

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ASANSÖR KARŞI AĞIRLIK TASARIMI VE
GERİLME ANALİZİ

Ali Sinan ERTÜRK

Eylül, 2008

İZMİR

ASANSÖR KARŞI AĞIRLIK TASARIMI VE GERİLME ANALİZİ

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Makina Mühendisliği Bölümü, Mekanik Anabilim Dalı**

Ali Sinan ERTÜRK

**Eylül, 2008
İZMİR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ALİ SİNAN ERTÜRK, tarafından **YRD. DOÇ. DR. ÇINAR E. YENİ** yönetiminde hazırlanan “**ASANSÖR KARŞI AĞIRLIK TASARIMI VE GERİLME ANALİZİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....
Yrd. Doç. Dr. Çınar E. YENİ

Yönetici

.....
Jüri Üyesi

.....
Jüri Üyesi

.....
Prof. Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli zamanlarını bana ayırarak, bilgi, tecrübe ve değerli katkılarıyla beni yönlendiren sayın Yrd. Doç. Dr. Çınar Yeni' ye teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bilgi ve birikimlerimi kazandığım LÖHER Asansör ve Yürüyen Merdiven San. Tic. A.Ş. çalışanlarına, tüm öğrenim hayatım boyunca hiçbir desteği esirgemeyen, her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkür ederim.

Göstermiş olduğu sabır, fedakarlık ve her türlü manevi desteğiyle yanımda olan, çok sevdiğim insan Yasemin Türeşe' ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ali Sinan ERTÜRK

İzmir, 2008

ASANSÖR KARŞI AĞIRLIK TASARIMI VE GERİLME ANALİZİ

ÖZ

Geçmişte lüks olarak görülen, günümüzde ise kanunen beş ve daha yüksek katlı binalarda zorunlu olan asansör sistemleri, düşey transport sektörünün teknolojiyle paralel olarak en hızlı gelişen mekanizmalardır. Asansör boyutu tamamen ihtiyaca göre belirlenmekte, binada asansörü kullanacak insan sayısı arttıkça daha büyük kapasiteli ya da iki veya daha fazla asansör yapılmaktadır. Kapasite arttıkça kullanılan malzemeler de önem kazanmakta, daha mukavim, hafif ve en ekonomik olanları tercih edilmektedir.

Yapılan bu çalışmada, asansör sisteminin günümüze kadar nasıl geliştiği, asansör parçalarının kullanım amaçları belirtilmiş olup, asansör sisteminin hareketini sağlayan, sistemi dengeleme görevine sahip asansör karşı ağırlığı tasarımı ile ilgili çalışma ve analizler yapılmıştır. Tasarım çalışmalarında, dayanıklılığın yanı sıra ekonomik boyut da incelenmiş olup, kullanılabilecek en uygun karşı ağırlık tasarımı belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın yürütülmesi sırasında belirli hesaplamalar yapılarak asansör karşı ağırlığının hangi yüklere maruz kalabileceği belirlenmiştir. Tasarım için SolidWorks, yapılan tasarımların analizleri için yine SolidWorks programıyla beraber çalışan FEM (Finite Elements Method - Sonlu Elemanlar Metodu) yöntemini esas alan CosmosWorks programlarından yararlanılmıştır. Çalışmada ayrıca SolidWorks ve CosmosWorks programlarının kısa tanıtımları yapılarak analiz için bu programların seçilme nedenlerine değinilmiştir.

Çalışmanın son bölümünde analiz sonuçları yorumlanmış, maliyet hesapları yapıp ekonomik boyut da göz önünde bulundurularak yeni bir karşı ağırlık tasarımı oluşturulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Karşı Ağırlık, Gerilme Analizi, Mekanik Fren, CosmosWorks

ELEVATOR COUNTERWEIGHT DESIGN AND STRESS ANALYSIS

ABSTRACT

Elevator systems, seen as luxury items in the past, today compulsory in buildings five stories and higher, are the fastest growing mechanisms of vertical transport sector in parallel to technology. Elevator dimensions are entirely determined according to requirement, higher capacity or two or more elevators are built when the number of people who will make use of the elevator increases in a building. Capacity increase gives the materials to be used in its construction more significance, those that are more durable, light and economic are preferred.

In this study, development of elevator systems until today are discussed first; afterwards, elevator parts are introduced and briefly explained and finally, elevator counterweight design studies and related analyses are carried out. Elevator counterweight is part of the system, which enables its movement and balances the system. In the design studies, economic aspects, as well as, counterweight strength are considered as the criteria for the optimum design.

In carrying out the studies, calculations have been done in order to determine the types and intensities of loads the elevator counterweight will be subjected to. Software program SolidWorks has been utilized for designing the counterweight and the analyses are carried out in CosmosWorks, which operates in tandem with SolidWorks and based on FEM (Finite Elements Method). Short introductions of softwares SolidWorks and CosmosWorks are also included in this study, along with the reasons of why they have been employed.

In the final stage of the study, comments have been made on the results of the analyses, by also taking into consideration the economic aspects, a new elevator counterweight design has been proposed.

Keywords: Elevator Counterweight, Stress Analysis, Safety Gear, CosmosWorks

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	v

BÖLÜM BİR – GİRİŞ..... 1

1.1 Geçmişten Bugüne Asansörler.....	1
1.2 Düşey Transport Sistemleri ve Sınıflandırılması.....	7
1.2.1 Sınıf I Asansörler.....	7
1.2.2 Sınıf II Asansörler.....	8
1.2.3 Sınıf III Asansörler.....	8
1.2.4 Sınıf IV Asansörler.....	8
1.2.5 Sınıf V Asansörler.....	8
1.2.6 Sınıf VI Asansörler.....	8

BÖLÜM İKİ - ASANSÖRLERİN MEKANİK DONANIMI.....9

2.1 Asansör Kuyusu.....	10
2.2 Makina Dairesi.....	12
2.3 Kılavuz Raylar.....	13
2.4 Asansör Tahrik Sistemi.....	14
2.4.1 Makina Motor Grubu.....	14
2.4.2 Elektromekanik Fren.....	15
2.4.3 Tahrik Kasnakları ve Yivleri.....	17
2.4.4 Makina Kaidesi.....	18
2.4.5 Asansör Halatları.....	18
2.5 Kabin.....	20

2.6 Karşı Ağırlık.....	21
2.7 Asansör Kapıları.....	22
2.8 Asansör Güvenlik Sistemleri.....	23
2.8.1 Durdurma Şalterleri ve Güvenlik Kontakları.....	23
2.8.2 Kapı Kilitleri.....	24
2.8.3 Aşırı Yük Kontakları.....	24
2.8.4 Sınır Kesiciler.....	24
2.8.5 Tamponlar.....	25
2.8.6. Elektromekanik Fren Kolu ve Acil Kurtarma Tertibatı.....	26
2.8.7 Asansör Güvenlik Tertibatı.....	26
2.8.7.1 Regülatör.....	27
2.8.7.2 Mekanik Fren (Paraşüt Sistemi).....	28
BÖLÜM ÜÇ – ASANSÖR PROJESİ HESAPLAMALARI.....	30
3.1 Asansör Avan Projesi.....	30
3.1.1 Asansör Trafik Hesabı.....	30
3.1.1.1 Binada Bulunan Toplam İnsan Sayısı (B).....	31
3.1.1.2 Asansörün Bir Sefer İçin Gerekli Seyir Zamanı (T_R).....	32
3.1.1.3 Gerekli Asansör Sayısının Hesabı.....	35
3.1.2 Asansör Kuvvet Hesapları.....	37
3.1.2.1 Asansör Kuyusu Duvarlarının Dayanımı.....	37
3.1.2.2 Kuyu Tabanına Gelen Kuvvetler.....	37
3.1.2.3 Halat Ağırlığının Hesabı (F_{halat}).....	38
3.1.2.4 Kuyu Üstü Betonuna Etki Eden Kuvvetler (F_s).....	38
3.1.3 Motor Gücü Hesabı (F_s).....	39
3.2 Asansör Uygulama Projesi.....	41
3.2.1 Asansör Ray Hesabı.....	41
3.2.1.1 Güvenlik Tertibatının Çalışması.....	45
3.2.1.2 Normal Kullanma, Hareket.....	48
3.2.1.3 Normal Kullanma, Yükleme.....	49
3.2.2 Asansör Karşı Ağırlık Ray Hesabı.....	50

3.2.2.1 Normal Kullanma, Hareket.....	50
BÖLÜM DÖRT – SOLIDWORKS, COSMOSWORKS.....	53
4.1 SolidWorks.....	53
4.2 SolidWorks’ ün Kullanımı.....	53
4.3 CosmosWorks.....	55
BÖLÜM BEŞ-ASANSÖR KARŞI AĞIRLIK MODELLEMESİ VE ANALİZİ.....	57
6.1 Asansör Karşı Ağırlık Modellemesi ve Analizi.....	59
6.2 Mekanik Frenin Asansör Karşı Ağırlık Karkasına Etkisi.....	65
6.3 Asansör Karşı Ağırlık Modelinin İyileştirilme Çalışmaları ve Analizi.....	67
6.3.1 Birinci İyileştirme Çalışması.....	68
6.3.2 İkinci İyileştirme Çalışması.....	73
6.3.3 Üçüncü İyileştirme Çalışması.....	77
6.3.4 Dördüncü İyileştirme Çalışması.....	82
6.4 Karşı Ağırlık Modeli Maliyet Analizi.....	89
BÖLÜM ALTI – SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	91
KAYNAKLAR.....	93

BÖLÜM BİR

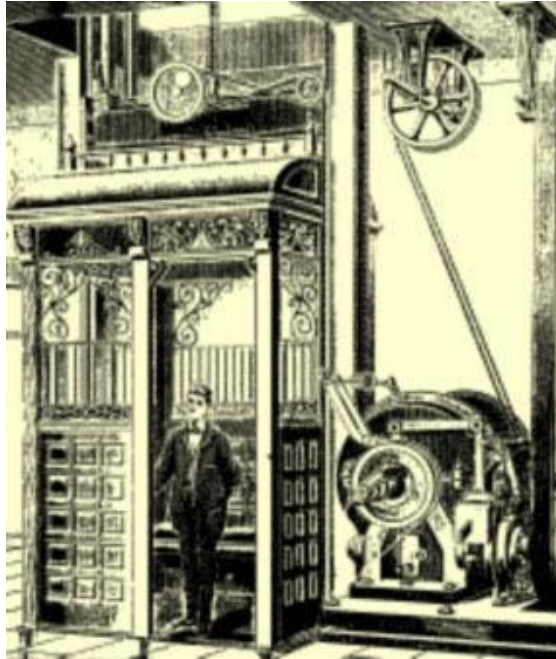
GİRİŞ

1.1 Geçmişten Bugüne Asansörler

MÖ 285-212 yılları arasında yaşamış olan Arşimet (Arcimedes) tarafından MÖ 236 yılında el ile çalıştırılan basit bir vinç şeklinde, bugünkü asansörlerin atası sayılabilecek; kaldırma makinası yapıldığı, Romalı Mimar Vitruv' un yazılarından anlaşılmaktadır. Roma saraylarında, merdiven çıkmak yerine böyle bir yardımcı makinadan faydalanıldığını gösteren kalıntılara rastlanmıştır.

