

T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ASANSÖRLERDE İYİLEŞTİRME AMACIYLA KULLANILAN FREN
SİSTEMLERİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE HESAPLANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAKAN OKUR

HAZİRAN 2017

UŞAK

T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜŐÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ASANSÖRLERDE İYİLEŞTİRME AMACIYLA KULLANILAN FREN
SİSTEMLERİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE HESAPLANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAKAN OKUR

UŞAK 2017

Hakan OKUR tarafından hazırlanan ASANSÖRLERDE İYİLEŞTİRME AMACIYLA KULLANILAN FREN SİSTEMLERİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE HESAPLANMASI adlı bu tezin Yüksek lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Halit GÜN

.....

Tez Danışmanı, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma jürimiz tarafından oy çokluğu ile Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Halit GÜN

.....

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi

Prof. Dr. Osman ASİ

.....

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi

Doç. Dr. Yusuf ARMAN

.....

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Dokuz Eylül Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Soner ŞEKER

.....

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Julide ÖNER

.....

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi

Tarih:24/11/2017

Bu tez ile U.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. İsa YEŞİLYURT

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Hakan OKUR

ASANSÖRLERDE İYİLEŞTİRME AMACIYLA KULLANILAN FREN SİSTEMLERİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE HESAPLANMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Hakan OKUR

**UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Kasım 2017

ÖZET

Asansörler günlük hayatımızda kullanmış olduğumuz, belirli bir konumdan başka bir konuma rahat ulaşmamızı sağlayan sistemlerdir. Her gün kullanımda tutmuş olduğumuz bu araçlar konforumuzu sağladığı olumlu özellikleri olduğu gibi güvenlik riski içeren olumsuz özelliklere de sahiptirler. Bu riskleri öncelikli sıralamaya koyduğumuzda ilk sırada asansör kabinin kuyu tabanına düşmesi veya tavanına çarpması gelmektedir. Risklerin sebep olabileceği bu tip kazaları önlemek amacı ile frenleme sistemleri geliştirilmiştir.

Ülkemizde asansör süspansiyonlarında kullanılan frenleme sistemleri belirli standartlara uyulması amacıyla revize edilmektedir. Bu çalışmamızda asansörlerde iyileştirme amacıyla kullanılan frenleme sistemleri emniyet açısından sorgulanması amaçlanmıştır. Geleneksel montaj şekli ile monte edilen fren sistemleri ile yeni montaj şekline sahip sistemler güvenlik açısından kıyaslanmıştır.

2017, 70 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Sonlu elemanlar yöntemi(SEY), regülatör, kayma etkili fren, süspansiyon

**FINITE ELEMENT ANALYSIS OF BRAKE SYSTEMS
USED IN PRACTISE FOR IMPROVEMENT OF ELEVATORS**

(M.Sc. Thesis)

Hakan OKUR

UŞAK UNIVERSITY

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Kasım 2017

ABSTRACT

Elevators are the systems that we use in our everyday life and provide a convenient way of reaching a different location from a certain location. These vehicles, which we use every day, have positive features that provide comfort, as well as negative features that include security risk. First of all, when we ranking these risks in order, the elevator cabin falls to bottom or crash the ceiling in elevator shaft. Braking system have been developed with the aim of preventing such accidents, which could be caused by risks.

The braking systems used in elevator suspensions in our country are revised to comply with certain standards. In this study, the braking systems used for the improvement of the elevators were aimed to be questioned from the safety point of view. Brake systems mounted with conventional mounting style and systems with new mounting style are compared for safety reasons.

2017, 70 pages

Keywords: Finite Elements Method, Regulator, slip brake, suspension

TEŞEKKÜR

Bu alıŐma için ihtiyaç duyulan u boyutlu tasarım ve sonlu elemanlar yontemi kullanan analiz programı için yardımlarını esirgemeyen Vergo Enerji Sistemleri San. Ve Tic. A.Ő.'den üretim müdürü Hakan TEK'e teşekkür ederim.

Deęerli zamanlarını çalıŐmalarım esnasında bana ayırarak bilgi, tecrübe ve görüŐleriyle bana yol gösteren sayın danıŐmanım Prof. Dr. Halit GÜN' e sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Sektör hakkında bilgi sahibi olmama ve öğrenim hayatıma destek olan SZUTEST UYGUNLUK DEğERLENDİRME A.Ő." ye ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
1.GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	2
2.ASANSÖRLER	3
2.1 Tanımı	3
2.2 Asansörlerin Sınıflandırılması	3
2.2.1 Sınıf I Asansörleri	3
2.2.2 Sınıf II Asansörleri	3
2.2.3 Sınıf III Asansörleri.....	3
2.2.4 Sınıf IV Asansörleri.....	4
2.2.5 Sınıf V Asansörleri	4
2.2.6 Sınıf VI Asansörleri.....	4
2.3 Asansörlerin Kısımları	4
3.PARAŞÜT SİSTEMİ.....	6
3.1 Fren Tertibatları	6
3.1.1 Ani Tip Fren Tertibatı	6
3.1.2 Tampon Etkili Ani Tip Fren Tertibatı	7
3.1.3 Kaymalı Tip Fren Tertibatı.....	8

3.2 Fren Tertibatları Çalışma Yöneleri	10
3.2 Fren Tertibatları Seçim Kriterleri	12
3.3 Hız Regülatörü.....	14
4.FREN SİSTEMLERİNİN SONLU ELEMANLAR ANALİZİ	20
4.1 Kabin Süspansiyonunun Modellemesi ve Statik Analizi	21
4.1.1 Asansör Güvenlik Tertibatının Frenleme Kuvvetinin Belirlenmesi.....	27
4.2 Kabin Süspansiyon Arasında Konumlandırılmış Çift Yönlü Kaymalı Güvenlik Tertibatının Kabin Süspansiyonunda Meydana Getirdiği Etkiler	28
4.3 Kabin Süspansiyon Üzerinde Konumlandırılmış Çift Yönlü Kaymalı Güvenlik Tertibatının Süspansiyonda Meydana Getirdiği Etkiler	34
4.3.1 Süspansiyon Üzerinde Konumlandırılmış Çift Yönlü Kaymalı Güvenlik Tertibatın Analizi.....	35
4.4 Süspansiyon Üzerinde Konumlandırılmış Yardımcı Profiller İle Montajı Yapılmış Çift Yönlü Kaymalı Güvenlik Tertibatının Analizi.....	39
5. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME	44
6. KAYNAKLAR.....	46
EKLER	48
EK 1 Emirhan Demir Çelik San. Ve Tic. Ltd. Şti Firmasının İnternet Sitesinden Alınan Npu Profil Fiziksel Özellik Tablosu.....	49
EK 2 Emirhan Demir Çelik San. Ve Tic. Ltd. Şti Firmasının İnternet Sitesinden Alınan Npl Profil Fiziksel Özellik Tablosu.....	50
EK 3 Süspansiyon Arasına Monte Edilen Frenleme Sistemi Cıvataları SE Analiz Sonuçları	51
EK 4 Süspansiyon Üzerine Monte Edilen Frenleme Sistemi SE Cıvataları Analiz Sonuçları	53
EK 5 Süspansiyon Üzerine Yardımcı Profiller İle Monte Edilen Frenleme Sistemi Cıvataları SE Analiz Sonuçları.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	56

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1 U profillerin fiziksel özellikleri	49
Çizelge 2.1 L köşebent profillerin fiziksel özellikleri	50
Çizelge 3.1 Süspansiyon arasına monte edilen frenleme sistemi cıvata mukavemet kontrol sonuçları.....	51
Çizelge 4.1 Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi cıvata mukavemet kontrol sonuçları.....	53
Çizelge 5.1 Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilen frenleme sistemi cıvata mukavemet kontrol sonuçları.....	54



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1 Asansörlerin kısımları.....	5
Şekil 3.1 Fren tertibatı (a) tırtıllı tip, (b) masuralı tip ve (c) köşeli tip	7
Şekil 3.2 Fren blokları (a) lastik tampon etkili, (b) yağlı tampon etkili	8
Şekil 3.3 Kaymalı tip güvenlik tertibatı.....	9
Şekil 3.4 Silindir tipi kaymalı güvenlik tertibatı.....	9
Şekil 3.5 Tek yönlü frenleme sistemi	10
Şekil 3.6 Çift yönlü frenleme sistemi	11
Şekil 3.7 Kabin süspansiyonu ve elemanları	13
Şekil 3.8 Kılavuz raya sabitlenmiş alt regülatör	15
Şekil 3.9 Hız regülatörü	16
Şekil 3.10 Ağırlıklı gergi makarası.....	16
Şekil 3.11 Yaylı gergi makarası.....	16
Şekil 3.12 Frenleme sisteminin regülatör halatı ile bağlantısı	17
Şekil 3.13 Hız regülatörü frenleme sistemini çalıştırma hali.....	17
Şekil 3.14 İstem dışı hareket durumu	19
Şekil 3.15 Bobinli regülatör.....	19
Şekil 3.16 Bobin pimi	19
Şekil 4.1 Asansör kabin süspansiyon modeli.....	23
Şekil 4.2 Kabin tabanındaki kuvvet ve modelin mesnet noktaları	24
Şekil 4.3 Ağ yapısı gösterimi.....	24
Şekil 4.4 Kabin süspansiyon modeli gerilme analizi sonuçları	25
Şekil 4.5 Kabin süspansiyon modeli yer değiştirme analizi sonuçları	25
Şekil 4.6 Kabin süspansiyon modeli güvenlik faktörü analizi sonuçları	26
Şekil 4.7 Kabin süspansiyon modeli halat sabitleme noktaları alt kısımdan görünüşü	26
Şekil 4.8 Kabin süspansiyon modeli analiz sonrası gerilmenin en fazla çıktığı kısmın üstten görünüşü.....	27
Şekil 4.9 Çift yönlü kaymalı güvenlik tertibatı.....	30
Şekil 4.10 Süspansiyon arasında konumlandırılmış çift yönlü kaymalı güvenlik tertibatı süspansiyon önden görünüşü	30

Şekil 4.11 Kabin üst kısmına yerleştirilen süspansiyon arasında konumlandırılmış çift yönlü kaymalı güvenlik tertibatı	30
Şekil 4.12 Çift yönlü kaymalı güvenlik tertibatı fren kamaları üzerinden etki eden toplam kuvvet.....	31
Şekil 4.13 Süspansiyon arasına monte edilen frenleme sistemi ağ yapısı gösterimi	31
Şekil 4.14 Süspansiyon arasına monte edilen frenleme sistemi gerilme analizi sonuçları .	32
Şekil 4.15 Gerilmenin maksimum olduğu bölgenin yakından görünüşü.....	32
Şekil 4.16 Süspansiyon arasına monte edilen frenleme sistemi yer değiştirme analizi sonuçları.....	33
Şekil 4.17 Süspansiyon arasına monte edilen frenleme sistemi güvenlik faktörü analizi sonuçları.....	33
Şekil 4.18 Kabin süspansiyonu üzerinde emniyet katsayısı 3 seçtiğimizde oluşan görünüm	34
Şekil 4.19 (a) Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi, (b) monte edilmiş çift yönlü frenleme sistemi.....	36
Şekil 4.20 Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi gerilme analizi sonuçları	37
Şekil 4.21 Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi gerilme analizi sonuçları (yakınlaştırılmış görünüşü).....	37
Şekil 4.22 Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi yer değiştirme analizi sonuçları.....	38
Şekil 4.23 Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi güvenlik faktörü analizi sonuçları.....	38
Şekil 4.24 Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi cıvata kontrolü.....	39
Şekil 4.25 Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilmiş çift yönlü frenleme sistemi	41
Şekil 4.26 Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilmiş çift yönlü frenleme sistemi gerilme analizi sonuçları.....	41
Şekil 4.27 Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilmiş çift yönlü frenleme sistemi gerilme analizi sonuçları(yakından görünüşü)	42
Şekil 4.28 Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilmiş çift yönlü frenleme sistemi yer değiştirme analizi sonuçları.....	42
Şekil 4.29 Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilmiş çift yönlü frenleme	

sistemi güvenlik faktörü analizi sonuçları.....	43
Şekil 4.30 Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilen frenleme sistemi civata kontrolü	43



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

g_n

Yerçekimi kuvveti

P

Kabin kütlesi

$P+Q$

Toplam kütle

Q

Beyan yükü

Kısaltmalar

Açıklama

EN

European Standart

SE

Sonlu Elemanlar

SEY

Sonlu Elemanlar Yöntemi

TS

Türk Standartları

1.GİRİŞ

Geçen yüzyılın ortalarından itibaren, dünyanın büyük endüstri merkezlerinde hızlı kentleşmenin getirdiği arsa değerlerinin artışı dolayısıyla, yüksek bina yapımından doğan ihtiyaç ve eğilim, insan asansörü tekniğinde gelişme yolunda çalışma yapılmasını hızlandırmıştır. Yüksek bina yapımının getirdiği ihtiyaçla birlikte; sağlanacak rahatlık ve çabukluk gözetilerek, yük ve insanların düşey doğrultuda taşınabilmesi için eski zamanlardan beri çeşitli uygulamalar yapılmıştır [1].

Tezimin ikinci bölümünde asansörün tanımı, sınıflandırılması, kısımları ve aksamları hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde Paraşüt sistemi ana başlığı altında fren tertibatları, fren tertibatları çalışma yönleri, hız regülatörü konuları hakkında detaylı bilgi verilmiştir.

Dördüncü bölümde Sonlu Elemanlar(SE) hakkında bilgi verilip, 3 Boyutlu tasarım ve SEY kullanan analiz programları tanıtılmıştır. Ayrıca bu bölümde asansör fren sistemlerinin sonlu elemanlar analizi yapılmıştır. Süspansiyonun modellemesi ve statik analizi, güvenlik tertibatının; süspansiyon arasına doğrudan monte edildiği, süspansiyon üzerine doğrudan monte edildiği ve süspansiyon üzerine yardımcı profiller yardımıyla monte edildiği durumda süspansiyon üzerinde meydana getirdiği etkiler incelenmiştir.

Sonuç bölümünde asansör güvenlik tertibatı monte edilmiş yöntemlerine göre kabin süspansiyonundan uzaklaştırılıp bağlantı elemanları eklendikçe gerilme, yer değiştirme güvenlik katsayısı ve cıvata emniyetleri SE sonuçları üzerinden irdelenmiştir.

1.1 Tezin Amacı

Paraşüt tertibatı; halat kopması veya iniş hızının aşırı derecede artması hâlinde, asansörü kılavuz raylar üzerinde frenleyerek durdurmaktadır. Elektrikli, hidrolik veya pnömatik tipteki tertibatlar güvenli olmadığından mekanik çalışacak biçimde tasarlanmışlardır. Bu tertibatlar, kabinin üst veya alt kirişlerine yerleştirilmektedir. 24 Haziran 2015 asansör işletme, bakım ve periyodik kontrol yönetmeliğine göre 15.08.2004 tarihinden önce monte edilen ve halen kullanılmakta olan asansörlerin tescil öncesi ve yıllık periyodik kontrolünde yeşil etiket almak için çift yönlü frenleme sistemine sahip olma zorunluluğunu meydana getirmiştir. Bu nedenle daha önceden kabin altı ve kabin üstü süspansiyon arasında monte edilen tek yönlü frenleme sistemleri sökülmeğe maruz kalmıştır. Montaj kolaylığı, eski süspansiyonun sökümünden kaynaklı zaman kaybını azaltma, yeni kabin kurulumundan kaynaklı işçilik maliyeti ve yeni süspansiyon malzemesi kullanım maliyeti nedeniyle yeni frenleme sistemleri imalatçılar tarafından geliştirilmiştir. Frenleme mekanizması aynı kalmak koşuluyla kabin süspansiyonuna montaj şekilleri değiştirilerek üretilen çift yönlü fren blokları mevcut asansörlerde çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Gerçekleştirilen tescil öncesi ve periyodik kontrollerde frenleme testleri düşük hızda ve beyan yüklü olmadan yapıldığından dolayı frenleme sistemi ve kabin süspansiyonunun frenleme esnasındaki durumu net gözlenememektedir.

Frenleme durumunda oluşabilecek etkiler SEY kullanan analiz programı kullanılarak incelenmiştir. Modelimiz analiz programımızda; sonlu elemanlar analizi yöntemi kullanılarak statığe indirgenmiş yükler ile montajı yapılmış her bir durum için analizi yapıp sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu çalışma ile asansör güvenlik tertibatının devreye girdiği andan itibaren kabin karkasının ne kadar yüklere maruz kaldığı ve fren tertibatının karkas ile bağlantısını sağlayan civataların üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2.ASANSÖRLER

2.1 Tanımı

Asansör yönetmeliğine göre asansörler, binalarda ve inşaatlarda, belirli seviyelerde hizmet veren, esnemeyen ve yatay düzlemle 15°den fazla açı oluşturan sabit raylar boyunca hareket eden bir kabine sahip olan ve insanların, insanların ve yüklerin ve kabine girilebiliyorsa, yani bir kişi zorlanmadan kabine girebiliyorsa ve kabin içine ya da kabin içindeki bir kişinin kolayca ulaşabileceği şekilde yerleştirilmiş kontrollerle teçhiz edilmiş ise, sadece yüklerin taşınmasına yönelik bir tertibat olarak tanımlanmaktadır [2].

2.2 Asansörlerin Sınıflandırılması

Asansörler TS EN 4190 standardına göre sınıflandırmaya tabi tutulurlar. Bu sınıflandırma yöntemi, asansörlerin kullanım amaçlarına göre yapılan bir sınıflandırmadır. Standartta da anlatıldığı gibi belirli sınıflara ayrılmış olan asansörler, şahıs, yük, sağlık, servis ve yoğun trafik akışının olduğu yüksek hızlardaki asansörleri kapsamaktadır. Sınıflandırma da genel olarak bir kişinin ağırlığı 75 kg olarak kabul edilmiş olup buna bağlı olarak asansör kapasiteleri ortaya çıkmıştır. Bu durumda denilebilir ki asansör kapasiteleri 75 kg ve katları olarak belirlenir.

2.2.1 Sınıf I Asansörleri

İnsan taşımak amacıyla tasarımları yapılmış asansörlerdir. Küçük beyan yüküne sahip asansörler sadece insanları taşıma amaçlı kullanılırlar. Genellikle konut asansörleri bu sınıfa aittir.

2.2.2 Sınıf II Asansörleri

Esas olarak insan taşımak için tasarımılanan, ancak gerektiğinde yük de taşınabilen asansörlerdir [3].

2.2.3 Sınıf III Asansörleri

Hastaneler ve bakım evleri dâhil, sağlık ve bakım amaçları için tasarlanmış asansörlerdir.

2.2.4 Sınıf IV Asansörleri

Esas olarak yüklerin, genellikle şahıslar refakatinde taşınması için tasarlanmış asansörlerdir. Bu sınıfa giren asansörlerin TS EN 4190-2 standardında yer alan maddelere uygun olarak imal edilmesi gerekmektedir.

2.2.5 Sınıf V Asansörleri

Servis asansörlerini kapsayan bu sınıf, içine insanın giremeyeceği kadar küçük eşyaların, malzemelerin, yemeklerin, bir kattan başka bir kata transferini sağlayan asansörleri barındırır [3].

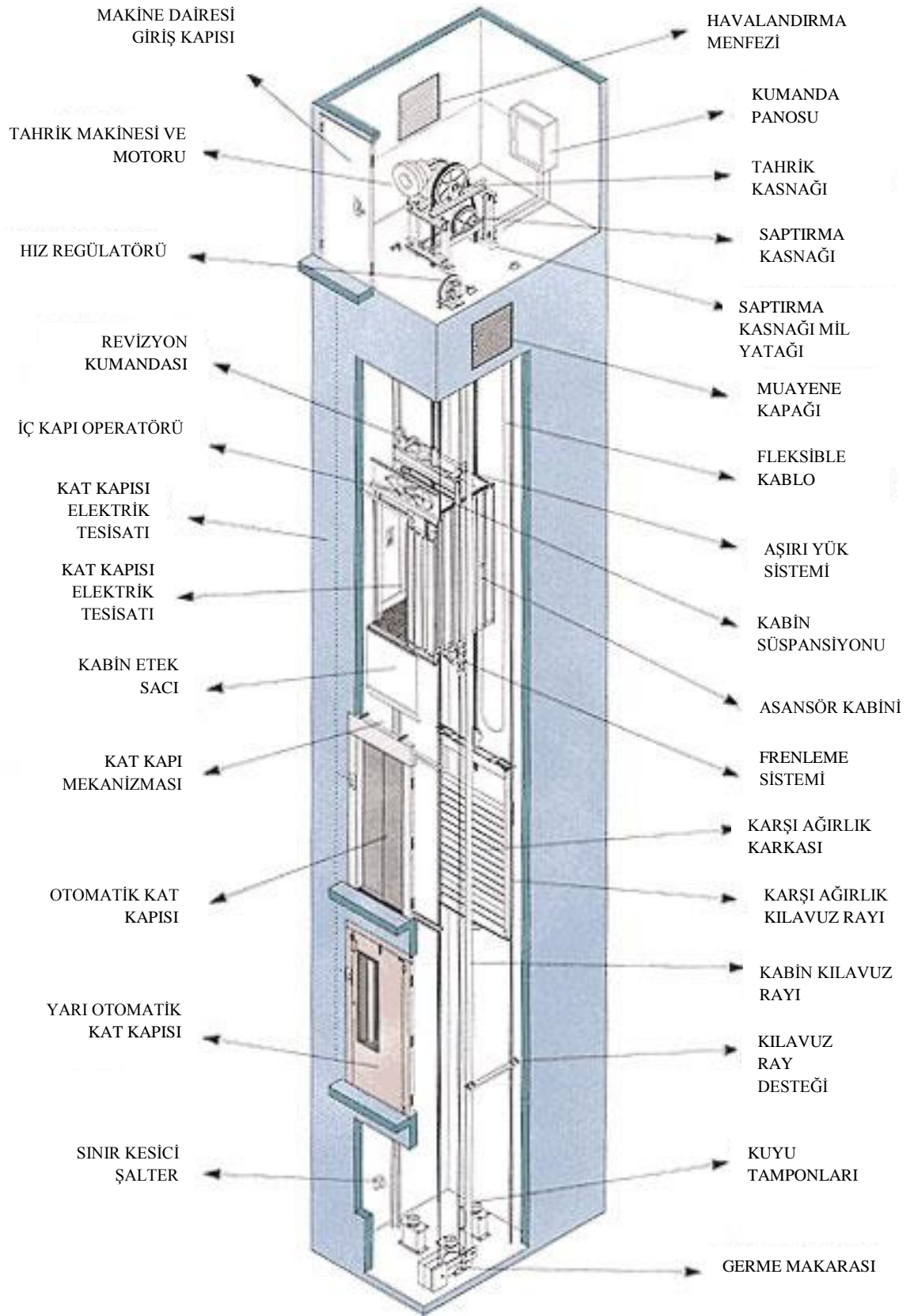
2.2.6 Sınıf VI Asansörleri

Özellikle yoğun trafiği olan binalar için tasarlanmış asansörler, meselâ hızları 2,5 m/s ve daha fazla olan asansörlerdir [3].

