı Ağırlık Kütlesi = 1350 kg

$$F_1 = G_k + G_y = 950 + 800 = 1750 \text{ kg} \quad (4.47)$$

$$F_2 = G_k + G_y/2 = 950 + \frac{800}{2} = 1350 \text{ kg} \quad (4.48)$$

Makine miline gelen en büyük döndürme kuvveti, P

$$P = F_1 - F_2 = 1750 - 1350 = 400 \text{ kg} \quad (4.49)$$



Şekil 4.9: F_1 ve F_2 kuvvetlerinin gösterimi

V : Kabin Hızı = 1 m/s

$G_{maks.}$: Maksimum Artan Yük

G_s : Sürtünme Yükü = ~ 50 kg

$$G_{maks.} = G_k + G_s + G_y - G_a = 950 + 50 + 800 - 1350 = 1450 \text{ kg} \quad (4.50)$$

$$M = G_{maks.} \cdot (D_{tahrik}/2) = 1450 \cdot (240/2) = 174 \text{ kg.m} \quad (4.51)$$

η: Makine Motor Verimi (üretici beyanı burada kullanlan motor için 0,9'dur)

N: Hesaplanan Motor Gücü

N_k: Kullanılan Motor Gücü (üretici kataloğuna göre kullanlan motorun gücü (Akar Smt 140 Ac-20 model motor için) 5,2 kW'dir.

$N_k \geq N$ olmalıdır

$$N = \frac{P \cdot V}{\eta \cdot 102} = \frac{400 \cdot 1}{0{,}9 \cdot 102} = 4{,}36 \text{ kW (Hesaplanan Motor Gücü)} \quad (4.52)$$

$5{,}2 \text{ kW} \geq 4{,}36 \text{ kW}$ olduğu için seçilen motor emniyetlidir.

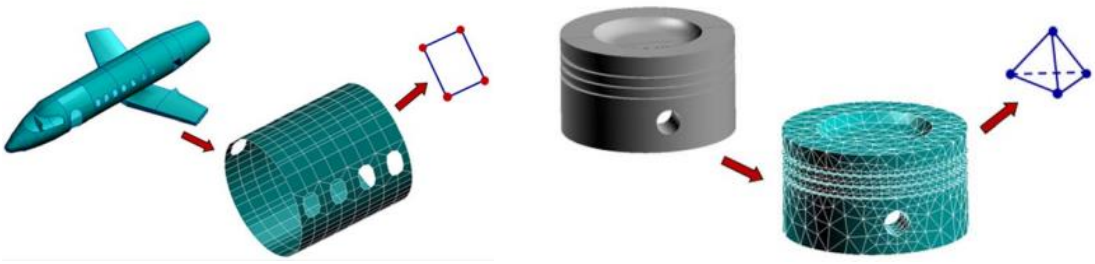
5. SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ

5.1 Giriş

Sonlu elemanlar yöntemi, günümüzde karmaşık yapıdaki problemlerin olabildiğince gerçeğe yakın şekilde çözülmesinde oldukça etkili olan sayısal bir yöntemdir. 1956 yılında uçak gövdelerindeki gerilme analizi için ilk kez kullanılan bu yöntemin, sonraki yıllarda mühendislik problemlerinin çözümünde de kullanılabileceği anlaşılmıştır. Yıllar içinde oldukça geliştirilen sonlu elemanlar yöntemi ve çözüm teknikleri, birçok problemin çözümü için en etkili yöntemlerden birisi haline gelmiştir. Yöntemin farklı mühendislik alanlarında popülerliğinin bu kadar yüksek olmasının önemli nedenlerinden birisi, genel bir bilgisayar programının sadece giriş verilerinin değiştirilerek, herhangi bir özel problemin çözümü için kullanılabilmesidir.

Sonlu elemanlar yönteminin esas düşüncesi, karmaşık yapıdaki bir problem için, problemi basite indirgeyerek bir çözüm bulmaktır. Bu yöntemde kesin sonuçtan ziyade yaklaşık bir sonucun elde edilmesinin sebebi esas problemin daha basit bir probleme indirgenmiş olmasıdır, fakat bu sonucun çözüm için daha fazla gayret harcayarak iyileştirilmesi ve kesin sonuca oldukça yaklaşılması, hatta kesin sonucun elde edilmesi mümkün olmaktadır. Elde yapılan bazı konvansiyonel matematiksel hesapların kesin sonucu bulmak bir yana yaklaşık bir sonucu bile bulmakta yetersiz kalması, sonlu elemanlar yöntemini kullanılabilecek tek yöntem haline getirmektedir.

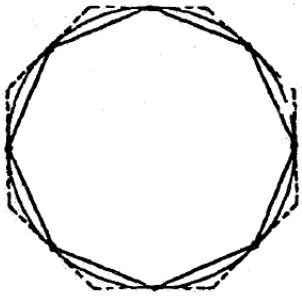
Sonlu elemanlar yönteminde çözüm bölgesi, fazla sayıda, küçük, basit, birbirine bağlı ve sonlu eleman adı verilen alt bölgelere ayrılmaktadır. Karmaşık bir geometrik şekli modellemek için bu yöntemin nasıl kullanılabileceğine örnek, Şekil 5.1'de verilmiştir. Böyle bir karmaşık yapıya sahip parçaların çalışması esnasında oluşacak deplasmanları, gerilmeleri vb. kesin olarak bulmak hemen hemen imkânsız olduğundan, ilgili elemanlar şekilde görülen parçalara ayrılarak modellenmiştir.



Şekil 5.1: Çeşitli parçaların sonlu elemanlar yöntemiyle modellenmesi (url-13 2019)

Sonlu elemanlar yönteminin düşüncesi, tarihe bakıldığında, günümüzden yüzyıllar öncesine dayanmaktadır. İlk matematikçiler Şekil 5.2' de görüldüğü gibi, bir dairenin çevresini, problemi basitleştirerek yani daireyi çokgene indirgeyerek hesaplamışlardır. Aslına bakılırsa bu çokgenin her kenarı bir sonlu elemanı oluşturmaktadır. Basite indirgenmiş olan bu çözümün incelenmesi sonucu, sonlu eleman uygulamaları için genel olarak geçerli iki özellik ortaya çıkmaktadır;

- Dairenin çevresinin üst ve alt sınırlarına, dairenin içindeki ve dışındaki çokgenlerin çevreleri dâhildir.
- Sonlu elemanlar yöntemiyle bulunacak gerçek çözüm, çokgenin kenar sayısının artırılmasıyla sağlanır.

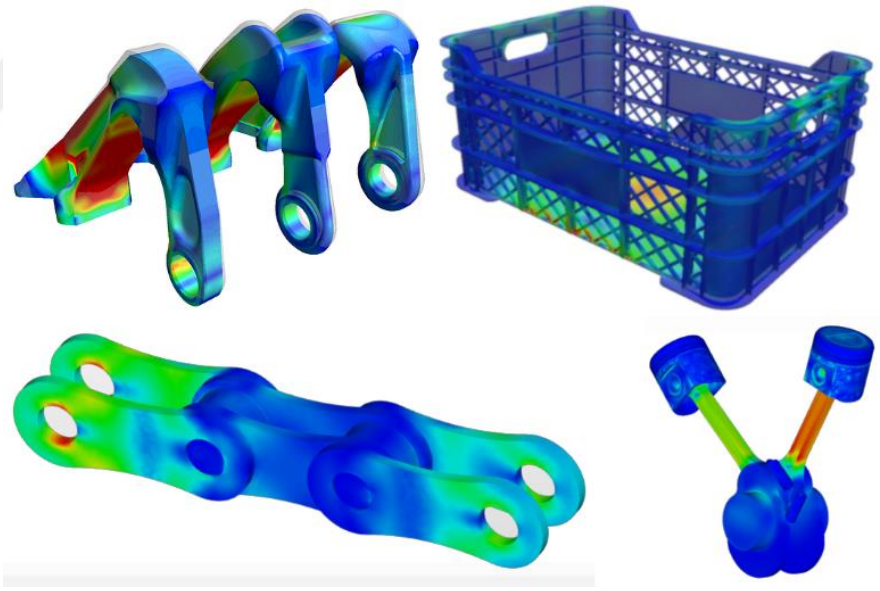


Şekil 5.2: Dairenin çevresinin sonlu elemanlar yaklaşımı ile bulunması

5.2 Sonlu Elemanlar Yönteminin Uygulama Alanları

Sonlu elemanlar yöntemi, mekanik problemlerin çözümü dışında, akışkanlar mekaniği, ısı iletimi, elektrik ve manyetik alanlar ile ilgili mühendislik problemlerinin çözümü için de kullanılan etkili bir yöntemdir (Şekil 5.1). Farklı mühendislik problemlerinin birbiriyle olan benzerlikleri, bu yöntemin kullanımının yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Sonlu elemanlar yönteminin kullanıldığı alanlardan bazıları şunlardır;

- Statik, dinamik, lineer veya nonlineer gibi yapısal analizler,
- Otomotiv, makine, uçak ve inşaat mühendislikleri uygulamaları,
- Akış ve termal analizler,
- Biyomekanik analizler,
- Medikal hesaplamalar,
- Elektromanyetik analizler.



Şekil 5.3: Sonlu elemanlar metodu ile çeşitli modelleme örnekleri (url-14 2019)

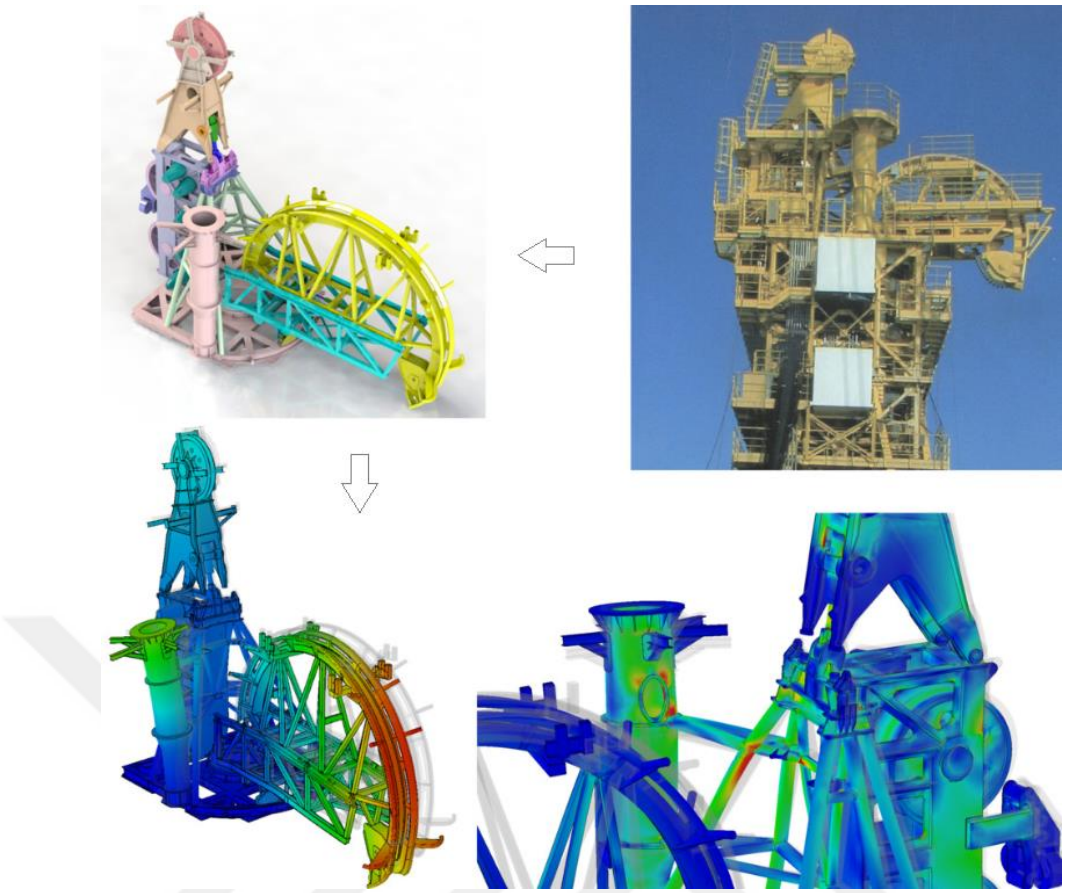
5.3 Sonlu Elemanlar Yönteminin Modelleme ve Çözüm Basamakları

Katı, sıvı veya gaz gibi gerçek elemanlar sonlu elemanlar yönteminde düğüm noktası adı verilen özel noktalardan birbirine bağlanmıştır ve sonlu eleman ismi

verilen alt bölümlerle belirtilmiştir. Bu elemanların birbirine bağlandıkları eleman sınırlarında düğüm noktaları yoğunlaşmıştır. Her zaman elemanların içerisindeki yer değiştirmeler, gerilme, basınç, sıcaklık, hız vs. gibi değişkenlerin gerçekte nasıl değiştiği tam olarak bilinemediğinden, bunların basit fonksiyonlarla yaklaşık bir değer olarak ifade edilebildikleri varsayılmaktadır. Bu yaklaşık fonksiyonlar, değişkenlerin düğüm noktalarındaki değerleri cinsinden ifade edilmektedir. Sistem için, denge denklemleri gibi yeni denklemler yazıldığı zaman, bilinmeyenleri değişkenlerin düğüm noktalarındaki değerleri olan ve ortak çözülmeleri gereken yeni denklemler ortaya çıkmaktadır. Genellikle matris denklemleri şeklinde olan bu denklemlerin çözülmesi ile de değişkenlerin düğüm noktalarındaki değerleri elde edilmektedir. Yaklaşık fonksiyonların, değişkenlerin düğüm noktalarındaki değerleri cinsinden ifade edilmiş olmaları nedeniyle de bu fonksiyonların eleman içerisindeki ve sonuç olarak da cismin içerisindeki bütün değerleri bulunmakta ve istenilen sonuçlar elde edilmiş olmaktadır (Avşar 2012).

5.4 Solidworks Simülasyon (Simulation) Temelleri

Solidworks Simülasyon (Simulation), Solidworks ile tamamen entegre bir tasarım analizi sistemidir. Solidworks Simülasyon; doğrusal olan ve doğrusal olmayan statik, frekans, belverme, termal, yorulma, basınç, düşme testi, doğrusal olan ve doğrusal olmayan dinamik ve optimizasyon analizleri için simülasyon çözümleri sağlar. Hızlı ve doğru çözücülerden güç alan Solidworks Simülasyon, büyük sorunları tasarım sırasında sezgisel bir şekilde çözmeye olanak sağlar (Şekil 5.4). Solidworks Simülasyon, optimum tasarım arayışında zamandan ve efordan tasarruf sağlayarak ürünün pazara sunma süresini kısaltır.



Şekil 5.4: Solidworks simülasyon analizi (url-15 2018)

5.4.1 Solidworks Simülasyon Analizinin Avantajları

Bir model ürün oluşturulduktan sonra, sahada etkin bir şekilde çalıştığından emin olunması gerekir. Analiz araçları olmasaydı, bu görev ancak pahalı ve uzun zaman alan ürün geliştirme döngüleri gerçekleştirilerek yerine getirilebilirdi. Tipik bir ürün geliştirme döngüsü şu adımlardan oluşur;

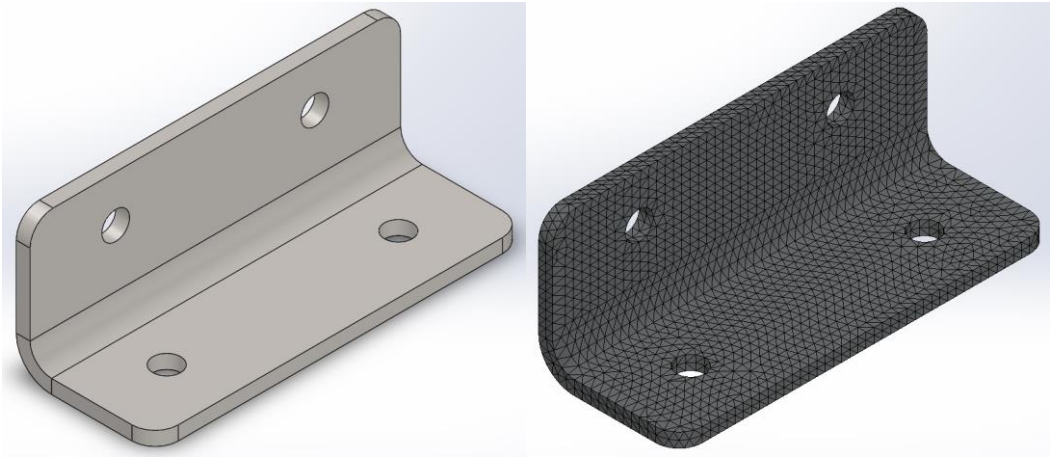
- Modeli oluşturma,
- Tasarım prototipini oluşturma,
- Prototipi sahada test etme,
- Saha testlerinin sonuçlarını değerlendirme,
- Saha testi sonuçlarına göre tasarımda değişiklik yapma.