Yolcu taşıyan ilk asansör, Fransız Kralı XV: Louis için 1743 yılında Versailles Sarayına yerleştirilmiştir. Bu asansör uçan iskemle adıyla anılmakta ve bazı ağırlık dengeleriyle hareket etmekte ve insan gücü ile çalışmaktaydı.

İngiltere' de 1830 yıllarında, direkt hidrolik tahrikli yük asansörleri, 1835' te de buhar makinası çalışan bir transmisyon milinden kayışla hareket alan, "teagle" denilen asansörler yapılmıştı (Şekil 1.1).

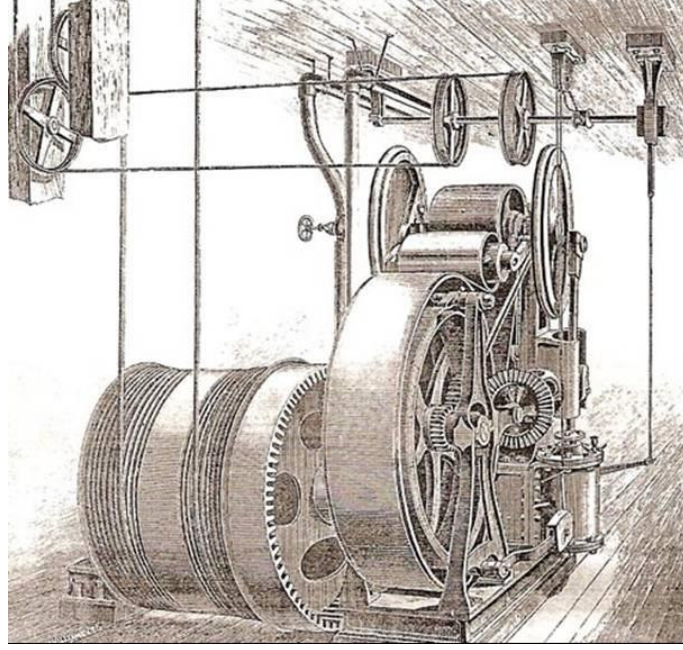


Şekil 1.1 Teagle asansörü.

Elisha Graves Otis (1811-1861) 1853 yılında, düşmeye karşı emniyet düzeni olan ilk asansörü Crystal Palace New York' ta kurarak, seyirciler önünde bizzat halatı kesmek suretiyle güvenliğı ispatlamıştır (Şekil 1.2). Sürekli çalışan bir transmisyon milinden, düz ve ters kayışlarla hareket almak yerine, Otis 1855' te kendi buhar makinası ile çalışan asansör yapmıştır (Şekil 1.3).



Şekil 1.2 Elisha Otis' in güvenlik deneyi



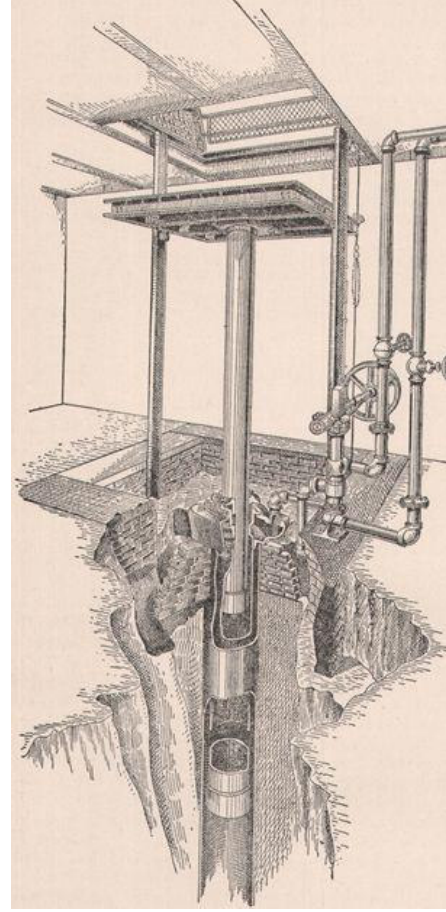
Şekil 1.3 Buhar makinalı asansör

Modern anlamda ilk asansör ise 1857 yılında New York’ ta bir iş merkezine Elisha G. Otis tarafından tesis edilmiştir. Buhar makinası ile çalışan ilk insan asansörünün kurulmuş olması New York şehrinde buhar borusu şebekesi yapılmasına, buharlı asansörlerin yaygın olarak kullanılmasına yol açmıştır. 1859 yılında New York’ ta “Fifth Avenue Hotel” ilk asansör takılan otel unvanını almıştır.

Diğer taraftan, büyük şehirlerde buharlı su şebekesi kuruluşu da, hidrolik asansör yapımı konusuna eğilimde etken olmuştur. Paris’ te “güvenli hidrolik asansör”, Leon Edoux tarafından yapıp (ascenseur) deyimi ile adlandırılarak 1867 Paris sergisinde tanıtılmıştır. 1868 yılında da, New York’ ta Equitable Life Assurance Building iş hanına ilk asansör takılmıştır (Şekil 1.4).

Halatlar üzerinden etkili ilk endirekt hidrolik asansörü 1878’ te Otis firması tarafından yapılmıştır (Şekil 1.5). Aynı yıl içinde, Otis, hız regülatörü ilavesi ile, asansör paraşüt düzenini geliştirmiştir. Yüksek hızlı ve yanı anda hareket eden dört birimden oluşan ilk grup asansörler New York’ ta Boreel binasına 1879 yılında Otis Elevator Co. tarafından yerleştirildi. 1880 yılında ise, Manheim Endüstri Sergisi’

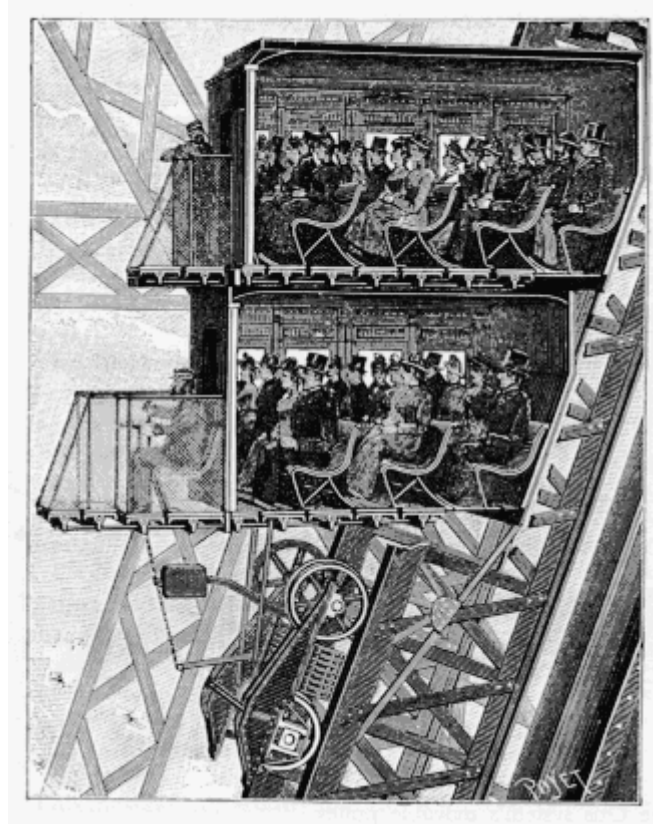
nde, Siemens ve Halske firması 22 metre yüksekliğinde bir binaya ilk elektrikli asansörü yerleştirdiler.



Şekil 1.4 Edoux' un geliştirdiği hidrolik asansör

Şekil 1.5 Endirekt hidrolik asansör

Paris' te 1889 yılında işletmeye açılan Eiffel kulesinde, üç ayrı firmanın yaptığı ve üç kademede, toplam 7 dakikada insanları yukarı çıkaracak kapasitede hidrolik asansörler bulunmaktaydı (Şekil 1.6). 1880 yılında, ilk kramayerli tırmanan elektrikli asansör, Werner Von Siemens tarafından bir binaya monte edilmiştir.



Şekil 1.6 Eiffel kulesindeki asansör

Otis, 1889 yılında sonsuz vida mekanizmalı ve halat tamburlu, elektrik motoru ile direkt bağlantılı asansör makinasını yapmıştır. Otis tarafından 1892 yılında asansör makinasında Ward-Leonard tahriği uygulanmış, 1894 yılında ise ilk basma düğmeli kumandayı gerçekleştirmiştir. 1900 yılında, Fransız De Bueren, New York’ ta redüktörsüz (gearless) asansör makinasını German-American House’ a kurmuştur. 1904 yılında Otis firması, redüktörsüz ve tahrik kasnaklı asansörü yerleştirmiştir (İmrak ve Gerdemeli , 2000).

Tahrik kasnaklı sistemlerin, asansör tahriğinde uygulanan diğer tarzlara göre, önemli üstünlükleri vardır. Asansör harekete mesafesi, pratik olarak sınırsızdır. Makina yapısı, bina yüksekliğine, ya da asansör hareket mesafesine bağlı değildir. Tahrik kasnağı, çok sayıda halat kullanma olanağını verir. Bu da işletme güvenliğinin artmasına, ayrıca küçük çaplı kasnak kullanmasına yol açar. Diğer taraftan, en üst durağı aşarak tavana doğru gidiş haline ve raylar arasında sıkışma sonucu halat boşluğu tehlikesine karşı kendiliğinden önleyici etkilidir.

Asansör yapımında önemli yeri olan tahrik kasnağı, 1877 yıllarında Alman madenciliğinde kullanılan tahrik kasnaklarının (Koepescheibe) daha gelişmiş şekli olarak kabul edilmektedir. Hesap şekli daha eskiden bilinen J. A. Eytelwein (1764-1848) tahrik kasnağı, çalışma saatleri toplamı 35 yıla ve hareket mesafesi toplamı 400000 km' ye varan çok dayanıklı bir tahrik elemanıdır.

Amerikan konstrüksiyonlarında tahrik kasnakları yuvarlak yiv profilili olup, yeterli kuvvet iletimini sağlayabilmek için ağır ve pahalı bir yapımı olan iki kat halat sarımını ve karşı kasnak kullanılmasını gerektirmekteydi. Hemen aynı yıllarda İngiltere' de görülmeye başlanan tahrik kasnaklarında V-profilili yivler bulunmaktadır. Tek kat halat sarımlı olan bu tip, Amerikan asansör yapımcıları tarafından 1919 yılında adapte edildikten sonra, tamburlu asansör yapımı gitgide azalmıştır.

Asansör mühendisleri 1915 yılında "hassas seviye düzeni" uygulamışlardır. Tahrik kasnaklı asansörler üzerinde, 1927 yılında, Dipl-Ing. Hymans ve Hellborn, ayrıca Prof. Donadt tarafından yapılan bilimsel araştırma ve yayınlardan sonra, çeşitli yiv profilleri, yapım tarzı gelişimini tamamlamış ve günümüze kadar ulaşmıştır.