2.3 Asansörlerin Kısımları

2013 yılında imar mevzuatında yapılan değişiklikle birlikte yeni yapılacak binalarda mevcuttaki kat adedi 3 olan binalarda asansör boşluğu bırakılması, 4 ve daha fazla sayıda kat adedine sahip olan binalarda asansör yapılma zorunluluğu getirilmiştir. 4'ten daha az yapılacak yapılarda isteğe bağlı asansör yapılabilmektedir. Asansör yapılan yapılarda ki asansörlerde mekanik ve elektrik sınıfında kullanılması gereken aksamlar aşağıda belirtilmiştir:

Tahrik makinesi ve motoru, paraşüt sistemi, kumanda panosu, besleme panosu, aydınlatma tesisatı, kabin süspansiyonu, karşı ağırlık karkası, taşıyıcı halat, barit ağırlıklar, makine sehпасı, kabin ve karşı ağırlık kılavuz rayları, ray konsolları, ray flanşları, kabin etek sacı, kabin üstü korkuluk, acil durum dur butonları, revizyon kutusu, hız regülatörleri, regülatör halatı, aşırı yük sistemi, kararlı ve kararsız kontaklar, yangına dayanımlı kat kapıları, kabin iç kapısı, havalandırma pencereleri, makine dairesi kapısı, kabin ve karşı ağırlık çarpma tamponları, saptırma kasnağı, fleksible kablo, alarm tertibatı, iki yönlü haberleşme sistemi, kat kapı kilitleri, taşıyıcı halatlar, asansör kabini, aydınlatma anahtarları, prizler, topraklama tesisatı, kuyu boşluğu ve makine dairesinden oluşur (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Asansörlerin kısımları [4]

3.PARAŞÜT SİSTEMİ

3.1 Fren Tertibatları

Frenleme tertibatı asansörün serbest bir şekilde düşmesini önlemeli ve kabinin askı tertibatına bağımlı olmamalıdır. Frenleme tertibatı, asansör monte eden tarafından göz önünde tutulan azami hızda ve hesaplanan yük ile kabini durdurulabilmelidir. Bu tertibat ile oluşacak kabini durdurma işlemi, yük şartları hangi koşullarda olursa olsun kabin içindekileri etkileyebilecek ters ivmeye neden olmamalıdır [2].

Asansörlerin en önemli güvenlik aksamı frenleme sistemleridir. Çünkü kabinin aşağı ve yukarı doğru aşırı hız kazanma veya askı tertibatının kopması halinde devreye girerek frenlemeyi, kabinin askıda durmasını sağlar. Ayrıca karşı ağırlık ve dengeleme ağırlığının altında insan trafiği olan bir mekan bulunduğu karşı ağırlık ve dengeleme ağırlığında güvenlik tertibatı kullanılmalıdır. Asansör de yaşanabilecek en büyük risklerin başında kontrolsüz yavaşlama ve hızlanma gelir. Kontrolsüz hızlanma durumunda regülatörün devreye girme hızı frenleme tertibatının tipine göre değişiklik gösterir. Regülatör devreye girme hızları TS EN 81-1+A3 Standardı Madde 9.9.1'de verilmiştir. Ayrıca TS EN 81-1+A3 Standardı Madde 9.8.4'te kaymalı tip güvenlik tertibatının çalışma esnasında gerekli frenleme ivmesi belirtilmiştir.

Frenleme tipleri yönünden asansör güvenlik tertibatları ani, ani ve tampon etkili ve kaymalı frenler olarak geçmişten günümüze gelişim sırasına göre incelenebilmektedir [5].

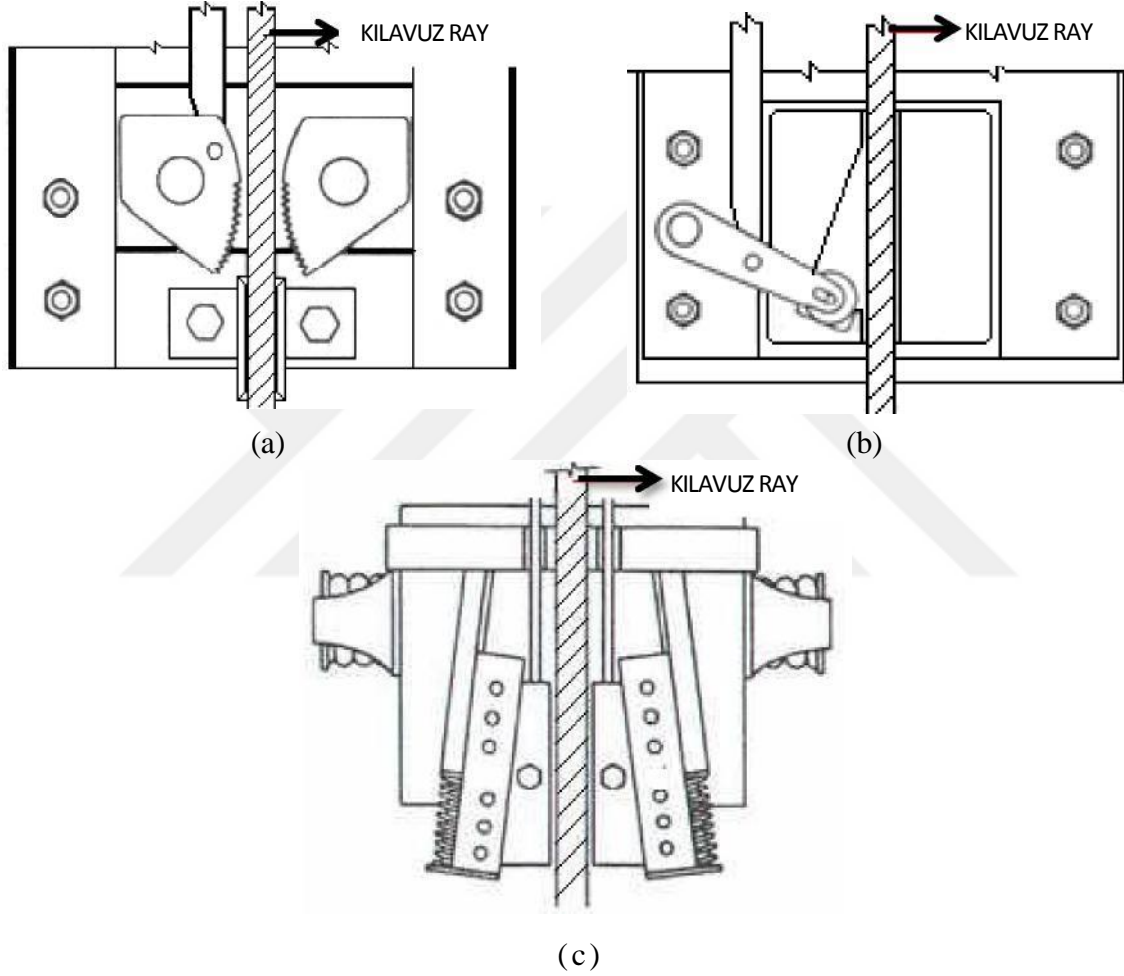
Ani frenlemeli güvenlik tertibatı 0,63 m/s'yi aşmayan hızlarda kullanılabilir. Ani frenlemeli tampon etkili güvenlik tertibatı 1 m/s'yi aşmayan beyan hızlarında kullanılabilir. Asansör beyan hızının 1 m/s'den fazla olan hızlarda kayma tip güvenlik tertibatı kullanılmaktadır [6].

3.1.1 Ani Tip Fren Tertibatı

Ani frenlemeli güvenlik tertibatında frenleme sistemi çalışma süresince kılavuz raylara hızla artan yüksek basınç uygulamaktadır. Frenleme sisteminin kabini durdurma süresi ve mesafesi çok kısa olmaktadır. Kabin ve karşı ağırlığın çalışma esnasında oluşabilecek

durumlar net olmamaktadır. Bu yüzden kabin boş hareket ederken güvenlik tertibatı devreye verilecek şekilde deney uygulanması gerekmektedir [7].

Ani etki eden asansör fren tertibatları tırtıllı tip, masuralı tip ve köşeli tip olmak üzere üç kısma ayrılır. Şekil 3.1 (a), (b) ve (c)'de ani olarak etki eden paraşüt tertibatları görülmektedir [8].

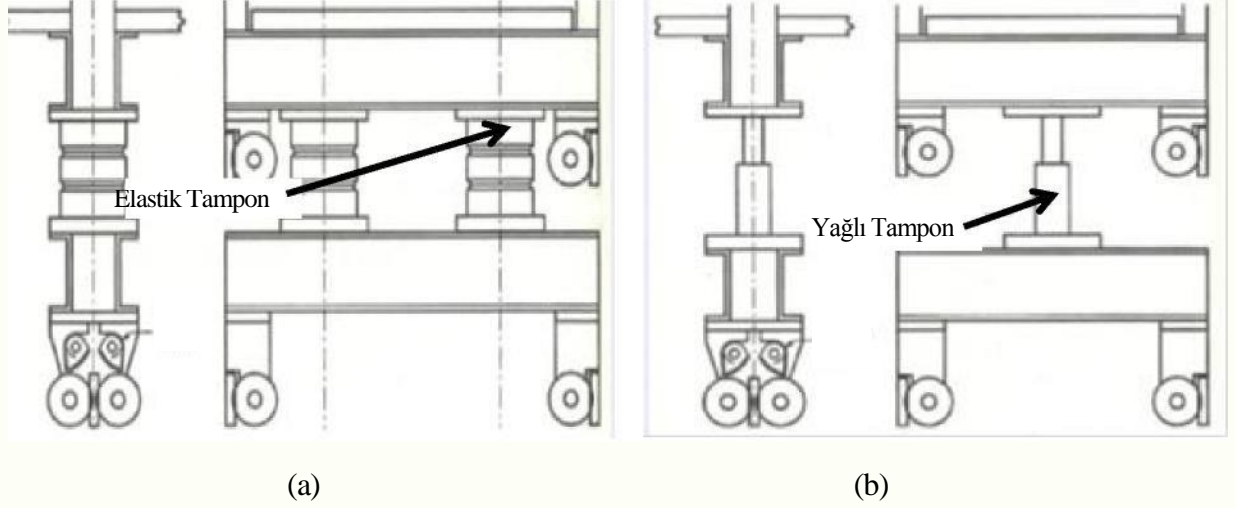


Şekil 3.1 Fren tertibatı (a) tırtıllı tip, (b) masuralı tip ve (c) köşeli tip [8]

3.1.2 Tampon Etkili Ani Tip Fren Tertibatı

Tampon etkili fren tertibatları enerji toplayan ve enerji harcayan tipte tamponlama sistemi ile montajları yapılmaktadır. Genellikle tamponlar kabin altına yerleştirilerek, frenleme sırasında sıkıştırma stroğu kabin süspansiyonu üzerinde ters yönlü kuvvetlerin oluşmasını sağlamaktadır. Tampon etkili fren sistemleri Avrupa'da 1 m/s beyan hızında, A.B.D. 'de

ise 2,5 m/s beyan hızında kullanılmaktadır [9;10]. Şekil 3.2 (a) lastik tampon ile montajı yapılmış ve Şekil 3.2 (b)'de yağlı tampon ile montajı yapılmış frenleme sistemleri görülmektedir.



Şekil 3.2 Fren blokları (a) lastik tampon etkili, (b) yağlı tampon etkili [9;10]

3.1.3 Kaymalı Tip Fren Tertibatı

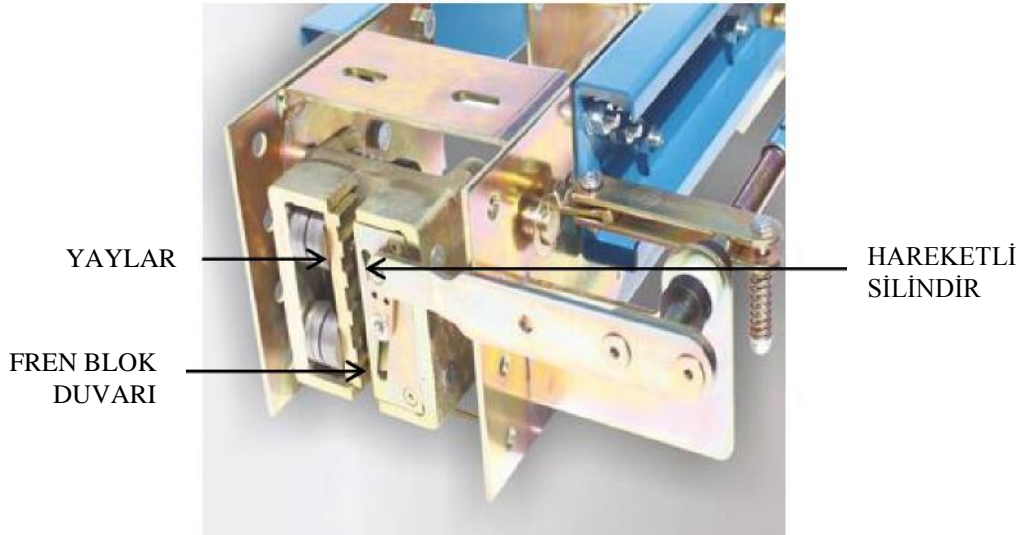
Kaymalı tipteki güvenlik tertibatı kılavuz raylara uygulanacak durdurmaya yönelik kuvvet belirli aralıklarla artış gösterdiğinden kabin içindeki yolculara ve hareketinde kılavuzluk sağlayan raylara zarar vermeden durdurmaktadır (Şekil 3.3).

Asansör beyan hızının 1 m/s'yi aşması durumunda, kabin, karşı ağırlık ve dengeleme ağırlığında kaymalı tip fren bloğu TS EN 81-1+A3 standardı Madde 9.8.2.1 ve Madde 9.8.2.3 kullanılması zorunludur. Kabine birden fazla fren bloğu monte edilmesi durumunda bunların tümü kaymalı tipte olması gerekmektedir. Kaymalı fren blokları kabin beyan yükü ile yüklü iken serbest düşme durumunda frenlemeye geçtiğinde frenleme ivmesi, $0,2 g_n$ ile $1 g_n$ aralığında bulunması gerekmektedir [6].



Şekil 3.3 Kaymalı tip güvenlik tertibatı [11]

Kaymalı tipte son zamanlarda en çok kullanılan tertibat silindir tipi kaymalı güvenlik tertibatıdır (Şekil 3.4). Bu tip frenleme tertibatında çalışma esnasında kılavuz ray ile fren bloğu arasında kalan hareketli silindir, rayı blok duvarına temas ettirme görevi görmektedir. Blok duvarının arka kısmı yaylar ile desteklenmesi sebebiyle ray üzerine kuvvet uygulanması sırasında rayın sehim yapması sağlanmaktadır. Bu nedenle frenleme etkisinin ani ve yüksek ivmeli olması engellenmiş olmaktadır [12].



Şekil 3.4 Silindir tipi kaymalı güvenlik tertibatı [13]

3.2 Fren Tertibatları Çalışma Yönleri

İlk asansör fren sistemi testi Elisha Graves Otis (1811-1861) tarafından New York'ta 1853 yılında kalabalık bir insan topluluğu karşısında platformu taşıyan halatı kesmesi ile gerçekleştirilmiştir. Yerçekimi etkisi ile aşağı yönde hareket eden platform fren sistemi sayesinde emniyetli bir şekilde durmuştur. Tek yönlü fren sistemleri 2001 yılında yayınlanmış olan TS 10922 EN 81-1 standardımızda 'Aşağı doğru aşırı hız kazanma veya askı tertibatının kopması halinde devreye girerek kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığını frenleyerek sabit tutan, mekanik bir tertibat' olarak tanımlanmıştır [14]. TS EN 81-1: 1998 + A3 2009 standardı uygulamaya konulana kadar frenleme sistemleri tek yönde çalışacak şekilde dizayn edilmiştir. Aşağı yönde frenlemeyi sağlayan fren bloğunda bulunan hareketli kama, kama yolunun en alt kısmından harekete başlayıp en üst kısma ulaşınca frenleme gerçekleşmektedir (Şekil 3.5). Günümüzde belirli şartlarda tek yönlü fren sistemine ihtiyaç olmaktadır. Enerji veriminin, konforun yüksek olması istendiği ve asansör makine motor grubunun daha az bakım gerektirdiği durumlarda montaj ve asansör revizyon işlemlerinde senkron motor kullanılması gerekmektedir. Bu tip durumlarda senkron motor yukarı yönde ani hızlanma durumunda tek başına frenlemeyi gerçekleştirmektedir. Aşağı ve yukarı yönde frenlemeyi gerçekleştirecek frenleme sistemlerinde ise kama yolu sıkıştırmayı sağlayan hareketli kamanın hareket edeceği aşağı ve yukarı yöne göre tasarlanmaktadır. Kama yolunun orta kısmında bulunan fren kaması asansör hareket yönünün tersi bir yönde kama yolunda hareket ederek kabininin hareketsiz kalmasını sağlamaktadır (Şekil 3.6).



Şekil 3.5 Tek yönlü frenleme sistemi [15]



Şekil 3.6 Çift yönlü frenleme sistemi[15]

3.2 Fren Tertibatları Seçim Kriterleri

Asansörlerin montajında asansörlerde can güvenliği için kritik nokta frenleme sistemi seçimidir. Fren seçiminde yapılabilecek hatalar frenleme sisteminin devreye girmemesine, devreye girse dahi kabini durdurmamasına, fren blokları üzerinde hasarlar oluşmasına, kabinde deformasyon oluşumlarına ve yolcuların zarar görmesine neden olabilecektir.

Asansörler için hız kritik öneme sahiptir. 0,63 m/s beyan hızına kadar ani frenlemeli, 1 m/s beyan hızına kadar ani frenlemeli tampon etkili ve 1 m/s dahil yüksek beyan hızlarında kaymalı tipte güvenlik tertibatları kullanılmaktadır.

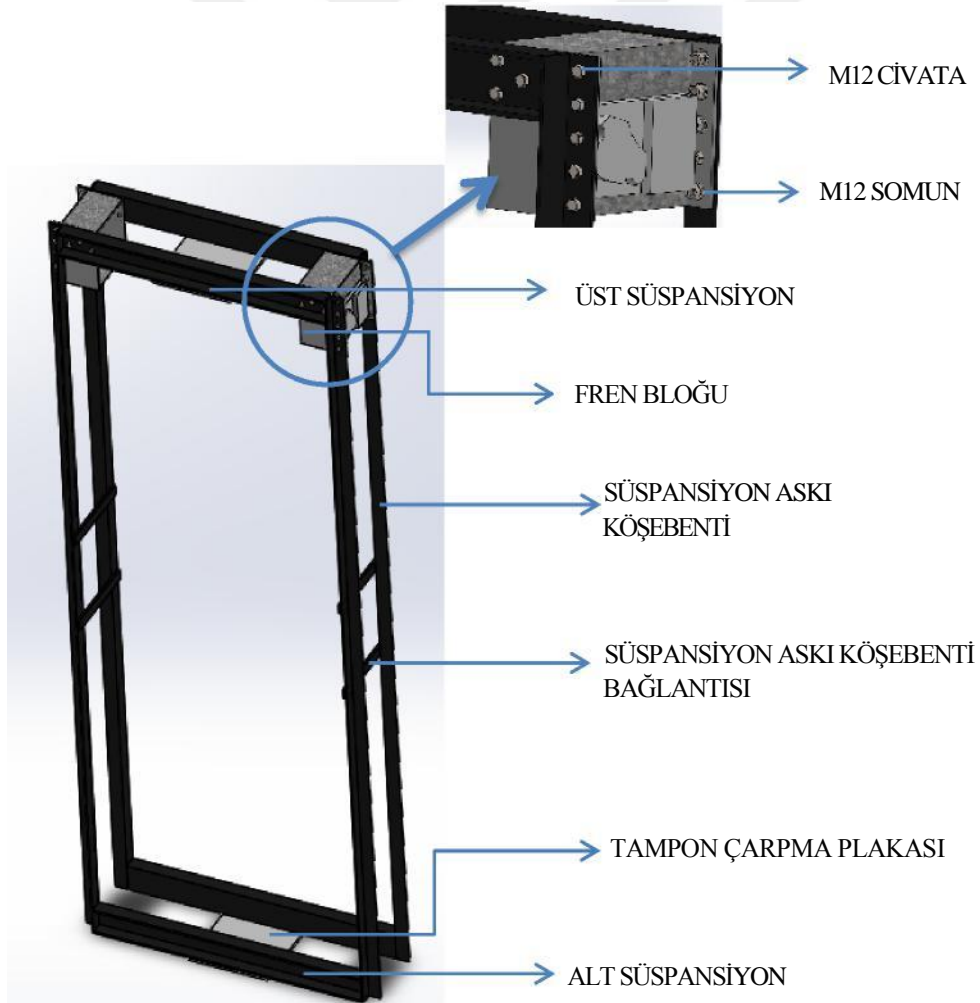
Asansör güvenlik tertibatının sağlıklı çalışabilmesi için tasarlandığı maksimum yük miktarı bilinmesi gerekmektedir. Fren blokları üzerinde ki etiketlerde tasarlanan maksimum yük miktarı olan P+Q değeri yazmak zorundadır. Bu yük yolcuların beyan yükü, kabin süspansiyon ağırlığı, iç kapı ağırlığı ve diğer ağırlıkların toplamından oluşmaktadır. Asansör mukavemet hesaplarında hesaplanandan daha az bir değerde yük miktarına sahip frenleme sistemi seçiminde fren bloklarının kabini durdurması mümkün olmayacaktır.

Kılavuz raylar ile fren kamaları arasındaki açıklık mesafesi, normal şartlarda frenleme sisteminin tasarımını yapan ve üreten firmanın kullanma kılavuzunda belirtmiş olduğu mesafelere uygun monte edilmesi gerekmektedir.