Bu süreç tatmin edici bir çözüme ulaşılana dek devam eder. Analiz şu görevlerin yerine getirilmesine yardımcı olabilir:

- Pahalı saha testleri yapmak yerine modelin testlerini bilgisayar ortamında simule ederek maliyeti düşürme,
- Ürün geliştirme döngüsü sayısını azaltarak pazara sunma süresini kısaltma,
- Nihai bir karara varmadan önce birçok konsepti ve senaryoyu hızla test ederek ürünleri geliştirme ve bu sayede yeni tasarımlara daha fazla zaman ayırma.

5.4.2 Solidworks Simülasyon Temel Analiz Kavramları

Yazılım Sonlu Eleman Yöntemini (FEM) kullanmaktadır. FEM, mühendislik tasarımlarının analizine yönelik bir sayısal tekniktir. FEM, genel kullanım amaçlarına hitap etmesi ve bilgisayar ortamına uygulanabilir olması nedeniyle standart analiz yöntemi olarak kabul edilmektedir. FEM, modeli elemanlar adı verilen basit şekilli birçok küçük parçaya bölerek, karmaşık bir problemi esasen eş zamanlı olarak çözülmesi gereken birçok basit probleme dönüştürür.



a) **b)**

Şekil 5.5: Bir parçanın modellenmesi a) CAD modeli, b) Küçük parçalara bölünmüş model

Elemanlar, düğüm adı verilen ortak noktaları paylaşır. Modeli küçük parçalara bölme işlemine meshleme adı verilir.

Her elemanın olası tüm destek ve yük senaryolarında sergileyeceği davranış en iyi şekilde bilinir. Sonlu eleman yöntemi, farklı şekillere sahip elemanları kullanır.

Elemanın herhangi bir noktasındaki tepki, eleman düğümlerindeki tepkinin interpolasyonu ile belirlenir. Her düğüm, analiz tipine ve kullanılan elemana bağlı olarak birçok parametre ile tam olarak tanımlanır. Örneğin, bir düğümün sıcaklığı düğümün termal analizdeki tepkisini tam olarak tanımlar. Yapısal analizler için bir düğümün tepkisi genel olarak üç sürükleme ve üç rotasyon ile tanımlanır. Bunlara serbestlik dereceleri adı verilir. FEM kullanılarak gerçekleştirilen analize, Sonlu Eleman Analizi (FEA) adı verilir.



Şekil 5.6: Dört yüzlü bir eleman

Şekil 5.6'da görülen dört yüzlü elemanda, kırmızı noktalar düğümleri göstermektedir. Bir elemanın kenarları eğri veya düz olabilir.

Yazılım, her elemanın diğer elemanlara bağlanabilirliğini göz önünde bulundurarak davranışını düzenleyen denklemleri formüle eder. Bu denklemleri bilinen malzeme özellikleri, kısıtlamalar ve yükler ile ilişkilendirir. Ardından, program denklemleri büyük bir eş zamanlı cebirsel denklem setine dönüştürür ve bilinmeyenleri çözer. Örneğin gerilim analizinde, çözücü her düğümdeki yer değiştirmeleri bulur ve ardından program gerinimleri ve son olarak da gerilimleri hesaplar.

Yazılım Şekil 5.7'deki etüt türlerini sunmaktadır.

Etüt tipi	Etüt simgesi		
Statik		Modal Zaman Geçmişi	
Frekans		Harmonik	
Belverme		Rastgele Titreşim	
Termal		Yanıt Spektrumu	
Tasarım Etüdü		Düşürme Testi	
Doğrusal Olmayan Statik		Yorulma	
Doğrusal Olmayan Dinamik		Basınçlı Kap Tasarımı	

Şekil 5.7: Solidworks simülasyon etüt tipleri ve simgeleri (url-16 2018)

5.4.3 Solidworks Simülasyon Etüt Ağacı

Solidworks Simülasyon etüt ağacı bir analiz etüdünü düzenler. Özellik yöneticisi (Feature manager) tasarım ağacına benzer fonksiyonelliğe sahiptir. Analiz etütlerini yönetmek için menü sistemi veya simülasyon etüt ağacı kullanılabilir. Sunumu ve duyarlı sağ fare tuş fonksiyonları nedeniyle simülasyon etüt ağacı, menü sistemine tercih edilmektedir.

Yazılım, her etüt için grafik alanının alt kısmında bir sekme oluşturur. Bir etüdü görüntülemek için bunun simülasyon etüt sekmesine tıklanmalıdır. Alt klasörler etüdün parametrelerini tanımlar. Örneğin, her yapısal etüt fikstürler, dış yükler ve bağlantılar alt klasörüne sahiptir. Yük tanımları dış yükler klasöründe, kısıtlama tanımları fikstürler klasöründe ve temas tanımları bağlantılar klasöründe görünür. Fikstürler, yükler ve bağlantı elemanları klasörler altında düzenlenebilmektedir.

Farenin sağ tuş fonksiyonları önemli seçenekler sunar. Sürükle-bırak (veya kopyala-yapıştır) ve kopya oluştur işlevleri sonraki etütlerin hızla tanımlanmasına yardımcı olur. Simülasyon etüt ağacı bir belgedeki analiz etütlerinin en önemli bilgilerinin kolaylıkla görülmesini sağlar.

Her simülasyon etüt sekmesi bir etüdü temsil eder. Her etüt ağacında bir klasör ve alt klasörler bulunur. Alt klasörler etüdün tipine bağlıdır. Etüt tipinin kolaylıkla tanımlanması için yazılım her etüt tipine benzersiz bir simge atar. Yazılım bir etüdü başarılı bir şekilde yürüttükten sonra, sonuç seçeneklerinde belirtildiği gibi sonuçlar klasöründe sonuç grafikleri oluşturur veya mevcut sonuç grafiklerini günceller.

5.4.4 Solidworks Simülasyon Etütleri

Bir model, ömrü boyunca genellikle farklı hizmet ortamlarına ve çalışma koşullarına maruz kalır. Bu nedenle, modelin analizinde olası tüm yük ve sınır koşulu senaryolarının göz önünde bulundurulması ve farklı malzeme özelliklerinin denenmesi önemlidir.

Bir simülasyon etüdü şu faktörlerle tanımlanır:

- Model ölçümlendirmeleri,
- Analizin amacını tanımlamaya yönelik etüt tipi ve ilgili seçenekler,
- Malzeme özellikleri,
- Yükler ve sınır koşulları.

Etüt oluşturmak için ‘‘Yeni Etüt’’ öğesine tıklanmalıdır. Etüt adı, analiz tipi ve özellikleri belirlenerek bir etüt tanımlanmalıdır. Etüt özellikleri belirli bir analiz tipine ilişkin seçenekleri ayarlar.

Program uygun mesh tipini, eleman gövdelerinin geometrik unsurlarına göre otomatik olarak seçer. Dört farklı mesh tipi mevcuttur;

- Katı Mesh
- Kabuk Meshi
- Kiriş Meshi
- Karma Mesh

Katı modellerin tamamı ‘‘katı mesh’’ yardımıyla katı elemanlarla meshlenir. Eşit kalınlığa sahip yüzey geometrileri ve sac levhalar, ‘‘kabuk mesh’’inde üçgensel kabuk elemanları ile meshlenir. Yapısal elemanların ve kaynaklı montajların, kiriş

elemanlarıyla meshlendiği mesh tipi ‘‘kiriş mesh’’idir. Katı simgesine sağ tıklayıp ‘‘Kiriş Olarak Davran’’ seçilerek bir ekstrüzyon (varsayılan olarak katı elemanlarla meshlenir) kiriş olarak işlenebilir. Karma mesh ile aynı model içerisinde de farklı geometrilerin bulunduğu yapılarda ‘‘karma mesh’’ ile bir karma mesh oluşturulur.

5.4.5 Analiz Adımları

Analiz gerçekleştirmek için gerek duyulan adımlar, etüt tipine bağlıdır. Bir etüt aşağıdaki adımlar uygulanarak tamamlanabilir:

- Analiz tipi ve seçenekleri tanımlayarak bir etüt oluşturulmalıdır.
- Gerekirse etüdün parametreleri tanımlanmalıdır. Parametre; bir model ölçümlendirmesi, malzeme özelliği, kuvvet değeri veya diğer herhangi bir girdi olabilir.
- Malzeme özellikleri tanımlanmalıdır. Malzeme özellikleri CAD sisteminde tanımlanmışsa bu adıma gerek duyulmaz. Yorulma ve optimizasyon etütleri, malzeme tanımları için referans verilen etütleri kullanır.
- Kısıtlamalar ve yükler belirtilmelidir. Yorulma ve optimizasyon etütleri, kısıtlamalar ve yükler için referans verilen etütleri kullanır. Düşürme testi etütleri, kurulumda belirtilenler dışında kısıtlama ve yük tanımlamanıza izin vermez.
- Program, tek tip kalınlıkta yüzeyler ve sac levhalar için otomatik olarak bir kabuk meshi oluşturur. Sac levhalarda, katı elemanlarla meshlemek için kabuk simgesine sağ tıklanmalı ve ‘‘Katı Olarak Davran’’ seçilmelidir.
- Program yapısal elemanları otomatik olarak kiriş elemanlarıyla meshler.
- Modelde farklı geometriler (katı, kabuk, yapısal elemanlar vb.) varsa program otomatik olarak bir karma mesh oluşturur.
- Bileşen teması ve temas setleri tanımlanmalıdır.

- Model, elemanlar adı verilen birçok küçük parçaya bölünmesi için meshlenmelidir. Yorulma ve optimizasyon etütleri, referans verilen etütlerdeki meshleri kullanır.
- Etüt yürütülmelidir.
- Sonuçlar görüntülenmektedir.

5.4.6 Malzemeler

Bir etüdü yürütmeden önce ilişkili analiz tipinin ve belirtilen malzeme modelinin gerektirdiği tüm malzeme özelliklerinin tanımlanması gerekir. Malzeme modeli, malzemenin davranışını tanımlar ve zorunlu malzeme özelliklerini belirler. Doğrusal izotropik ve ortotropik malzeme modelleri, tüm yapısal ve termal etütler için kullanılabilir. Diğer malzeme modelleri, doğrusal olmayan gerilim etütleri için kullanılabilir. Von Mises plastisite modeli, düşürme testi etütleri için kullanılabilir. Malzeme özellikleri, sıcaklığın fonksiyonu olarak belirtilebilir. Malzeme seçerken;

- Katı montajlar için her bileşen farklı bir malzemeye sahip olabilir.
- Kabuk modelleri için her kabuk farklı bir malzemeye ve kalınlığa sahip olabilir.
- Kabuk modelleri için parçanın malzemesi tüm kabuklar için kullanılır.
- Kiriş modelleri için her kiriş farklı bir malzemeye sahip olabilir.
- Karma mesh modellerinde, katı ve kabuk için zorunlu malzeme özelliklerinin ayrı ayrı tanımlanması gerekir.

Malzeme özellikleri üç şekilde tanımlanabilir:

- CAD sisteminde parçalara atanan malzemeleri kullanılabilir.
- Varsayılan malzeme, kitaplıkların birinden ya da kullanıcı tanımlı bir malzeme kitaplığından seçilebilir.
- Zorunlu özelliklerin değerleri manuel olarak belirtilebilir.

5.4.7 Fikstürler ve Yükler

Fikstürler ve yükler, modelin ortamını tanımlar. Her kısıtlama veya yük koşulu simülasyon etüt ağacında bir simgeyle gösterilir. Yazılım, kısıtlamaların tanımlanması için bağlama duyarlı seçenekler sağlar. Örneğin, seçili tüm yüzler silindirikse ya da bir referans ekseni seçilirse program radyal, çevresel ve eksenel kısıtlamalar tanımlanmasını bekler.

Doğrusal olmayan etütler ve geçici termal etütler için fikstürler ve yükler zamanın fonksiyonu olarak tanımlanır. Yükler ve fikstürler tamamen ilişkilidir ve geometrideki değişikliklere otomatik olarak uyarlanır. Simülasyon etüt ağacındaki sürükle ve bırak işlevi, etütleri, klasörleri ve öğeleri kopyalamaya olanak sağlar.

Bağlantı elemanı, bir mekanizmanın davranışını detaylı geometriyi oluşturmak zorunda kalmadan simüle edilmesini sağlar. Yazılım sert, yay, pim, cıvata, elastik destek, bağlantı, punto kaynak bağlantı elemanları ve rulman bağlantı elemanlarının tanımlanmasına olanak sağlar. Birçok gerçek tasarımda bu tip bağlantı elemanlarıyla karşılaşılır.

Fikstürler, yükler ve bağlantı elemanları klasörler altında düzenlenebilir. Simülasyon etüt ağacında ‘‘Bağlantılar’’, ‘‘Fikstürler’’ veya ‘‘Dış Yükler’’ öğesine sağ tıklanmalı ve ‘‘Yeni Klasör Oluştur’’ seçilmelidir.

5.4.8 Yönleri Belirtme

Yönlerin belirtilmesine genellikle model tanımlama ya da sonuçların görüntülenmesi sırasında gerek duyulur. Model tanımlama sırasında yönler ortotropik malzeme özelliklerini, kısıtlamaları ve yükleri tanımlamak için kullanılır. Sonuçların görüntülenmesi sırasında yer değiştirmeleri, gerilimler, gerinimler ve belirli yönlerdeki ısı akışı gibi yönle ilgili sonuçları görüntülemek için yönlere gerek duyulur.

Yükleri uygularken veya sıfır olmayan kısıtlamalar belirtirken, pozitif yönleri tanımlamak için Özellik Yöneticisi (Property Manager)’ ndeki ‘‘Önizlemeyi Göster’’

seçeneği kullanılmalıdır. Ters yönlerde yükler uygulamak için negatif değerler girilmelidir.

5.4.9 Meshleme (Çözüm Ağı Oluşturma)

Mühendislik tasarımlarının analiz edilmesi için güvenilir bir sayısal teknik Sonlu Eleman Analizi (FEA) tarafından sağlanır. İlk önce geometrik bir model oluşturulur. Daha sonra program, ilgili modeli düğüm adı verilen ortak noktalarda birbirine bağlanmış eleman isimli, basit şekilli küçük parçalara ayırır. Modeli bu şekilde küçük parçalara ayırma işlemine meshleme (çözüm ağı oluşturma) denir. Sonlu eleman analizi programları, modeli birbirine bağlı bir eleman ağı olarak görür.

Yapılan tasarımın analizinin çok önemli bir adımı meshlemedir. Yazılım varsayılan olarak katı, kabuk ve kiriş elemanlarının karma bir meshini oluşturur. Katı meshin karmaşık 3B modellerde kullanılması tavsiye edilir. Kabuk elemanları sac levhalar gibi ince parçalar için uygundur. Yapısal elemanlar için uygun olan meshleme tipi kiriş elemanlarıdır.