Son yarım yüzyıl içinde, işletme güvenliğini, kullanma rahatlığı ve kolaylığını arttırıcı yönde, özellikle elektronik olarak büyük ilerlemeler görülmüştür. Günümüzde 300 m yüksekliği aşan binalar ve kuleler (Eiffel kulesi 300 m, Empire State Building 448 m, Moskova televizyon kulesi 537 m) yapılmış olup, asansör hızları 7 m/s ' ye ulaşmıştır. Asansör kabininin kablo bağlantısı bulunmayan, kumandaların elektro-manyetik olarak iletildiği duruma kadar gelişme sağlanmıştır (İmrak ve Gerdemeli , 2000).

1.2. Düşey Transport Sistemleri ve Sınıflandırılması

Düşey transport sistemleri, asansörler ve yürüyen merdivenler olmak üzere iki ana grupta toplanabilir. Asansör, yolcuların ve yüklerin bir düzeyden başka bir düzeye taşıyan sistemdir. Asansörleri, ağır yük asansörlerinden ve vinçlerden ayırmak gerekir. Asansörler, bir kabin veya platformdan oluşan, kılavuz raylar arasında hareket eden, iki veya daha fazla durak arasında insan ve yolcu taşıyan sistemlerdir. Bu genel tanım etrafında yirmiden fazla asansör çeşidi bulunmaktadır. Asansörler yüz yıldan daha uzun bir zaman diliminde insanlara yüksek katlı binalarda hizmet verebilmektedir. Yüksek katlı binalar var olduğu sürece, tesis edilmiş asansörler de bazı yenilemelerle varlıklarını devam ettireceklerdir.

Düşey transport sistemleri içinde yer alan asansörler, TS EN 4190 standartlarına belirli sınıflandırmaya tabi tutulurlar. Bu sınıflandırma, asansörlerin kullanım amaçlarına göre yapılan bir sınıflandırmadır. Standartta da belirtildiği gibi belirli sınıflara ayrılmış olan asansörler, şahıs, yük sağlık, servis ve yoğun trafik akışını olan yüksek hızlardaki asansörleri kapsamaktadır. Sınıflandırma işlemi Sınıf I, sınıf II... olarak gitmektedir. Sınıflandırma, kullanım amaçlarına göre olmakla birlikte asansör kapasitesiyle de bağlantılıdır. Genel olarak bir kişinin 75 kg olarak kabul edilmiş olup buna bağlı olarak asansör kapasiteleri ortaya çıkmıştır. Bu durumda denebilir ki asansör kapasiteleri 75 kg ve katları olarak belirlenir. Bazı durumlarda sapmalar söz konusu olabilir. Ancak bu standart halini almış kaideleri bozmamaktadır.

1.2.1 Sınıf I Asansörler

İnsan taşımak amacıyla tasarımlanmış asansörlerdir. Küçük beyan yüküne sahip asansörler yalnız insan taşımak için kullanılırlar. Çoğunlukla konut asansörleri bu sınıfa girmektedir. Yüksek yapılı konutlarda bir adet yangın asansörü kullanılması zorunlu olduğundan bu gibi durumlarda asansör boyutları ya büyük seçilmekte ya da biri küçük kapasiteli olmak üzere iki adet asansör yapılmaktadır (Türk Standardı, TS 8237 ISO 4190-1,2004).

1.2.2 Sınıf II Asansörler

Esas olarak insan taşımak için tasarımılanan, ancak gerektiğinde yük de taşınabilen asansörlerdir (Türk Standardı, TS 8237 ISO 4190-1,2004).

1.2.3 Sınıf III Asansörler

Hastaneler ve bakım evleri dâhil, sağlık, bakım amaçları için tasarımılanmış asansörlerdir. Bu sınıfın içine giren asansörlerde dikkat edilmesi gereken nokta, asansörün boyutlandırılması yapılırken, içine hangi tür sağlık ekipmanının gireceğidir. Buna uygun boyut ve kapasitenin seçilmesi standardın gerekliliklerindendir (Türk Standardı, TS 8237 ISO 4190-1,2004).

1.2.4 Sınıf IV Asansörler

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

1.2.5 Sınıf V Asansörler

Servis asansörlerini kapsayan bu sınıf, içine insanın giremeyeceği kadar küçük, eşyaların, malzemelerin, yemeklerin, bir kattan başka bir kata transferini sağlayan asansörleri barındırır (Türk Standardı, TS 8237 ISO 4190-2,2004).

1.2.6 Sınıf VI Asansörler

Özellikle yoğun trafiği olan binalar için tasarımılanmış asansörler, meselâ hızları 2,5 m/s ve daha fazla olan asansörlerdir (Türk Standardı, TS 8237 ISO 4190-1,2004).

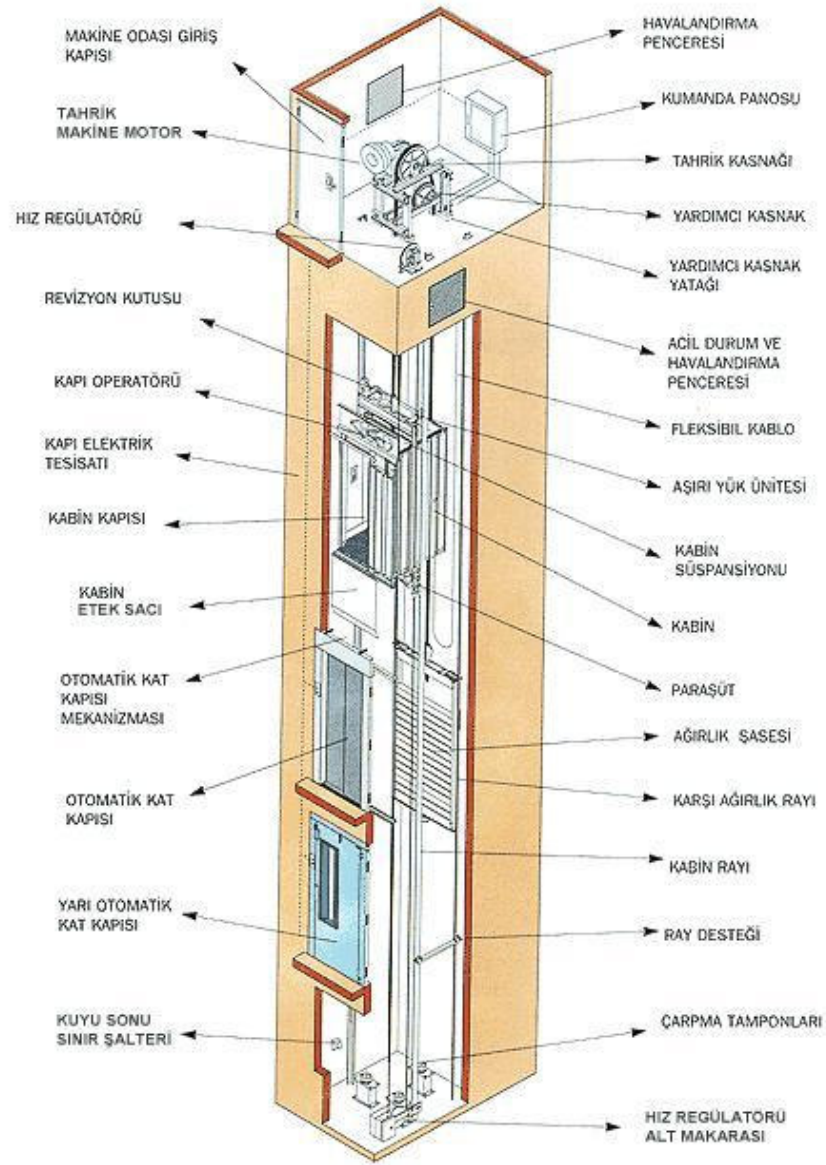
BÖLÜM İKİ

ASANSÖRLERİN MEKANİK DONANIMI

Asansörler, 95/16/AT Asansör Yönetmeliği'nde, “ Belirli seviyelerde hizmet veren, sabit ve yatayla 15 dereceden fazla bir açı oluşturan raylar boyunca hareket eden bir kabine sahip olup; insanların, insan ve yüklerin, kabine ulaşabiliyorsa, yani bir kişi kabine zorlanmadan girebiliyorsa ve kabinin içinde bulunan veya kabin içindeki kişinin erişim mesafesinde yer alan kumandalarla teçhiz edilmiş ise, sadece yüklerin, taşınmasına yönelik tertibatlardır” şeklinde tanımlanmıştır. Ancak yatayla 15 dereceden fazla açı yapacak şekilde üretilmiş eğimli asansörlerle düşeyle en fazla 15 derece açı yapan dikey asansörler farklı standartlarla birbirlerinden ayrılmaktadır. TS 10922 EN 81-1 ve TS EN 81-2 standartları dikey asansörlere ait standartlar olup iki farklı grupta yer alan asansörler, adı geçen standartlardaki “ Asansörler, sabit olarak ve yeni monte edilmiş, tahrik kasnaklı, tamburlu veya zincirli tahrik düzeni olan, belli duraklara hizmet eden, düşeyden 15 dereceden fazla eğimli olmayan kılavuz raylar arasında, halat veya zincirlerle asılı olarak hareket eden, insan ve/veya yük taşımak için tasarlanmış bir kabini olan sistemlerdir” tanımı ile birbirlerinden ayrılmıştır.

Yaygın olarak binalarda tesis edilen halatla tahrik edilen asansörlerin genel bölümleri ile kullanılan makina parçaları Şekil 2.1' de gösterilmiştir.