Frenleme sistemi süspansiyona montajı kolay olmalıdır. Frenleme sistemi üzerinde meydana gelebilecek arıza durumlarında diğer asansör parçalarına zarar vermeden kolaylıkla sökülebilmelidir (Şekil 3.7). Frenleme sistemi frenleme kuvveti ayarı asansörü monte eden firmalar tarafından asansör kontrollerinde uygulanan dinamik testlerden geçmesi amacıyla ayarlanmaya çalışılmaktadır. Bu tip doğru olmayan ayarlamalar frenleme sisteminin darbeli duruşlar yapmasına veya kaydırarak frene geçmesine engel olmaktadır. Üretici firma tarafından gerçekleştirilecek çalışmada frenleme sistemi duvar kısmının arkasında bulunan yayların gücü; kabin ağırlığı ve beyan yükü toplamına ve beyan hızına göre ayarlanması gerekmektedir. Frenleme sisteminin üzerinde ayarlama yapılacak kısma üretici tarafından gerekli ayarları yapmak ve dışarıdan müdahalede bulunulmasına engel olmak amacıyla cıvatalı kısımlarda boya ile mühürleme yapılmaktadır.

Kabine ve karşı ağırlığa ray boyunca kılavuzluk edecek olan paten seçimleri asansörlerin beyan hızlarına göre belirlenmektedir. Beyan hızının artışına göre kullanılacak patenler kayan, döner ve tekerlekli şeklinde sıralanabilmektedir. Patenler raylar üzerinde frenleme sistemlerinin çalışmasını etkileyebilecek şekilde kılavuzluk ettikleri için ayrı bir öneme sahip olmaktadır. Asansör periyodik bakımlarında paten temas yüzeylerinde ki aşınmaların, paten ray arası mesafelerinin ve rayların üzerindeki yağ miktarlarının düzenli kontrol edilmesi gerekmektedir. Paten tipi seçiminde yapılabilecek bir yanlışlık asansör freninin gereksiz bir şekilde çalışmasına ve hasara neden olabilmektedir.

Asansör kuyu ortamları genel itibariyle tozlanmaya, neme ve parçalarda korozyona sebep olabilecek ortamlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ortamlardan frenleme sistemi ve raylar karşılıklı olarak etkilenmektedir. Frenleme sistemi seçimi asansörün kurulacağı ortama göre yapılmalıdır.



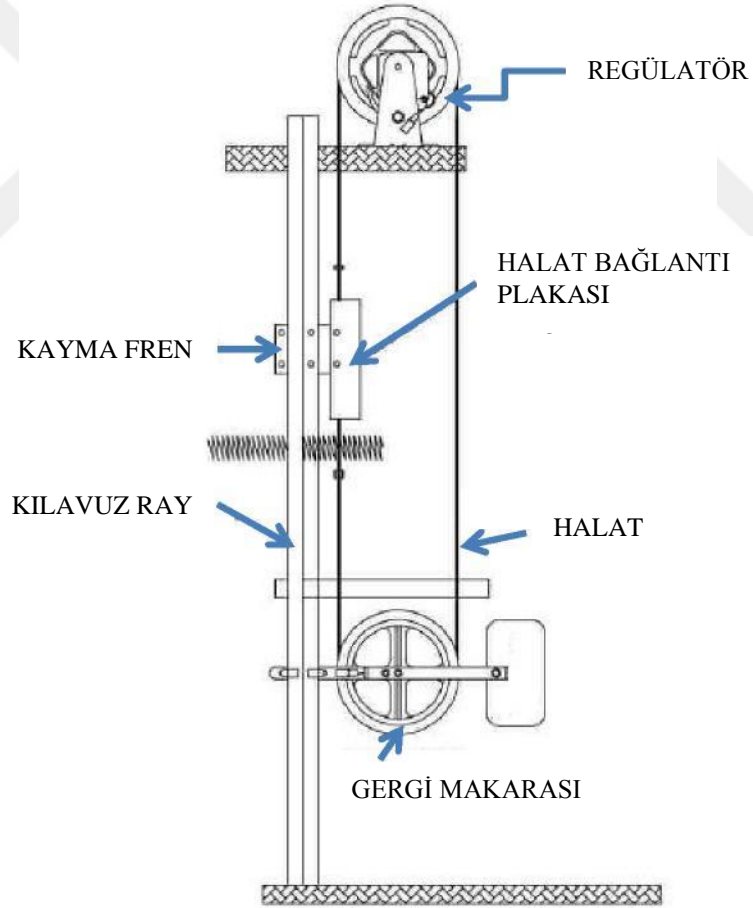
Şekil 3.7 Kabin süspansiyonu ve elemanları

3.3 Hız Regülatörü

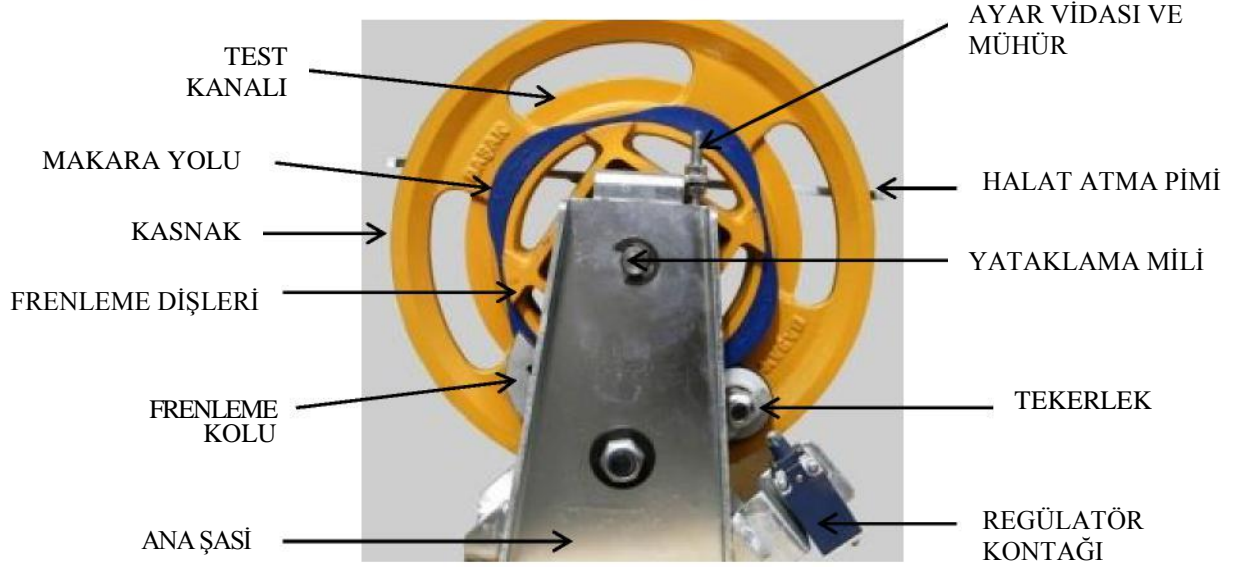
Hız regülatörü; asansör çalışma hızı beyan hızını %15 kadar aştığında, üzerindeki halat vasıtasıyla ray hizasında hareket halinde olan frenleme sistemini harekete geçirmekte ve elektrik güvenlik tertibatı vasıtasıyla motor elektriğini kesmektedir (Şekil 3.8). Hız regülatör kasnağı regülatörün çalışmasının test edildiği bir test kanalından, mafsalda bulunan tekerleğin üzerinde hareket ettiği makara yolundan ve frenleme kolunun hareketsiz kalmasını sağlayan frenleme dişlerinden oluşmaktadır. Frenlemenin başlamasını sağlayan mafsal ise fren kolu ve belirli periyotlarda hareketi sağlayan tekerlekten meydana gelmektedir. Regülatör şasisi ise regülatörün istenilen bölgeye monte edilmesini ve parçaların şasi üzerinde birlikte çalışmasını sağlamaktadır. Şasi üzerinde bulunan regülatör kontağı kumanda panosuna gönderdiği elektriksel talimat ile motora giden akımı kesmektedir. Regülatör kasnağının her iki yönde dönmesi regülatör şasisinden yataklanmış olan mil vasıtasıyla olmaktadır. Regülatör halatı regülatörün yeterince sabitlenmediği veya halatın gerginliğinin azaldığı durumda regülatörün kılavuzluğundan kurtulmaktadır. Regülatör halatının kılavuzluktan kurtulmasını engellemek amacıyla regülatör kasnağı etrafında halat kanalına yakın konumda sabitlenmiş bir halat atma pimi kullanılmaktadır. Regülatörün beyan hızından %15 daha fazla bir hızda devreye girmesi için gerekli ayar regülatör şasisi üzerinde bulunan ayar civatası ile yapılmaktadır. Bu civatanın sıkılmasını sağlayan somun kısmının sökülüp sökülmediği anlaşılması amacıyla imalatçı tarafından mühürlenmektedir (Şekil 3.9). Hız regülatörü makine dairesine sahip asansörlerde makine dairesinde, makine dairesiz olarak tasarlanmış asansörlerde asansör kuyu üst boşluğunda bulunmaktadır. Ayrıca kuyu alt boşluğunda regülatör halatının gerginliğini ve aynı eksen doğrultusunda hareket etmesini sağlamak amacıyla yakınında bulunan kılavuz raya sabitlenmiş bir gergi makarası kullanılması gerekmektedir (Şekil 3.10). Günümüzde regülatör gergi ağırlıklı makaralar düşük hızlarda yapılan frenleme testleri sırasında ağırlık kuvvetinin yetersiz kalması nedeniyle yaylı tipte gergi kuvvetinin ayarlanabildiği makaralar kullanılmaktadır (Şekil 3.11). Gergi makarasının üzerindeki elektrik güvenlik tertibatı vasıtasıyla regülatör halatının uzaması ve kopması durumunda motora giden enerji kesilmektedir [2].

Regülatörün frenleme sistemini harekete geçirmesi Şekil 3.12’de gösterilen fren sistemi koluna kelepçeler ile sabitlenen halat vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Frenleme sisteminin

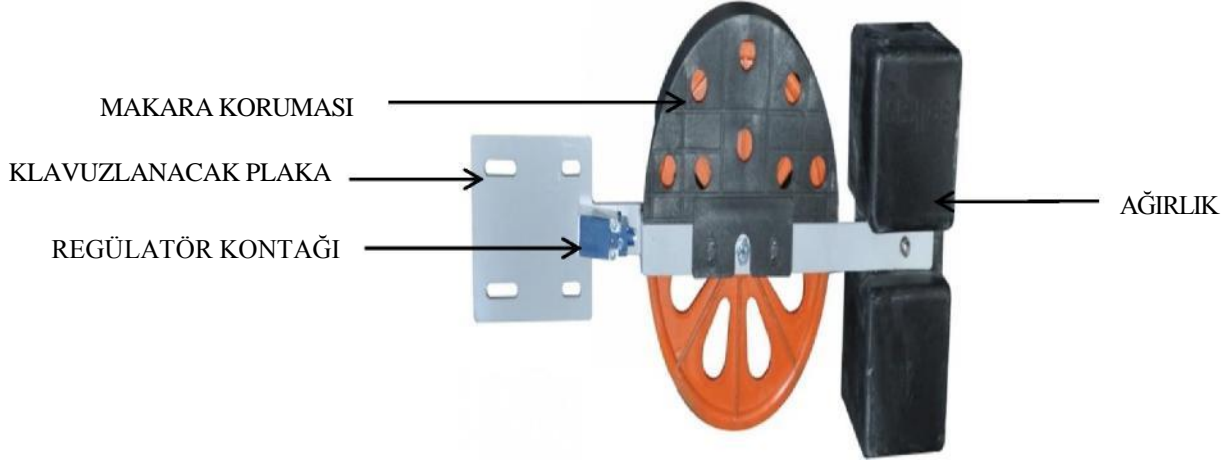
gerçekleşmesi için öncelikle regülatörün kılavuzluk ettiği regülatör halatı asansör kabininin aşağı veya yukarı yönlü hareketini regülatör kasmağına iletmektedir. Beyan hızının %115'i aştığı durumlarda hız regülatörü üzerindeki makara yolu üzerinde dönen tekerlek merkezkaç etkisiyle makara yolundan uzaklaşıp frenleme kolunun frenleme dişlerine girmesine neden olmaktadır (Şekil 3.13). Ardından regülatör makarası üzerindeki halatın kılavuzlandığı kanalın yüzeylerinde oluşacak sürtünme kuvveti veya kesik kanala sahip regülatörlerde kanalın kesikli olması ile halatın sıkışması sayesinde halat hareketsiz kalmaktadır [4]. Halatın kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı ile eş zamanlı hareketinin sona ermesi frenleme halat bağlantı plakasına bağlı kolun hareket etmesine ve frenleme sisteminin kılavuz raylar üzerinde sıkıştırma yaparak kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının hareketsiz duruma geçmesini sağlamaktadır.



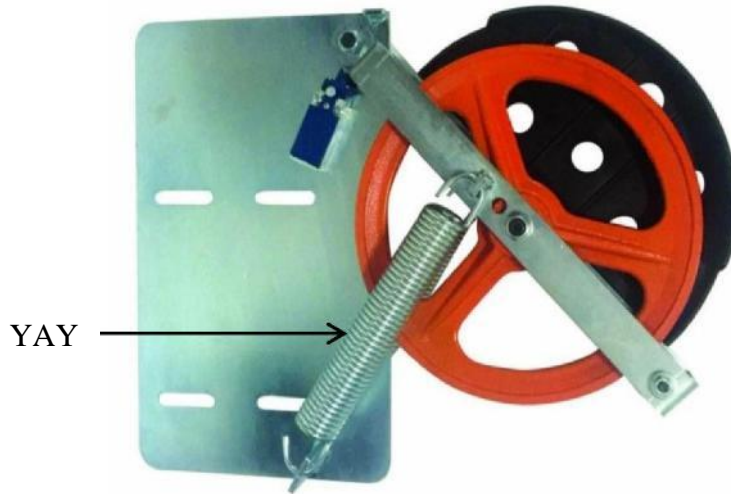
Şekil 3.8 Kılavuz raya sabitlenmiş alt regülatör [8]



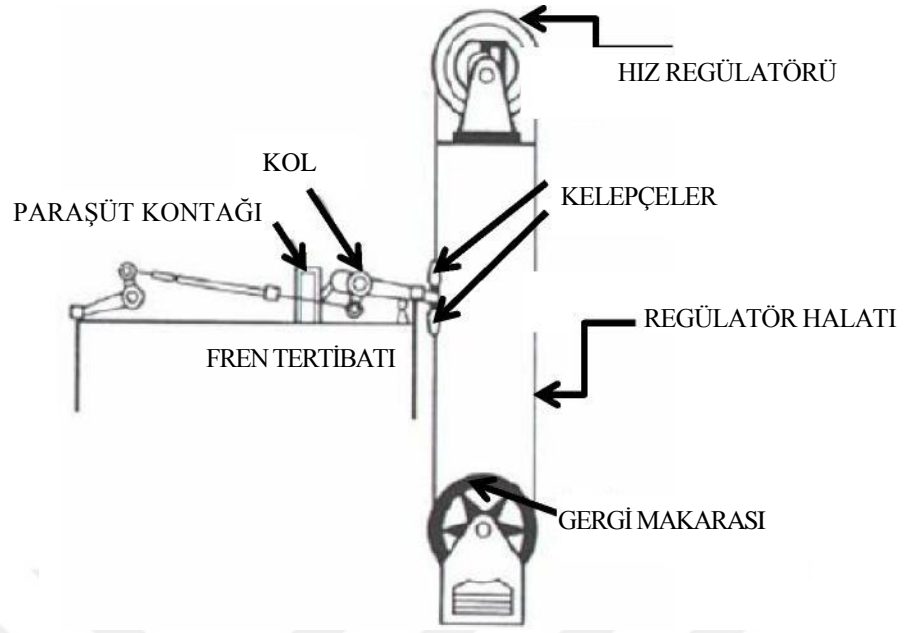
Şekil 3.9 Hız regülatörü [11]



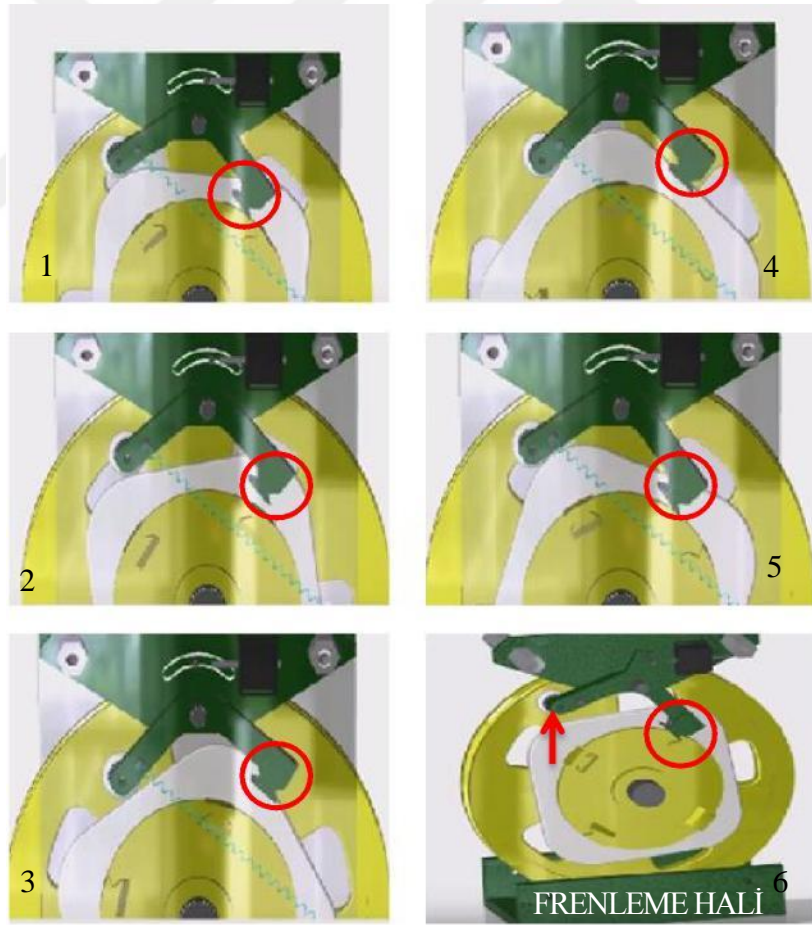
Şekil 3.10 Ağırlıklı gergi makarası [16]



Şekil 3.11 Yaylı gergi makarası [16]



Şekil 3.12 Frenleme sisteminin regülatör halatı ile bağlantısı [8]



Şekil 3.13 Hız regülatörü frenleme sistemini çalıştırma hali [17]

Hız regülatörleri frenleme sistemi gibi asansörlerde güvenlik tertibatı olarak tanımlanmaktadır. Regülatörler kullanılmadan önce belirli kriterlere dikkat etmek gerekmektedir. Karşı ağırlığın veya dengeleme ağırlığının altında girilebilecek bir mekan bulunduğu karşı ağırlık tamponunun altında beton bir kaide yoksa karşı ağırlığa veya dengeleme ağırlığına frenleme sistemi ve kabinde bağımsız bir regülatör sistemi olması gerekmektedir. Bu regülatör sisteminin devreye girme hızı kabindeki frenleme sisteminin devreye girdiği hızdan fazla olması ve bu fark %10'dan fazla olmaması gerekmektedir. Hız regülatörünün frenleme sistemini tetiklemesi için halatında meydana gelebilecek gerilme kuvveti en az frenleme sisteminin çalıştırılması için gerekli kuvvetin iki katı veya 300 N olması gerekmektedir. Bu değerlerden birisi diğerinden büyük ise büyük olan değer seçilmesi gerekmektedir. Hız regülatörünün frenleme sistemini aktif edecek dönüş yönü testlerde, son kontrollerde ve kurtarma operasyonlarının sağlıklı bir şekilde yürütülmesi için bildirilmektedir. Hız regülatör halatları frenleme sisteminin çalışması ile regülatör halatı üzerinde oluşan gerilmenin en az 8 katı bir kopma yüküne sahip olması ve halat çapı 6 mm'den az olmaması gerekmektedir. Hız regülatörü kasnağı çapı ile regülatör halat çapı arasındaki oran en az 30 olması sağlanmalıdır. Referans [6,14]'tan ayrıntılı bilgilere ulaşılabilmektedir.

2012 yılından itibaren ülkemizde TS EN 81-1+A3, 2008 Standardı yürürlüğe girip yapılan kontrollerde uygulanmaya başlanmıştır. TS EN 81-1+A3, 2008 Standardı Madde 9.11'de istem dışı harekete karşı koruma tedbirleri belirtilmiştir. Asansör kabini katta olduğu sırada kabin kapısı açık iken kontrolsüz bir şekilde gerçekleşen harekete istem dışı hareket denilmektedir. Geçmişte yaşanan kazalar asansör sektörünü istem dışı hareket durumunda tedbir almaya itmiştir (Şekil 3.14). Asansör makinesinde istem dışı hareket özelliğine sahip olmayan asansörlerde çoğunlukla regülatör üzerinde istem dışı hareketi sağlayan pimli regülatör bobini kullanılmaktadır (Şekil 3.15). Özetle asansör katında iken regülatör bobin pimi kasnak içerisindeki yuvalardan birine girerek istenmeyen kabin hareketlerine karşı frenlemeye hazır olarak beklemektedir (Şekil 3.16).



Şekil 3.17 İstem dışı hareket durumu [18]



Şekil 3.18 Bobinli regülatör [19]



Şekil 3.19 Bobin pimi [20]

4.FREN SİSTEMLERİNİN SONLU ELEMANLAR ANALİZİ

Sayısal çözüm yöntemleri olmadan mühendislik problemlerinin kabul edilebilir sınırlar içindeki hassaslıktaki analitik çözümleri mümkün olamayacağı iyi bilinmektedir. Katı cisim mekaniğinde, katı cisim üzerinde küçük bir diferansiyel elemanın davranışını oldukça sağlıklı bir şekilde ifade eden matematiksel ifadeler ve denklemler üreterek sayısal yöntemler kullanılmaktadır. Cismin geometrisine uygun elemanlar kullanılıp cismin geometrisi tanımlanarak analiz ağı oluşturulur. Analiz ağındaki her bir eleman üzerinde probleme ait matematiksel denklemler integrasyonla her bir elemanın düğüm noktalarına bilinmeyen olarak indirgenir ve analiz ağındaki ortak düğüm noktaları üzerinden ve sınır şartları göz önüne alınarak çözüm denklemlerine ulaşılr. Analiz ağını oluşturan elemanlar üzerinden çözüm bölgesinin tamamında değişkenlerin (örneğin gerilme analizinde gerilmeler, yer değiştirmeler) sayısal değerlerini iyi bir hassasiyetle elde etmek mümkündür. Ancak bu elemanın boyutları küçüldükçe çözümün genelde iyileşmesi beklense de; bu elemanların ne kadar küçük olması gerektiği sorusunun cevabı yoktur.