Mesh kalitesi, çözümün doğruluğunu doğrudan etkiler. Genel bir ifadeyle ne kadar ince meshleme yapılırsa doğruluk da o oranda artar. Mesh oluşturulurken aşağıdakiler etkilidir:

- Elde edilen geometri,
- Etkin yapıdaki mesh seçenekleri,
- Mesh kontrolü,
- Global eleman boyutu ve mesh toleransı,
- Temas şartları.

5.4.10 Etütleri Çalıştırma

Malzemelerin atanması, yükler ve kısıtlamaların tanımlanması ve modelin meshlenmesinin ardından, sonuçları hesaplamak üzere etüt çalıştırılabilir. Bir etüt meshlemeden önce çalıştırılırsa yazılım modeli otomatik meshler ve etüdü çalıştırır.

Bir etüdü çalıştırmak için simülasyon etüt ağacında bulunan simgesine sağ tıklanmalı, ‘‘Çalıştır’’ seçilmeli ya da simülasyon araç çubuğundaki ‘‘Çalıştır’’ simgesine tıklanmalıdır. Tüm etütleri çalıştırmak için ‘‘Command Manager’’ simgesinin üzerindeki aşağı ok tıklanmalı ve ‘‘Tüm Etütleri Yürüt’’ seçilmelidir.

5.4.11 Sonuçları Görüntüleme

Analiz yürütüldükten sonra yazılım sonuç grafiklerini oluşturur. Sonuç grafikleri varsayılan olarak atansa da özelleştirilebilir. Bir grafik, simülasyon etüt ağacındaki simgesine çift tıklanarak görüntülenebilir. Ayrıca, bir sonuç klasörüne sağ tıklayıp ‘‘Tanımla’’ seçilerek başka grafikler de tanımlanabilir. Grafik tanımlarken referans koordinat sistemleri kullanabilir. Örneğin, gerilim grafiklerini tanımlarken bir ekseni seçilerek radyal ve teğet gerilimleri görüntülenebilir. Sonuç grafikleri, adlandırılan görünümlerle ilişkilendirilebilir.

Sonuç görüntüleme araçları arasında sınır grafikleri, kesit grafikleri, izo grafikleri, animasyon, inceleme ve patlatılmış görünümler yer almaktadır. Kesit grafikleri için düzlemsel, silindirik ve/veya küresel kesme araçları seçilebilir. Kesit ve izo grafiklerinin kolaylıkla görüntülenebilmesi için bir kırpma yardımcı aracı sunulmaktadır.

Otomatik olarak kullanılabilir tüm grafikleri içeren internette kullanılmaya hazır yapısal bir rapor oluşturulabilir. Rapor sihirbazı, raporu özelleştirme ve sonuç grafiklerini eklemeye rehberlik eder. Bir rapor oluşturmak için komut yöneticisi menüsündeki ‘‘Rapor’’ veya Simülasyon > Rapor öğesine tıklanmalıdır.

Bir sonuç grafiğini kullanılabilir formatların birinde kaydetmek için sonuç grafiği simgesine sağ tıklanmalı ve ‘‘Farklı Kaydet’’ seçeneği belirlenmelidir. eDrawings, Bitmap, JPEG, PNG ve VRML formatlarında kayıt yapılabilir.

Animasyonlar, AVI video dosyaları olarak kaydedilebilir. Sonuç grafikleri etüt raporuna otomatik olarak eklenebilir. Tüm sonuç grafiklerini JPEG ya da ‘‘eDrawings’’ formatında kaydedilebilir.

6. ÖZEL ÇÖZÜM ASANSÖR SİSTEMLERİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE ANALİZİ

İncelemiş olduğumuz sistemde, fren bloğu klasik sistemlerin aksine kabinin alt bölgesinde sabitlenmiş değil, süspansiyon sisteminin yan dikmelerinde mevcuttur. Asansör kabini normal bir şekilde yukarı ya da aşağı yönde hareket ettiğinde, regülâtör halatı da serbest biçimde kabinle birlikte hareket etmektedir. Ancak kabinin izin verilen toleranslar haricinde yukarı ya da aşağı yönde hareket etmesi durumunda, regülâtör içinde belirli bir hız için ayarlanmış mekanizma devreye girerek, kabin izin verilen en yüksek hızı aşınca kendini kilitlemektedir. Bu durumda regülâtör halatı da hareket etmemektedir ve halata bağlı olan paraşüt fren tertibatını aktifleştirerek frenlemeyi sağlamaktadır. Frenleme, fren bloğunda bulunan hareketli silindirler sayesinde olmaktadır. Frenleme esnasında hareket etmeyen silindir, izafi olarak, aşağı yönde aşırı hızlanan kabinin fren bloğuna göre aksi yönde hareket etmiş gibi olacaktır ve silindir kendini bloğun daralan bölgesine doğru izafi olarak ilerleyerek kendisini ray ile blok arasına sıkıştırır. Bu sırada yüksek sürtünme kuvvetleri ile frenleme sağlanır.

Yukarı yönde aşırı hızlanan asansörde frenleme esnasında oluşacak gerilme kuvvetlerinin, aşağı yöndeki hızlanma sırasında oluşacak kuvvetlerden daha düşük değerlerde olması tahmin edilmekteydi ve yapılan hesaplamalar ile bu durum teyit edildi. Analizler sırasında da en elverişsiz olan bu durum göz önüne alınmıştır.

İlgili tez çalışmasında, sonlu elemanlar yöntemi ile özellikle frenleme esnasında kritik öneme sahip asansöre ait süspansiyon, ağırlık karkası ve konsollar incelenmiştir.

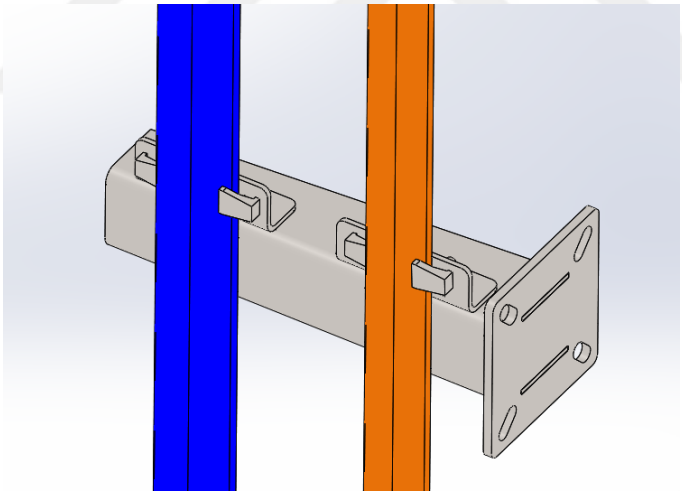
Sonlu elemanlar yöntemiyle analizler yapılırken Solidworks Simülasyon paket programından faydalanılmıştır.

6.1 Kılavuz Ray Konsollarının Sonlu Elemanlarla Analizi

Çok sayıda komponentten oluşan asansör sistemlerinde, emniyet bakımından en önemli elemanlardan biri kılavuz raylarıdır. Bu yüzden güvenli, konforlu ve sessiz bir seyir için, kılavuz raylar, konsollar ile doğru şekilde sabitlenmelidir. Konsollar yardımıyla kılavuz raylar duvara ya da çelik yapıya montajlanır. Bu tez çalışmasında, farklı yük koşullarında hesapları yapılan kılavuz raylar ile analizi yapılan kılavuz ray konsollarının sonuçları yorumlanmıştır.

6.1.1 Kılavuz Ray ve Ray Bağlantı Elemanlarının Modellenmesi

Mukavemet hesapları TS EN 81-20 standardına göre yapılan kılavuz raylar (T90-ana ray ve T70-ağırlık rayı) ve ray bağlantı elemanları (ray konsolları, tırnaklar ve cıvatalar) Solidworks programı sayesinde modellenmiştir. Şekil 6.1'de modellenen kılavuz ray konsollarının bağlantısı gösterilmiştir.



Şekil 6.1: Kılavuz ray konsollarının bağlantı şekli

Seçilen ray boyutuna göre konsollar ve tırnaklar belirlenmiştir. Konsollar ve tırnaklara göre de cıvata ve somunlar modellenmiştir. Toplam ray uzunluğu 6000 mm'dir ve ray konsollarının birbirine olan mesafesi 1000 mm olarak varsayılmıştır. Bu tez çalışmasında daha doğru sonuç elde etmek için tam bir modelleme yapılmış olup hem alt hem de üst konsollar analize dâhil edilmiştir. 3000 mm uzunluğundaki raylara sabitlenmiş üç adet konsol sistemi mevcuttur.

Bu çalışmada raylar, yere ve konsollar yardımıyla duvara sabitleneceğinden, ray flanşları için üzerlerinde bulunan cıvata delikleri ve ray flanşları modellenmemiştir. Kılavuz raylar, konsollar yardımıyla yapının duvarına sabitlenir. Kılavuz raylar ile konsollar arasındaki bağlantı, tırnakların somunlar yardımıyla sıkıştırılmasıyla elde edilir. Ray konsollarının birbirlerine bağlantıları cıvata ve somun ile yapılmaktadır.

Kılavuz raylar üzerinde oluşan gerilmelerin, mühendislik hesaplama yöntemlerinin uygulanmasıyla önceden doğru bir şekilde tahmin edilmesi sağlanabilir. Kılavuz ray ve konsollardaki gerilmelerin sonlu elemanlar yöntemiyle çözümü, asıl olarak statik iki boyutlu yaklaşımlar içerir. Bu analiz çalışmasında kullanılan kabin ve kılavuz raylarına ait parametreler Tablo 6.1'de gösterilmiştir ve paraşüt fren tertibatının çalışması sırasında ilgili mesnet sisteminin ve kılavuz rayların statik davranışının analizinde referans alınmıştır.

Tablo 6.1: Modelleme ve tasarım parametreleri

Süspansiyon	F_{Fr} = 315 kg	Boyutlar	D_x = 1200 mm
Kabin ağırlığı	F_C = 545 kg		D_y = 1500 mm
Kabin kapısı	F_D = 90 kg	Kılavuz mesafeleri	
Beyan yükü	Q = 800 kg	Tespit elemanları arasında	l = 1000 mm
		Kılavuz pabuçları arasında	h = 1900 mm

Kılavuz raylara etkiyen kuvvetler, TS EN 81-20'ye göre, aşağı yönlü emniyet fren mekanizmasının çalışmasına göre hesaplanır. Asray firmasının kataloglarında yer alan kılavuz ray verileri, bu çalışmada kullanılmıştır.

6.1.2 Analiz Tipinin Belirlenmesi

Küçük deformasyonların olduğu, elastik malzemelerin kullanıldığı, statik yüklemelerin olduğu yapılar, doğrusal statik analizle hesaplanabilir. Bu analiz çalışmasında da doğrusal statik analiz kullanılmıştır. Doğrusal statik analiz, uygulanan

kuvvetlerin etkisindeki birim şekil yer değiştirmelerini, tepki kuvvetlerini gerilimleri ve gerinimleri hesaplar.

6.1.3 Malzeme ve Kesitin Tanımlanması

İlgili tez çalışmasında kılavuz raylar (katalog değerleri de göz önünde tutularak), kılavuz raylara göre seçilen duvar ve ray konsolları ve ray sabitleme tırnaklarının malzemesi 1.0037 (S235JR) çeliği seçilmiştir. Solidworks Simülasyon programında 1.0037 (S235JR) çeliğinin elastikiyet tanımı hazır olarak vardır. Buna göre programdaki özellikler ve değerler;

- Malzemenin karakteristiği: Doğrusal izotropik,
- Elastisite modülü: 2,1 x 10^5 N/mm^2,
- Akma mukavemeti: 235 N/mm^2,
- Poisson oranı: 0,28'dir.

Hazırlanan montajda yer alan tüm elemanların üç boyutlu katı özelliğinde olabilmeleri amacıyla, paket programda, tüm elemanlar için "katı olarak davran" tanımı seçilmiştir ve bu üç boyutlu eleman tipine malzeme bilgisi bağlanmıştır. Ardından, montajda bulunan bütün elemanlara, oluşturulan üç boyutlu eleman tipinin özelliği atanmıştır. Seçilen malzemenin tanımlanması ve eleman özelliklerinin atanması böylece gerçekleştirilmiş olur.

6.1.4 Bileşen Temaslarının Belirlenmesi

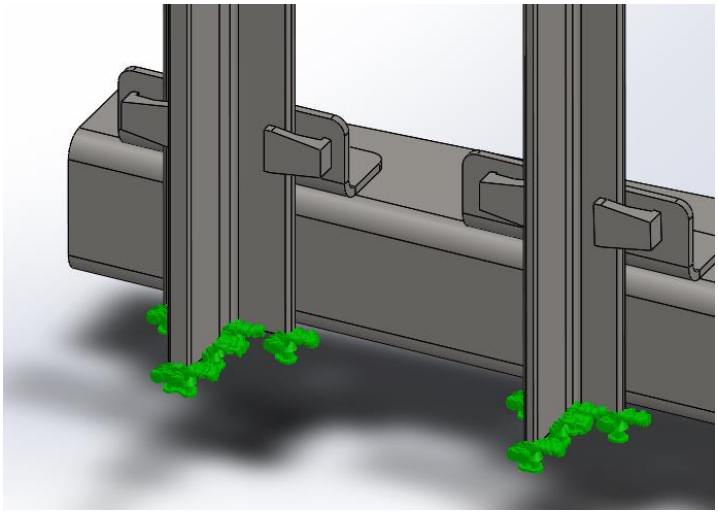
Herhangi bir montajda, montajı oluşturan elemanların analizi yapılırken hareket etmesi bekleniyorsa ya da bu elemanlardan her biri analiz boyunca değişik davranışlar gösteriyorsa, mutlaka elemanlar arasında temas özelliklerinin belirlenmesi ve doğru sonuçlar alabilmek için doğru olması gerekir. Buna göre; duvara sabitlenen konsol laması ile uzatma sacı arasında kaynak ilişkisi olduğundan, bu iki parça arasında "birleşmiş" temas seti oluşturulmuştur. Ray konsolları ile duvar konsolu

(lama ve uzatma kolundan oluşan parça) birbirine cıvata yardımıyla sabitlenir. Bu yüzden ilgili elemanlar arasında “girme yok” temas seti oluşturulmuştur.

6.1.5 Fikstürlerin Belirlenmesi ve Yüklerin Uygulanması

Analiz sonuçları açısından yüklerin ve sınır şartlarının doğru bir biçimde belirlenmesi oldukça önemlidir. Fazladan ya da eksik tanımlanan serbestlik dereceleri, sonuçları reelde olması gereken değerden çok fazla uzaklaştırabilir.

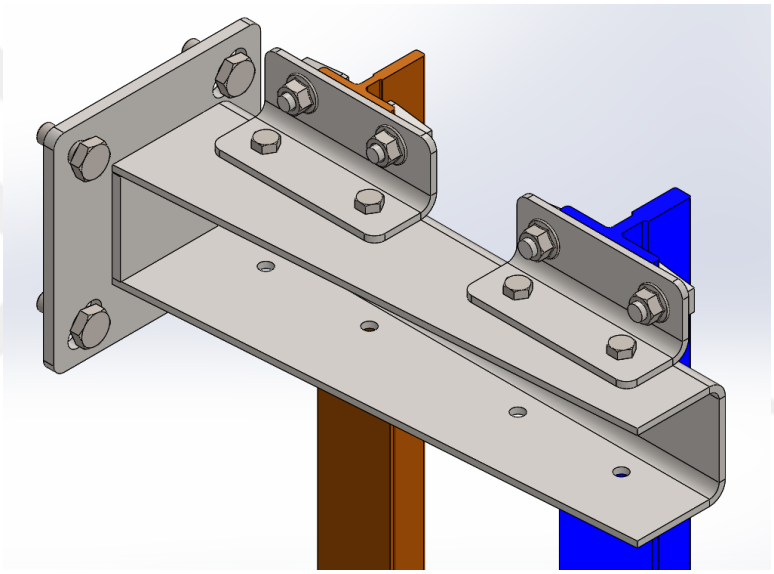
İlgili tez çalışmasında, asansör kuyusuna kılavuz raylarının doğru bir şekilde oturtulduğu ve konsollar ile sabitlendiği kabul edilmiştir. Kılavuz raylar lineer bir kiriştir ve belirlenen ölçülerde esnek tespit noktalarına sahiptir. Asansör montajında kullanılan kılavuz raylar, ray flanşlarıyla birbirlerine bağlandığı noktalardan (rayların üzerindeki cıvata deliklerinden) sabitlenir. Ancak ilgili tez çalışmasında, bu sabitlemelerin yapılmadığı en kötü durum düşünülerek, analiz yaparken bu noktalar sabitlenmemiştir. Şekil 6.2’de kılavuz rayların zemine sabitlendiği sınır şartı görülmektedir.