Tavaslıoğlu (2005), bir asansöre ait mekanik donanımların tanımlarını ve genel özelliklerini şu şekilde açıklamıştır;

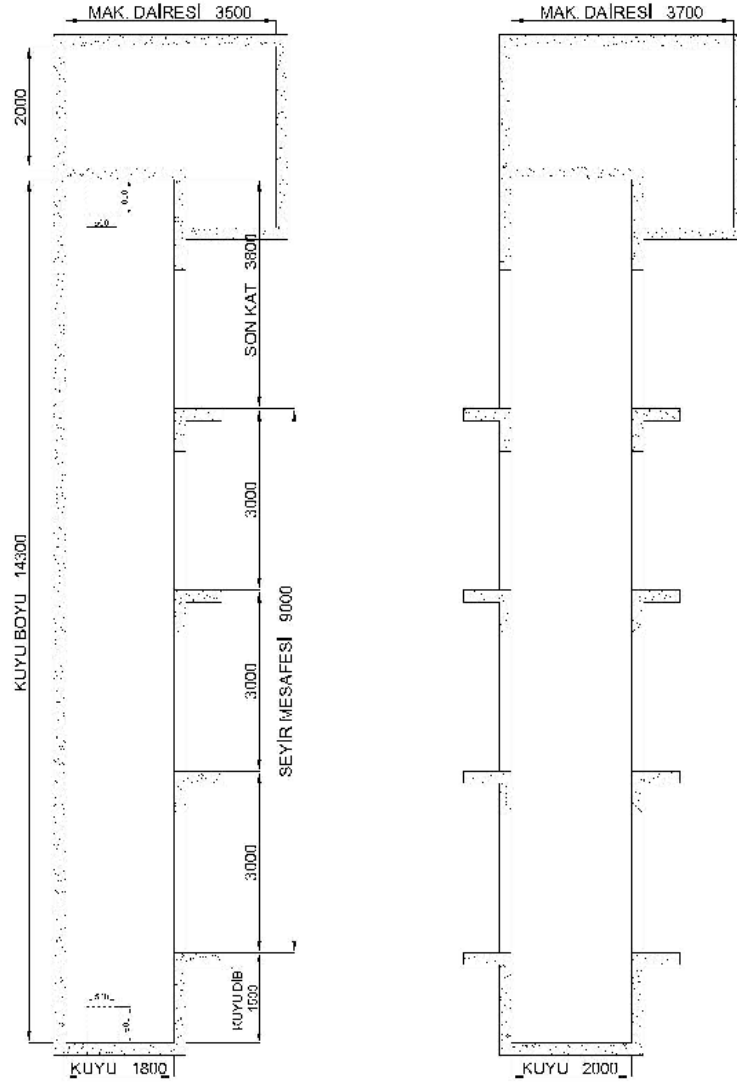


Şekil 2.1 Asansör tesisine ait bölümler

2.1 Asansör Kuyusu

Asansör kuyusu, asansörlerin hızı ve kabin boyutlarına göre dizayn edilen ve kabin ile karşı ağırlığın düşey doğrultu boyunca içinde hareket ettiği, etrafı yanmaya karşı dayanıklı duvarlarla çevrilmiş olan boşluktur (Şekil 2.2). Kabinin en son duraklarda bulunma durumuna göre, üstte ve altta belirli miktarlarda emniyet boşlukları vardır. Üst boşluğa son kat mesafesi, alt boşluğa ise kuyu dibi adı verilebilir. Bu boşluklarda asansör ekipmanlarının yerleşimi yapılırken son kat

mesafesinde 0,5x0,6x0,8 m, kuyu dibinde ise 0,5x0,6x1,0 m emniyet boşlukları dikkate alınır.

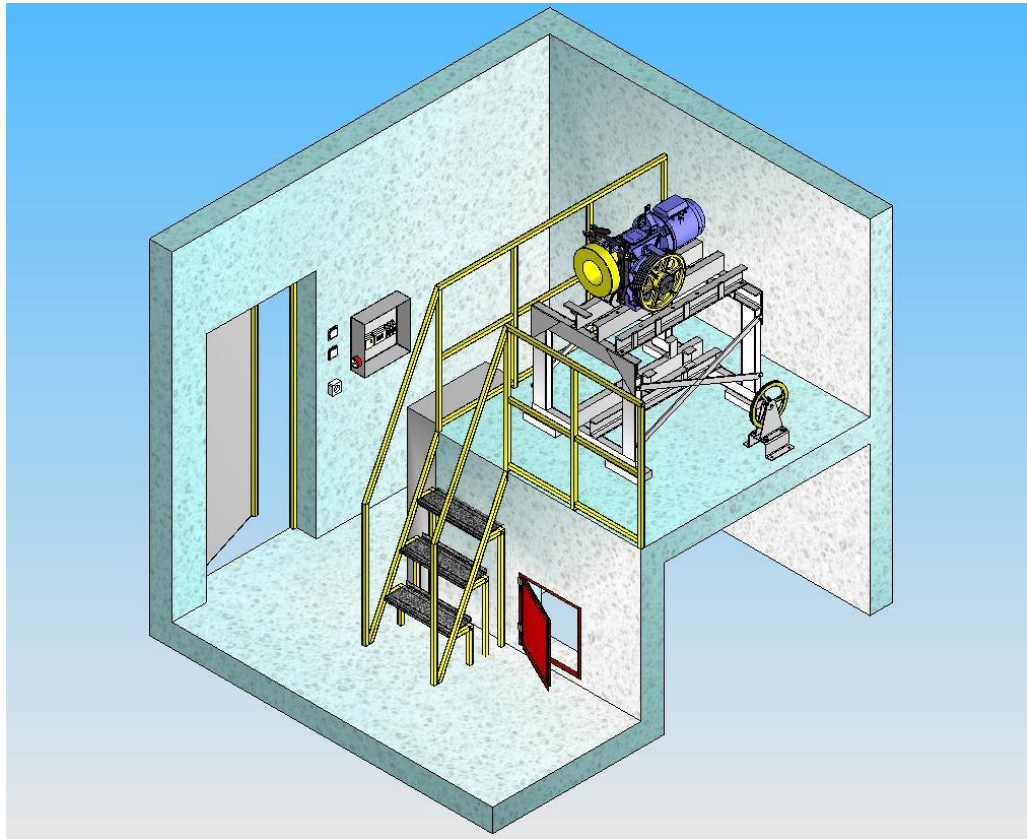


Şekil 2.2 Asansör kuyusu şematik gösterimi

Asansör boşluğu duvarları tabandan tavana kadar perde beton veya çelik konstrüksiyon ile yapılmış olmalıdır. Kuyu duvar malzemesi olarak yanıcı maddeler kesinlikle kullanılmamalıdır. İki veya daha fazla kabin aynı kuyu içinde çalıştırılacaksa, iki kabin arasına şartların durumuna göre (TS 10922 EN 81-1 madde 5.6.1 - 5.6.2) kuyu dibine ya da kuyu boyunca yanmaz malzemedan yapılmış bir ayırıcı konulmalıdır.

2.2 Makina Dairesi

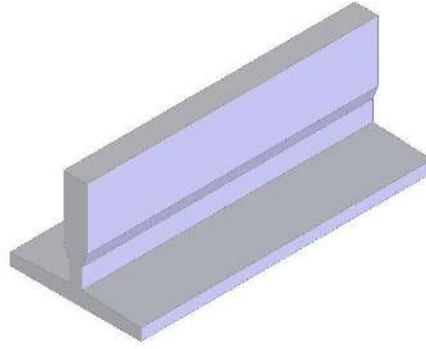
Asansör makinası ve kumanda tablosunun, ana şalter, hız regülatörü ve saptırma markasının bulunduğu kapalı mekana makina dairesi denir (Şekil 2.3). Makina dairesi çoğu kez asansör boşluğu üstünde olduğu gibi, altta veya yanda da yapılabilir. Makina dairesi dış etkenlerden korunmuş, rutubetsiz, yeterli aydınlıkta (minimum 200 lux), geçiş yolu ve kapıların en az 1,8 metre yüksekliğinde ve 0,6 metre genişliğinde olduğu, iyice havalandırılmış, ortam sıcaklığı 5°C ile 40°C olmalı ve aşmayan kapalı mekan olmalıdır. Binanın kullanım özelliğine ve makina dairesinin konumuna göre ses ve titreşimleri absorbe edici şekilde dizayn edilmelidir. Makina dairesinin bir kapısı veya kapağı bulunmalı ve kilitli olarak durmalıdır. Makina dairesi döşemesinde, zemin mukavemeti 350 daN/mm² olacak şekilde taşıyıcı eleman olarak çelik konstrüksiyon veya betonarme kullanılmalıdır.



Şekil 2.3 Makina dairesi

2.3 Kılavuz Raylar

Asansörün güvenli çalışmasını sağlamak için kılavuz raylar (Şekil 2.4), kılavuz ray bağlantıları ve tespit yerleri bunları etkileyen yüklere ve kuvvetlere yeterince dayanım göstermelidir.



Şekil 2.4 Asansör kılavuz rayı

Kılavuz raylardaki eğilmeler,

- Durak kapıları kilitlerinin istenmeden açılmayacağı,
- Güvenlik tertibatının çalıştırılmayacağı,
- Hareketli parçaların diğer parçalara çarpmayacağı, bir ölçüde sınırlandırılarak asansörün güvenli çalışması sağlanmaktadır.

Asansör kılavuz raylarının iki temel görevi vardır:

- Kuyu içinde kabini ve karşı ağırlığı seyir süresince kılavuzlama ve yatay hareketlerini en aza indirmek.
- İstenmeyen bir durum karşısında güvenlik tertibatının çalışmasıyla kabini veya karşı ağırlığı durdurmak.

Kullanılan kılavuz raylar iki farklı metod ile asansör kuyusu içine monte edilirler. “Asma yöntemi” adı verilen, kuyu üst döşemesine uygun şekilde asılarak kuyu dibinde rayların altlarının boş kalması yöntemi, “oturtma yöntemi” adı verilen kılavuz rayların kuyu dibine oturtularak, kuyu üstünde boşluk bırakılması

yöntemidir. Her iki yöntemde de ortak yan, kılavuz rayların bir yanından sabitlenmesidir. Bu sabitlemeler sayesinde raylar üzerine gelecek olan yükler rahatça karşılanarak, tek bir hat doğrultusunda monte edilmiş raylarda herhangi bir eğilme engellenir.

Sabitleme işlemi, konsollar ve ray çeşidine göre değişen tırnaklar vasıtasıyla sağlanır. Hepsi cıvatalı bağlantı olup, kaynak yöntemi kullanılmaz.

Ray malzemesi olarak kılavuz raylarda soğuk çekme veya işlenmiş T profiller kullanılır. Bu çelikler çekme gerilmesi olarak 370 N/mm^2 ile 520 N/mm^2 arasındaki yapı çelikleridir. Karşı ağırlıkta güvenlik tertibatı kullanılması durumunda aynı ana kılavuz raylarda olduğu gibi üzerlerine gelen yükleri taşıyacak olan çeşitte bir ray kullanılmalıdır. Karşı ağırlıkta güvenlik tertibatı kullanılmayacaksa, ana raylardan daha düşük gerilimli malzeme kullanılabilir.

2.4 Asansör Tahrik Sistemi

2.4.1 Makina Motor Grubu

Her asansör sistemi kendisine ait bir tahrik makinasına sahip olmalıdır. Bu sadece bir motor olabileceği gibi, bir makina-motor grubu da olabilir (Şekil 2.5). Ancak her tahrik grubu sadece bir asansöre hizmet verebilir. Genelde $2,5 \text{ m/s}$ hızın altındaki motor gruplarında, sonsuz vida sistemi olan makina grupları kullanılır. Asansörün hız ve yük durumuna göre redüksiyon oranı ayarlanan makina grupları $1/25$ ile $1/50$ arasında bir redüksiyon oranına sahiptirler. Bu tip makinalarda yaygın olarak kullanılan sonsuz vida sisteminin özelliği sessiz ve küçük boyutlu olmalarının yanı sıra, hareketi motordan kasnağa kolayca iletmesine rağmen, ters yönde gelen hareketlerde kilitleme özelliği göstermesidir. Böylece asansörün hareketsiz kaldığı durumlarda asansör kendi kendine bir frenleme sistemi uygulamış olur.