Sayısal çözüm yöntemlerinden biri sonlu elemanlar yöntemidir. Bu yöntem endüstride oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Dahası mühendislerin, bu yöntemin kendilerine sunduğu analiz ve analiz sonuçlarının değişik sunuş seçeneklerinden memnuniyet duydukları gözlenmektedir.

Bu çalışmada 3 boyutlu tasarım programı kullanılmıştır. Kullanmış olduğumuz program yenilenebilen, basit kullanım sağlayan, Windows işletim sistemi için tasarlanmış 3 boyutlu tasarım programıdır. Çok kısa sürede teknik resim ve montaj yapabilmeye yardımcı olmaktadır. Montajın ayrıştırılarak oluşturulmuş görünüşleri sayesinde tasarlanan ürünler daha basit anlaşılabilmekte ve imalat basamakları planlanabilmektedir.

Sonraki adımda SEY kullanan analiz programı ile yapılan analizin sonucunda elde edilen çıktılar görsellik kazandırılabilir. Örneğin gerilme ve yer değiştirme gibi çıktıların görselliği sağlanabilmekte ve hareketlendirilebilmektedir. Ürünlere veya parçalarına yük uygulandığında deformasyon miktarları hesaplanabilmekte, gerilme ve yer değiştirmenin etkilenme şekli grafiklerden izlenebilmektedir. Tasarlanmış olunan parçalar arasında temas şekli veya cıvata, pim, yatak vb. gibi tanımlamalar yardımıyla gerçeğe yakın benzetimler

yapılabilmektedir.

4.1 Kabin Süspansiyonunun Modellemesi ve Statik Analizi

Asansör kabinine takılacak bir mekanik fren tertibatı için öncelikle bir kabin süspansiyon modeli oluşturulmalı ve en basit şartlarda kullanılacak bir sistem olup olmadığının analizi yapılmalıdır.

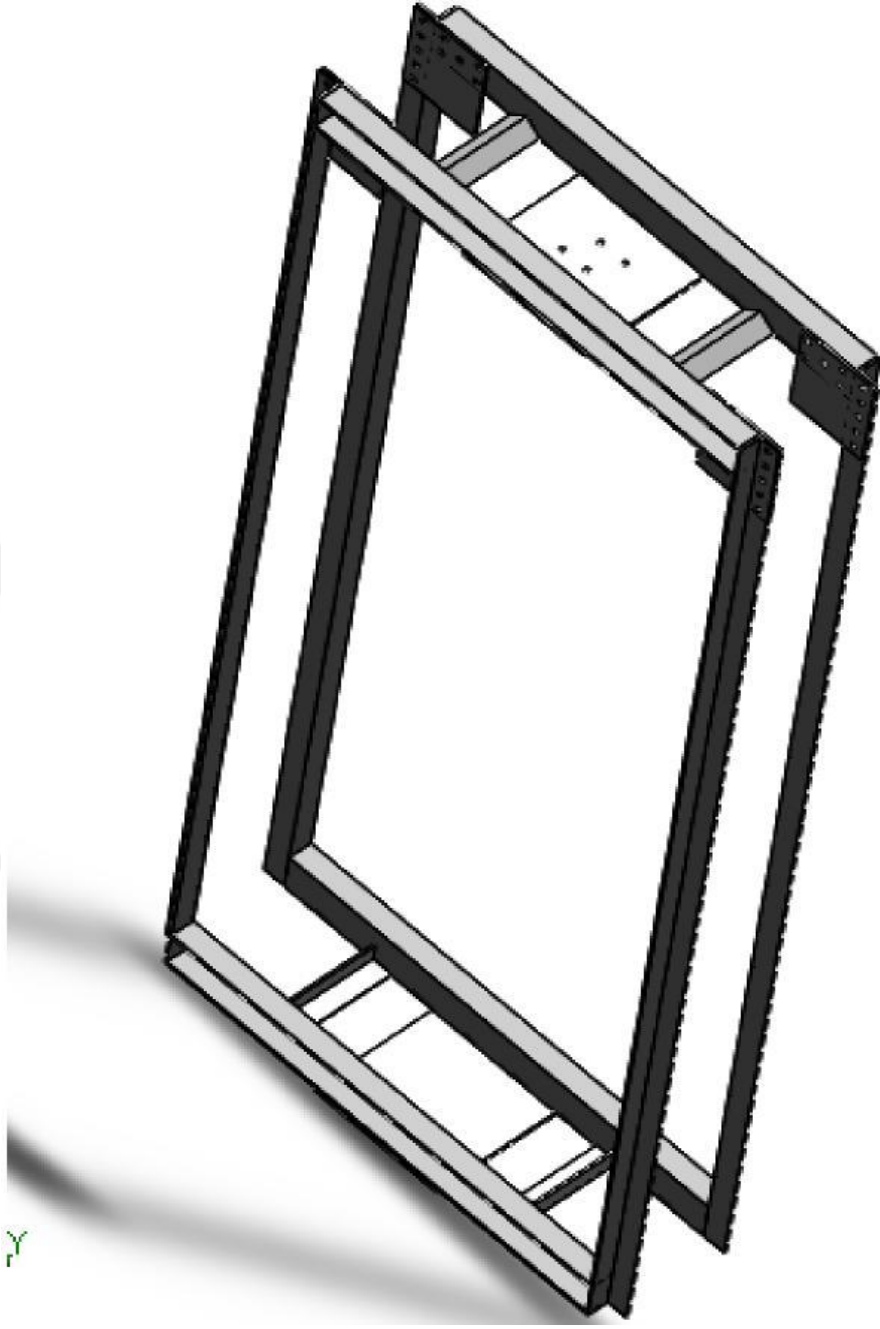
Kabin süspansiyonu üzerine frenleme sistemi monte edilmiş mevcut asansörleri incelediğimizde genellikle 4 kişilik asansörlerle karşılaşılmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda SE analizi için 4 kişilik asansör seçilmiştir. Bu asansör için kabin kütlesi 600 kg ve beyan yükü 300 kg olarak verilmektedir. Analiz programına kuvvet bilgileri bu bilgiler doğrultusunda toplam yük olarak girilmiştir.

Kabini taşıyacak model 100x50x6 mm ebatlarında ki U profiller, 50x50x5 mm ebatlarında ki L köşebentler, 10 mm kalınlığında ki halat ve tampon tablası tarafından oluşturulmuştur (Şekil 4.1). Kabin süspansiyon modeli, kabin içine binecek yolcu beyan yükü ile birlikte 8829 N ağırlığına sahiptir. Yapılan analizde kabin karkası malzemesi S235JR yapı çeliği seçilmiştir. S235JR yapı çeliği malzemesi 210 GPa elastisite modülü, 0,28 poisson oranı, 7800 kg/m³ kütle yoğunluğuna, 360 MPa gerilme, 235 MPa akma mukavemeti mekanik özelliklerine sahiptir. Kabin tabanı sac malzemesi olarak sade karbonlu çelik seçilmiştir. Sade karbonlu çelik ise 210 GPa elastisite modülü, 0,28 poisson oranı, 7800 kg/m³ kütle yoğunluğuna 399,826 MPa gerilme ve 220,594 MPa akma mukavemeti mekanik özelliklerine sahiptir. Analiz işlemleri öncesinde kabin süspansiyonu tabanına 7357,5 N'luk bir kuvvet uygulanmış olup süspansiyon üstündeki halat tablasındaki deliklere asansör halatları varsayılarak sabitlenmiştir. Kabin karkasının kendi ağırlığı yerçekimi ivmesi verilerek programa otomatik atanmıştır (Şekil 4.2). Analiz işlemi yapılmadan önce paket program çizdiğimiz model üzerinde farklı ağ(mesh) oluşturma seçeneği önermiştir. Programın önerdiği ağ seçenekleri normal ağ , eğriye dayalı ağ ve kompleks eğriye dayalı ağdır. Normal ve eğriye dayalı ağ seçeneklerini denediğimizde ağ kalınlığını kendimiz belirlediğimizde montaj parçalarının köşe, delik ve pahların olduğu kısımlarda hatalar oluşmuştur. Deneme ve yanılma yöntemlerinin kullanıldığı bu seçeneklerde ağ oluşturma ve analiz yürütme kısımları fazla zaman kaybına ve hatalı sonuçlara neden olmuştur.

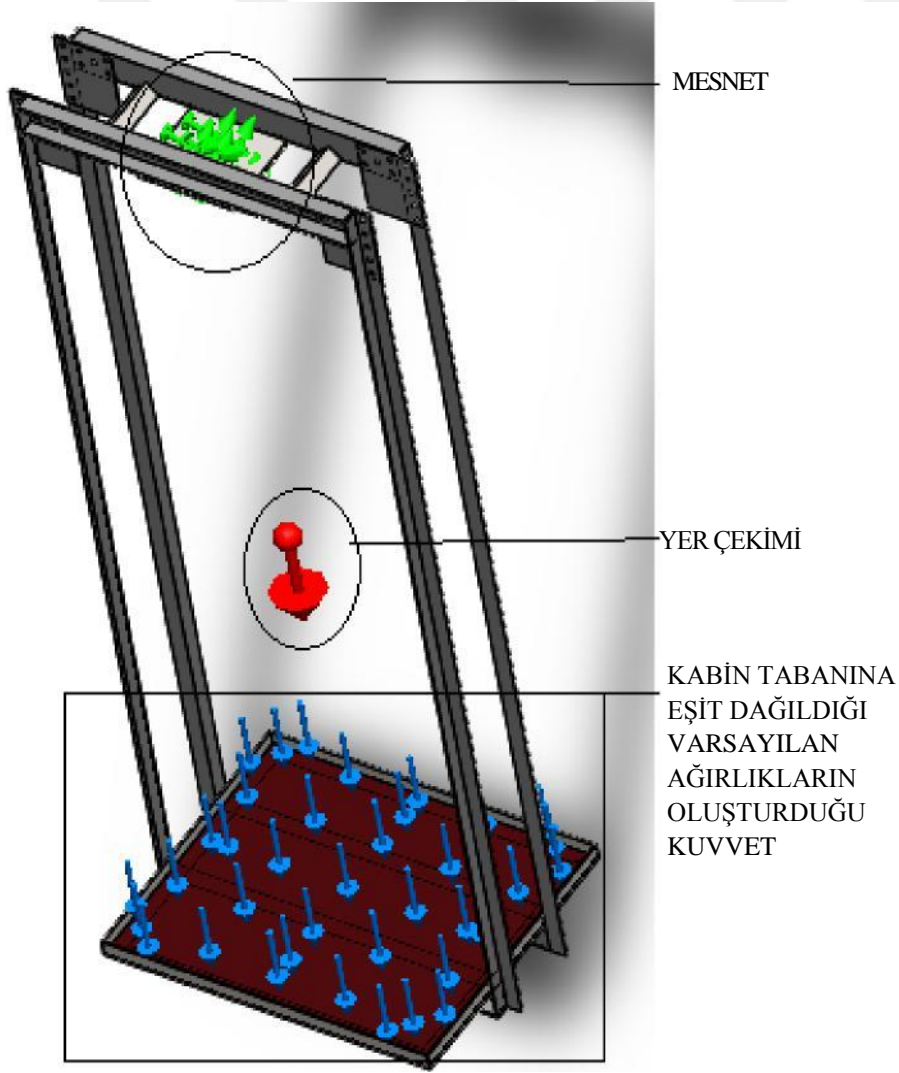
Diğer seçenek olan kompleks eğriye dayalı ağ seçeneğini denediğimizde normal ve eğriye dayalı ağ seçeneklerine göre daha düşük en ve boy oranlı ağ yapıları oluşturduğundan dolayı daha az hatalara neden olduğu gözlemlenmiştir. Kompleks eğriye dayalı ağ seçeneğini ve alt seçeneklerini hesaplamaya dahil ettiğimizde program eleman boyutlarından en az olanı seçmektedir. Bu sayede program bize en optimum değerlerde ağ yapma imkanı vermektedir. Programın kompleks eğriye dayalı ağ yapma özelliği ve alt seçenekleri seçilerek süspansiyon üzerinde 3 boyutlu doğrusal 47968 toplam eleman oluşturulmuştur. Ayrıca programın bu özelliğini sınamak amacıyla manuel olarak 45000, 46500 toplam elemana sahip 2 ağ daha oluşturulmuştur. Oluşturulan bu ağlar ayrı ayrı programın çözümleme özelliği kullanılarak analizler sonuçlandırılmıştır. 47968 toplam elemana sahip ağ yapısında yakınsak sonuçların elde edildiği gözlenmiştir. Daha sonraki yapılan analizlerde kompleks eğriye dayalı ağ seçeneği kullanılmaya karar verilmiştir. Analiz için ağımda sekiz düğümlü azami eleman boyutu 24 mm ve asgari eleman boyutu 4,8 mm olan 47968 toplam elemana sahip ağ yapısı Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Ayrıca girilen değerler neticesinde paket programda sağlıklı analiz ağının oluşup oluşmadığı sorgulanabilmektedir. Eleman boyutlarının daha küçük olması gerekli bölgeleri program bize gösterebilmektedir. Bu sayede daha doğru sonuçları daha kısa zamanda bulmamızı sağlamaktadır.

Asansör kabin süspansiyon modeli sonucunda elde edilen Von Mises gerilme analiz sonuçları Şekil 4.4'te, yer değiştirme sonuçları Şekil 4.5'te ve güvenlik faktörü sonuçları Şekil 4.6'da verilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlardaki deformasyon ölçeği 100 olacak bir biçimde gösterilmektedir.

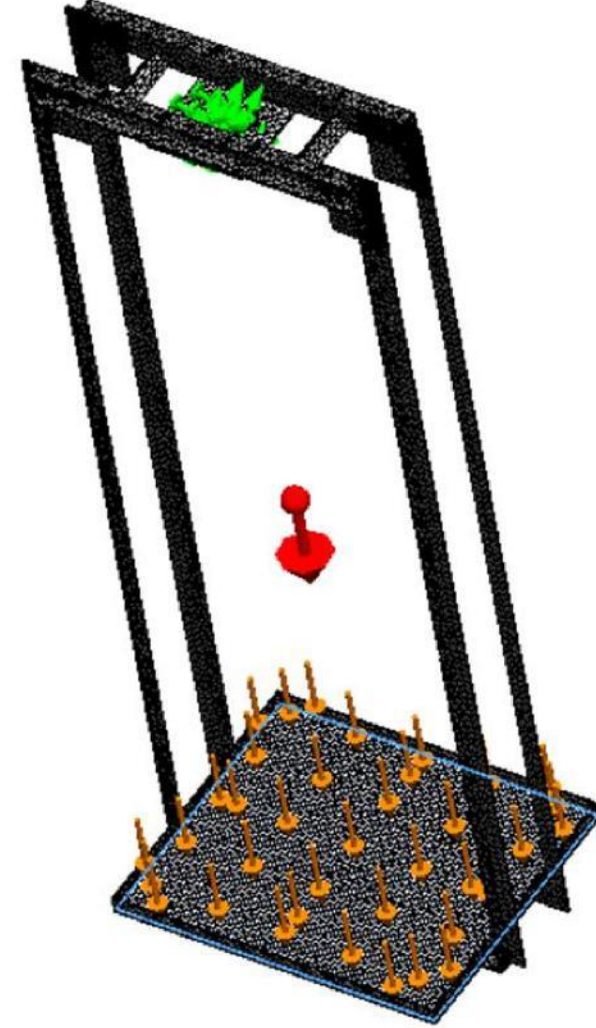
Asansör kabin içerisinde maksimum beyan yükünde yolcu bulunması şartıyla, kabin süspansiyon modelinde en yüksek gerilme taşıyıcı halatların sabitlendiği tabla üzerinde meydana geldiği görülmüştür (Şekil 4.7, 4.8). Seçilen malzemenin akma mukavemetinin 1/3'ü kadar olan bu değer 83,41 N/mm²'dir. Yer değiştirme miktarının maksimum olduğu kısım yolcu ağırlığını taşıyan kabin tabanında meydana gelmiştir ve değer 0,9863 mm olduğu görülmüştür (Şekil 4.5). Seçmiş olduğumuz malzemelerin mekanik özelliklerindeki akma değeri, programın hesaplamış olduğu maksimum gerilmeye oranladığımızda sistem 3.3 kat emniyetli çıkmaktadır (Şekil 4.6). Bu sonuç halatların sabitlendiği kısımda çıkmış olup diğer kısımlarda emniyetin yüksek olduğu model üzerindeki renk skalasından anlaşılmaktadır.



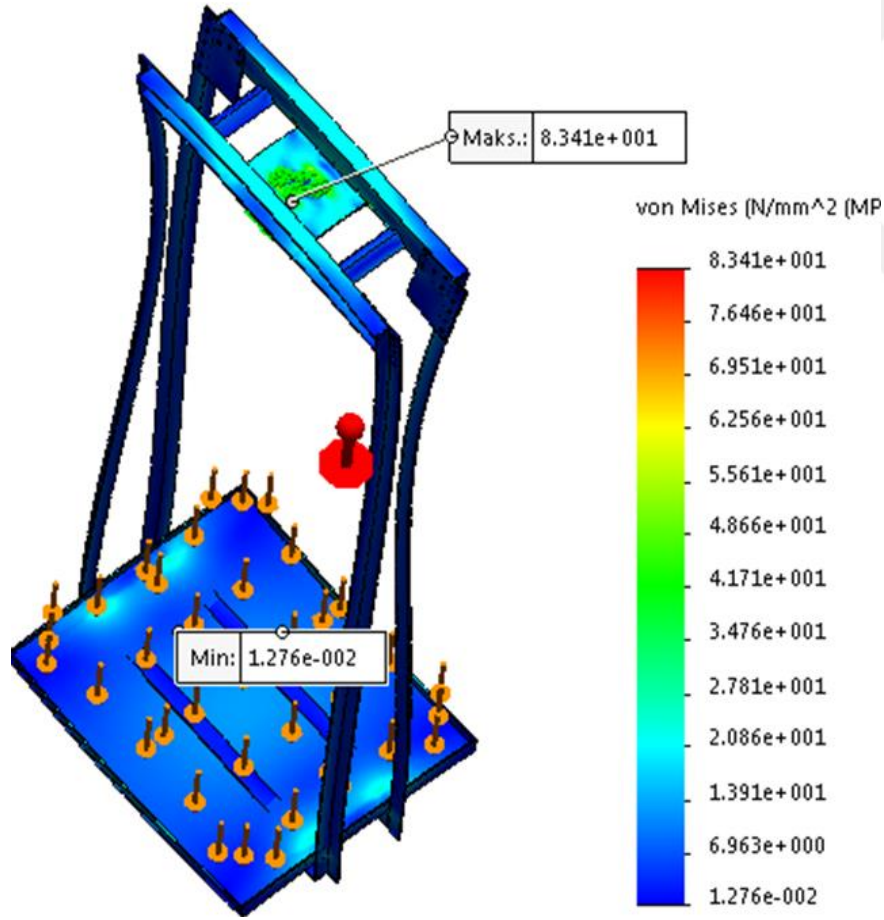
Şekil 4.1 Asansör kabin süspansiyon modeli



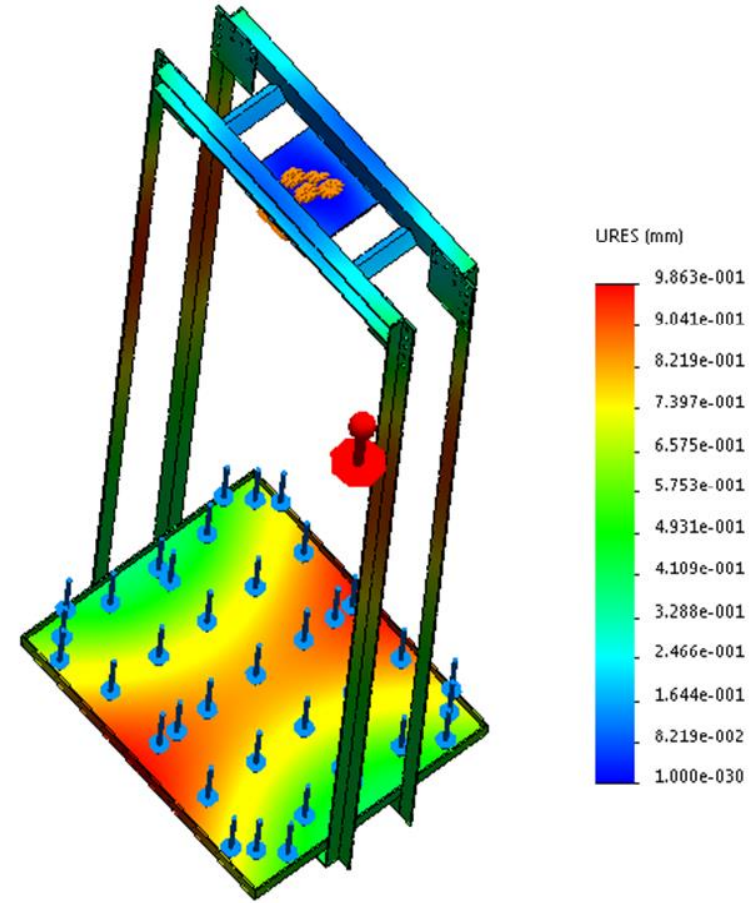
Şekil 4.2 Kabin tabanındaki kuvvet ve modelin mesnet noktaları