Şekil 6.2: Kılavuz rayların zemine sabitlendiği sınır şartı

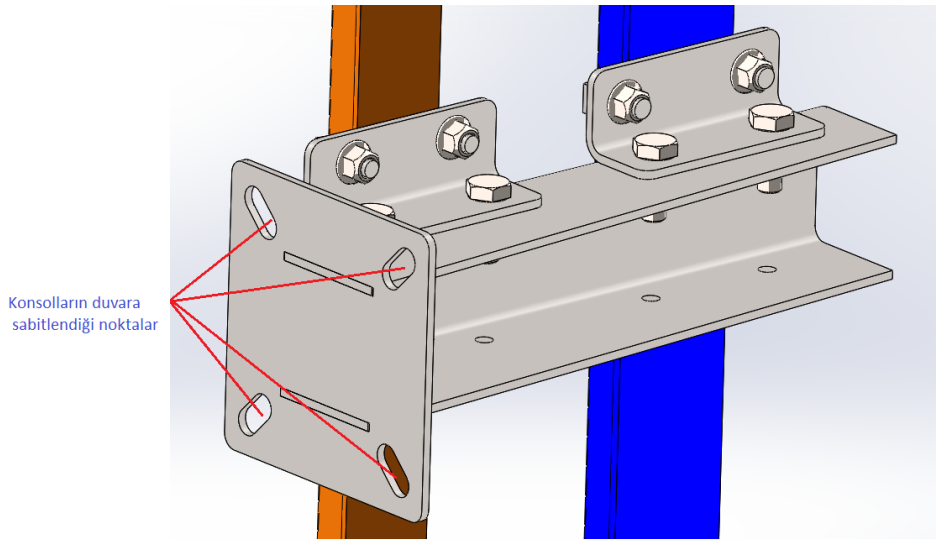
Bu çalışmada, kılavuz raylarla tırnaklar ve tırnaklarla konsollar arasında birbirine temas eden elemanlar, düğüm noktalarından bağlanmıştır. Birbirine bağlanan bu elemanlar aracılığıyla ray üzerine gelen eksenel kuvvetler konsollara iletilir.

Ray konsollarıyla tırnaklar arasında oluşturulan cıvata bağlantısı, rijit elemanlarla tanımlanmıştır. Serbestlik dereceleri bakımından rijit elemanlar ile tırnak üzerinde cıvata bağlantısının yapıldığı elemanlar ile ray konsolu üzerindeki elemanlar birbirine bağlanmıştır. Benzer şekilde konsollar arasındaki cıvata bağlantısı da rijit elemanlar tanımlanarak sağlanmıştır. Şekil 6.3'de oluşturulan bu rijit elemanlar gösterilmektedir.



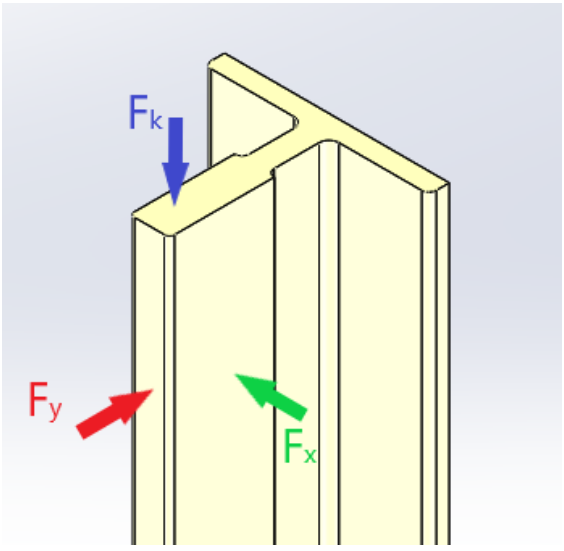
Şekil 6.3: Cıvata bağlantıları için tanımlanan rijit elemanlar

Bu tez çalışmasında konsollar, cıvatayla kuyu duvarına montajlanmıştır. Bu yüzden konsolun duvarda sabitlenen cıvata delikleri ankastre olarak tanımlanmıştır. Konsol yüzeyindeki elemanların tüm serbestlik dereceleri kısıtlanmıştır. Konsolun duvara mesnetlendiği noktalar Şekil 6.4'de görülmektedir.



Şekil 6.4: Konsolların duvara sabitlenmesi

TS EN 81-20 standardına göre tez çalışmasındaki dördüncü bölümde, güvenlik tertibatının çalışmasıyla kılavuz raylara gelen kuvvetler hesaplanmıştır. Burada hesaplanan yükler, rayın alt kısmından belli mesafelerde ve yukarıda sabit ve makaralı patenlerin temas edeceği tahmin edilen yüzeylerden uygulanmıştır. Asansör hareketi esnasında patenlerin uyguladığı x ve y yönündeki F_x ve F_y kuvvetleri, patenlerin temas edeceği tahmin edilen yüzeylerde toplam yük olarak belirtilmiştir. Solidworks Simülasyon programında, paraşüt fren mekanizmasın aktifleşmesiyle raylarda meydana gelen burkulma kuvveti (F_k) de tanımlanmıştır. Raylara etkiyen F_x, F_y ve F_k kuvvetleri ve bunların uygulama yüzeyleri Şekil 6.5'de görülmektedir.



Şekil 6.5: Raya uygulanan kuvvetler ve uygulama yüzeyleri

6.1.6 Modelin Sonlu Elemanlar Çözüm Ağının Oluşturulması

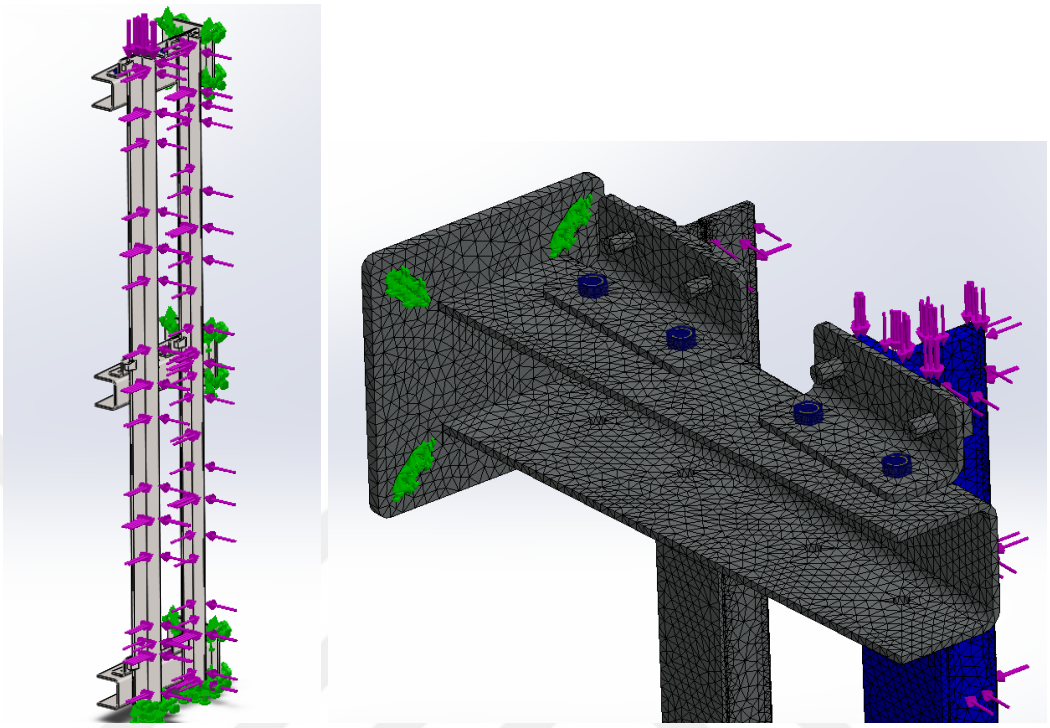
Solidworks programında oluşturulan modellerin sonlu elemanlar çözüm ağı (mesh) yine Solidworks Simülasyon programında oluşturulmuştur. Montajdaki her bir parça sonlu elemanlara bölünmüştür. Geometri yüzeyleri üzerinde uygun elemanlar oluşturulmuştur. 3 boyutlu katı elemanlar çözüm ağı elde edilmiştir.

Analizin daha doğru sonuçlar vermesi açısından eğrilik tabanlı meshler kullanılmıştır. Eğrilik tabanlı meshler, yüksek eğrilik alanlarında mesh kontrolüne gerek kalmadan (otomatik olarak) daha çok eleman oluşturur. Ayrıca, bu mesh tipi montaj ve çok gövdeli parçalar için çok parçacıklı meshlemeyi destekler. ‘’Hatalı parçaları uyumsuz mesh kullanarak yeniden meshle’’ seçeneğinin kullanılması, uyumlu meshleme yapılamayan birleşmiş katıların meshlenmesine yardımcı olmaktadır.

Tasarımı yapılan modele uygun eleman boyutunun seçilmesi de analizin doğru sonuçlar vermesi açısından oldukça önemlidir. Ray ve duvar konsollarında ve ray konsollarının kılavuz raylara temas ettiği noktalarda mesh (çözüm ağı) kalitesi göz önünde tutularak uygun elemanlar kullanılmıştır. Cıvataların ve tırnakların sınır koşulları yapılacak analizde tanımlanacağından, cıvata ve somunlar için çözüm ağı oluşturulmasına ihtiyaç duyulmamıştır. Tablo 6.2’de mesh özellikleri, sistemin katı modeli ve sonlu eleman modeli Şekil 6.6’da gösterilmiştir.

Tablo 6.2: Mesh (çözüm ağı) özellikleri

Mesh (Çözüm Ağı) tipi	Katı Mesh
Kullanılan Meshleyici:	Eğrilik tabanlı mesh
Jakoben noktalar	4 Noktalar
Maksimum eleman boyutu	10 mm
Minimum eleman boyutu	2 mm
Mesh Kalitesi Grafiği	Yüksek
Uyumsuz meshli başarısız parçaları yeniden mesh edin	Açık
Toplam Düğüm	618622
Toplam Elemanlar	360728
Maksimum En Boy Oranı	167.75
En-Boy oranı < 3 olan elemanların % oranı	89.1
En-Boy oranı > 10 olan elemanların % oranı	0.0848
Şekli bozulmuş elemanların (Jakoben) % oranı	0

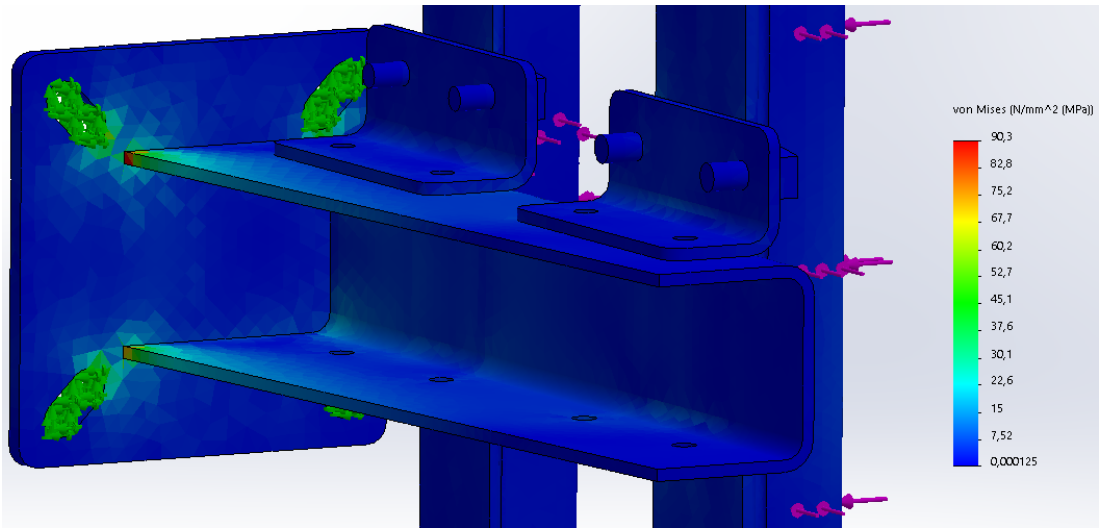


a) b)

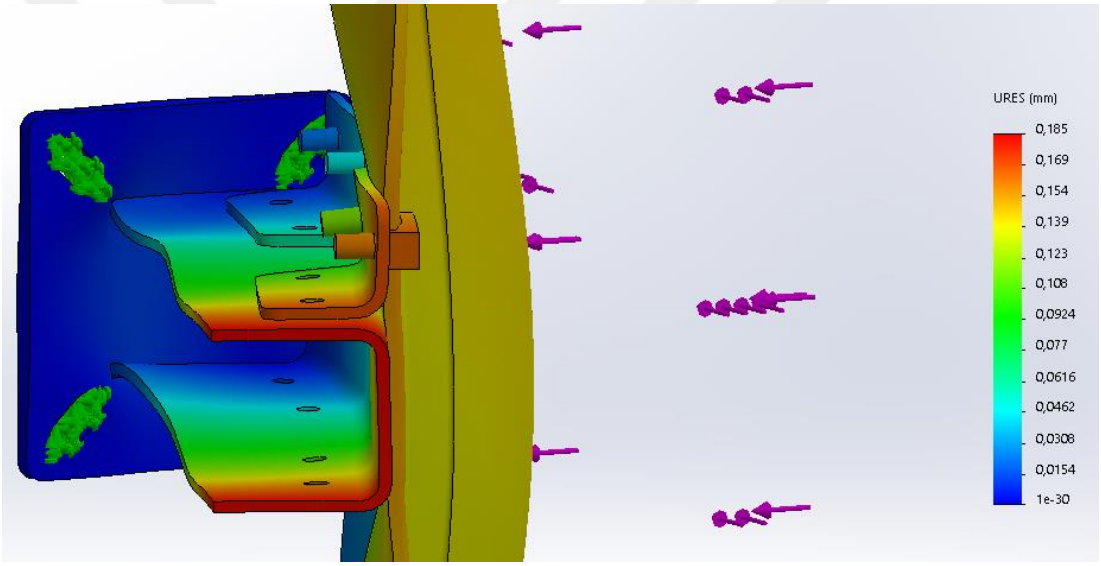
Şekil 6.6: Sistemin modeli a) Katı model, b) Sonlu eleman modeli

6.1.7 Analiz Sonuçları

Solidworks Simülasyonda sınır koşulları ve kuvvetleri verilen sonlu elemanlar modelinin analizi yine aynı programda yapılarak, kılavuz ray konsolları üzerinde oluşan gerilme ve birim şekil yer değiştirme değerleri elde edilmiştir. 800 kg beyan yüküne sahip asansörde güvenlik mekanizmasının rayın orta noktasından etkilediği durum için kılavuz ray konsollarında oluşan gerilme değerleri Şekil 6.7'de, birim şekil yer değiştirme değerleri ise Şekil 6.8'de gösterilmektedir.