Şekil 2.5 Asansör makina motor grubu

Sonsuz vida mekanizmaları, diğer sistemlere nazaran daha küçük boyutlarda ve ağırlıkta olmalarına rağmen, yüksek transfer imkanları tanınırlar. Genele olarak normal evolvent dişli ve silindirik sonsuz vidadan meydana gelmektedir. Sonsuz vida, Bute adı verilen bir rulman ile sarı dişli üzerine bastırılır. Makinada zamanla dişliler arasında oluşan boşluklar bu rulmanın ayarlanması ile giderilebilir.

Makina grupları hareket almak için monoblok olarak veya bir kaplin vasıtası ile bir elektrik motoruna bağlanırlar. Kaplinler, kavrama kasnaklarından, saplama, somun ve kamalardan oluşan bir teçhizatla makina ile motoru birbirine bağlarlar.

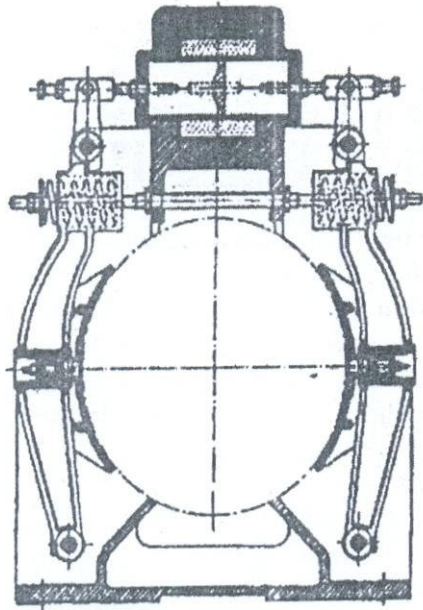
Bu makina gruplarında kullanılan elektrik motorlarının, kısa zaman aralıklarında çok fazla duruş ve kalkışa dayanıklı, az ısınan tipte olması istenir. Bu yüzden genel olarak sincap kafesli, özel sarılmış asansör motorları kullanılır. Küçük güç ve orta hızlarda bu motorlar sessiz çalışma için kayma yataklara sahiptirler.

2.4.2 Elektromekanik Fren

Asenkron motorların duruşu için bir fren mekanizmasına ihtiyaç vardır. Frenler normal durumlarda kapalı durumdadır. Asansör hareket etmeden önce fren mekanizması bir elektromanyetik bobin vasıtasıyla açılarak motorun harekete geçmesine müsaade eder. Elektromekanik fren, beyan yüküne ilave olarak % 25 fazla yüklü kabini, beyan hızıyla hareket halindeyken yalnız kendi etkisi ile durdurabilmelidir. Bu durumdaki kabin frenleme ivmesi, güvenlik tertibatı çalışması veya tamponlara oturma sırasındaki ivmelerden büyük olmamalıdır.

Fren tamburu veya diski üzerindeki frenleme etkisinin sağlanmasına katkıda bulunan, frene ait mekanik parçaların tümü ikişer adettir. Parçalardan birinin devre dışı kalması durumunda dahi, aşağı yönde hareket eden ve beyan yükü ile yüklü kabini güvenli durduracak ölçüde frenleme etkisi sağlanmalıdır. Fren mıknatıslarının nüveleri parça olarak kabul edilirken fren bobinleri mekanik parça olarak kabul edilmez.

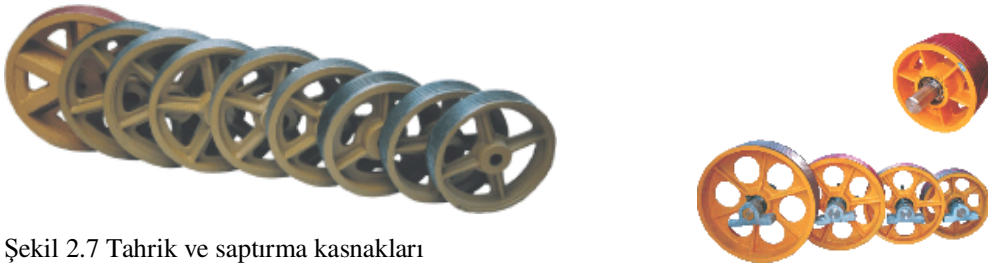
Elektromekanik fren üzerindeki fren tamburu veya diski, tahrik kasnağı ile doğrudan mekanik bağlantılı olup hareket harici zamanlarda asansörün devamlı kilitli kalmasını sağlar. Frenleme, fren tamburu veya diski üzerinde en az iki fren çenesi, fren pabucu veya fren bloğunun tatbikiyle sağlanır. Fren pabuçlarının basıncı, kılavuzlanmış, basınç altında çalışan yaylar ile sağlanır. Elektrik kesilmesi sonrası elle kurtarma işlemini yapabilmek amacıyla, bir kurtarma düzeneği mevcut olup, bu tertibat elle rahatça açılarak asansör kabini kata getirilebilir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Elektromekanik fren

2.4.3 Tahrik Kasnakları ve Yivleri

Sürtünmeli tahrik gruplarında kullanılan tahrik kasnakları dökme demirden imal edilirler. Tahrik kasnağı mil yataklarında, büyük yüklerde makaralı oynak rulmanlar, küçük yüklerde ise bilyeli veya kayma yataklar kullanılır. Halat sayısı ve tahrik kasnağı yivleri seçiminde tahrik ve mukavemet hesapları yapılırken, asansör hızı ve ivmelenme kuvvetleri dikkate alınır. Bu hesaplamalarda halatın tahrik kasnağını sardığı kabul edilir. Halatın tahrik kasnağını, yeterli tahrik kabiliyetini sağlayacak bir açı ile sarması minimum sarılma kuvveti için gereklidir. Normal kasnak kanalları ve halatlarda 160^0 ile 165^0 arasındaki açılar bu kabiliyeti sağlayabilmektedir. Yine tahrik kabiliyetini sağlamak için, tahrik kasnağı çapı, halat çapının en az 40 katı kadar olmalıdır (Şekil 2.7).



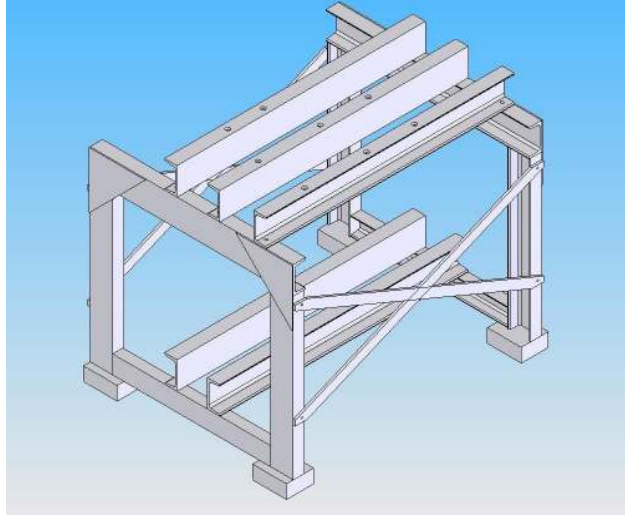
Şekil 2.7 Tahrik ve saptırma kasnakları

Sarılma açısı, aşağıda belirtilen şartları sağlamasından dolayı oldukça önemlidir:

- Kabin tam yüklü veya boş iken her yöndeki kalkış hareketlenmesinde motorun ivmelenmesine uygun şekilde uygun şekilde tahrik sistemine hareket vermelidir.
- Kabin tam yüklü veya boş iken her yöndeki duruşlarda frenleme olayı karşısında gerekli sürtünmeyi göstererek kabinin kaymasını önlemelidir.
- Karşı ağırlık tamponlar üzerinde oturduğunda tahrik sistemi kabini kaldırmaya devam edememelidir.

2.4.4 Makina Kaidesi

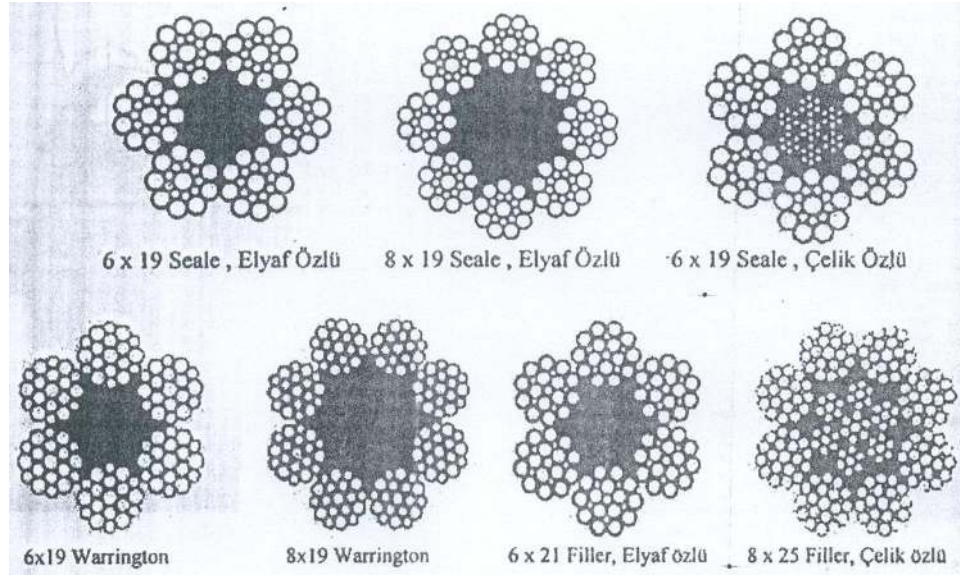
Tahrik kasnağı, makina, motor, fren, tan yatak ve saptırma kasnakları makina grubunu oluşturur. Bu teçhizat bir bütün olarak bir kaide üzerinde asansöre halatlar yardımı ile makina dairesinde bağlanır. Makina montajının yapıldığı bu yer makina kaidesi olarak isimlendirilir. Makina kaidesi titreşim giderici lastik takoz veya köpük takozlarla binadan izole edilir. Makina kaidesinde titreşim gözlemlenmemelidir. Makina kaidesi duruş ve kalkışlarda oluşan darbeleri önleyebilecek, asansörde oluşan kuvvetleri taşıyabilecek, güvenlik tertibatının çalışması halinde de oluşan kuvvetleri karşılayabilecek güçte imal edilirler (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Makina kaidesi

2.4.5 Asansör Halatları

Asansör yönetmeliklerinde ve standartlarında asansör askı halatları ilgili, kabin, karşı ağırlık ve dengeleme ağırlıklarının, çelik halatlar (Şekil 2.9) veya paralel elemanlı çelik zincirler veya makaralı zincirlerle asılması gerektiği belirtilir.