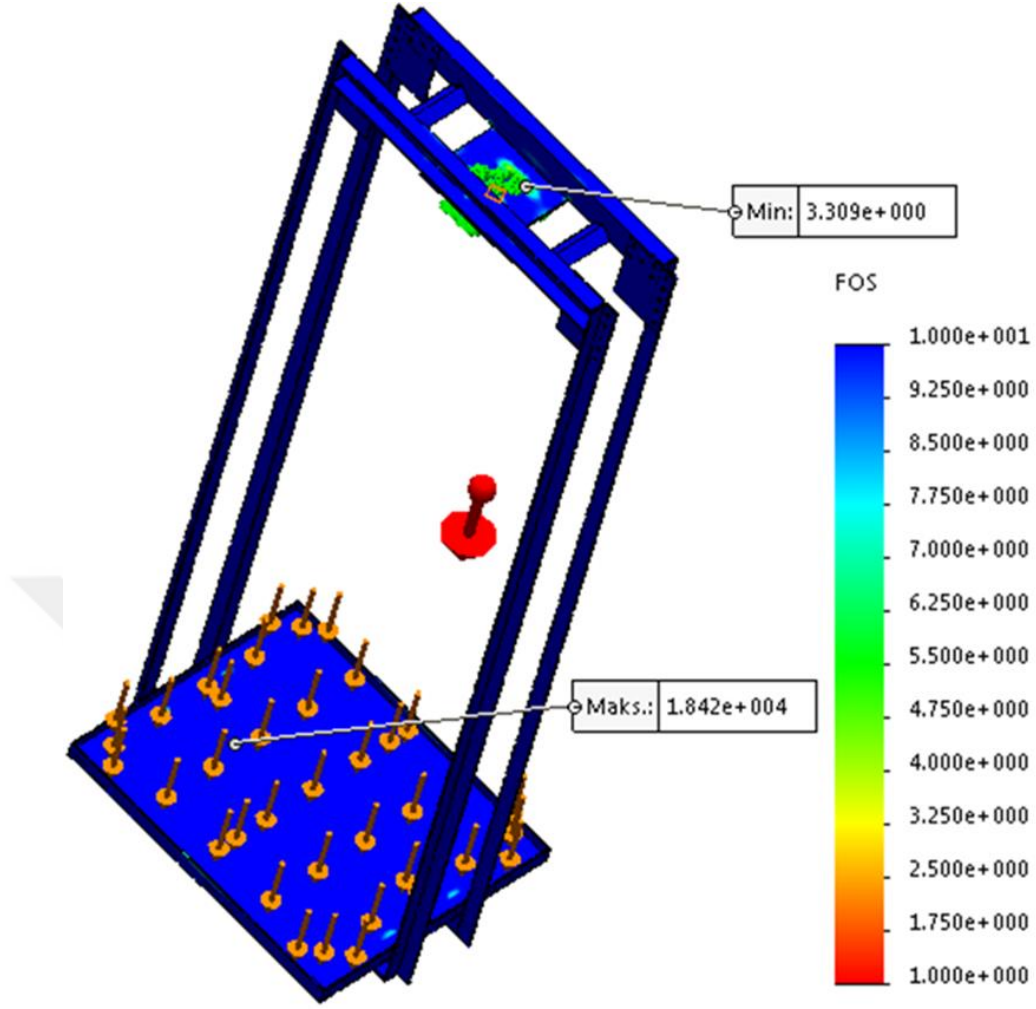
Şekil 4.3 Ağ yapısı gösterimi



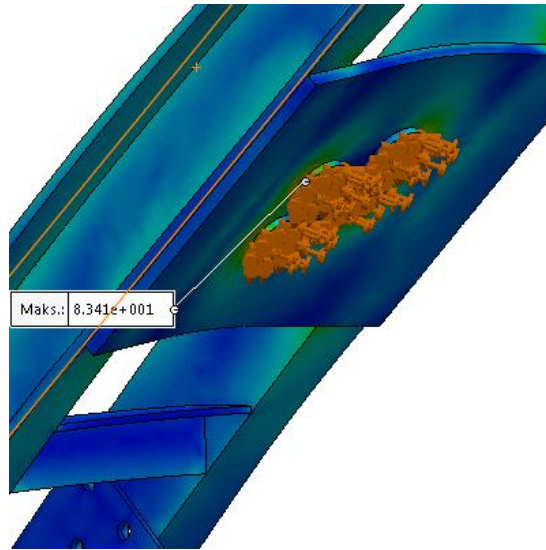
Şekil 4.4 Kabin süspansiyon modeli gerilme analizi sonuçları



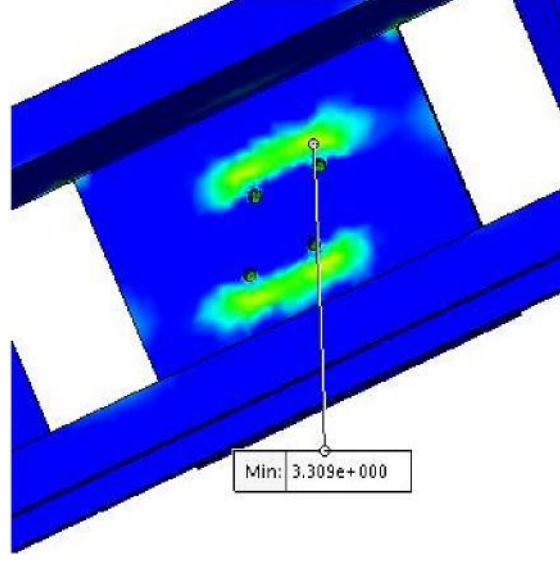
Şekil 4.5 Kabin süspansiyon modeli yer değiştirme analizi sonuçları



Şekil 4.6 Kabin süspansiyon modeli güvenlik faktörü analizi sonuçları



Şekil 4.7 Kabin süspansiyon modeli halat sabitleme noktaları alt kısımdan görünüşü



Şekil 4.8 Kabin süspansiyon modeli analiz sonrası gerilmenin en fazla çıktığı kısmın üstten görünüşü

4.1.1 Asansör Güvenlik Tertibatının Frenleme Kuvvetinin Belirlenmesi

Frenleme kuvvetinin belirlenmesi aşamasında tek bir toplam kütle veya değişik toplam kütleler için belgelendirilen güvenlik tertibatı TS EN 81-1 + A3(2008) “Asansörler - Yapım ve montaj için güvenlik kuralları - bölüm 1: Elektrikli asansörler” standardında yer alan EK F madde F.3.3.2.3’e göre aşağıda verilen kriterleri karşılaması gerekir.

Güvenlik tertibatının sahip olduğu frenleme kuvveti, verilen bir ayar ve bir kılavuz ray cinsi için testler esnasında ölçülen ortalama frenleme kuvvetlerinin ortalamasına eşit olarak alınır. Her test, kılavuz rayın kullanılmayan bir bölümünde yapılmalıdır.

Testler esnasında ölçülen ortalama frenleme kuvvetlerinin, standartta belirtilen güvenlik tertibatının frenleme kuvvetinden maksimum \pm % 25 saptığı denetlenmelidir. Kılavuz rayların yüzeyi işlenmiş olanlarının aynı noktalarında tekrar edilen testlerde, sürtünme katsayısının önemli ölçüde azalabildiğini yapılan testler göstermiştir. Bu durum, art arda yapılan güvenlik tertibatı testlerinin kılavuz ray yüzeyinde neden olduğu farklılığa bağlanmaktadır. Çalışmaya hazır bir asansörde, gelişigüzel görev yapan bir güvenlik tertibatının, kılavuz rayın kullanılmamış herhangi bir kısmında çalışabileceği varsayılmaktadır. Şans eseri bu hal ortaya çıkmazsa, kullanılmayan kılavuz ray bölümüne ulaşıncaya kadar daha az miktarda bir frenleme kuvveti dikkate alınmalıdır. Bu durum

olağan koşullardan daha fazla bir kayma sebebidir. Bundan dolayı, en başından düşük bir frenleme ivmesine neden olabilecek bir ayara izin verilmemesi gerekmektedir.

TS EN 81-1 + A3(2008) “Asansörler - Yapım ve montaj için güvenlik kuralları - bölüm 1: Elektrikli asansörler” standardı EK F madde F.3.3.3.1'e göre çift yönlü kaymalı güvenlik tertibatı kuvveti;

$$(P+Q) = \frac{\text{Frenleme Kuvveti}}{16} \text{ formülü ile bulunmaktadır.} \quad (4.1)$$

Frenleme kuvveti: TS EN 81-1 + A3(2008) “Asansörler - Yapım ve montaj için güvenlik kuralları - bölüm 1: Elektrikli asansörler” standardı EK F madde F.3.3.2.3'e göre belirlenen kuvvet (N).

4.2 Kabin Süspansiyon Arasında Konumlandırılmış Çift Yönlü Kaymalı Güvenlik Tertibatının Kabin Süspansiyonunda Meydana Getirdiği Etkiler

Statik koşullarda SEY ile incelemiş olduğumuz kabin süspansiyon modelimizin yeterli emniyet katsayısına sahip olduğunu görmüştük. Şekil 4.9'da görülen fren bloğu örnek seçilmiş, ölçüleri alınarak programda 3 boyutlu olarak çizilmiştir ve programda ki simetri oluşturma özelliği kullanılarak iki tarafta fren bloğu ile güvenlik tertibatımız oluşturulmuştur. Yeni tasarladığımız modelde kabin süspansiyonunun arasında güvenlik tertibatı olacak şekilde programda montajı yapılmıştır (Şekil 4.10, Şekil 4.11). Frenleme esnasında süspansiyon üzerinde oluşacak gerilmeler, yer değiştirmeler, güvenlik katsayılarının haricinde cıvata mukavemet analizleri yapılmıştır.

Bunun için öncelikle frenleme esnasında kabin süspansiyonuna ne kadarlık bir yükün etki edeceği hesaplanmıştır.

(4.1) bağıntısı kullanılarak;

Frenleme Kuvveti 141120 N olarak bulunur.

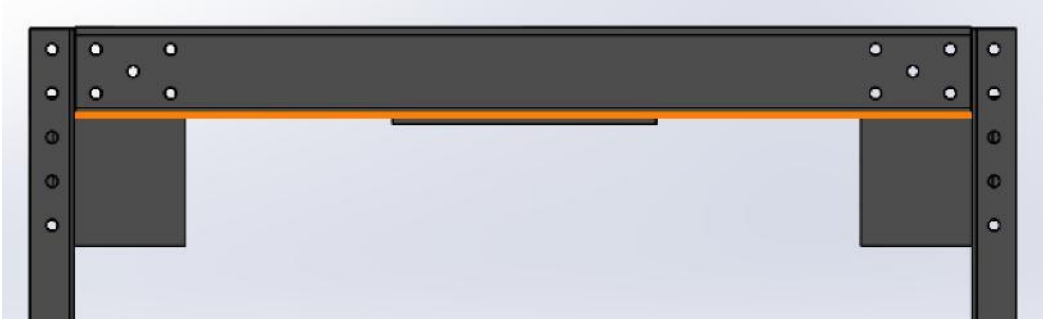
Hesaplanan 141120 N frenleme kuvveti aralarında 70x65x9 mm ray olduğu düşünülerek 9 mm'lik boşluk bırakılmış olan Şekil 4.12'de ki fren kamaları ve duvar üzerinden

uygulanmıştır. Kabin üst süspansiyonunda çift yönlü kaymalı güvenlik tertibatı gövdesiyle U profiller arasında 20 tane M12, L köşebentler ile 20 tane M12 olmak üzere toplam 40 adet cıvata bağlantısı yapılmıştır. Cıvata mukavemeti 620 MPa seçilmiş olup güvenlik katsayısı 1,5 alınmıştır. Kabin askı köşebentleri ve alt süspansiyon üzerinde mesnetlenmiştir. Analiz işlemi yapılmadan önce programda çizdiğimiz model üzerinde bir ağ yapısı oluşturulmuştur (Şekil 4.13). İlave frenleme sistemi monte etmemiz ve üzerinde kuvvet uygulamamız modelimizin çözümünü zorlaştırmıştır. Analiz için kompleks eğriye dayalı ağ yapısı kullanılıp, asgari eleman miktarını hesap etme seçeneği seçilerek, program bize azami eleman boyutu 48 mm ve asgari eleman boyutu 9,6 mm olan 3 boyutlu doğrusal 20724 toplam eleman sayısını oluşturmuştur. Çift Yönlü Kaymalı Güvenlik Tertibatı monte edilmeden önceki statik koşullar dahil ederek analizimiz gerçekleştirilmiştir. Bu koşullar altında yapılan analizde Von Mises gerilmeleri Şekil 4.14 ve 4.15'te, yer değiştirmeler Şekil 4.16'da, güvenlik faktörü Şekil 4.17'de verilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlardaki deformasyon ölçeği 100 olacak bir biçimde belirlenmiştir.

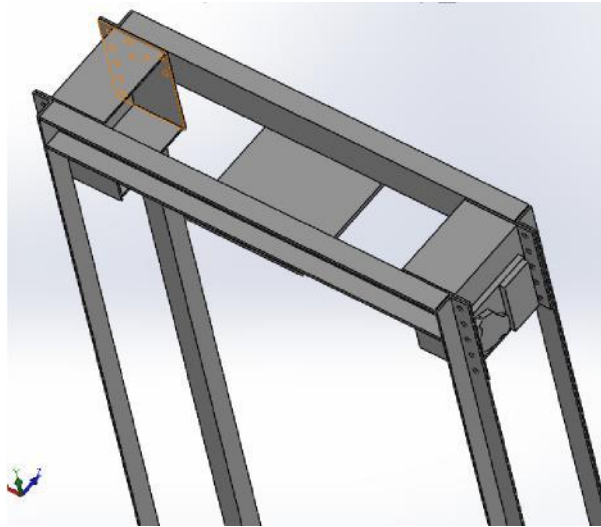
Model üzerinde yapılan analiz sonucuna göre maksimum gerilme cıvata delik kenarlarında ortaya çıktığı gözlenmiştir (Şekil 4.15). Elde edilen maksimum gerilme 239 MPa olup akma değerine çok yakındır. Frenleme sisteminin süspansiyon arasına monte edilmesi durumunda 0,389 mm kadar çıkan yer değiştirme değeri gözlenmiştir. Güvenlik faktörü analizi sonucunda minimum güvenlik katsayısı 29 numaralı cıvata deliği çevresinde 0,983 olduğu görülmüştür. Tüm süspansiyonu incelediğimizde güvenlik katsayısı 3 değerinin altında kalan bölgeler sarı renkli olarak Şekil 4.18'de verilmiştir. Bu alanlar süspansiyonun görevini yapmasına engel teşkil etmeyeceğinden dolayı süspansiyonumuzun emniyetli olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca tüm cıvataların emniyetli olduğu belirtilmektedir. Analiz programına ait cıvataların SE analiz sonuçları EK 3'te verilmiştir.



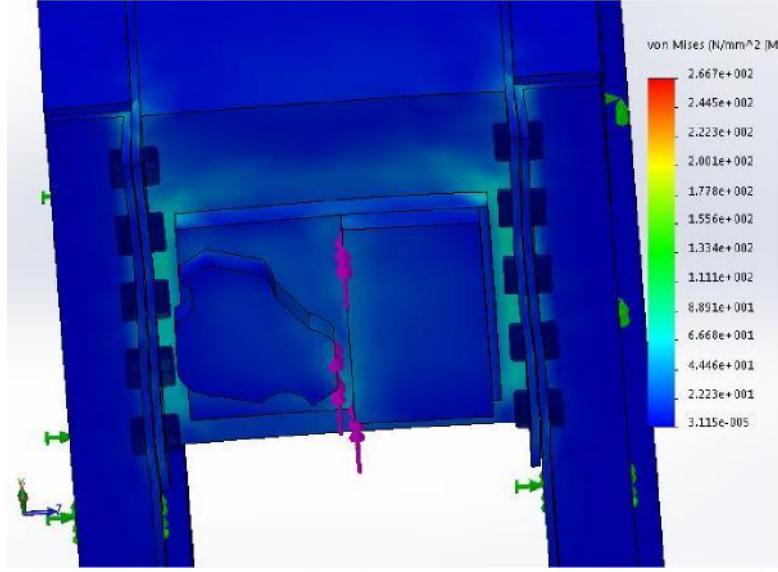
Şekil 4.9 Çift yönlü kaymalı güvenlik tertibatı [21]



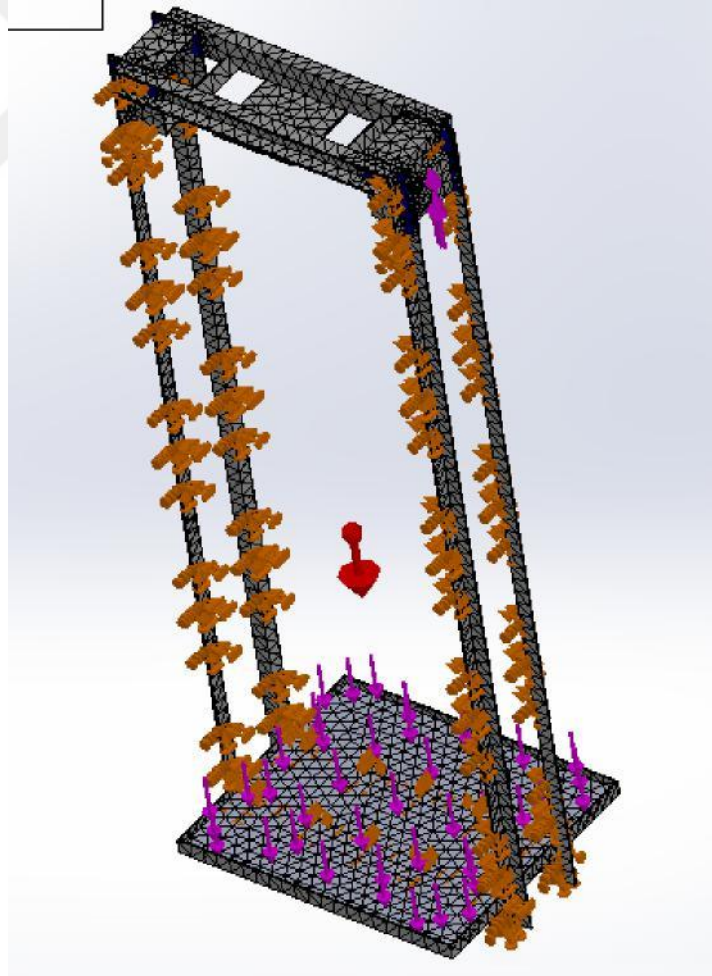
Şekil 4.10 Süspansiyon arasında konumlandırılmış çift yönlü kaymalı güvenlik tertibatı süspansiyon önden görünüşü



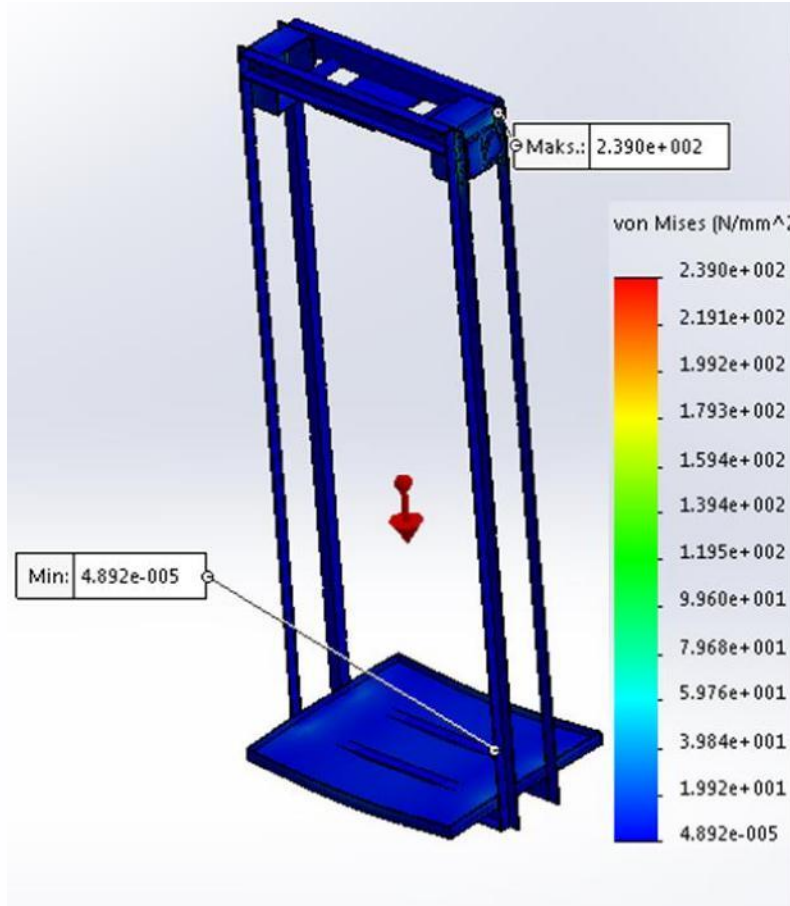
Şekil 4.11 Kabin üst kısmına yerleştirilen süspansiyon arasında konumlandırılmış çift yönlü kaymalı güvenlik tertibatı



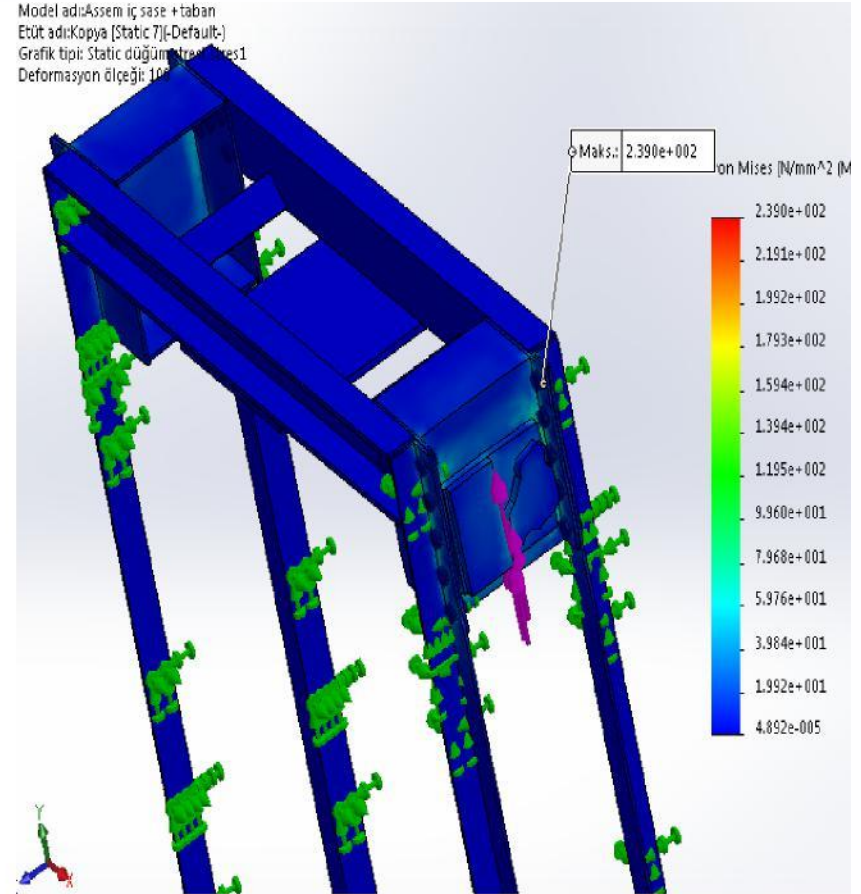
Şekil 4.12 Çift yönlü kaymalı güvenlik tertibatı fren kamaları üzerinden etki eden toplam kuvvet