Şekil 6.7: Konsol sisteminde meydana gelen gerilmeler



Şekil 6.8: Konsol sisteminde meydana gelen birim şekil yer değiştirmeler

İlgili analiz çalışmasında en büyük gerilme değeri 90,3 MPa olup orta konsol sisteminde, duvara sabitlenen flanş ile bükümlü sacın kaynaklanarak sabitlendiği noktalara yakın bir noktada çıkmıştır. Yüksek gerilmelerin genelinin görüldüğü bölgeler de yine bu noktalara yakın bölgelerdir. Duvar ve ray konsolları 1.0037 (S235JR) çeliği olarak seçilmiştir ve bu çeliğin akma dayanımı 235 MPa'dır. Elde ettiğimiz gerilme değerine göre konsol sistemlerinin güvenlik katsayısı 2,6 'dır ve en elverişsiz koşullara göre yeterlidir.

Maksimum yer değiştirme değeri ise 0,18 mm olup orta konsol sisteminde alt konsolda ana raya yakın tarafta görülmektedir. Yer değiştirme miktarı, asansör sistemlerinin güvenliği ve konforu açısından dikkate alınmayacak kadar küçük bir değeri ifade etmektedir. Üst ve alt konsollarda oluşan en yüksek sehim noktaları birbirine simetrik çıkmıştır. Bunun nedeni, rayların eğilmesi ve burkulması sonucu duvar ve ray konsollarına gelen tepki kuvvetlerinin ters yönlü olmasıdır.

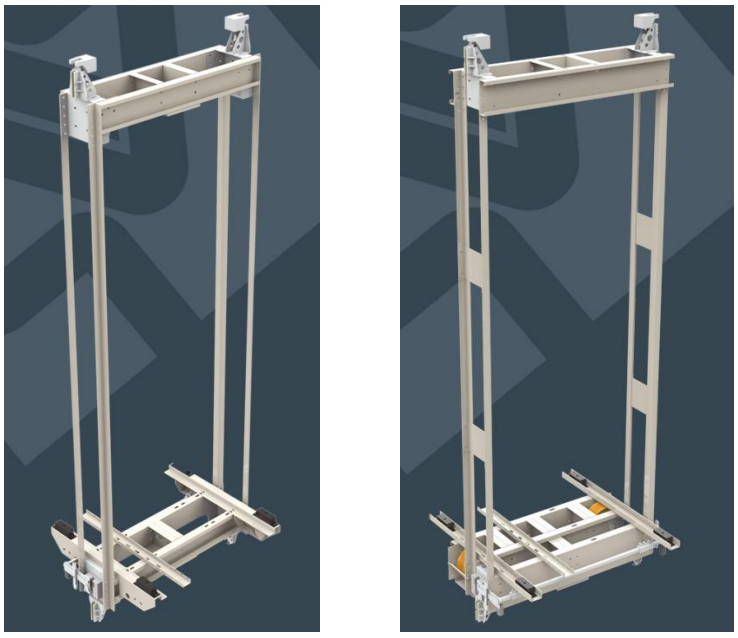
İlgili analiz sonuçları, ray konsollarında meydana gelen gerilme ve birim şekil yer değiştirme değerlerinin göz önünde bulundurulabileceğini, ancak en kritik durumların paraşüt fren sisteminin devreye girdiği durumlarda olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, kılavuz rayların doğru montajının, raylar ve konsollar için oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Düşey yöndeki yükleri genellikle kılavuz rayların konsol sistemleri taşır ve gerilme ve birim şekil yer değiştirme değerleri müsaade edilen sınırları aşmamaktadır. Kılavuz raylar, tasarımı özel çözüm asansörlerine uygun olacak şekilde hazırlanmış konsol sistemleriyle, emniyet freni mekanizmasının çalışması sırasındaki düşey hareket toleransı göz önünde bulundurularak doğru bir şekilde tespit edilmelidir.

6.2 Süspansiyonun (Kabin Karkasının) Sonlu Elemanlarla Analizi

Standart tipteki bir asansörde, çelik profillerden yapılmış kirişler kabini taşır. Kabin alt kirişlere tespit edilir ve kabin üstünde yer alan kirişler ise, yan köşebentler aracılığıyla alt kirişlere montajlanır. Asansör halatları, üst kirişlere bağlanır. Türkiye'de genellikle üst ve alt kirişlerde standart tipte U profiller ve yan köşebentlerde standart tipte L profiller tercih edilmektedir.

Yan kirişlerdeki L köşebentlerle, alt ve üst kirişlerdeki U profiller bayrak sacı adı verilen elemanlarla birleştirilir. U profillere montajlanan bayrak sacları, cıvatalarla L köşebentlere bağlanır. Üst kirişte yer alan U profillerin altındaki halat sacı adı verilen eleman montajlanmaktadır. Bazı tasarımlarda üst kirişte yaylar kullanılmaktadır. Kullanılan yayların amacı, hareket sırasında motorun verdiği ani ivmeye karşı, kabinin ivmelenmesini yavaşlatmayı sağlamaktır.

Kabinin üzerine sabitlendiği alt kirişler, üst kirişlere benzer yapıdadır fakat alt kirişlerde yay yer almamaktadır. Kabinin oturmasını engellemeyecek biçimde bayrak sacları montajlanır. U profillerin üstüne kabin oturmaktadır (Şekil 6.9).

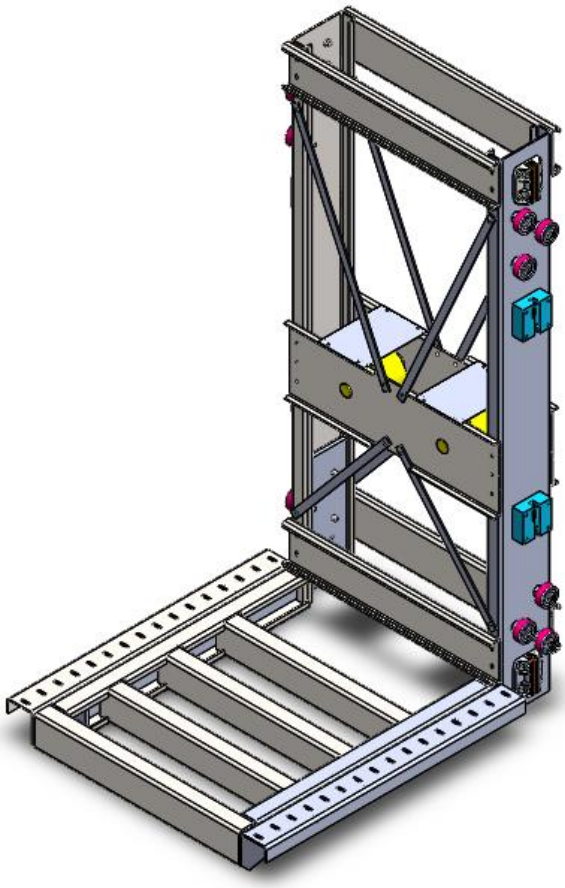


a) **b)**

Şekil 6.9: Kabin karkası çeşitleri a) 1/1 Tahrikli kabin karkası, b) 1/2 Tahrikli makine dairesiz kabin karkası (url-17 2019)

Müşteri eksenli bir dünyada gelişen teknolojiyle beraber, ürünlerin kullanıcıya teslim süresinin minimum seviyelere indirilmesi ana hedef haline gelmiştir. Asansör sektöründe de aynı durum söz konusudur ve ürünler güncel teknolojilerle, montaj kolaylığı göz önünde bulundurularak hazırlanmaktadır. Bu tez çalışmasında da bu durum göz önünde bulundurularak asansör kabin süspansiyonu, NPU profillerden ziyade sac malzemeler kullanılarak tasarlanmıştır (Şekil 6.10). Bu şekilde asansörün üretimi hızlanmış, sevkiyatı kolaylaşmış ve montaj ve imalat kaynaklı hatalar minimum seviyelere indirilmiştir. Ayrıca sac malzemeleri kullanmanın bir diğer avantajı da, zamanla kullanıcılardan ve/veya montaj ekibinden gelecek geri dönüşler ile kolayca tasarım değişikliğine imkân vermesidir.

Günümüzde mekanik frenler çoğunlukla kabin tarafına montajlanmaktadır. Boş kabinin yukarı ve dolu kabinin aşağı yönlü hareket etmesini engellemek için çift yönlü güvenlik tertibatları kullanılmaktadır. İlgili tez çalışmasında da bu şekilde tasarım yapılmıştır.



Şekil 6.10: Tasarlanan kabin süspansiyonu

6.2.1 Süspansiyonun Modellenmesi

Solidworks programında üst askı kirişi, alt askı kirişi, yan kirişler ve sistemin tamamı ayrı ayrı modellenerek oluşturulmuştur. Sisteme ait geometrik bilgiler Tablo 6.3'de yer almaktadır.

Tablo 6.3: Asansör taşıyıcı elemanlarının geometrik boyutları

		X (mm)	Y (mm)	t (mm)
ÜST VE ALT ASKI	Ara Bağlantı Sacı 4 adet	955	254.7	6
	Kasnak Sacı 2 adet	955	337.4	6
	Kasnak Koruma Sacı 2 adet	292	210	2
YAN KİRİŞLER	Yan Dikme Sacı 2 adet	2578.7	378.7	6
	Yan Dikme Bağlantı Sacı 4 adet	1326	518	16
	Çapraz Lama Üst 4 adet	30	1020	6
	Çapraz Lama Alt 4 adet	30	670	6
TAŞIYICI KİRİŞLER	Orta Bağlantı Sacı 3 adet	861	302.7	6
	Orta Bağlantı Sacı 1 adet	931	314.7	6
	Taşıyıcı Yatay Sacı 2 adet	314.7	1179	6
	Kabin Bağlantı Sacı 2 adet	1180	286.4	6

Süspansiyon konstrüksiyonun tamamı sac plaka malzemelerden oluşmaktadır. Süspansiyon yapı elemanlarının malzemesi olarak 1.0570 (S355J2G3) çelik kullanılmıştır. Mevcut süspansiyon modelinin toplam ağırlığı 391,44 kg'dır ve standart tipteki süspansiyonlardan oldukça ağır olduğu tespit edilmiştir.

6.2.2 Analiz Tipinin Belirlenmesi

Montajı oluşturan elemanların deformasyona uğramasıyla etki eden kuvvetin yönünün değişmemesi, plastik şekil değişiminin gözlenmediği, yüklemenin zamandan bağımsız olduğu bu sistem de doğrusal statik analizle çözülebildiğinden, süspansiyonun çözümünde de doğrusal statik analiz tercih edilmiştir.

6.2.3 Malzeme ve Kesitin Tanımlanması

İlgili analiz çalışmasında süspansiyonu oluşturan tüm parçaların (üst askı kirişi, alt askı kirişi, yan kirişler vs.) malzemesi 1.0570 (S355J2G3) çeliği olarak seçilmiştir. Solidworks Simülasyon programında 1.0570 (S355J2G3) çeliğinin elastikiyet tanımı hazır olarak vardır. Buna göre programdaki özellikler ve değerler;

- Malzemenin karakteristiği: Doğrusal izotropik,
- Elastisite modülü: 2,1 x 10^5 N/mm^2,
- Akma mukavemeti: 315 N/mm^2,
- Poisson oranı: 0,28'dir.

Hazırlanan montajda yer alan tüm elemanların üç boyutlu katı özelliğinde olabilmeleri amacıyla, paket programda, tüm elemanlar için "katı olarak davran" tanımı seçilmiştir ve bu üç boyutlu eleman tipine malzeme bilgisi bağlanmıştır. Ardından montajda bulunan bütün elemanlara, oluşturulan üç boyutlu eleman tipinin özelliği atanmıştır. Seçilen malzemenin tanımlanması ve eleman özelliklerinin atanması böylece gerçekleştirilmiş olur.

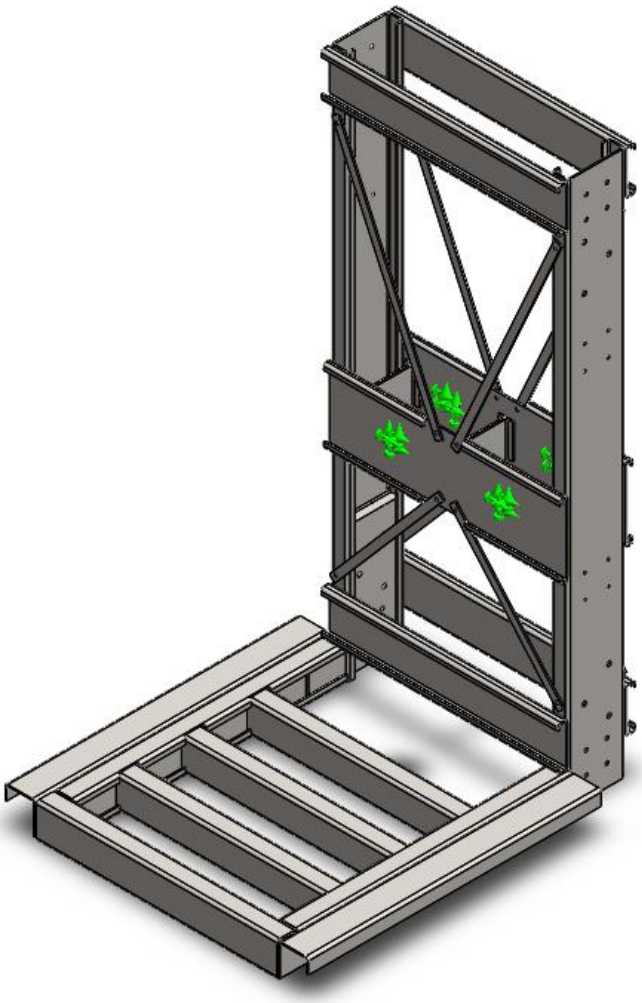
6.2.4 Bileşen Temaslarının Belirlenmesi

Bu tez çalışmasında tasarlanan süspansiyonda, bazı yerlerde kaynaklı birleştirme bazı yerlerde ise cıvatalı birleştirme tercih edilmiştir. Bu yüzden süspansiyonu oluşturan tüm elemanlar arasında "girme yok" temas seti oluşturulmuştur.

6.2.5 Fikstürlerin Belirlenmesi ve Yüklerin Uygulanması

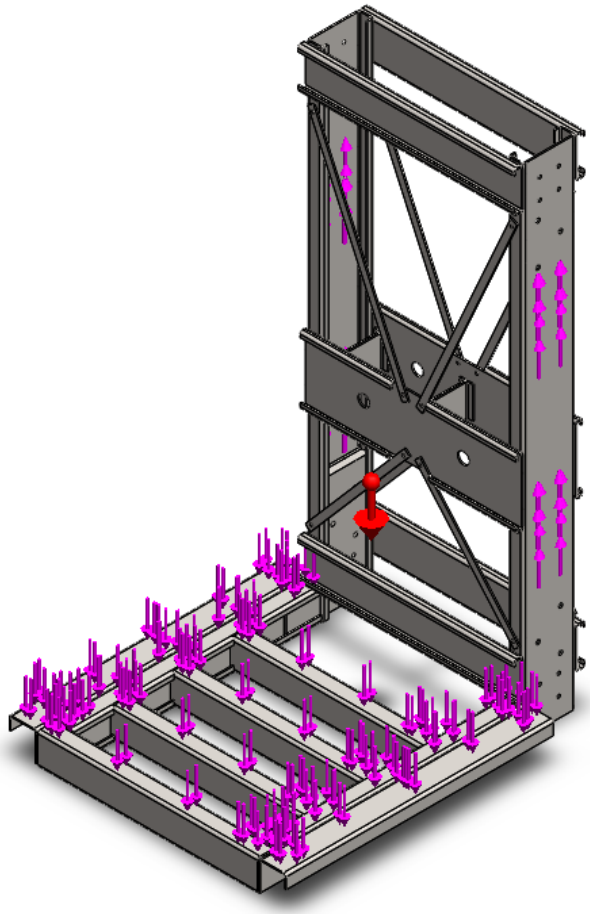
Diğer sistemlerde asansöre gelen halat kuvveti, halat sayısı kadar bulunan yaylar tarafından üst karkasa iletilmektedir. Özel çözüm asansör sistemleri için tasarlanan süspansiyonda, diğer sistemlerden farklı olarak, halatlar kasnak saclarında

sabitlenmiş makaralar üzerinden akmaktadır. Bu nedenle tasarlanan süspansiyonda, sistem kasnak saclarındaki mil yataklarından sabitlenmiştir. Şekil 6.11'de süspansiyon için tanımlanan mesnet sınır koşulları görülmektedir.