Şekil 2.9 Asansör Halatları

Asansör sisteminde kullanılacak halatların genel özellikleri,

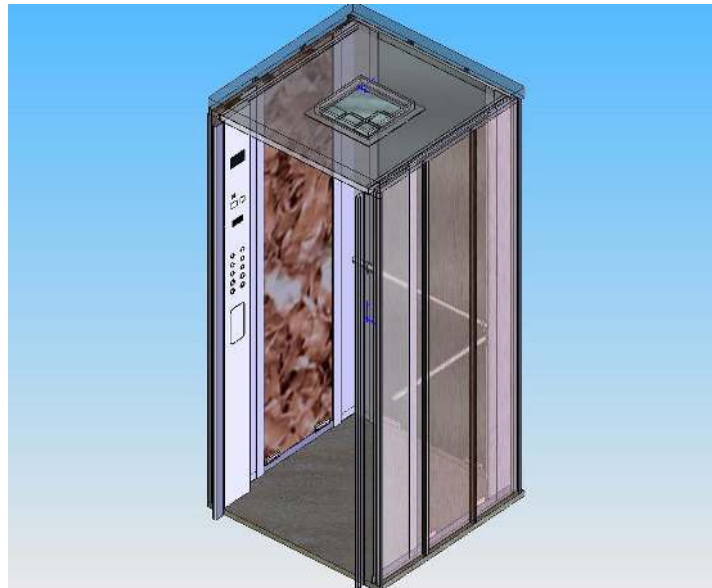
- Anma çapları en 8 mm olmalıdır.
- Halatları oluşturan tellerin anma dayanımları; eşit anma dayanımlı tellerden oluşan halatlar için 1570 N/mm^2 veya 1770 N/mm^2 , farklı iki anma dayanımlı tellerden oluşan halatlarda, dış teller için 1370 N/mm^2 , iç teller için ise 1770 N/mm^2 olmalıdır.

Halat sayısı en az iki ve halatlar birbirlerinden bağımsız olmalıdırlar. Palangalı sistemlerde, palanga kollarındaki toplam halat sayısı değil, bağımsız halat sayısı hesaba katılmalıdır. Sürtünmeli tahrik gruplarında kullanılan askı halatları en az 6 yuvarlak kordonlu çelik halatlardır. Genel bir uygulama olarak 4 veya daha fazla halatın kullanılması güvenlik hesaplarını kolaylaştırmakta, kasnak tapısında rahatlama sağlamaktadır. Özel durumlarda daha farklı sayılarda halat sayıları ile karşılaşılabılır. Seale veya Warrington olarak kordonların sargı tiplerine bağlı isimlendirilen halatlar elyaf (kendir özlü) veya çelik ayrı bir öze sahiptirler. Kordonların özelliklerine göre adlandırılan bu halatların ortak özelliği kendinden yağlamalı olmalarıdır. Bu halatlar kopma mukavemeti olarak 1570 N/mm^2 veya 1770 N/mm^2 arasında değerlere sahiptir.

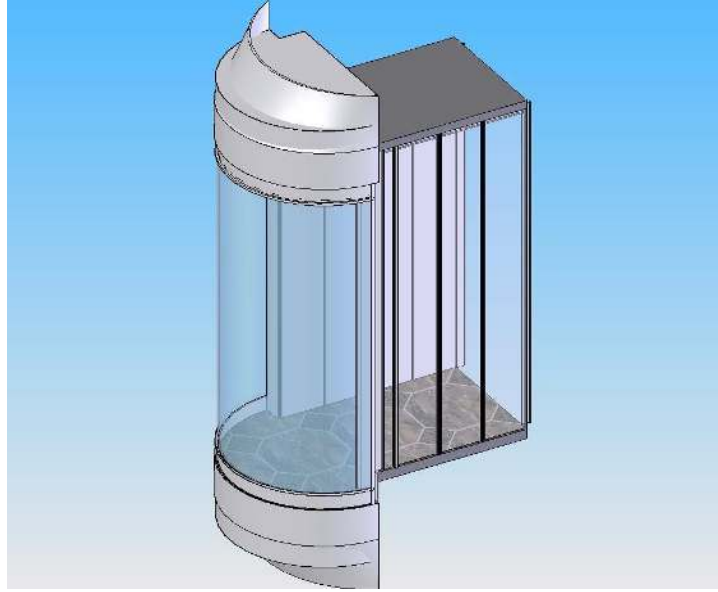
Asansörlerde halat bağlantıları özel bir önem taşır. Asansörlerde halat uçları çok değişik türde bağlanabilir. Şişeli, tijli, kurt gözü olarak isimlendirilebilecek bağlantı şekilleri ve üzerlerinde olması gereken kelepçe, somun sayıları da bu şekillere bağlı olarak değişmektedir. Halat bağlantılarında, kurt gözü ve şişeli bağlantılar dışında çift klemens kullanılmalıdır. Kelepçeleri boğan tarafının yardımcı kısımda olmasına, ana taşıyıcı kısmın zedelenmemesine dikkat edilmelidir.

2.5 Kabin

Asansör kabini yük ve insanların katlar arasında taşınmasında kullanılan çelik profil iskeleti ile askı halatlarına bağlı, kapılı veya kapısız olabilen çelik konstrüksiyonlardır (Şekil 2.10). Kabinler çelik bir zemin ve taşıyıcı bir iskeletten meydana getirilir. Kabin iskeleti yan duvarlar ve tavanla kaplanarak kapalı bir hacim yaratılır. Kabinler asansör trafik durumuna ve taşıdıkları yük miktarına ve cinsine göre şekillendirilir. Kabin, duvar ve kalınlığı en az 2 mm sacdan olmalı, eni ve boyu arasında en az 0,5 oran bulunmalıdır. Kabin malzemesi olarak farklı malzemeler kullanılabilir (Şekil 2.11) ancak, aranacak temel nitelik sağlamlık ve yanmaz malzemeden olmasıdır. Korumalı camların kalınlığı en az 4 mm, telli camların kalınlığı en az 6 mm olmalıdır.



Şekil 2.10 Asansör kabini



Şekil 2.11 Panaromik asansör kabini

Basit yük ve inşaat asansörlerinde, kabin yerine yük platformu uygulanır. İnsan taşıyan asansörlerde, kabin içinde estetik ve konfora özen gösterilir. Hasta taşıyan asansörün kabini, sedye arabası ve sürücüsünü alacak ölçüde derin yapılır.

2.6 Karşı Ağırlık

Sürtünme tahrikli asansörlerde karşı ağırlık, kabini dengeleme unsuru olarak kullanılır (Şekil 2.12). Karşı ağırlığın kütlesi, kabin ağırlığına beyan yükünün yarısı eklenerek bulunur. Böylece kabinin boş aşağı inmesi veya tam yüklü yukarı çıkması şartlarında birbirine eşit momentler oluşturulur. Bu durumda asansörün moment olarak karşılayacağı en fazla yük, beyan yükünün yarısı olmaktadır. Karşı ağırlık, kabin gibi bir iskelet ve iskelet içine şartnamelere uygun konmuş ağırlıklardan oluşur. Barit, beton, pik döküm gibi değişik malzemeler ağırlık olarak kullanılabilir. Kullanılan malzemelerin yoğunluk hesapları yapılarak karşı ağırlık kütlesi tespit edilebilir. Karşı ağırlık halat bağlantıları kabin bağlantıları ile aynıdır. Karşı ağırlıkta da yönlendirici eleman olarak kabindeki gibi patenler veya (tandör teli kullanılmış ise) kılavuzlama takozları kullanılır. Karşı ağırlık iskeletinde de kabin iskeletinde olduğu gibi cıvatalı bağlantılar yapılmalı, sadece kaynaklı bağlantı

kullanılmamalıdır. Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı, üst üste dizilen bloklardan oluşuyorsa, bunların yerinden çıkmasını önlemek için gerekli tedbirler alınmalıdır.



Şekil 2.12 Asansör karşı ağırlığı

2.7 Asansör Kapıları

Asansör duraklarında çeşitli kapılar kullanılabilir. Asansörün hizmet kalitesine bağlı olarak basit, tam otomatik veya yarı otomatik kapılar kat kapısı olarak hizmet verirler (Şekil 2.13). Asansör kapıları normal şartlarda 700 mm ile 1400 mm arasında genişlikte ve 2000 mm yükseklikte dizayn edilirler. Asansör kapıları düz ve çıkıntısız yüzeye sahip olup 5 cm^2 'lık bir alana 300 N' luk bir kuvvet uygulandığında, 15 mm' den fazla esnemeyecek dayanıma sahip olacak şekilde sac veya yanmaz malzemeden yapılırlar. Bütün kapıların ortak özelliği kapı kapanıp kilitlenmeden asansörün hareket almaması ve kabin katta değil iken kapının açılmamasıdır.



Şekil 2.13 Tam otomatik kapılar

2.8 Asansör Güvenlik Sistemleri

Asansör sistemlerinde oluşabilecek koparma, ezilme, düşme, asansörün düşmesi, mahsur kalma, yangın vb. çeşitli kazaların önüne geçmek amacıyla geçmişten bugüne çeşitli standartlar, yönetmelikler ve direktifler yayımlanmıştır. Halen geliştirilmekte olan bu standartların (95/16/AT – Asansör Yönetmeliği, TS 10922 EN 81-1 ve TS EN 81-2 Elektrikli ve Hidrolik Asansörlere ait yapım ve montaj için güvenlik kuralları standartları...) şart koştuğu, asansör sistemleri için alınması gereken bazı güvenlik önlemleri vardır. Çoğu zaman çeşitli donanımlarla sağlanan bu önlemler bazen de belirli mesafelerin korunması ile sağlanmış olur. Güvenlik sistemlerini oluşturan bu donanımlar, durdurma şalterleri ve güvenlik kontakları, kapı kilitleri, aşırı yük kontakları, sınır kesiciler ve tamponlardır.

2.8.1 Durdurma Şalterleri ve Güvenlik Kontakları

Asansörlerde oluşabilecek sıkışma ve ezilmeler, kat kapıları ve kabin kapıları, kabin eşiği ile kuyu arası, kuyuya açılan kapak veya imdat ve kurtarma kapakları, kuyu altı ve kuyu üstünde bakım yerleri ve makina dairelerinde oluşabilir. Bu durumlar için asansörlerde öncelikle durdurma şalterleri konmuştur. Durdurma tertibatı olarak iki konumda kararlı ve asansörün yeniden çalıştırılması ancak bilinçli bir hareketle mümkün olan yapıda şalterler seçilmiştir. Ayrıca kapısız asansörlerde

fotosel veya eşik kontakları, kapılı asansörlerde sıkışma kontakları ve ışık baraları konarak oluşabilecek çeşitli kazaların önüne geçilmesi amaç edinilmiştir.

2.8.2 Kapı Kilitleri

Kapıların kapandığının elektriki ve mekanik olarak kontrolünü yapan fiş-priz ve kilit kontakları, asansörlerin kapıları kapanmadan hareket etmesini önlerler. Asansör kilitleri, asansörün hareket esnasında kabin içindekilerin kuyu ile, kuyu dışındakilerin kuyu içi ile ilişkisinin kesilmesi ve temasın önlenmesinin ana unsurlarındandır.