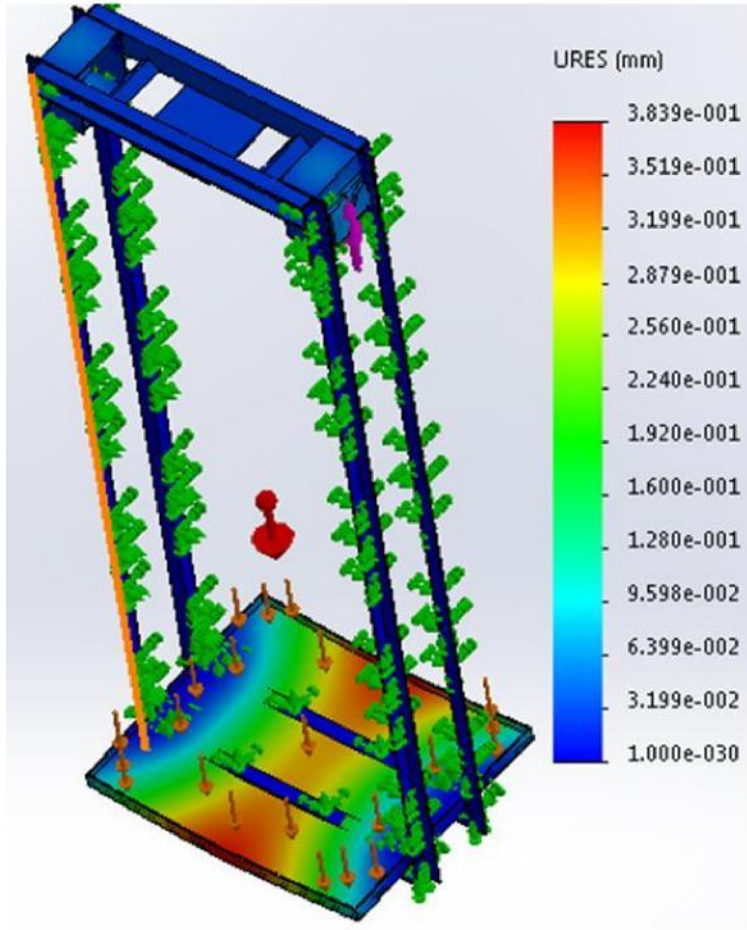
Şekil 4.13 Süspansiyon arasına monte edilen frenleme sistemi ağ yapısı gösterimi



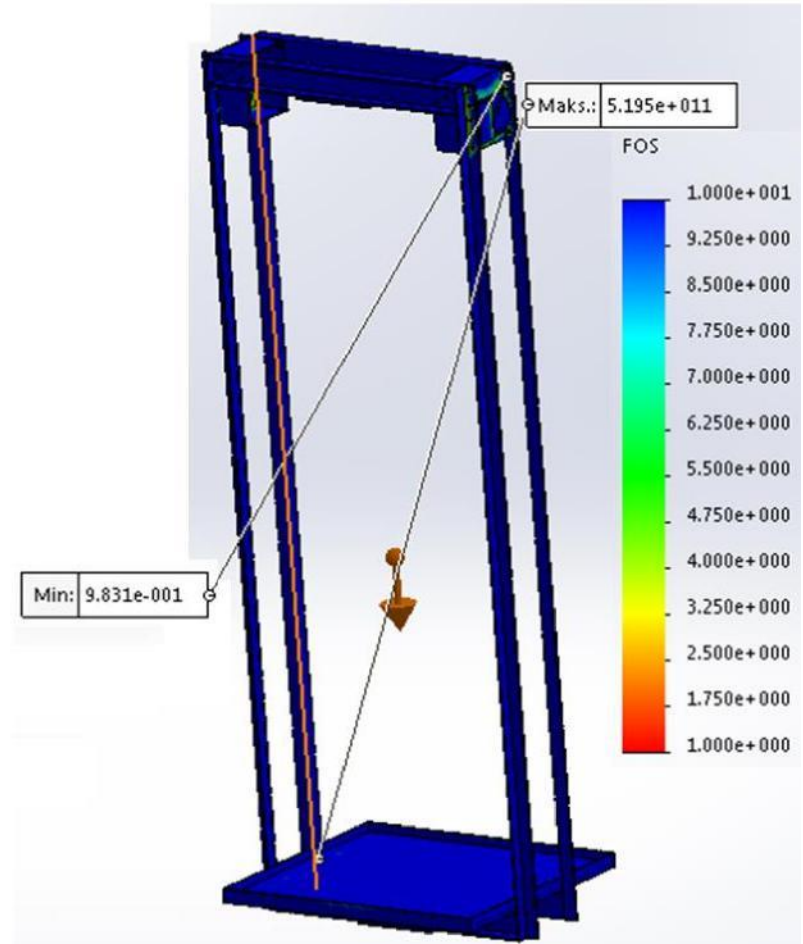
Şekil 4.14 Süspansiyon arasına monte edilen frenleme sistemi gerilme analizi sonuçları



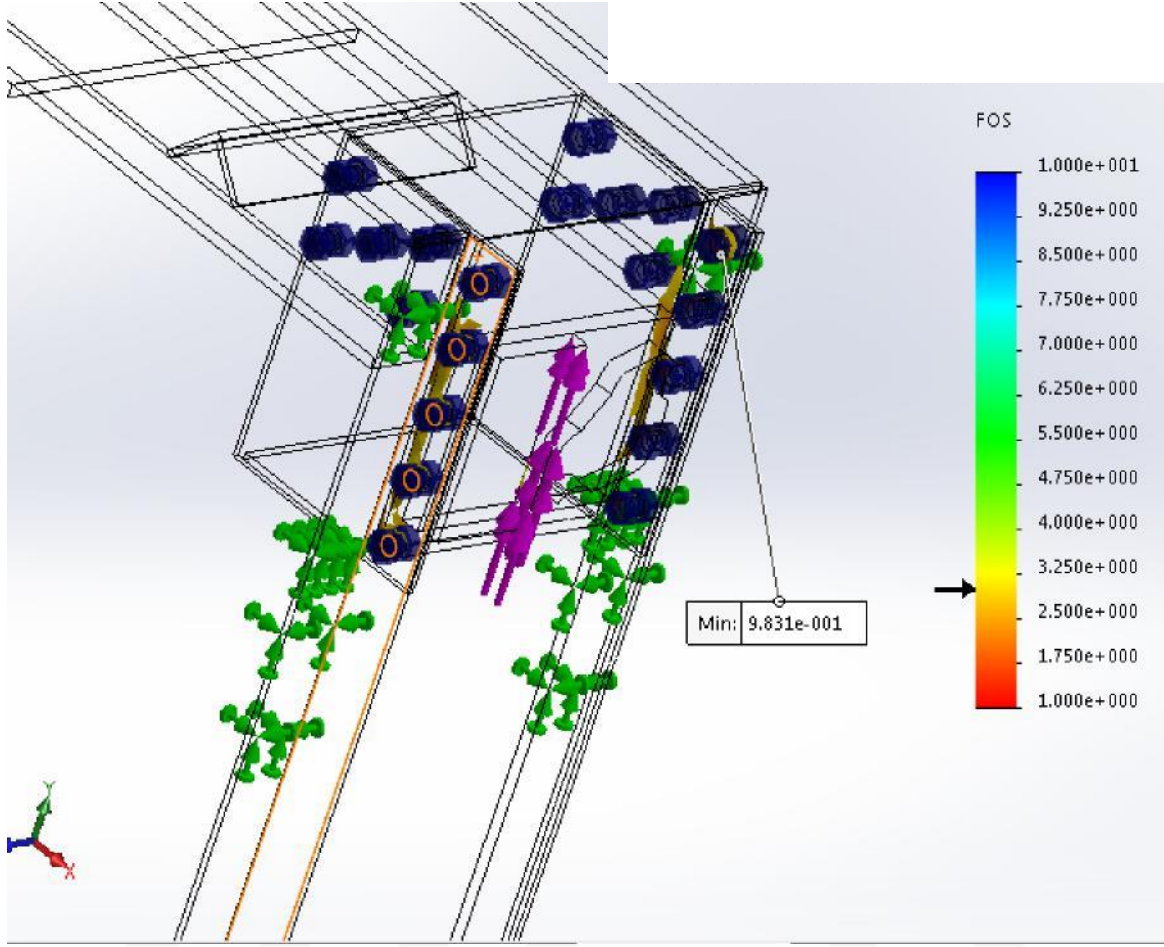
Şekil 4.15 Gerilmenin maksimum olduğu bölgenin yakından görünüşü



Şekil 4.16 Süspansiyon arasına monte edilen frenleme sistemi yer değiştirme analizi sonuçları



Şekil 4.17 Süspansiyon arasına monte edilen frenleme sistemi güvenlik faktörü analizi sonuçları



Şekil 4.18 Kabin süspansiyonu üzerinde emniyet katsayısı 3 seçtiğimizde oluşan görünüm

4.3 Kabin Süspansiyon Üzerinde Konumlandırılmış Çift Yönlü Kaymalı Güvenlik Tertibatının Süspansiyonda Meydana Getirdiği Etkiler

24.06.2015 tarihinde yayınlanan resmi gazete 7.bölüm madde 23-(1)'e göre mevcut asansörler (Yönetmeliğin zorunlu uygulamaya girdiği 15.08.2004 tarihinden önce monte edilen ve halen kullanılmakta olan asansörü) yönetmelik kapsamında monte edilmiş asansör güvenlik seviyesine yakın eşdeğer bir seviyeye getirilerek arttırılır. Aynı resmi gazetenin 7.bölüm madde 23-(2)'e göre ise güvenlik seviyesinin arttırılmasında kullanılacak standardın TS EN 81-80 standardı olduğu bildirilmiştir. TS EN 81-80/ARALIK 2006 standardı madde 5.9.4'e göre asansörler çift yönlü frenleme sistemine sahip olması gerektiği belirtilmiştir. Resmi gazete yayımlandıktan sonra yürürlüğe giren bu yönetmelik koşullarınca 15.08.2004 öncesi asansörler yıllık periyodik kontrol ve bir defaya mahsus tescil işlemi için alması gereken yeşil etiket kriterleri arasında çift yönlü frenleme sistemi monte edilmesi

gerekmektedir. Yeni çıkan yönetmelik nedeni ile asansör firmaları mevcut asansör revizyon taleplerine yetişmekte güçlüklerle karşılaşmıştır. Bu sebeple asansörlerde yapılacak güvenlik seviyelerinin artışlarında zamandan tasarruf etmek istemiştir. Bu probleme çözüm bulmak isteyen asansör güvenlik aksamaları üreten bir kısım imalatçı firmalar çift yönlü frenleme sistemlerine montaj kolaylığı getirmiştir.

Çift yönlü kayma tip frenleme sistemine getirilen montaj kolaylığıyla frenleme sistemi kabin üstü süspansiyon üzerine montajı çok kısa bir sürede yapılmaktadır. Süspansiyon arasına monte edilen frenleme sisteminde kabinin askıya alınması, kabin karkasının sökülmesi ve yeni karkasın montajının yapılması uzun zaman alması nedeniyle yerini bu tip bir sisteme bırakmıştır. Yan kıvrımlarında bulunan 3 adet cıvata delikleri ile toplam 12 adet cıvata eski süspansiyonun üzerine monte edilmesi; hem kabini askıya almayı gerektirmemesi hem de sadece eski frenleme sisteminin sökülmesi iş gücünü ve süresini düşürmesi ile ayrı bir avantajdır. Fakat asansör frenleme sistemleri monte edildiği zamandan itibaren frene geçmesi ender rastlanan bir durum olduğundan dolayı güvenilirliğini geç kanıtlayan sistemlerdendir.

4.3.1 Süspansiyon Üzerinde Konumlandırılmış Çift Yönlü Kaymalı Güvenlik Tertibatın Analizi

Yeni model oluşturulması zaman kaybı olacağından mevcut model üzerinde yeni frenleme sistemimizin konumu değiştirilerek programa veriler girilmiştir. Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi boyutları gerçek tertibat üzerinden ölçülerek çizilmiştir (Şekil 4.19). Süspansiyon üzerine montaj M12 cıvatalar ile yapılmıştır. Cıvata mukavemeti 620 MPa seçilmiş olup güvenlik katsayısı 1,5 olarak alınmıştır. Kompleks eğriye dayalı ağ özelliği ile asgari eleman miktarı hesap edilip ağ yapısı oluşturulmuş ve analiz gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirmiş olduğumuz analizde Şekil 4.20 ve 4.21'de Von Mises gerilmeleri, Şekil 4.22'de yer değiştirmeleri, Şekil 4.23'te güvenlik faktörü ve Şekil 4.24'te cıvata mukavemet analizi sonuçları verilmiştir.



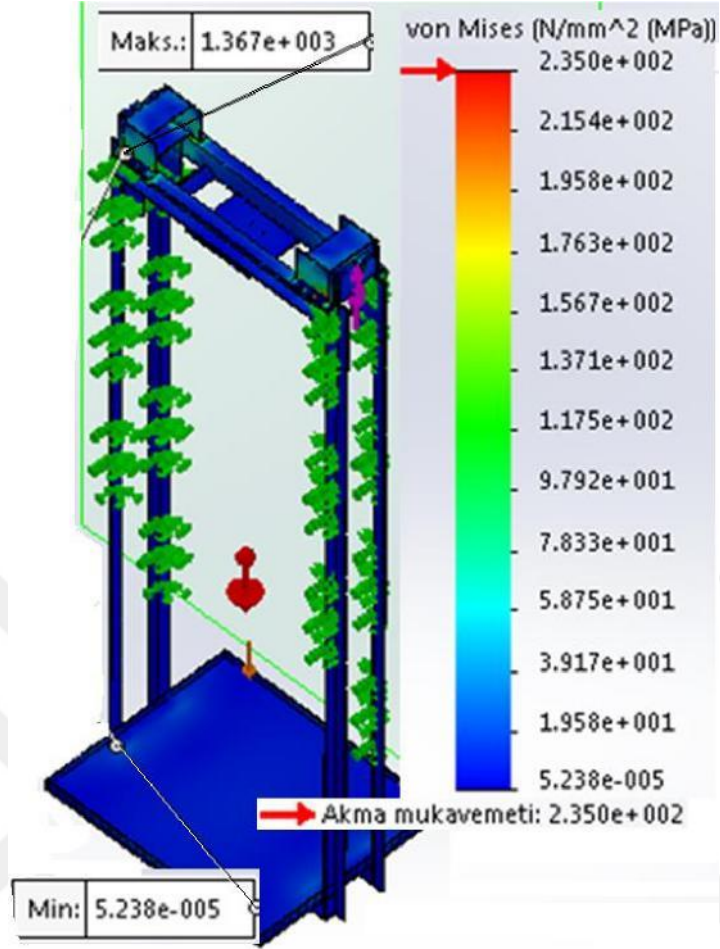
(a)



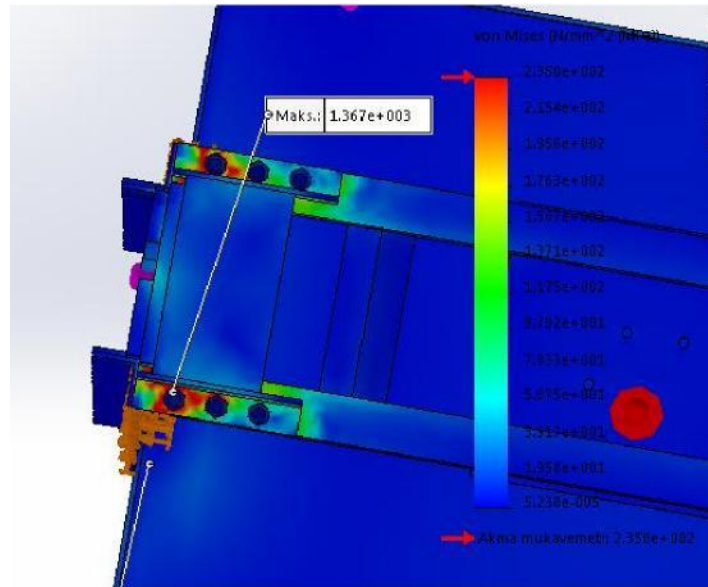
(b)

Şekil 4.19 (a) Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi, (b) monte edilmiş çift yönlü frenleme sistemi

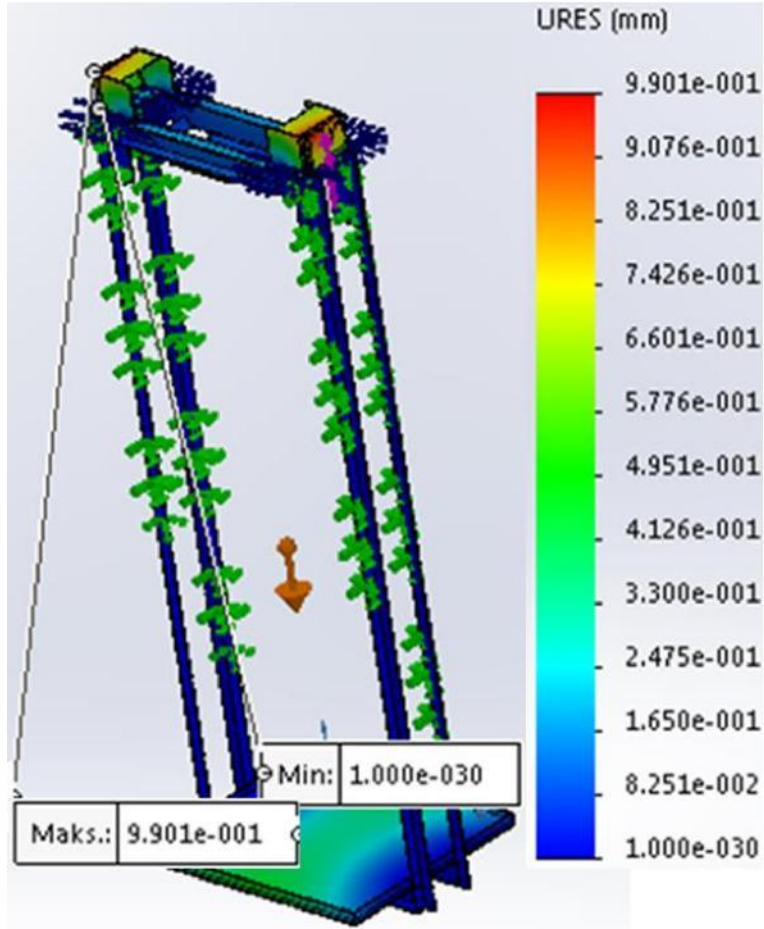
Model üzerinde yapılan analiz sonucuna göre maksimum gerilme frenleme kuvvetine yakın civata delik kenarlarında meydana gelmiştir (Şekil 4.20, 4.21). Elde edilen maksimum gerilme 1367 MPa olup akma değerinin 5,817 katı kadardır. Çift yönlü güvenlik tertibatının kabin üzerine monte edilmesi nedeniyle gerilme süspansiyon üzerinde kalıcı deformasyon oluşturmuştur. SEY ile analizde, frenleme sistemi gövde üzerinde olması durumunda yer değiştirme değerlerinin 0,9 mm'ye kadar çıktığı gözlenmiştir (Şekil 4.22). Güvenlik faktörü analizi sonucunda minimum güvenlik katsayısı 0,17 olduğu ve frenleme kuvvetine en yakın civata çevresinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.23). Süspansiyon arasında ki konumda bulunan frenleme sistemine oranla 5,71 kat emniyetsiz çıkmıştır. Civata mukavemet analizi sonucunda 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10 ve 11 numaralı civatalar emniyetsiz çıkmıştır (Şekil 4.24). Toplam 4 adet M12 civata emniyetli olduğu gözlenmiştir. Analiz programına ait civataların SE analiz sonuçları EK 4'te verilmiştir.