Şekil 6.11: Süspansiyonda tanımlanan mesnetleme sınır şartı

Süspansiyonu oluşturan yan dikeyler, kasnak sacları, kabin bağlama sacları v.s. birbirine temas eden tüm elemanlar düğüm noktalarından birbirine cıvatalı ya da kaynaklı bağlantı yapılmıştır. Kabinin süspansiyon üzerine oturan kısmında deformasyonun yüksek olması beklense de, bu birbirine bağlanan elemanlar aracılığıyla tüm sistemde kuvvetin iletilmesi sağlanır. Şekil 6.12'de süspansiyon üzerine gelecek yükler (kabin ağırlığı, sistemin kendi ağırlığı ve beyan yükü) ve temas edecekleri yüzeyler gösterilmektedir.



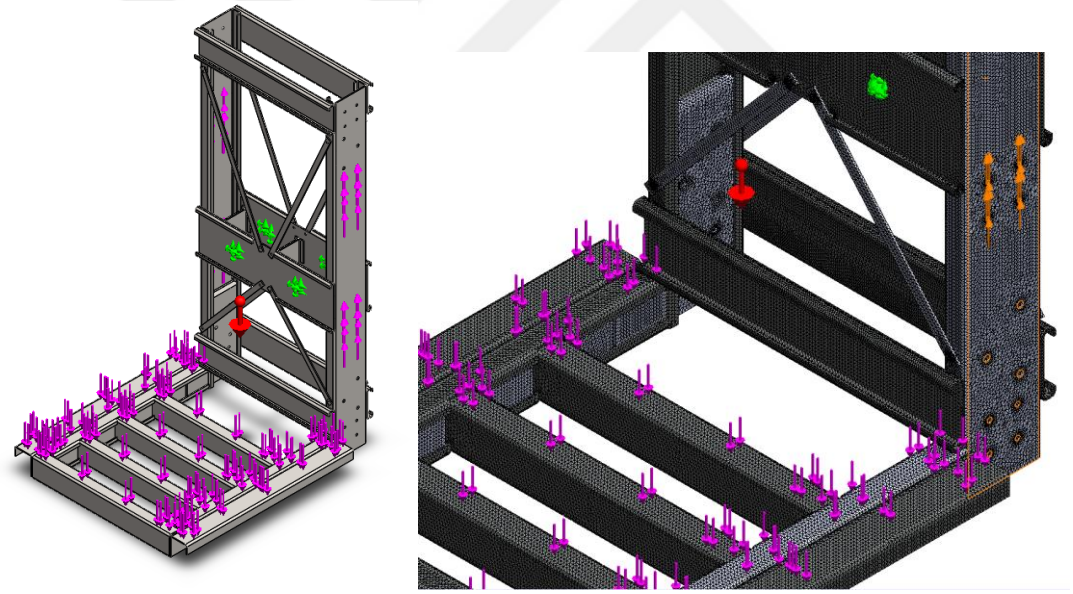
Şekil 6.12: Süspansiyon üzerine gelen yükler

6.2.6 Modelin Sonlu Elemanlar Çözüm Ağının Oluşturulması

Tüm sonlu elemanlar yöntemlerinde olduğu gibi tasarımı yapılan model için eleman boyutunun doğru seçilmesi yapılacak analiz bakımından oldukça önemlidir. Tasarlanan süspansiyon sisteminde ilgili tüm noktalarda mesh (çözüm ağı) kalitesi göz önünde tutularak uygun elemanlar kullanılmıştır. Cıvataların sınır koşulları analizde tanımlanacağından, cıvata ve somunlar için sonlu elemanlar çözüm ağının oluşturulmasına gerek duyulmamıştır. Tablo 6.4'de mesh özellikleri, sistemin katı modeli ve sonlu eleman modeli Şekil 6.13'de gösterilmiştir.

Tablo 6.4: Mesh (çözüm ağı) özellikleri

Mesh (Çözüm Ağı) tipi	Katı Mesh
Kullanılan Meshleyici:	Standart
Jakoben noktalar	16 Noktalar
Eleman boyutu	9 mm
Tolerans	0.45 mm
Mesh Kalitesi Grafiği	Draft Kalitesinde Mesh
Uyumsuz meshli başarısız parçaları yeniden mesh edin	Açık
Toplam Düğüm	228366
Toplam Elemanlar	820962
Maksimum En Boy Oranı	142.5
En-Boy oranı < 3 olan elemanların % oranı	97.8
En-Boy oranı > 10 olan elemanların % oranı	0.0039
Şekli bozulmuş elemanların (Jakoben) % oranı	0

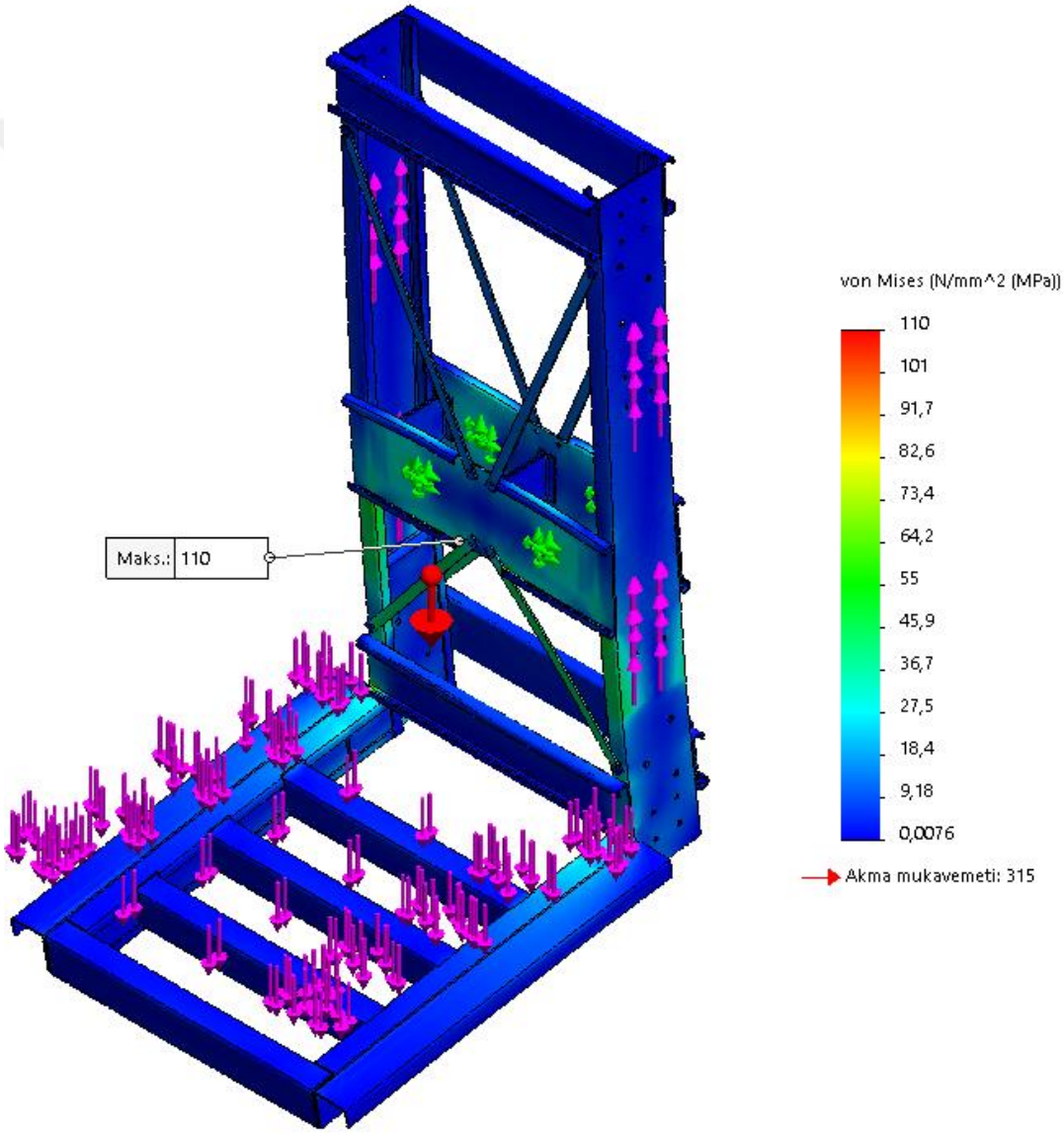


a) **b)**

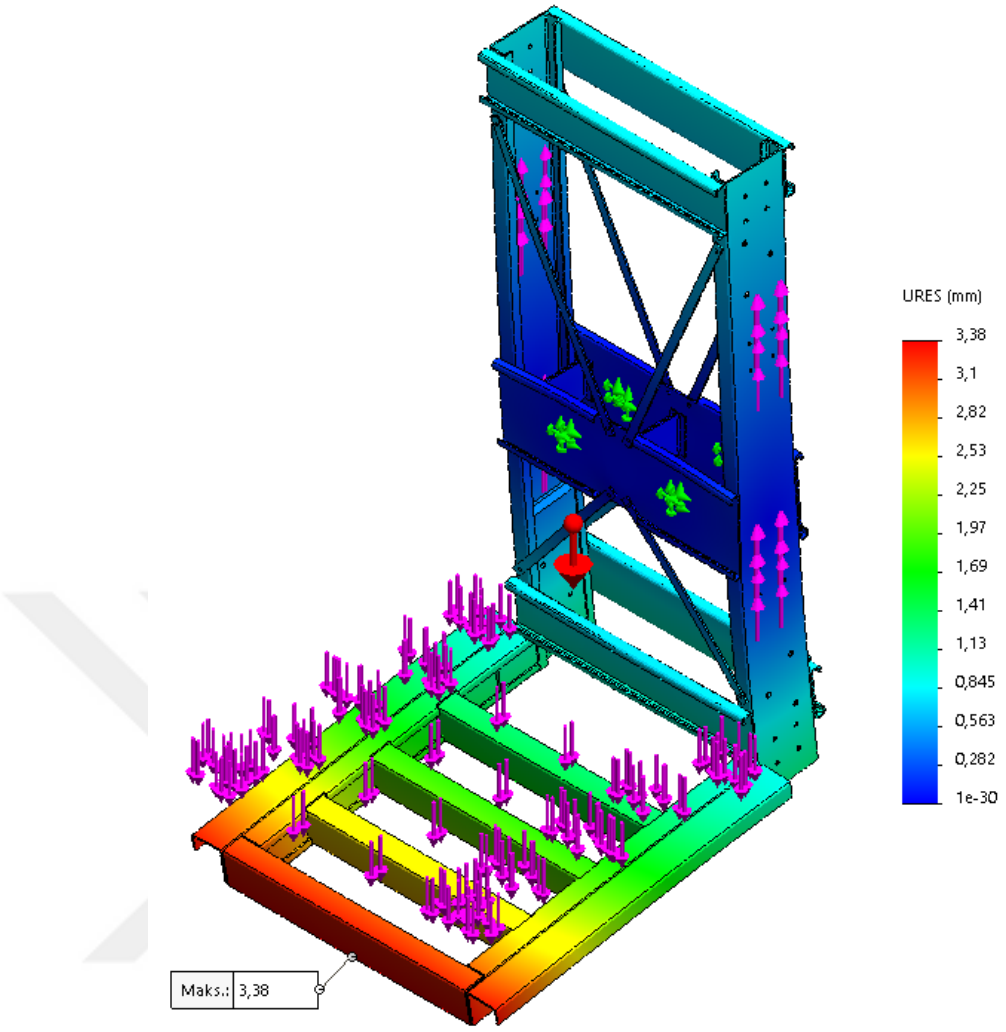
Şekil 6.13: Sistemin modeli a) Katı model, b) Sonlu eleman modeli

6.2.7 Analiz Sonuçları

Solidworks Simülasyon programında sınır koşulları ve yükleri verilen sonlu elemanlar modelinin analizi yine aynı programda gerçekleştirilmiştir ve süspansiyon üzerinde oluşan gerilme ve birim şekil yer değiştirme değerleri elde edilmiştir. 800 kg beyan yüküne sahip asansörde güvenlik mekanizmasının rayın orta noktasından etkilediği durum için kılavuz ray konsollarında oluşan gerilme değerleri Şekil 6.14'de, birim şekil yer değiştirme değerleri ise Şekil 6.15'de gösterilmektedir.



Şekil 6.14: Süspansiyonda meydana gelen gerilmeler



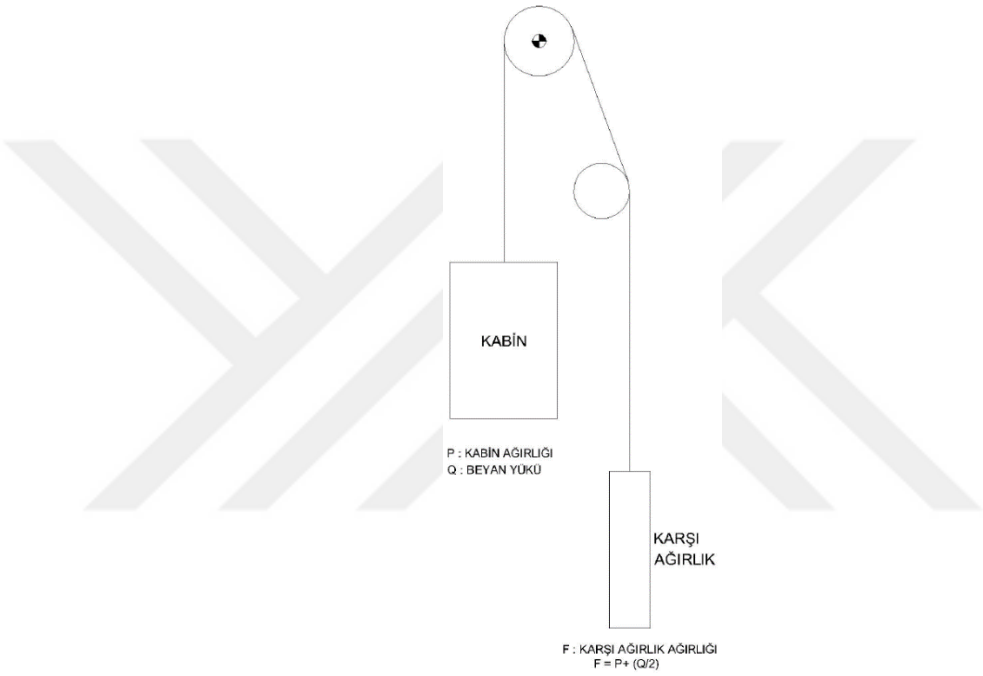
Şekil 6.15: Süspansiyonda meydana gelen birim şekil yer değiştirmeler

İlgili analiz çalışmasında en büyük gerilme değeri 110 MPa olup süspansiyonda kasnakların millerin yardımıyla sabitlendiği sacın kesilmiş radyüslü bölgesinde çıkmıştır. Yüksek gerilmelerin büyük kısmının görüldüğü bölgeler de yine bu noktalara yakın bölgelerdir. Süspansiyon tasarımında kullanılan tüm malzemeler 1.0570 (S355J2G3) çeliği olarak seçilmiştir ve bu çeliğin akma dayanımı 315 MPa'dır. Elde ettiğimiz gerilme değerine göre tasarlanan süspansiyonun güvenlik katsayısı 2,9 'dur ve en elverişsiz koşullara göre yeterlidir.

Maksimum yer değiştirme değeri ise 3,38 mm olup, gerilmeden farklı olarak süspansiyonun L formunun en uç noktasının olduğu tarafta görülmektedir. Birim şekil yer değiştirme miktarı, asansör sistemlerinin güvenliği ve konforu açısından dikkate alınmayacak kadar küçük bir değeri ifade etmektedir.