2.8.3 Aşırı Yük Kontakları

Asansör kabini, aşırı yüklenmede yapılan sürtünme hesaplarının üstünde bir kuvvetle durmaya çalışır ve bu durum da kabinin kaymasına yol açar. Bu durumu önlemek amacıyla kabin üstünde, altında veya askı halatlarına bağlı olarak kabinin beyan yükünün üstünde yüklendiği anlarda kabinin hareket almasını engelleyen kontaklar bulunur. Bu kontakların görevi kabin yükü, beyan yüküne düşüncüye ve oluşabilecek tehlike önleninceye kadar asansörün hareket almasını önlemektir.

2.8.4 Sınır Kesiciler

Asansörün seyir mesafesi en alt durak ile en üst durak arasında sınırlıdır. Tahrik ve sürtünme kuvvetlerinde oluşan bir azalmadan, aşırı yüklenmeden veya oluşabilecek elektrik arızalarından dolayı asansör durması gereken noktada durmayabilir. Bu durumda sınır kesici devreye girerek asansörün enerjisini keser. Bu şalterler mekanik bir zorlamayla çalışmakta olup, devreye girdiğinde motorun ve elektrik freninin enerjisini kesmektedir (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 Sınır kesici

2.8.5 Tamponlar

Asansörün tahrik ve sürtünme kuvvetlerinde oluşan bir azalmadan, aşırı yüklenmeden veya oluşabilecek elektrik arızalarından dolayı seyir mesafesi sınırları dışında yoluna devam etmesi kabinin veya karşı ağırlığın kuyu dibine çarpması ile sonuçlanır. Bu nedenden dolayı kuyu dibine çapma risklerine karşı, kuyu dibine tamponlar konur (Şekil 2.15, Şekil2.16). Tampon, kabin veya karşı ağırlığın vuruşlarını esneyerek karşılayan ve şekil değiştirebilen bir durdurma elemanıdır. Asansör hızına ve kapasitesine bağlı olarak değişim gösteren tamponlar, enerji harcayan, enerji depolayan tamponlar olarak ikiye ayrılırlar.



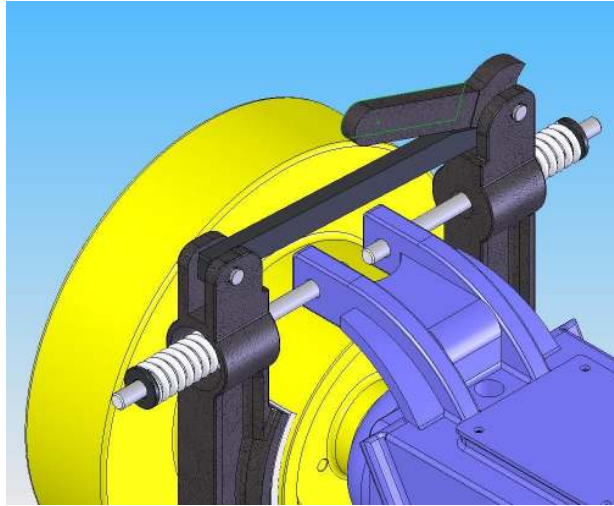
Şekil 2.15 Yaylı kabin
tamponu



Şekil 2.16 Poliüretan kabin tamponları

2.8.6. Elektromekanik Fren Kolu ve Acil Kurtarma Tertibatı

Asansörün enerjisi kesildiği zaman, makina motor grubunun üzerinde bulunan fren tertibatı, asansörün çalışmasını kilitleyerek güvenliği sağlamış olur. Fren üzerinde bulunan elle fren açma kolu herhangi bir arıza durumunda asansörde mahsur kalanları kurtarmak için kullanılır. Bu kol yardımıyla fren açılarak ve motor üzerinde bulunan volan yardımıyla motor çevrilerek kabinin kata gelmesi sağlanır (Şekil 2.17).



Şekil 2.17 Elektromekanik fren kolu

2.8.7 Asansör Güvenlik Tertibatı

Asansörün herhangi bir şekilde beyan hızının %115' inden fazla bir hıza ulaşması durumunda, mekanik bir sistem devreye girerek kabini raylara sıkıştırır ve durdurur.

Mekanik fren veya güvenlik sistemi de olarak isimlendirilen bu sistem iki ana parçadan oluşmaktadır. Sistemin devreye girmesini sağlayan regülatör ve sistem devreye girdiğinde kabinin durmasını sağlayan mekanik fren, güvenlik tertibatını oluşturan ana parçalardır.

2.8.7.1 Regülatör

Regülatör sistemi, hızın mekanik olarak değerlendirmesini yapan bir sistemdir. Çok değişik çeşitleri olmasına rağmen ortak özellikleri merkezkaç özelliğine bağlı olarak çalışmaları ve belirlenen hıza ulaşınca kendini kilitleyip, üstünde yataklanmış olan regülatör halatının durmasını sağlamalarıdır (Şekil 2.18). Tamamen mekanik olarak çalışırlar. Elektriki olarak aşağı yönde kullanılmaları kabul edilmez. Kabin güvenlik tertibatını çalıştırmak için hız regülatörü, kabinin beyan hızının %15 fazlasına eşit bir hıza erişmesinden sonra devreye girmelidir. Regülatörün devreye girme süresi, güvenlik tertibatı çalışıncaya kadar tehlikeli hızlara ulaşılmasına olanak vermeyecek kadar kısa olmalıdır. Beyan hızının üstündeki hızlarda ve halat gevşemesinde regülatör kontağı devreyi kesmelidir.



Şekil 2.18 Regülatör

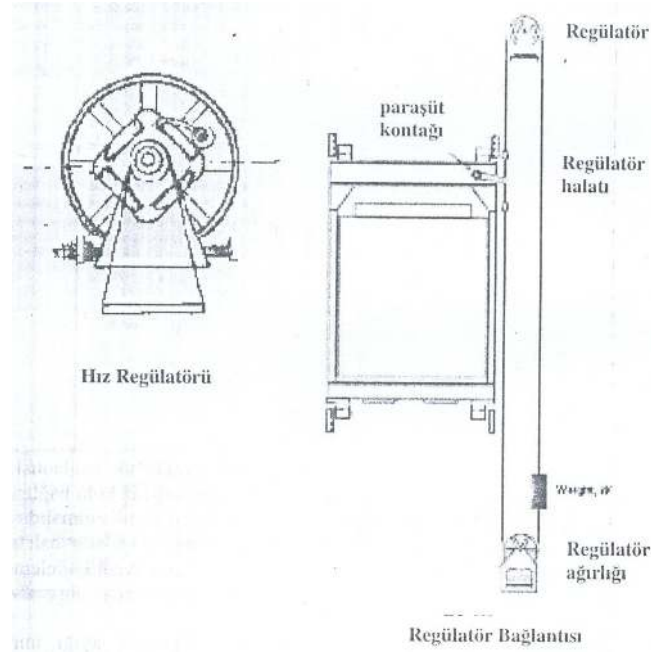
Kuyu altında insan trafiği varsa karşı ağırlıkta da regülatör ve mekanik fren olmalıdır. Kasnak ve halat çapı oranı 30 olmalıdır. Hız regülatörü bir gergi makarasıyla veya yayıyla gerilir. Çok esnek bir halatla (minimum 6 mm çap) tahrik edilmelidir. Regülatör halatı güvenlik tertibatından kolayca sökülebilir bir şekilde

monte edilerek, gerektiğinde test edilebilir. Hız regülatörü ya da başka bir tertibat uygun bir elektrik emniyet tertibatı yardımıyla, kabin hızı regülatörün devreye girdiği hıza ulaşmadan asansör motorunu durdurmalıdır. Regülatör üzerinde bulunan regülatör halat kontakları, regülatör halatının gevşemesi veya kopması durumunda devreye girerek asansörü durdurur.

2.8.7.2 Mekanik Fren (Paraşüt Sistemi)

Regülatör halatının çekmesi ile mekanik fren devreye girer ve kabini kilitler. Kabin iskeleti üzerine monte edilen mekanik fren tertibatları rayların sıkıştırılması prensibiyle çalışırlar (Şekil 2.19). Kabin iskeleti üzerinde kabin altına veya kabin üstüne monte edilebilirler. Esas istenen kabin altında olmalarıdır. Kabin altında olmaları durumunda, frenleme kuvveti paraşüt tertibatında ve bağlantı cıvatalarında oluşmakta, ancak askı kirişlerinde ve taşıyıcı kirişlerde kuvvete yol açmamaktadır. Bu daha güvenli bir yerleşimdir. Mekanik fren bakım ve montaj zorluğundan dolayı kabin üstüne de konabilir. Kabin iskeleti ve güvenlik tertibatının bağlantısı yeterli dayanıma sahip cıvata bağlantıları ile sağlanır.

Frenleme oluştuğunda raylar üzerinde darbeli bir kuvvet oluşmakta ve yüksek hızlarda $1,5 \text{ m/s}^2$ üzerinde ivmeler oluşmaktadır. Bu yüzden kabin hızına göre belirlenen fren tertibatları kullanılır. $0,63 \text{ m/s}$ ' ye kadar olan hızlarda ani frenlemeli güvenlik tertibatı, $0,63$ ile 1 m/s arası hızlarda ani frenlemeli tampon etkili güvenlik tertibatı kullanılabilir. Asansör beyan hızının 1 m/s ' yi aşması durumunda ise kabinde kaymalı güvenlik tertibatı kullanılmalıdır. Güvenlik tertibatının devreye girdiği anda oluşacak en yüksek ivme $2,5 \text{ m/s}^2$ yi geçmemelidir. Güvenlik tertibatının elektrik, hidrolik veya pnomatik esasla çalıştırılması yasaktır.



Şekil 2.19 Paraşüt sistemi

Güvenlik tertibatları tek yönlü olduğu gibi çift yönlü olan güvenlik tertibatları da mevcuttur. Günümüz koşullarında hem ekonomik hem de montaj ve bakım kolaylığı açısından çift yönlü güvenlik tertibatları yaygın olarak kullanılır. Çift yönde etkili bu güvenlik tertibatları, güvenlik ekipmanı olup CE işareti taşımalıdır.

Aynı zamanda ters yönde güvenlik için karşı ağırlığa güvenlik tertibatı takılabilir. Asansörün beyan hızının 1 m/s ' yi aşması durumunda karşı ağırlıkta veya dengeleme ağırlığında kullanılan güvenlik tertibatı kaymalı cinsten olmalıdır. Diğer durumlarda ani frenlemeli güvenlik tertibatı kullanılabilir. Kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığındaki güvenlik tertibatının her biri, kendi hız regülatörü tarafından çalıştırılmalıdır. Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığındaki güvenlik tertibatını çalıştıran hız regülatörünün devreye girdiği hız, kabindeki güvenlik tertibatını çalıştıran regülatörün devreye girdiği hızdan büyük olmalı; ancak bu fark $\%10$ 'dan fazla olmamalıdır.