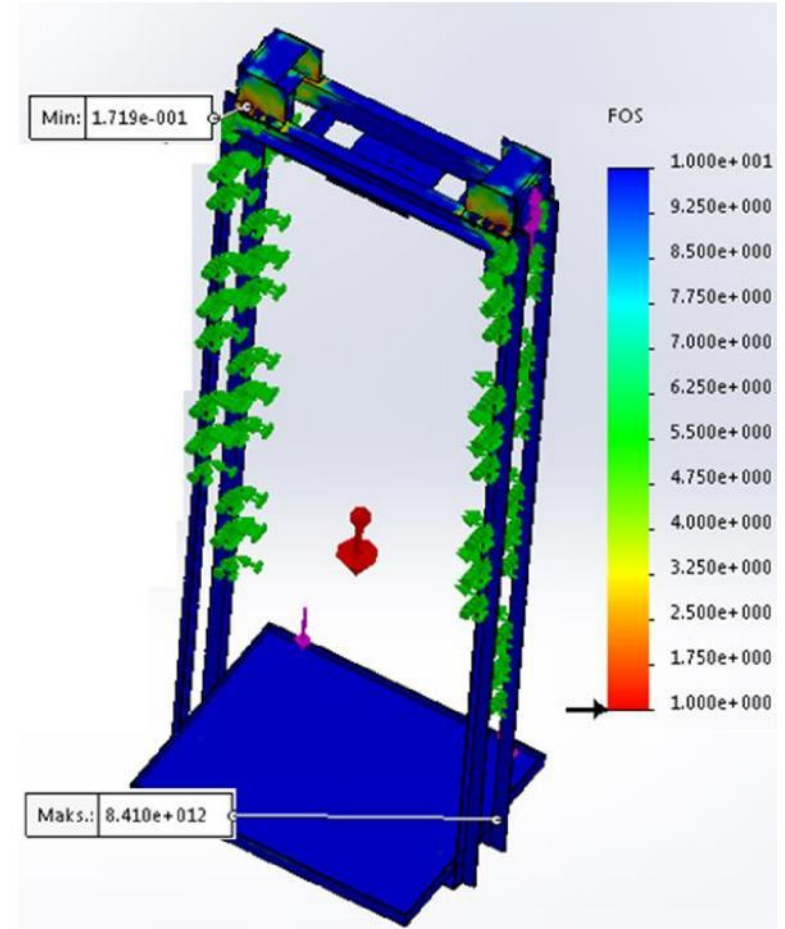
Şekil 4.20 Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi gerilme analizi sonuçları



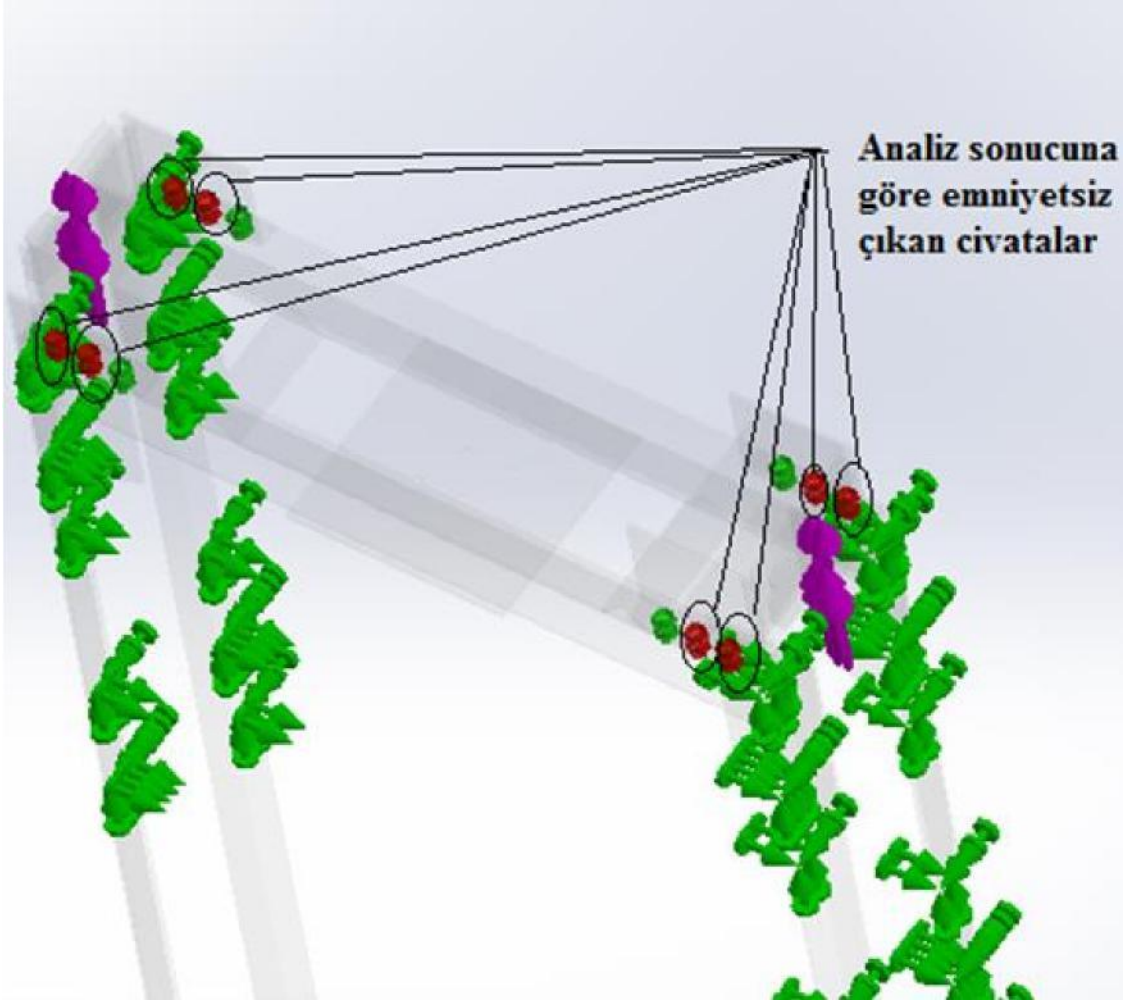
Şekil 4.21 Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi gerilme analizi sonuçları (yakınlaştırılmış görünüşü)



Şekil 4.22 Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi yer
değiştirme analizi sonuçları



Şekil 4.23 Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi
güvenlik faktörü analizi sonuçları



Şekil 4.24 Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi civata kontrolü

4.4 Süspansiyon Üzerinde Konumlandırılmış Yardımcı Profiller İle Montajı Yapılmış Çift Yönlü Kaymalı Güvenlik Tertibatının Analizi

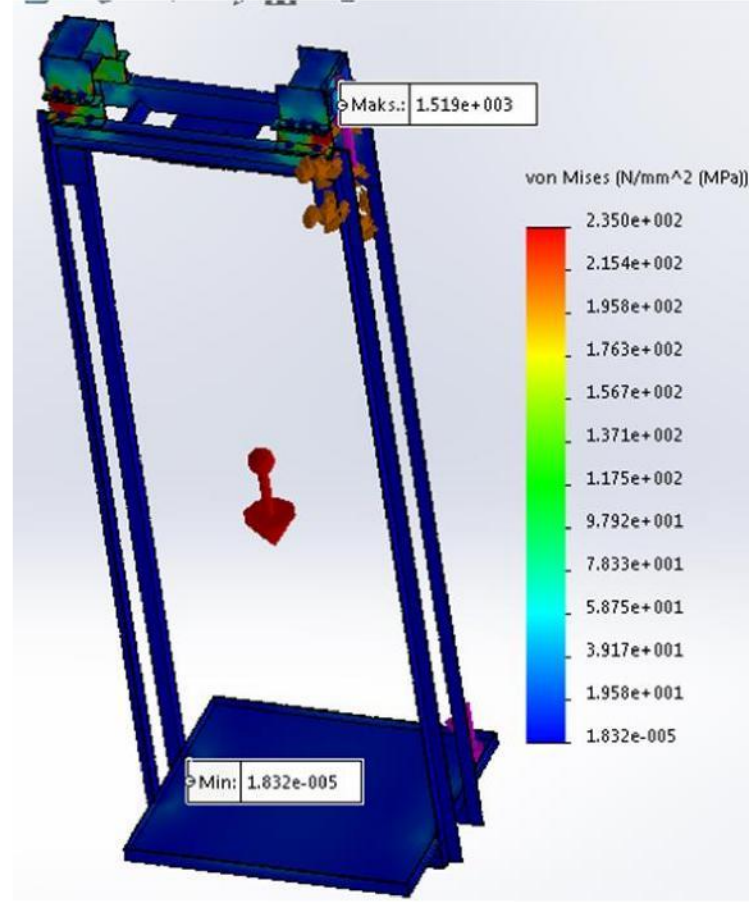
Süspansiyon üzerine monte edilen çift yönlü frenleme sistemi analiz sonuçları elde edilmiştir. Sonuç olarak sistem gerilme ve civata mukavemeti açısından uygun sonuç vermemiştir. Yapılan kabin üzerine bu tip montaj işlemi zaman ve işçilikten tasarruf etmek amacıyla montaj firmaları tarafından uygulandığı gözlemlenmiştir. Bazı montaj firmaları ise üst süspansiyon üzerinde frenleme sistemi montajını yapmakta sorun yaşadığı kabinlerde, üst süspansiyon ile frenleme sistemi arasında U profiller yerleştirerek montajları yapmışlardır. Frenleme sistemi ile yardımcı profiller arasında M12 toplam 12 adet civata ve yardımcı profiller ile üst süspansiyon arasında M12 toplam 8 adet civata kullanılmıştır (Şekil 4.25). Analiz önceki analizde ki koşullar aynı tutularak gerçekleştirilmiştir. Analizde elde ettiğimiz Von Mises gerilmeleri Şekil 4.26 ve Şekil 4.27’de, yer değiştirmeler Şekil

4.28'de, güvenlik faktörü Şekil 4.29'da ve cıvata mukavemet sonucu Şekil 4.30'da verilmiştir.

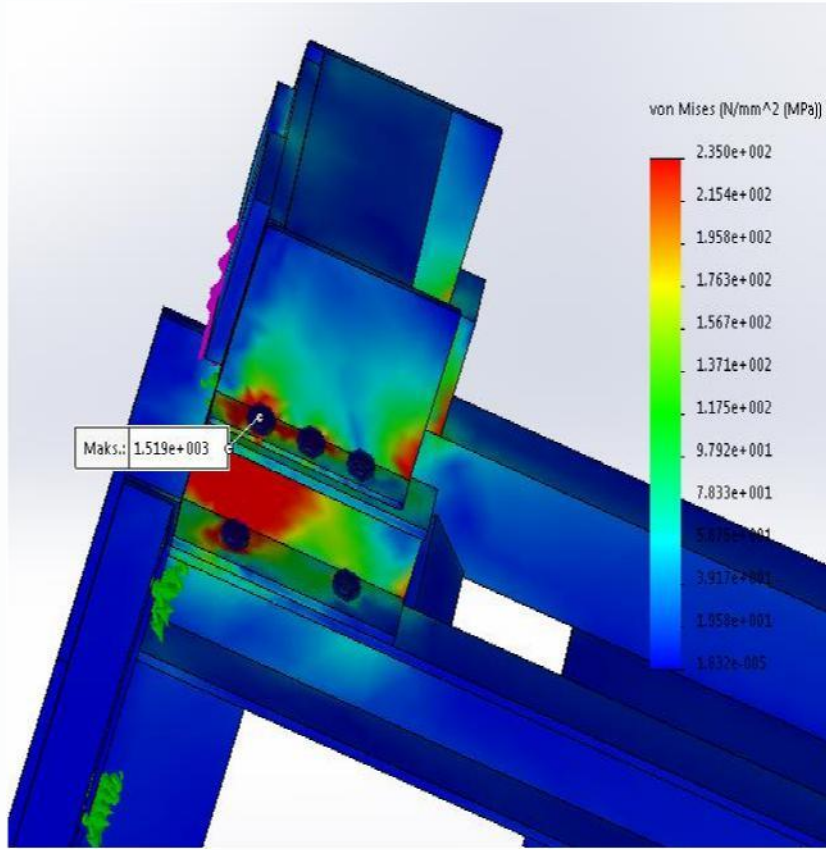
Kabin süspansiyonu üzerinde frenleme sistemi montajını engelleyen bayrak sacı olması nedeniyle frenleme sistemi ile süspansiyon arasında ilave 100x50x6 ebatlarında U profiller kullanarak montajı yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda frenleme kuvvetine yakın cıvata çevresinde gerilme değeri 1519 MPa olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.26, 4.27). Elde edilen gerilme değeri akma mukavemetinin 6,46 katına eşittir. Yer değiştirme frenleme sistemi üzerinde 2,3 mm çıkmıştır (Şekil 4.28). Güvenlik faktörü analizi sonucunda minimum güvenlik katsayısı 0,13 olduğu görülmüştür (Şekil 4.29). Süspansiyon arasında ki frenleme sistemine oranla sistemimiz 6,35 kat emniyetsiz çıkmıştır. Esas kritik değer cıvata mukavemet analiz sonuçlarında görülmüştür. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 17, 18, 19, 20 numaralı cıvataların emniyetsiz olduğu SE analiz sonuçlarının listelendiği EK 5'te gözlenmiştir. Şekil 4.30'u incelediğimizde emniyetsiz çıkan cıvataların önemli bir bölümünün süspansiyon ile 100x50x6 ebatlarında ki profiller arasında olduğu anlaşılmıştır. Sonuç olarak asansör de tek yönlü ani tip frenleme sistemi çift yönde kabini durduramayacağından dolayı asansör firması tarafından sökülüştür. Fakat yeni çift yönlü kayma tip frenleme sistemimizin uygun montajı yapılmadığında frenleme sistemi çalışabilecek olsa dahi kabini askıda tutamayacağı tespit edilmiştir.



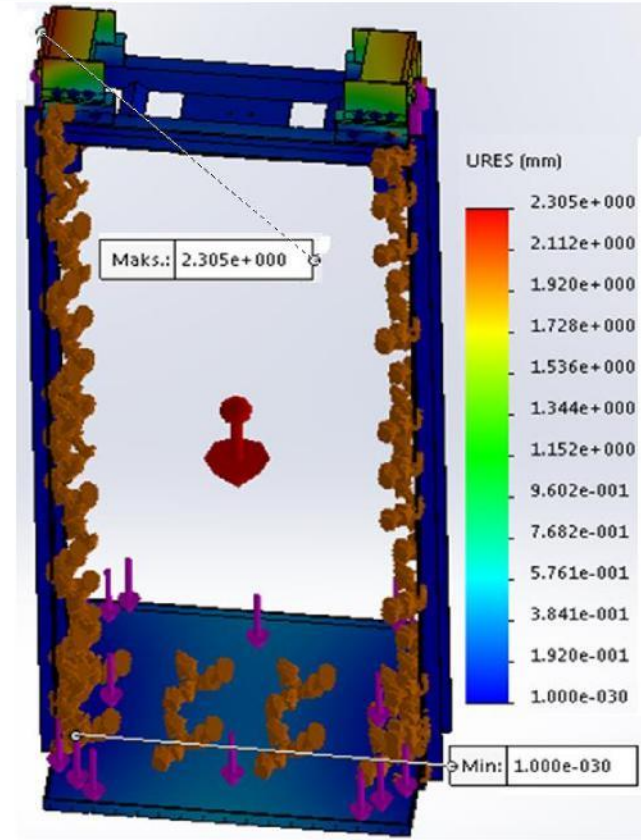
Şekil 4.25 Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilmiş çift yönlü frenleme sistemi



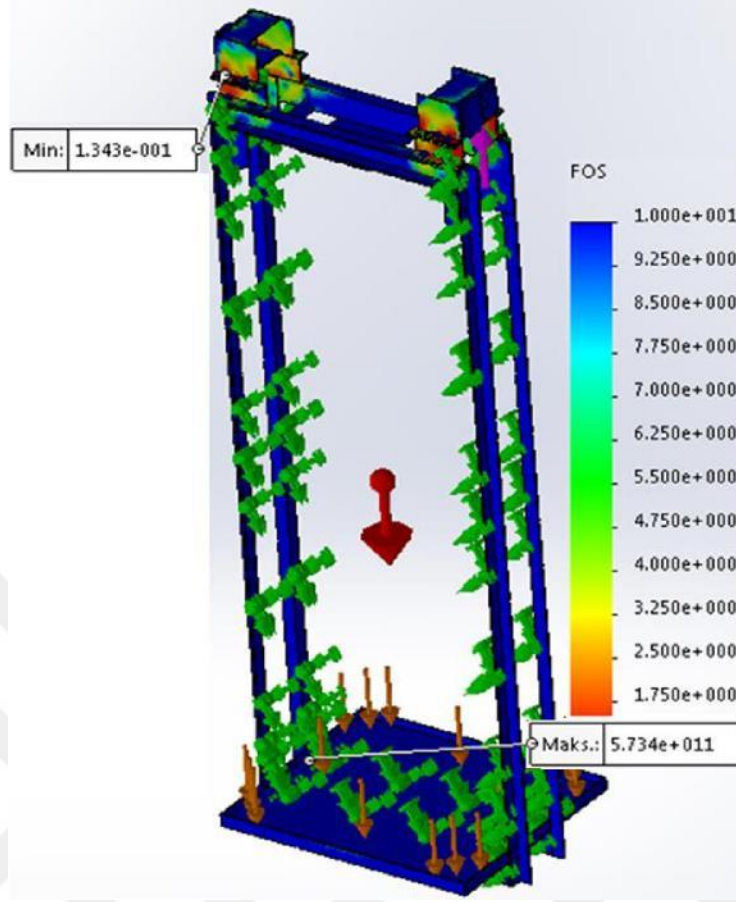
Şekil 4.26 Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilmiş çift yönlü frenleme sistemi gerilme analizi sonuçları



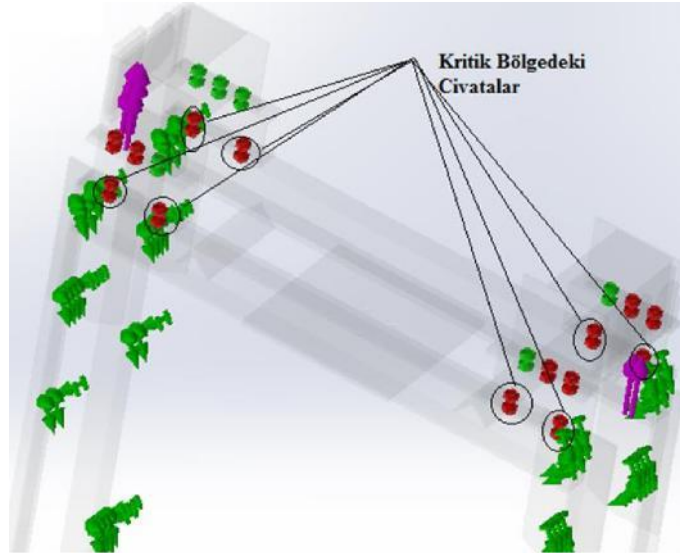
Şekil 4.27 Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilmiş çift yönlü frenleme sistemi gerilme analizi sonuçları(yakından görünüşü)



Şekil 4.28 Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilmiş çift yönlü frenleme sistemi yer değiştirme analizi sonuçları



Şekil 4.29 Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilmiş çift yönlü frenleme sistemi güvenlik faktörü analizi sonuçları



Şekil 4.30 Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilen frenleme sistemi civata kontrolü

5. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME

Frenleme sistemimizin analizi için; 3 boyutlu tasarım özelliği ile hazırlanmış olan parçalar, programın montaj özelliği kullanılarak bir araya getirilip model haline dönüştürülmüştür. Hazırlanan bu modeller SEY kullanan analiz paket programı ile analiz edilmiştir.

Frenleme sistemi olmayan kabin süspansiyon modeli analiz sonuçlarında maksimum gerilme 83,41 MPa, maksimum yer değiştirme 0,9863 mm, minimum güvenlik katsayısı 3,3 olarak bulunmuştur. Süspansiyon arasında konumlandırılmış frenleme sistemi modeli analiz sonuçlarında maksimum gerilme 239 MPa, maksimum yer değiştirme 0,389 mm, minimum güvenlik katsayısı 0,983 olarak bulunmuştur ve toplam 40 adet civatadan tümünün emniyetli olduğu gözlenmiştir. Süspansiyon üzerinde konumlandırılmış frenleme sistemi modeli analiz sonuçlarında maksimum gerilme 1367 MPa, maksimum yer değiştirme 0,9 mm, minimum güvenlik katsayısı 0,17 olarak bulunmuştur ve toplam 12 civatadan 8 tanesi emniyetsiz olduğu gözlenmiştir. Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilmiş frenleme sistemi modeli analiz sonuçlarında maksimum gerilme 1519 MPa, maksimum yer değiştirme 2,3 mm, minimum güvenlik katsayısı 0,13 olarak bulunmuştur ve toplam 20 civatadan 14 tanesi emniyetsiz olduğu gözlenmiştir.

Frenleme sisteminin testi kabin boş iken ve düşük hızda yapılması nedeniyle en kritik durumlar periyodik ve tescil öncesi kontrollerde A tipi muayene kuruluşları tarafından görülememektedir. Düşük hız ile yapılan test sonuçlarında asansör frenleme sistemi ve kabin karkası üzerinde oluşabilecek deformasyonlar ve civataların emniyetsiz çıkma durumları gözlem ile anlaşılammaktadır. Ve asansör kontrol neticesinde yeşil etiket almaktadır. Bu tip sorunların tespit edilebilmesi için 2 yöntem vardır. Birinci yöntem kabin %125 yükte yüksek hızda frenlemeye tabi tutulmasıdır. Veya SEY kullanılarak analiz ağının eleman sayısını arttırarak analiz sonuçlarından yakınsaklığın yakalandığı analiz üzerinden SE sonuçlarının yorumlanmasıdır. Asansör periyodik kontrolleri için yetkilendirilecek A tipi muayene kuruluşlarına dair tebliğ (SGM: 2015/24) madde 29'a göre asansör güvenlik tertibatı ve tampon gibi donanımlarda gerçekleştirilecek olan testler, konu ile ilgili standartlarda belirtildiği üzere kabin boşken ve düşük hızlarda yapılması gerekmektedir. Bundan dolayı birinci yöntemle göre periyodik kontrolde

testimizi yüksek hızda gerçekleştiremediğimizden dolayı ikinci yöntem olan SEY’i seçtik ve analizimizi gerçek koşullara uygun bir şekilde gerçekleştirdik.

Yaptığımız analize göre birinci durumda kabin statik yük ile yüklüken frenleme sisteminin olmadığı durumda emniyet katsayısı 3,3 çıkmıştır. İkinci durumda süspansiyon arasında frenleme sistemi varken ve kabin yükteyken frenlediği durumda emniyet katsayısı 0,983 olarak çıkmış ve kritik bölge civata kenarı olduğu gözlenmiştir. Üçüncü durumda frenleme sisteminin süspansiyon üzerinde konumlandırılmış halinde emniyet katsayısı 0,17 çıkmıştır. Dördüncü durumda süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile frenleme sistemi monte edilip frenleme yapıldığında emniyet katsayısı 0,13 çıkmıştır. Ayrıca maksimum yer değiştirme bölgesi kabin süspansiyonundan frenleme sistemi üzerinde ki bölgeye artarak geçtiği gözlenmiştir.

SEY analizleri, asansör güvenlik tertibatı monte edilmiş yöntemlerine göre kabin süspansiyonundan uzaklaştırılıp bağlantı elemanları eklendikçe gerilme, yer değiştirme güvenlik katsayısı ve civata emniyetleri yönünden olumsuz sonuçlar vermektedir. Güvenlik için, SEY analizleri fren sisteminin kabin süspansiyonu arasında olması gerektiğini önermektedir.