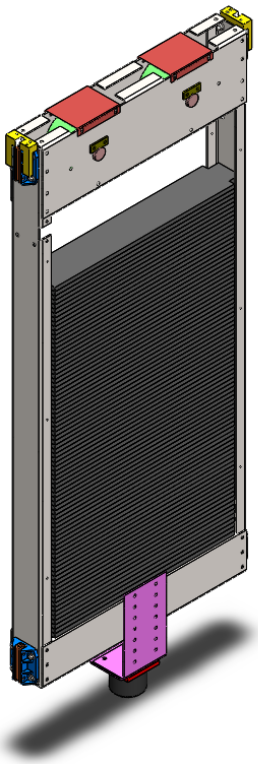
6.3 Karşı Ağırlık Karkasının Sonlu Elemanlarla Analizi

Asansör sistemleri, kabin ile dengeleme ağırlığı olarak da bilinen karşı ağırlığın birbirini dengeleme prensibiyle hareket etmektedir. Şekil 6.16'da görüldüğü gibi, kabin tarafındaki toplam yüke anma yükünün yarısı eklenir ve asansör karşı ağırlık tarafında olması gereken toplam yük bulunmaktadır. Bu sayede, asansör motoru tarafından, kabin tam dolu ya da boş olarak hareket ettiğinde sadece anma yükünün yarısı kadar bir yük hareket ettirilmektedir.



Şekil 6.16: Asansör tahrik sistemi

Asansör karşı ağırlıkları, ürünün en kısa sürede kullanıcıya teslim edilmesi prensibine göre, süspansiyon tasarımında olduğu gibi, NPU profillerden ziyade sac malzemeler kullanılarak tasarlanmıştır (Şekil 6.17). Böylece ürünün imalat süresi hızlanmış, nakliyesi kolaylaşmış ve montaj hataları ciddi oranda azalmıştır.



Şekil 6.17: Tasarlanan ağırlık karkası

6.3.1 Karşı Ağırlık Karkasının Modellenmesi

Solidworks paket programı kullanılarak, çoğu 5 mm kalınlığındaki sac malzemelerden meydana getirilen karşı ağırlık, içerisine konulacak ağırlıklarla beraber 1265 kg (12410 N) ağırlığa sahiptir. Yapılacak analiz için karşı ağırlık karkasının malzemesi, sade karbonlu çelik olarak seçilmiş ve ilgili elemanlarının malzemesi olarak 1.0570 (S255J2G3) çelik kullanılmıştır. Sisteme ait geometrik bilgiler Tablo 6.5'de yer almaktadır.

Tablo 6.5: Ağırlık karkası elemanlarının geometrik boyutları

		X (mm)	Y (mm)	t (mm)
ÜST VE ALT ASKI KİRİŞİ	Kasnak Bağlama Sacı 2 adet	382.4	965	5
	Ağırlık Taşıma Sacı 2 adet	262.4	965	5
	Kasnak Koruma Sacı 2 adet	200	214.4	1.5
	Kasnak Koruma Sacı 2 adet	200	195	1.5
	Tampon Bağlama Sacı 2 adet	200	488.7	6
	Tampon Çarpma Sacı 1 adet	150	150	16
	Alt Destek Sacı 12 adet	45	170	5
YAN DİKME	Yan Dikme Sacı 2 adet	2200	222.4	5

6.3.2 Analiz Tipinin Belirlenmesi

Küçük deformasyonların olduğu, elastik malzemelerin kullanıldığı, statik yüklemelerin olduğu çoğu sistemde, doğrusal statik analizle doğru sonuçlar elde edilebilmektedir. Buna göre ilgili sistemin analizi için de doğrusal statik analiz tipi tercih edilmiştir.

6.3.3 Malzeme ve Kesitin Tanımlanması

İlgili tez çalışmasında süspansiyonu oluşturan tüm malzemeler 1.0570 (S255J2G3) çeliği olarak seçilmiştir. Solidworks Simülasyon programında 1.0570 (S255J2G3) çeliğinin elastikiyet tanımı hazır olarak vardır. Buna göre programdaki özellikler ve değerler;

- Malzemenin karakteristiği: Doğrusal izotropik,
- Elastisite modülü: 2,1 x 10^5 N/mm^2,
- Akma mukavemeti: 235 N/mm^2,
- Poisson oranı: 0,28'dir.

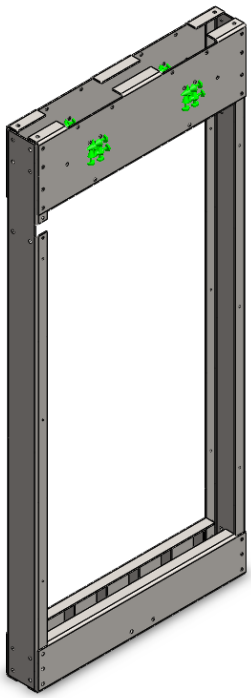
Hazırlanan montajda yer alan tüm elemanların üç boyutlu katı özelliğinde olabilmeleri amacıyla, paket programda, tüm elemanlar için “katı olarak davran” tanımı seçilmiştir ve bu üç boyutlu eleman tipine malzeme bilgisi bağlanmıştır. Ardından, montajda bulunan bütün elemanlara, oluşturulan üç boyutlu eleman tipinin özelliği atanmıştır. Seçilen malzemenin tanımlanması ve eleman özelliklerinin atanması böylece gerçekleştirilmiş olur.

6.3.4 Bileşen Temaslarının Belirlenmesi

İlgili tez çalışmasında tasarlanan süspansiyonda, tamamen cıvatalı birleştirme tercih edilmiştir. Bu yüzden ağırlık karkasını oluşturan tüm elemanlar arasında “girme yok” temas seti oluşturulmuştur.

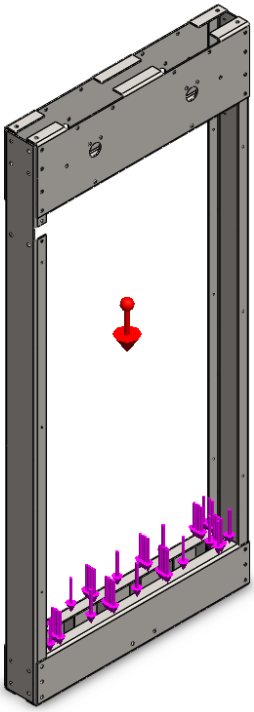
6.3.5 Fikstürlerin Belirlenmesi ve Yüklerin Uygulanması

İlgili tez çalışmasında tasarlanan ağırlık karkasında, asansör halatları sistemin tepe noktasından asılmıştır. Bu yüzden ağırlık karkası, halatların aktığı kasnakların sisteme bağlandığı noktalardan sabitlenmiştir (Şekil 6.18).



Şekil 6.18: Ağırlık karkasında tanımlanan mesnetleme sınır şartı

Analiz yapmadan önce sistem incelendiğinde, karşı ağırlığın tabanına etki eden kuvvet 12390 N'dir. Yer çekimi ivmesi karkasın kendi ağırlığına verilerek sisteme eklenmiştir. Baritlerin üst üste konduğu saclar üzerinde yüksek deformasyon etkisinin olması beklenmektedir, ancak cıvatalı bağlantılar ile yekpare bir yapı oluşturan ağırlık karkasında yan dikmelerde ve kasnak bağlama saclarında da deplasmanlar oluşacaktır. Ağırlık karkasına uygulanan kuvvetler ve uygulama yüzeyleri Şekil 6.19'da gösterilmektedir.



Şekil 6.19: Uygulanan kuvvetler ve kuvvet uygulama yüzeyleri

6.3.6 Modelin Sonlu Elemanlar Çözüm Ağının Oluşturulması

Ağırlık karkasını oluşturan tüm parçalarda ortalama 10 mm (2 düğüm noktası arasındaki mesafe) boyutlu elemanlar kullanılmıştır.

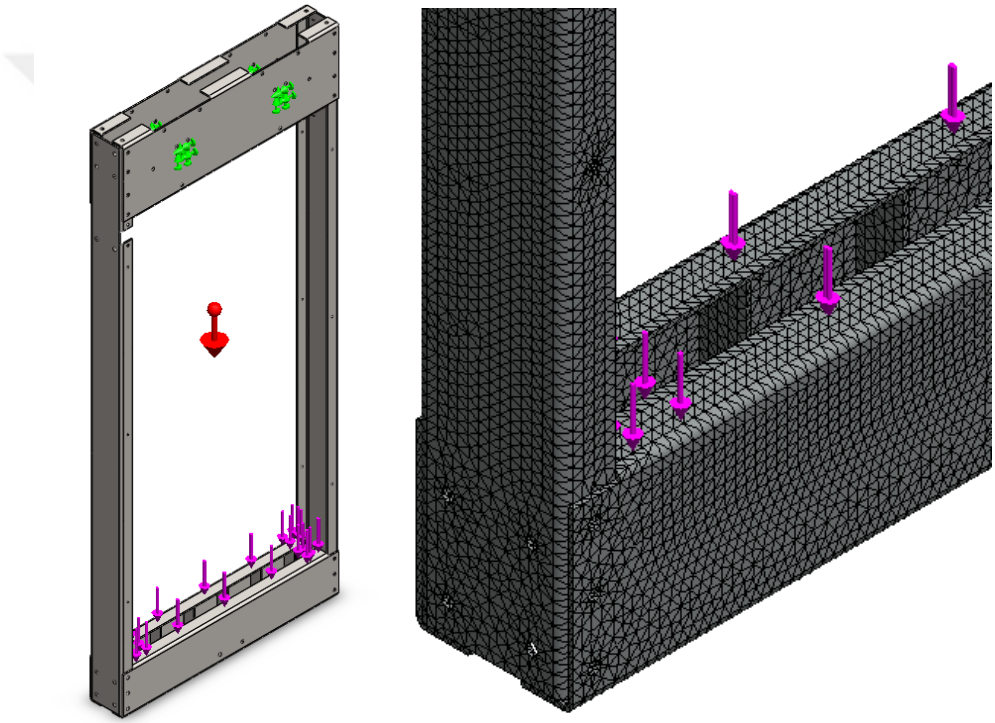
Tablo 6.6'da mesh özellikleri, sistemin katı modeli ve sonlu eleman modeli Şekil 6.20'de gösterilmiştir.

Tablo 6.6: Mesh (çözüm ağı) özellikleri

Mesh (Çözüm Ağı) tipi	Katı Mesh
Kullanılan Meshleyici:	Standart
Jakoben noktalar	4 Noktalar
Eleman boyutu	10 mm
Tolerans	0.5 mm
Mesh Kalitesi Grafiği	Yüksek
Uyumsuz meshli başarısız parçaları yeniden mesh edin	Açık
Toplam Düğüm	290110

Tablo 6.6 (devamı)

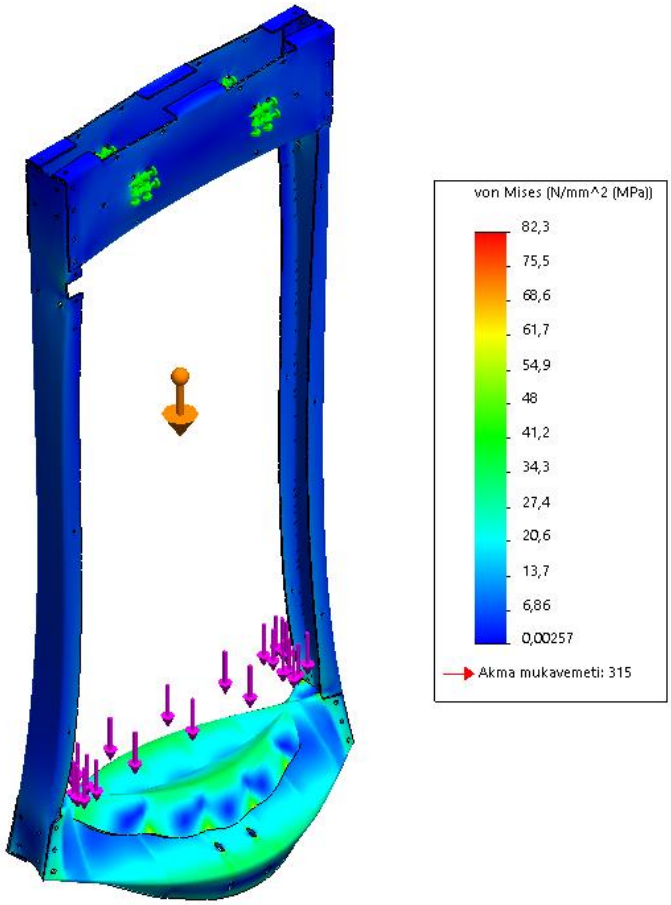
Toplam Elemanlar	144211
Maksimum En Boy Oranı	18.234
En-Boy oranı < 3 olan elemanların % oranı	87
En-Boy oranı > 10 olan elemanların % oranı	0.132
Şekli bozulmuş elemanların (Jakoben) % oranı	0



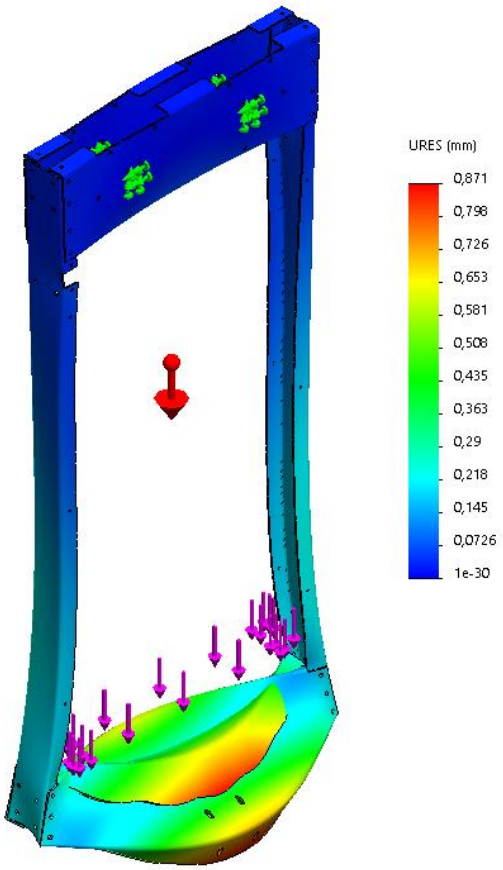
Şekil 6.20: Sistemin katı ve sonlu eleman modeli

6.3.7 Analiz Sonuçları

Solidworks Simülasyon programında sınır koşulları ve kuvvetleri hesaplanan sonlu elemanlar modelinin analizi yine aynı programda gerçekleştirilmiş ve ağırlık karkasında oluşan gerilme ve birim şekil yer değiştirme değerleri elde edilmiştir. Tasarlanan ağırlık karkası modelinin analizi sonrasında elde edilen gerilme değerleri Şekil 6.21'de, birim şekil yer değiştirme değerleri ise Şekil 6.22'de gösterilmektedir.



Şekil 6.21: Karşı ağırlık karkası gerilme analizi sonuçları



Şekil 6.22: Karşı ağırlık karkası birim şekil yer değiştirme analizi sonuçları

Bir asansör sisteminde, dengeleme ağırlığının karşı ağırlık karkasının içerisine konulan ağırlıklarla beraber kullanılması durumunda, meydana gelen en yüksek gerilme değeri karkas üzerindeki kıvrımda görülmüştür (Şekil 6.21) ve en kritik nokta bu kısım üzerindedir. 82,3 N/mm^2 olan bu değer, tercih edilen çelik malzemenin akma gerilmesinin yaklaşık dörtte biri kadardır. Bu da, ilgili tasarımın yaklaşık dört kat emniyetli olduğunu ifade etmektedir. En yüksek birim şekil yer değiştirme değeri ise karkas içerisine konulan ağırlıkların oturduğu kısımda olmaktadır ve değeri 0,871 mm'dir. Bu değer ihmal edilebilecek kadar küçük bir değerdir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde hem yurt içi hem de yurt dışı birçok asansör uygulaması münferit olarak deneyimlere dayalı yapılmaktadır. Fakat asansörlerin çok sayıda yolcu tarafından aynı anda kullanılması ve herhangi bir aksaklık halinde, ölüm ya da yaralanma gibi sonuçlar doğurabilmesi, asansör hesaplarının dikkatli ve doğru bir şekilde yapılmasını gerektirir.