6. KAYNAKLAR

- [1] İmrak, C. E., Gerdemeli, İ., 2000, “*Asansörler ve Yürüyen Merdivenler*”. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [2] İnternet: Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 2007, “*Asansör Yönetmeliği (95/16/AT)*” <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/01/20070131-7.html> erişim tarihi: 29.10.2017
- [3] Türk Standardı (2004), *TS 8237 ISO 4190-1 Asansörler – Yerleştirme ile ilgili Boyutlar – Bölüm 1: Sınıf I, Sınıf II, Sınıf III, Sınıf VI Asansörleri*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü
- [4] Ertürk, A. S., 2008, “*Asansör tasarımı ve gerilme analizi*”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İZMİR, 10, 27-28, 53.
- [5] Babalık, F.C, Çavdar, K., 2008, “*Asansörlerde kayar frenler ve tasarım problemleri*”, Asansör Sempozyumu, İzmir, 77-83.
- [6] Türk Standartı (2011), *TS EN 81-1+A3 Asansörler - Yapım ve Montaj İçin Güvenlik Kuralları – Bölüm 1: Elektrikli Asansörler*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü
- [7] Ersavaş, M., 2009, “*Çift yönlü fren bloklarının modellenmesi test ve analizi*”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL, 7.
- [8] İnternet: Milli Eğitim Bakanlığı, 2011, “*Asansör Kuyu Donanımları*” www.megep.meb.gov.tr/mte_program.../Asansör%20Kuyu%20Donanımları.pdf, 54-55 erişim tarihi 16.12.2016
- [9] Bedir , S., 2007, “*Çift yönlü asansör fren bloklarının modellenmesi ve sonlu elemanlarının analizi*”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL, 18, 67.
- [10] Demirsöz, R., 2005, “*Asansör kılavuz rayların gerilme analizi*”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL
- [11] <http://www.een.kso.org.tr/konya-firma-rehberi/4339/1623/> erişim tarihi 16.12.2016
- [12] Keklik, E., 2010, “*Modern asansörler için paraşüt fren tertibatı tasarımı*”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, SAKARYA, 54.
- [13] <http://zorluasansor.com/urunler/urunler.php?k=88> erişim tarihi 16.12.2016
- [14] Türk Standartı (2001), *TS EN 10922 EN 81-1 Asansörler - Yapım ve Montaj İçin*

Güvenlik Kuralları – Bölüm 1: Elektrikli Asansörler, Ankara: Türk Standartları Enstitüsü

- [15] <http://www.zorluasansor.com/urun.php?id=31> erişim tarihi 16.12.2016
- [16] <http://www.selkajasansor.com/cift-yonlu-hiz-regulatoru-gergi-kasnaklari/> erişim tarihi 16.12.2016
- [17] <https://www.youtube.com/watch?v=CoDPtY7YxpY> erişim tarihi 16.12.2016
- [18] <http://docplayer.biz.tr/39173-En-81-1-2-standartlari-guncellemesi.html> erişim tarihi: 19.12.2016
- [19] <http://onsaasansor.com.tr/product/asansor-hiz-regulatoru/> erişim tarihi: 22.12.2016
- [20] http://www.ozbesler.com.tr/detay.php?kid=527#!/page_6 erişim tarihi: 22.12.2016
- [21] <https://www.emkalift.com/asansor-freni-i> erişim tarihi: 22.12.2016
- [22] <http://www.kutupofil.net/npu.html> erişim tarihi: 22.12.2016
- [23] <http://www.kutupofil.net/kosebent.html> erişim tarihi: 22.12.2016

EKLER

EK 1 Emirhan Demir Çelik San. Ve Tic. Ltd. Şti Firmasının İnternet Sitesinden Alınan Npu Profil Fiziksel Özellik Tablosu

EK 2 Emirhan Demir Çelik San. Ve Tic. Ltd. Şti Firmasının İnternet Sitesinden Alınan Npl Profil Fiziksel Özellik Tablosu

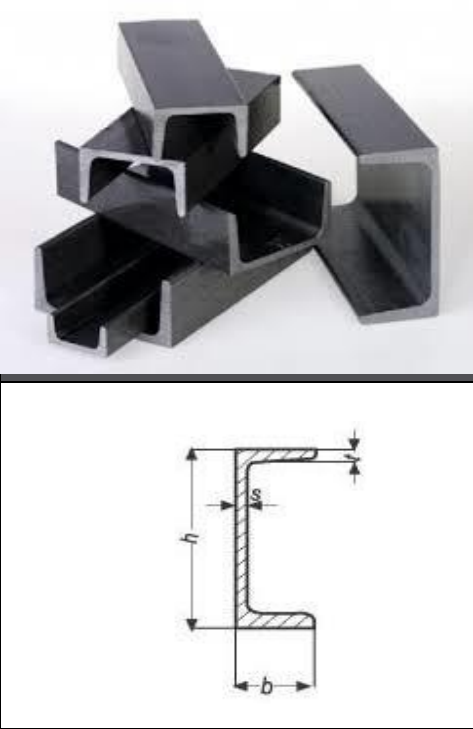
EK 3 Süspansiyon Arasına Monte Edilen Frenleme Sistemi Cıvataları SE Analiz Sonuçları

EK 4 Süspansiyon Üzerine Monte Edilen Frenleme Sistemi SE Cıvataları Analiz Sonuçları

EK 5 Süspansiyon Üzerine Yardımcı Profiller İle Monte Edilen Frenleme Sistemi Cıvataları SE Analiz Sonuçları

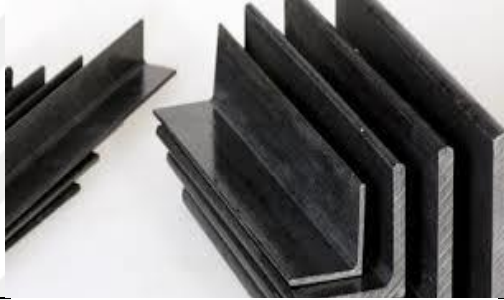
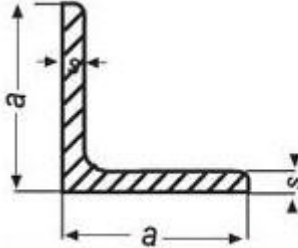
EK 1 Emirhan Demir Çelik San. Ve Tic. Ltd. Şti. Firmasının İnternet Sitesinden Alınan Npu Profil Fiziksel Özellik Tablosu

Çizelge 1.1 U profillerin fiziksel özellikleri[22]

NPU DEMİR AĞIRLIK CETVELİ(U PROFİL)		
Ebat(mm)	Ağırlık(Kg/Metre)	
40x20x5	2,70	
50x25x6	4,32	
65x42x5.5	7,09	
80x45x6	8,64	
100x50x6	10,60	
120x55x7	13,40	
140x60x7	16,00	
160x65x7,5	18,80	
180x70x8	22,00	
200x75x8,5	25,30	
220x80x9	29,40	
240x85x9,5	33,20	
260x90x10	37,90	
280x95x10	41,80	
300x100x10	46,20	

EK 2 Emirhan Demir Çelik San. Ve Tic. Ltd. Şti. Firmasının İnternet Sitesinden Alınan Npl Profil Fiziksel Özellik Tablosu

Çizelge 2.1 L köşebent profillerin fiziksel özellikleri[23]

NPL DEMİR AĞIRLIK CETVELİ(KÖŞEBENT PROFİL)		
Ebat(mm)	Ağırlık(Kg/Metre)	
25x25x3	2,7	
30x30x3	4,32	
30x30x4	7,09	
40x40x4	8,64	
50x50x5	10,6	
60x60x6	13,4	 <p>TS 908 DIN 1028 ASTM A6 JIS G 3192 EN 10056</p>
65x65x7	16	
70x70x7	18,8	
80x80x8	22	
100x100x10	25,3	
120x120x11	29,4	

EK 3 Süspansiyon Arasına Monte Edilen Frenleme Sistemi Cıvataları SE Analiz Sonuçları

Çizelge 3.1 Süspansiyon arasına monte edilen frenleme sistemi cıvata mukavemet kontrol sonuçları

Tip	X Bileşeni	Y Bileşeni	Z Bileşeni	Sonuç
Yırtılma Kuvveti (N)	13.813	29.619	0	32.682
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33315	33315
Bükülme momenti (N.m)	0.081928	-0.057483	0	0.10008
Yırtılma Kuvveti (N)	-157.65	-91.006	0	182.03
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	29632	29632
Bükülme momenti (N.m)	-0.2244	0.92999	0	0.95668
Yırtılma Kuvveti (N)	580.93	213.08	0	618.77
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33440	33440
Bükülme momenti (N.m)	1.5672	-3.1214	0	3.4927
Yırtılma Kuvveti (N)	148.28	-11.357	0	148.71
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33322	33322
Bükülme momenti (N.m)	0.40269	-0.67096	0	0.78253
Yırtılma Kuvveti (N)	246.41	-55.175	0	252.52
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33298	33298
Bükülme momenti (N.m)	0.48902	-1.0367	0	1.1462
Yırtılma Kuvveti (N)	-27.38	18.421	0	33
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33356	33356
Bükülme momenti (N.m)	0.19643	-0.60579	0	0.63684
Yırtılma Kuvveti (N)	111.3	8.2128	0	111.61
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33304	33304
Bükülme momenti (N.m)	-0.64421	0.75039	0	0.98899
Yırtılma Kuvveti (N)	274.42	-11.718	0	274.67
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33333	33333
Bükülme momenti (N.m)	-0.21305	2.4916	0	2.5007
Yırtılma Kuvveti (N)	713.9	175.79	0	735.23
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33475	33475
Bükülme momenti (N.m)	-1.4591	3.8127	0	4.0823
Yırtılma Kuvveti (N)	315.5	-120.19	0	337.62
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33291	33291
Bükülme momenti (N.m)	-0.12729	1.4922	0	1.4976
Yırtılma Kuvveti (N)	129.05	-65.429	0	144.69
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33341	33341
Bükülme momenti (N.m)	-0.63521	-1.1738	0	1.3346
Yırtılma Kuvveti (N)	-24.953	25.899	0	35.964
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33318	33318
Bükülme momenti (N.m)	1.0373	0.41684	0	1.1179
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33323	33323
Bükülme momenti (N.m)	0.1882	1.5502	0	1.5615
Yırtılma Kuvveti (N)	-564.26	165.5	0	588.03
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33443	33443
Bükülme momenti (N.m)	1.6483	3.1596	0	3.5638
Yırtılma Kuvveti (N)	-264.8	-49.721	0	269.42
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33302	33302
Bükülme momenti (N.m)	-0.048312	1.4062	0	1.407
Yırtılma Kuvveti (N)	-14.073	23.692	0	27.556
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33363	33363
Bükülme momenti (N.m)	-0.1125	0.46807	0	0.4814
Yırtılma Kuvveti (N)	-72.271	-2.43	0	72.312
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33308	33308
Bükülme momenti (N.m)	-0.6481	-0.66782	0	0.9306
Yırtılma Kuvveti (N)	-306.6	-4.6805	0	306.64
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33321	33321
Bükülme momenti (N.m)	-0.53076	-1.6989	0	1.7799
Yırtılma Kuvveti (N)	-305.48	-169.51	0	349.36
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33298	33298
Bükülme momenti (N.m)	0.42401	-1.1778	0	1.2518
Yırtılma Kuvveti (N)	-671.98	212.91	0	704.91
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33464	33464
Bükülme momenti (N.m)	-1.7563	-3.6018	0	4.0072
Yırtılma Kuvveti (N)	234.24	6134.2	0	6138.6
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33464	33464
Bükülme momenti (N.m)	31.55	-0.67559	0	31.557
Yırtılma Kuvveti (N)	-369.52	6706.9	0	6717
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33273	33273
Bükülme momenti (N.m)	34.67	1.4419	0	34.7
Yırtılma Kuvveti (N)	-192.41	7270.4	0	7272.9
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33340	33340
Bükülme momenti (N.m)	36.024	1.2331	0	36.045
Yırtılma Kuvveti (N)	400.94	7272.5	0	7283.6
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33113	33113
Bükülme momenti (N.m)	36.504	-1.8132	0	36.549
Yırtılma Kuvveti (N)	781.79	6863.7	0	6908.1

Çizelge 3.1 Devam Süspansiyon arasına monte edilen frenleme sistemi civata mukavemet kontrol sonuçları

Eksenel Kuvvet (N)	0	0	32995	32995
Bükülme momenti (N.m)	34.528	-2.9462	0	34.653
Yırtılma Kuvveti (N)	50.803	6250.1	0	6250.3
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33452	33452
Bükülme momenti (N.m)	-31.416	-0.18147	0	31.417
Yırtılma Kuvveti (N)	-603.77	7074.3	0	7100.1
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33396	33396
Bükülme momenti (N.m)	-35.662	-2.3816	0	35.742
Yırtılma Kuvveti (N)	-180.97	7731.9	0	7734
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33372	33372
Bükülme momenti (N.m)	-39.254	-0.97617	0	39.266
Yırtılma Kuvveti (N)	615.31	7790.6	0	7814.8
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33065	33065
Bükülme momenti (N.m)	-39.831	3.7176	0	40.004
Yırtılma Kuvveti (N)	1483.1	7199.6	0	7350.8
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33035	33035
Bükülme momenti (N.m)	-36.305	7.3063	0	37.033
Yırtılma Kuvveti (N)	-75.392	6179.2	0	6179.6
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33470	33470
Bükülme momenti (N.m)	-31.445	-0.19027	0	31.446
Yırtılma Kuvveti (N)	611.92	6960.1	0	6986.9
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33328	33328
Bükülme momenti (N.m)	-35.967	2.9182	0	36.086
Yırtılma Kuvveti (N)	247.47	7842.4	0	7846.3
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33431	33431
Bükülme momenti (N.m)	-39.761	1.1259	0	39.777
Yırtılma Kuvveti (N)	-642.09	7849.2	0	7875.4
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33126	33126
Bükülme momenti (N.m)	-39.246	-3.4878	0	39.401
Yırtılma Kuvveti (N)	-1543.5	7359.2	0	7519.4
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	-33003	33003
Bükülme momenti (N.m)	-36.792	-6.9142	0	37.436
Yırtılma Kuvveti (N)	-255.53	6048.9	0	6054.3
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33453	33453
Bükülme momenti (N.m)	30.871	0.83141	0	30.882
Yırtılma Kuvveti (N)	386.87	6724.2	0	6735.4
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33411	33411
Bükülme momenti (N.m)	33.899	-1.3446	0	33.926
Yırtılma Kuvveti (N)	230.46	7332.1	0	7335.7
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33391	33391
Bükülme momenti (N.m)	37.572	-1.6858	0	37.61
Yırtılma Kuvveti (N)	-339.69	7262.1	0	7270.1
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33125	33125
Bükülme momenti (N.m)	36.952	2.0022	0	37.007
Yırtılma Kuvveti (N)	-840.03	6724.1	0	6776.4
Eksenel Kuvvet (N)	0	0	33056	33056
Bükülme momenti (N.m)	33.925	3.5931	0	34.115

EK 4 Süspansiyon Üzerine Monte Edilen Frenleme Sistemi SE Cıvataları Analiz Sonuçları

Çizelge 4.1 Süspansiyon üzerine monte edilen frenleme sistemi cıvata mukavemet kontrol sonuçları

Tip	X Bileşeni	Y Bileşeni	Z Bileşeni	Sonuç
Yırtılma Kuvveti (N)	-1990.2	0	6561.2	6856.4
Eksenel Kuvvet (N)	0	79424	0	79424
Bükülme momenti (N.m)	-122.72	0	21.934	124.67
Yırtılma Kuvveti (N)	1262.4	0	-2289.1	2614.1
Eksenel Kuvvet (N)	0	39839	0	39839
Bükülme momenti (N.m)	-0.8873	0	12.252	12.284
Yırtılma Kuvveti (N)	773.66	0	1363.8	1568
Eksenel Kuvvet (N)	0	33104	0	33104
Bükülme momenti (N.m)	-9.3384	0	5.1884	10.683
Yırtılma Kuvveti (N)	-1768.3	0	-6568.3	6802.2
Eksenel Kuvvet (N)	0	71961	0	71961
Bükülme momenti (N.m)	111.76	0	18.478	113.28
Yırtılma Kuvveti (N)	1056.7	0	2050.8	2307
Eksenel Kuvvet (N)	0	38617	0	38617
Bükülme momenti (N.m)	-0.090147	0	10.22	10.22
Yırtılma Kuvveti (N)	665.75	0	-1118.4	1301.5
Eksenel Kuvvet (N)	0	33131	0	33131
Bükülme momenti (N.m)	7.72	0	4.4058	8.8887
Yırtılma Kuvveti (N)	-585.7	0	-1146.6	1287.5
Eksenel Kuvvet (N)	0	33053	0	33053
Bükülme momenti (N.m)	7.6882	0	-3.9496	8.6434
Yırtılma Kuvveti (N)	-1019.5	0	1985.4	2231.8
Eksenel Kuvvet (N)	0	38525	0	38525
Bükülme momenti (N.m)	0.52624	0	-9.4496	9.4642
Yırtılma Kuvveti (N)	1554.6	0	-6451.6	6636.3
Eksenel Kuvvet (N)	0	71811	0	71811
Bükülme momenti (N.m)	110.97	0	-19.86	112.73
Yırtılma Kuvveti (N)	1965	0	6899.6	7174
Eksenel Kuvvet (N)	0	79487	0	79487
Bükülme momenti (N.m)	-125.31	0	-18.969	126.74
Yırtılma Kuvveti (N)	-1205.6	0	-2602.6	2868.3
Eksenel Kuvvet (N)	0	39144	0	39144
Bükülme momenti (N.m)	2.671	0	-11.839	12.137
Yırtılma Kuvveti (N)	-708.86	0	1315.8	1494.6
Eksenel Kuvvet (N)	0	33124	0	33124
Bükülme momenti (N.m)	-9.3247	0	-4.9096	10.538

EK 5 Süspansiyon Üzerine Yardımcı Profiller İle Monte Edilen Frenleme Sistemi Cıvataları SE Analiz Sonuçları

Çizelge 5.1 Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilen frenleme sistemi cıvata mukavemet kontrol sonuçları

Tip	X Bileşeni	Y Bileşeni	Z Bileşeni	Sonuç
Yırtılma Kuvveti (N)	194.96	966.6	-230.99	1012.8
Eksenel Kuvvet (N)	44671	-26700	-74023	90487
Bükülme momenti (N.m)	57.244	-34.942	47.149	81.98
Yırtılma Kuvveti (N)	332.79	-252.97	292.07	509.95
Eksenel Kuvvet (N)	18166	-10857	-30102	36797
Bükülme momenti (N.m)	10.153	2.4102	5.2577	11.685
Yırtılma Kuvveti (N)	642.76	29.35	377.3	745.89
Eksenel Kuvvet (N)	39176	-23415	-64918	79356
Bükülme momenti (N.m)	65.53	-29.485	50.181	87.645
Yırtılma Kuvveti (N)	757.88	204.79	383.5	873.72
Eksenel Kuvvet (N)	22401	-13389	-37119	45375
Bükülme momenti (N.m)	20.243	-6.3844	14.519	25.716
Yırtılma Kuvveti (N)	-872.93	479.34	-699.69	1217.1
Eksenel Kuvvet (N)	16916	-10111	-28032	34266
Bükülme momenti (N.m)	-0.30586	-8.1838	2.7673	8.6444
Yırtılma Kuvveti (N)	-990.53	-358.8	-468.35	1152.9
Eksenel Kuvvet (N)	44710	-26722	-74086	90564
Bükülme momenti (N.m)	-44.527	52.199	-45.699	82.436
Yırtılma Kuvveti (N)	462.15	-355.09	406.98	710.85
Eksenel Kuvvet (N)	18186	-10869	-30134	36837
Bükülme momenti (N.m)	1.2407	12.329	-3.6983	12.932
Yırtılma Kuvveti (N)	10.818	-853.05	314.22	909.15
Eksenel Kuvvet (N)	38719	-23142	-64162	78431
Bükülme momenti (N.m)	-35.934	61.788	-43.971	83.919
Yırtılma Kuvveti (N)	86.948	-674.57	295.79	741.89
Eksenel Kuvvet (N)	22925	-13702	-37987	46436
Bükülme momenti (N.m)	-11.533	22.53	-15.086	29.465
Yırtılma Kuvveti (N)	-625.74	813.72	-671.13	1226.4
Eksenel Kuvvet (N)	16817	-10051	-27866	34064
Bükülme momenti (N.m)	-6.8786	-2.6719	-3.1874	8.0383
Yırtılma Kuvveti (N)	-445.4	-498.9	-88.839	674.66
Eksenel Kuvvet (N)	18236	-10900	-30219	36940
Bükülme momenti (N.m)	-4.4527	-2.3636	-1.8346	5.3646
Yırtılma Kuvveti (N)	1241.8	901.54	424.2	1592.1
Eksenel Kuvvet (N)	49004	-29290	-81206	99266
Bükülme momenti (N.m)	-79.638	48.479	-65.544	113.97

Çizelge 5.1 Devamı Süspansiyon üzerine yardımcı profiller ile monte edilen frenleme sistemi civata mukavemet kontrol sonuçları

Tork (N.m)	0	-0	-0	0
Yırtılma Kuvveti (N)	-128.26	-38.97	-63.348	148.27
Eksenel Kuvvet (N)	16527	-9877.8	-27385	33476
Bükülme momenti (N.m)	-0.45031	-0.76796	0.0052476	0.89026
Tork (N.m)	0	-0	-0	0
Yırtılma Kuvveti (N)	-52.621	54.298	-51.341	91.396
Eksenel Kuvvet (N)	16430	-9819.6	-27225	33280
Bükülme momenti (N.m)	-0.68224	-0.64412	-0.17939	0.95527
Tork (N.m)	0	-0	-0	0
Yırtılma Kuvveti (N)	-58.259	197.23	-106.29	231.5
Eksenel Kuvvet (N)	16305	-9745.3	-27018	33027
Bükülme momenti (N.m)	-1.1864	-0.80311	-0.42628	1.4947
Tork (N.m)	0	-0	-0	0
Yırtılma Kuvveti (N)	176.58	-891.57	428.14	1004.7
Eksenel Kuvvet (N)	16840	-10065	-27905	34111
Bükülme momenti (N.m)	7.437	-1.318	4.9635	9.0378
Tork (N.m)	0	-0	-0	0
Yırtılma Kuvveti (N)	-338.95	200.11	-276.73	481.16
Eksenel Kuvvet (N)	22089	-13202	-36603	44744
Bükülme momenti (N.m)	13.181	-21.222	15.609	29.458
Tork (N.m)	0	-0	-0	0
Yırtılma Kuvveti (N)	-633.74	288.41	-486.48	849.39
Eksenel Kuvvet (N)	36139	-21600	-59884	73203
Bükülme momenti (N.m)	34.325	-59.792	42.282	80.877
Tork (N.m)	0	-0	-0	0
Yırtılma Kuvveti (N)	31.686	-511.93	203.77	551.91
Eksenel Kuvvet (N)	38980	-23298	-64593	78959
Bükülme momenti (N.m)	39.192	-48.916	41.295	75.061
Tork (N.m)	0	-0	-0	0
Yırtılma Kuvveti (N)	-827.3	109.24	-538.67	993.24
Eksenel Kuvvet (N)	17575	-10505	-29123	35600
Bükülme momenti (N.m)	-0.48048	-13.493	4.5769	14.256
Tork (N.m)	0	-0	-0	0

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : OKUR, Hakan
Uyruğu : T.C
Doğum tarihi ve yeri : 03.09.1990 İzmir
Medeni hali : Bekar
Telefon : 05052327117
Faks : -
e-mail : okurhak@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Uşak Üniversitesi/Makine Mühendisliği Bölümü	2017
Lisans	Dumlupınar Üniversitesi/Makine Mühendisliği Bölümü	2012
Lise	Turgutlu Anadolu Lisesi	2007

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013-2014	Alberk Qa Technic Uluslararası Teknik Kontrol ve Belgelendirme A.Ş.	Asansör Muayene ve Gözetim Uzmanı
2014-	Szutest Uygunluk Değerlendirme A.Ş.	Asansör Muayene ve Gözetim Uzmanı

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

-

Hobiler

Sinemaya gitmek, Teknolojiyi takip etmek, Futbol oynamak, Müzik dinlemek