Bu tez çalışmasında, asansörlerin değişik çalışma koşulları altında, sisteme ve sistemi oluşturan elemanlara gelen yüklerin asansör taşıyıcı sisteminin elemanları üzerinde oluşturduğu gerilme ve yer değiştirme değerleri önce analitik yöntemle (basit yöntem) incelenmiş ve daha sonra bilgisayar destekli tasarım ve sonlu elemanlar yöntemini temel alan bir analiz programı yardımıyla model üzerinde çeşitli çalışmalar ve analizler yapılarak, en uygun özel çözüm asansörü elde edilmeye çalışılmıştır. Yapılmış olan analizlerde en elverişsiz koşullar düşünülerek, sisteme maksimum hasar verebilecek şekilde kabul edilmiştir.

Analitik hesapta kullanılan basitleştirilmiş metot, günümüzde asansör yapılırken emniyet hesaplarında kullanılan yöntemdir. Gerçeğe olabildiğince yakın yapılan modelleme, yükleme şartlarının gerçek sistem gibi dinamik olarak ele alındığı ve insan güvenliği faktörü söz konusu olduğu için dinamik yüklemelerin sisteme uygulanması sırasında sistem üzerinde maksimum gerilmeler yapacak şekilde modelin tasarlanmasının mümkün olduğu, sonlu elemanlar yöntemiyle yapılan analiz neticelerini analitik yolla yapılan hesaplamalarla birleştirdiğimizde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Kılavuz rayı konsollarının analizi sonucunda ortaya çıkan en yüksek gerilme ve birim şekil yer değiştirme değerleri, emniyet freni mekanizmasının devreye girdiği durumlarda olmuştur. Sonuçlar, kılavuz raylarının doğru şekilde montajının, kılavuz rayları ve kılavuz raylarının konsolları için en önemli faktörleri oluşturduğunu gösterir. Düşey yükün büyük bir kısmı konsol sistemleri tarafından taşınır ve gerilme ve birim şekil yer değiştirme değerleri yapmış olduğumuz hesaplamalar sonucunda emniyet sınırlarını aşmamaktadır. Kılavuz raylar, özel çözüm asansörleri için uygun olacak şekilde hazırlanmış konsol sistemleriyle, emniyet freni mekanizmasının çalışması sırasındaki düşey hareket toleransı dikkate alınarak uygun şekilde tespit

edilmelidir. Konsol tasarımında kullanılan sacların malzemelerinin değiştirilerek daha yüksek mukavemetli malzemelerin seçilmesi, konsollar arasındaki mesafenin artırılmasını ve daha hızlı montaj süreleri elde edilmesini sağlayabilir. Yapılacak maliyet çalışması ile toplamda daha ekonomik ürünler de elde edilebilir.

Süspansiyon analizi sonucunda ortaya çıkan en yüksek gerilme ve birim şekil yer değiştirme değerleri, emniyet freni mekanizmasının devreye girdiği durumlarda olmuştur. Sonuçlar, tasarım açısından standart asansör karkaslarından farklı olarak L forma sahip karkasın en yüksek akma değerinin, bu formun birleşim yerlerinde ortaya çıktığını göstermiştir. Kritik olan bu bölgeler güçlendirilerek asansör emniyetli hale getirilmiştir. Frenleme kuvvetini dağıtmak adına çift frenli bir karkas tasarlanmıştır. Bu şekilde karkas dikmelerine gelen kuvvetler tek bir bölgede yoğunlaşmamıştır. Birim şekil yer değiştirme ise L formun birleşim yerlerinde değil, kabinin bağlanacağı, kapıya yakın uç bölgede ortaya çıkmıştır. Mevcut tasarım göz önünde bulundurulduğunda bu tahmin edilebilir bir durumdur. Özel çözüm asansörleri için tasarlanan kabin karkasında, doğru montajın önemi fazladır ancak doğru yükleme yapılması da bir o kadar önemlidir, çünkü yapılan kabuller ve hesaplar, gelen yükün yüzeye eşit bir şekilde dağıldığını varsayar. Birim şekil yer değiştirme değeri bize gösteriyor ki, bu asansörde yapılacak yükleme kabin uç bölgelerinde daha fazla ve eşit olmayan bir dağılım şeklinde olursa, asansörde kalıcı şekil değişiklikleri oluşturabilir ve bu da ciddi hasarlara neden olabilir. Asansör kullanıcılarının buna dikkat etmesi gerekir ve asansör üreticileri bu konuda gerekli uyarıları yazılı ve görsel olarak kullanıcılara aktarmalıdır.

Karşı ağırlık karkası analizi sonucunda ortaya çıkan en yüksek gerilme ve birim şekil yer değiştirme değerleri, tahmin edildiği gibi karkas tabanındaki saclarda meydana gelmiştir. Montaj ve bakım kolaylığı düşünülerek tasarlanan karşı ağırlık karkasında, içine konulan ağırlıkların düşey düzlemdeki kütleleri doğrudan taban saclarını etkilemektedir. İlgili tasarımda karşı ağırlığın olması gereken ağırlığı sağlaması için ilave edilen ağırlıkların sayısını azaltmak, dolayısıyla tabana etkileyen kuvveti azaltmak için, tasarımda kullanılan sacların kalınlıkları artırılabilir. Böylece tabana etki eden kuvvetler azalacak ve daha emniyetli bir tasarım elde edilecektir. Ayrıca ağırlık karkasının boyu bu şekilde azalacaktır ve bu da son kat yüksekliğinin biraz daha azalmasını sağlayabilir. Ancak sac kalınlığını artırırken ergonomi ve montaj

kolaylığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Çok ağır malzemelerden oluşturulan ağırlık karkası, montaj ve bakım aşamalarında önemli sıkıntılar yaratabilir.

Sonuç olarak, tasarlanan özel çözüm asansörleri, standart tipteki asansörlere göre fazlaca avantaja sahiptir. Ancak asansör üreticileri bu asansörleri uygulayıp zamanla kullanımını gözlemlemelidir ve kullanıcıların yapacakları geri dönüşlere göre tasarımlarını gözden geçirmelidir, çünkü günümüzde sadece emniyetli bir taşımanın yapılması kullanıcılar açısından yeterli olmamaktadır. Konforlu ve bakım sürelerinin kısa olduğu asansörler tercih edilmektedir. Alınan özel önlemlerden ve hassas montajlama tekniklerine ihtiyaç duyulmasından ötürü, standart tipteki asansörlere göre uzun montaj sürelerinin öngörüldüğü özel çözüm asansörlerinde, üreticilerin bu tipteki asansörleri standart hale getirip kullanıcıları ve montaj ekiplerini buna yönlendirmeleri, zamanla bu montaj sürelerini azaltabilir. Bitmiş yapılar için özel bir çözüm olarak tasarlanan bu asansörler, zaman içindeki iyileştirmelerle, yüksek hızlı ve yüksek kapasiteli asansörler dışındaki asansörlerin kullanım alanında ciddi oranda yer alabilir.

8. KAYNAKLAR

Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, *95/16/AT Asansör Yönetmeliği,* Ankara: Resmi Gazete, (2007).

Altuntaş, M., "Asansör Kılavuz Ray Bağlantı Elemanlarının Deeneysel Gerilme Analizi" Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2012).

Atay, S., "Komple Ray Bağlantı Sisteminin Deneysel Gerilme Analizi", Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2013).

Avşar, Y., "Otomatik Kapı Sistemleri İçin Yeni Bir Doğrusal Eyleyici Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat, (2012).

Baran, N., *Asansör Avan Proje Hazırlama Mühendis Yetkilendirme Kurs Notları,* Antalya: TMMOB Makina Mühendisleri Odası, (2015).

Bedir, S., ''Çift Yönlü Asansör Fren Bloklarının Modellenmesi ve Sonlu Elemanların Analizi'', Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2007).

Çiftlikli, C., Tartan, E.Ö., "Grup Asansör Sistemlerinin Simülasyonu", *Mühendis ve Makina,* 59 (693), 1-18, (2018).

Demiröz, R., Saroğlu, S. Ve Yaprak, H., ''Kayış Tahrikli Asansör Sisteminin Tasarımı ve Uygulanması'', *Asansör Sempozyumu,* İzmir, (2014).

Elmalı, S., "Kılavuz Ray Bağlantı Elemanlarının Gerilme Analizi", Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2011).

Ertürk, A. S., "Asansör Karşı Ağırlık Tasarımı ve Gerilme Analizi", Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Mekanik Anabilim Dalı, İzmir, (2008).

İmrak, C. E. ve Gerdemeli, İ., *Asansörler ve Yürüyen Merdivenler*, Birsen Yayınevi, (2000).

Koç, S., "Asansör Kılavuz Ray Konsollarının Gerilme Analizi" Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2009).

Koç, S., İmrak, C. E. ve Targıt, S., ''Asansör Kılavuz Rayı Konsollarının Tasarım Parametreleri ve Gerilme Analizi'', *Elevcon,* Luzern, (2010).

Kosovalı, İ., ''Asansör Sistemlerinde Dengeleme Sistemlerinin Gelişimi'', *Asansör Sempozyumu,* İzmir, (2006).

Kurt, S. ve Azeloğlu, C. O., ''Asansörlerde Kullanılan Çelik Halatlar, Seçim ve Bakım Yöntemleri'', *Asansör Sempozyumu,* İzmir, (2006).

Küçükçalık, M. M., ''Mevcut Binalara Yeni Asansörler Yapılırken Yetersiz Kuyu Alt ve/veya Üst Boşlukları İçin Alınması Gereken İlave Güvenlik Tedbirleri'', *Asansör Sempozyumu*, İzmir, (2014).

Mert, Ö., Yeter, İ. ve Tavaslıoğlu, S., ''Asansörde Konsol ve Bağlantı Parçalarında Oluşan Gerilmeler'', Asansör Sempozyumu, İzmir, (2018).

Özel, C., "Asansör ve Taşıyıcı Elemanlarının Değişik Dinamik Koşullarında Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Simülasyonu", Yüksek Lisans Tezi, *Gebze Yüksek Teknoloji Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü*, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Kocaeli, (2011).

Tavaslıoğlu, S., *Asansör Uygulamaları*, Final Matbaacılık ve Ticaret, (2005).

TMMOB Makina Mühendisleri Odası, *Asansör Avan ve Uygulama Projeleri Hazırlama Teknik Esasları,* MMO/208/5, Grafik Matbaacılık, (2008).

T.S.E., *TS 8237 ISO 4190-1 Asansörler – Yerleştirme ile İlgili Boyutlar - Bölüm 1: Sınıf I, Sınıf II, Sınıf III ve Sınıf VI Asansörleri,* Ankara, (2004).

T.S.E., *TS 8237 ISO 4190-2 Asansörler – Yerleştirme ile İlgili Boyutlar - Bölüm 2: Sınıf IV Asansörleri,* Ankara, (2004).

T.S.E., *TS EN 81-20:2014 Asansörlerin Yapım ve Kurulumu İçin Güvenlik Kuralları-İnsan ve Eşyanın Taşınması İçin Asansörler - Bölüm 20: İnsan ve Eşya Asansörleri,* Ankara, (2014).

T.S.E., *TS EN 81-21:2009+A1:2012 Asansörler - İnsan ve yük taşımak için - Yapılış ve Tesis ile İlgili Güvenlik Kuralları - Bölüm 21: Mevcut Binalarda İnsan ve Yük/İnsan Taşıma İçin Yeni Asansörler,* Ankara, (2013).

T.S.E., *TS EN 81-50 Asansörlerin Yapımı ve Kurulumu İçin Güvenlik Kuralları - İnceleme ve Deneyler - Bölüm 50: Asansör Bileşenlerinin Tasarım Kuralları, Hesaplamaları, İncelemeleri ve Deneyleri,* Ankara, 2014.

Url-1, https://slideplayer.biz.tr/slide/13165227/, (19 Haziran 2018).

Url-2, https://new.siemens.com/global/en/company/about/history/news/electric-elevator.html, (3 Ocak 2019).

Url-3, https://www.perapalace.com/tr/fotograflar-videolar.html, (3 Şubat 2019).

Url-4, http://www.torkasansor.com/urunler/arac/, (11 Nisan 2019).

Url-5, http://www.loher.com.tr/product/6/monsarj-asansorler.aspx?lang=tr, (17 Aralık 2018).

Url-6, http://pekinasilcalisir.blogspot.com/2015/11/asansor-nasl-calsr.html, (22 Kasım 2018).

Url-7, https://www.metroplastasansor.com.tr/tr_TR/, (6 Kasım 2018).

Url-8, http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Asans%C3%B6r%20Kuyu%20Donan%C4%B1mlar%C4%B1.pdf, (7 Mart 2019).

Url-9, http://butunsinavlar.com/asansor-kabin-fren-sistemi.html, (22 Haziran 2019).

Url-10, http://www.guvencelikhalat.com.tr/urunler/asansur/asansor-halatari-1, (3 Eylül 2018).

Url-11, http://www.fupa.com.tr/urunler/halat-sisesi/fu-38, (2 Mart 2018).

Url-12,http://www.akarasansor.com/sayfalar.asp?LanguageID=1&cid=3, (15 Şubat 2019).

Url-13,https://www.mscsoftware.com/sites/default/files/whitepaper_how_to_create_a_good_fe_model.pdf, (19 Haziran 2019).

Url-14, https://www.simscale.com/blog/2019/01/implicit-vs-explicit-fem/, (27 Mayıs 2019).

Url-15,https://www.design-point.com/products/3dsoftware/solidworks -simulation-professional/, (24 Eylül 2018).

Url-16, http://help.solidworks.com, (13 Kasım 2018).

Url-17, http://www.kraumlift.com/1-2-tahrikli-makine-dairesiz-kabin-karkasi/, (2 Mayıs 2019).

Url-18, http://www.ake.com.tr/274/3358/ozel-cozum-asansorleri, (27 Mart 2018).

Url-19, http://www.aspar.com/tr/urunler/regulatorler, (13 Temmuz 2018).

Url-20, http://www.asray.com/Tr/Urunler/, (16 Kasım 2018).

Url-21, http://www.elektroteknoloji.com/blog/parasut-tertibati/, (22 Aralık 2018).

Url-22, http://www.emlakdehasi.com/kesfet/gundelik_hayat_kisa_tarih/asansorun-kisa-tarihi/, (17 Eylül 2018).

Url-23, http://www.guven-kutay.ch/index_17.htm, (21 Şubat 2019).

Url-24, http://www.mirayelektrik.net/pano-uygulamalari.html, (14 Mart 2019).

Url-25, http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/07/20180728-2.htm, (5 Eylül 2018).

Url-26, http://www.yilmazlift.com/urun-asansrn-montaj-134.html, (4 Nisan 2019).

Url-27, https://www.arge7.com/detay.asp?id=1007, (17 Mart 2019).

Url-28, https://www.engelliasansorsistemleri.com/?pnum=17&pt=B%C4%B0LG%C4%B0+BANKASI, (25 Mayıs 2019).

Url-29, https://www.mikosis.com.tr/tr/component/virtuemart/mikosis-g3-kumanda-panosu-detail?Itemid=209, (29 Ocak 2019).

Url-30, http://cavdar.home.uludag.edu.tr/yayin-pdf/kabin_sey.pdf, (7 Nisan 2019).

9. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Mustafa ÖZMEN
Doğum Yeri ve Tarihi	: DENİZLİ – 13.03.1989
Lisans Üniversite	: Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği, 2013
Yüksek Lisans Üniversite	: Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği ABD, 2019
Elektronik posta	: mustafa.ozmen.20@gmail.com