BÖLÜM ÜÇ

ASANSÖR PROJESİ HESAPLAMALARI

Ülkemizde gün geçtikçe daha fazla önem kazanan asansör sistemleri, her ürün gibi belirli kriterlere bağlı olarak hazırlanmaktadır. Bu kriterler içinde hiç kuşkusuz ki en önemli kısım hazırlanacak bir projede yer alan hesaplamalardır.

Asansör hesaplamaları temel olarak mukavemet hesaplarına dayalı olmakla birlikte, bunlara ek olarak halatlar, tahrik sistemi, motor gücü ve asansör trafiği ile ilgili hesaplamalar da mevcuttur.

Asansör projeleri hazırlanırken iki önemli kriter, uygulama projesi ve bu projeden önce hazırlanması gereken ön (avan) projedir. Bu durumda asansör projeleri, avan ve uygulama projesi olarak ikiye ayrılmalıdır.

3.1 Asansör Avan Projesi

Asansör avan projesi, mimari uygulama projelerinin yapılmasından önce, yapının özellik ve kullanım şartlarına uyacak şekilde hazırlanan projedir. Bu konu ile ilgili Sanayi ve Ticaret Bakanlığı' nca, 15 Şubat 2003 tarih ve 25021 sayılı Resmi Gazete' de yayınlanarak yürürlüğe giren Asansör Yönetmeliği' nin 14. maddesinde “Asansör avan projeleri mimari proje ile birlikte yapılacak ve mimari projeye esas teşkil eder.” denilmektedir. Asansör avan projesindeki amaç, içine asansör sığamayacak bir asansör kuyusunun ve makina dairesinin yapılmasını önlemektir. Bir asansör avan projesinde, trafik hesabı, kuvvet hesapları ve motor gücü hesabı yer almaktadır, (TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Yayın No: MMO/208/5, 2008).

3.1.1 Asansör Trafik Hesabı

Asansör avan projesinde, hazırlanan mimari proje temel alınarak hesaplanacak olan asansör trafik hesabı yer almaktadır (95/16/AT Asansör Yönetmeliği madde 15).

Adı geçen bu hesaplama Uluslararası Asansör Mühendisleri Birliği' nin (IAEE) hesap kriterlerinden yararlanılarak yapılır.

Asansör trafik hesabı, maksimum sayıda insanın, minimum zamanda hedeflenen katlara ulaştırılması için yapılmaktadır. Asansör trafik hesabının genel amacı, insanların katlarda bekleme sürelerini en aza düşürmek ve konfor sağlamaktır.

3.1.1.1 Binada Bulunan Toplam İnsan Sayısı (B)

$$B = b + (\eta.b)$$

$$b = \sum c$$

b = Binada bulunan sürekli insan sayısı

c = Bir bağımsız bölümde sürekli bulunan insan sayısı (Tablo 3.1)

η = Kişi artış oranı

Eğer , $b < 200$ kişi $\eta = \% 30$

$b \geq 200$ kişi $\eta = \% 25$

Tablo 3.1 binada sürekli bulunan insan sayısı

Bina Tipi *		b
Konut **	Her dairede ilk yatak odası için	2
	Diğer odaların her biri için	1
Otel	Her yatak için	1
İş merkezi	Çalışma alanının her 12 m ² si için	1
Okul	Sınıf odasının her 10 m ² si için	8
Hastane	Her yatak için	3
Resmi binalar	Tek kullanımlı her 12 m ² si için	1
	Çok kullanımlı her 15 m ² si için	1
Otopark	Ticari amaçlı araç adedi başına	1,5
	Özel amaçlı araç adedi başına	1
* Servis asansörleri bu değerlerin dışındadır.		
** Diğer bölümler ve mutfak hesaba katılmayacaktır.		

3.1.1.2 Asansörün Bir Sefer İçin Gerekli Seyir Zamanı (T_R)

$$T_R = 2.H.t_v + (S+1)t_s + 2.p.t_p$$

$$t_v = h/V \text{ (s)}$$

$$t_s = t_a + t_k + t_g - t_v \text{ (s)}$$

H = Ortalama en yüksek dönüş katı (Tablo 3.6)

t_v = Katlar arası geçiş zamanı [s]

S = Ortalama durak adedi (Tablo 3.7)

t_s = kabinin her duruştaki zaman kaybı [s]

$P_{kişi}$ = Kabinin kişi adedi (Tablo 3.2)

h = Katlar arası ortalama mesafe [m]

V = Kabin hızı [m/s]

t_p = Kişi transfer zamanı (tablo 3.3)

t_a = Kapı açılma zamanı [s] (Tablo 3.5)

t_k = Kapı kapanma zamanı [s] (Tablo 3.5)

t_g = Tek katı geçme zamanı [s] (Tablo 3.4)

Tablo 3.2 Kabin Kapasitesi

Kabin Kapasitesi ($P_{kişi}$)								
4 kişi	5 kişi	6 kişi	8 kişi	10 kişi	12 kişi	16 kişi	20 kişi	24 kişi
300 kg	375 kg	450 kg	600 kg	750 kg	900 kg	1200 kg	1500 kg	1800 kg

Tablo 3.3 Kişi transfer zamanı

Kapı genişliği [m]	t_p [s]
< 1	2.2
≥ 1	2.0

Tablo 3.4 Tek katı geçme zamanı

Hız [m/s]	t_g [s]	İvme [m/s^2]
< 1.00	10.0	0.40
1.00	7.0	0.55
1.60	6.0	0.75
2.50	5.5	0.85
3.50	5.0	1.00
5.00	4.5	1.35
> 5.00	4.3	1.50

Tablo 3.5 Kapı açılma ve kapanma zamanları

Kapı Tipi	Kapı Genişliği	t_a [s]	t_k [s]
Teleskopik – Otomatik	800	2.5	3.0
	900	2.5	3.8
	1060	2.9	4.0
	1100	3.0	4.0
	1420	3.7	5.0
Merkezden açılan otomatik	800	2.0	2.5
	900	2.3	2.9
	1060	2.5	3.3
	1100	2.5	3.5
	1420	2.7	3.7
Kabin içi otomatik, kat kapısı çarpma	800	5.0	5.0
	900	5.0	5.0
	1060	6.0	6.0
	1100	6.0	6.0
	1420	--	--

Tablo 3.6 Ortalama en yüksek dönüş katı

Ana giriş üzerindeki kat adedi	Kabin Kapasitesi (P _{kişi})								
	4 kişi	5 kişi	6 kişi	8 kişi	10 kişi	12 kişi	16 kişi	20 kişi	24 kişi
	300 kg	375 kg	450 kg	600 kg	750 kg	900 kg	1200 kg	1500 kg	1800 kg
5	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.9	5.0	5.0
6	5.2	5.3	5.4	5.6	5.7	5.8	5.9	5.9	6.0
7	6.1	6.1	6.2	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	6.9
8	6.9	7.0	7.1	7.4	7.5	7.6	7.8	7.9	7.9
9	7.7	7.8	7.9	8.2	8.4	8.6	8.7	8.8	8.9
10	8.5	8.6	8.7	9.1	9.3	9.5	9.7	9.8	9.9
11	9.3	9.4	9.6	10.1	10.2	10.4	10.6	10.7	10.8
12	10.1	10.2	10.4	10.8	11.1	11.3	11.5	11.7	11.8
13	10.9	11.0	11.2	11.7	12.0	12.2	12.5	12.6	12.7
14	11.7	11.9	12.1	12.6	12.9	13.1	13.4	13.6	13.7
15	12.5	12.7	12.9	13.4	13.8	14.0	14.3	14.5	14.7
16	13.3	13.4	13.7	14.3	14.7	14.9	15.3	15.5	15.6
17	14.1	14.3	14.5	15.2	15.6	15.8	16.2	16.4	16.6
18	14.9	15.2	15.4	16.0	16.5	16.8	17.1	17.4	17.5
19	15.7	16.0	16.2	16.9	17.4	17.7	18.1	18.3	18.5
20	16.5	16.7	17.0	17.8	18.2	18.6	19.0	19.3	19.4
21	17.3	17.6	17.9	19.6	19.1	19.5	19.9	20.2	20.4
22	18.1	18.4	18.7	19.5	20.0	20.4	20.9	21.1	21.3
23	18.9	19.2	19.5	20.4	20.9	21.3	21.8	22.1	22.3
24	19.7	20.0	20.3	21.2	21.8	22.2	22.7	23.0	23.2
N = Ana Giriş Üzerindeki Kat Adedi					$H = N - \sum_{i=1}^{N-1} \left(\frac{i}{N} \right)^{P_{kişi}}$				

3.7 Ortalama durak adedi

Ana giriş üzerindeki kat adedi	Kabin Kapasitesi (P _{kişi})								
	4 kişi	5 kişi	6 kişi	8 kişi	10 kişi	12 kişi	16 kişi	20 kişi	24 kişi
	300 kg	375 kg	450 kg	600 kg	750 kg	900 kg	1200 kg	1500 kg	1800 kg
5	2.9	3.1	3.3	3.8	4.2	4.4	4.7	4.9	4.9
6	3.1	3.3	3.5	4.1	4.6	5.0	5.4	5.7	5.8
7	3.2	3.5	3.7	4.4	5.0	5.4	6.0	6.4	6.6
8	3.3	3.5	3.8	4.6	5.3	5.8	6.6	7.1	7.4
9	3.4	3.6	3.9	4.8	5.5	6.1	7.0	7.6	8.1
10	3.4	3.7	4.0	4.9	5.7	6.4	7.4	8.1	8.7
11	3.5	3.7	4.0	5.0	5.9	6.6	7.8	8.6	9.2
12	3.5	3.8	4.1	5.1	6.0	6.8	8.1	9.0	9.7
13	3.6	3.8	4.1	5.2	6.1	7.0	8.3	9.4	10.2
14	3.6	3.9	4.2	5.3	6.3	7.1	8.6	9.7	10.6
15	3.6	3.9	4.2	5.4	6.4	7.3	8.8	10.0	11.0
16	3.6	3.9	4.3	5.4	6.5	7.4	9.0	10.3	11.4
17	3.7	4.0	4.3	5.5	6.5	7.5	9.2	10.6	11.7
18	3.7	4.0	4.3	5.5	6.6	7.6	9.3	10.8	12.0
19	3.7	4.0	4.3	5.6	6.7	7.7	9.5	11.0	12.3
20	3.7	4.1	4.4	5.6	6.7	7.8	9.6	11.2	12.5
21	3.7	4.1	4.4	5.6	6.8	7.9	9.8	11.4	12.8
22	3.7	4.1	4.4	5.7	6.8	7.9	9.9	11.5	13.0
23	3.8	4.2	4.4	5.7	6.9	8.0	10.0	11.7	13.2
24	3.8	4.2	4.4	5.7	6.9	8.0	10.1	11.9	13.4
N = Ana Giriş Üzerindeki Kat Adedi					$S = N * \left[1 - \left(\frac{N-1}{N} \right)^{P_{kişi}} \right]$				

Verilen tüm tablolarda ara değerler enterpolasyonla bulunur.

3.1.1.3 Gerekli Asansör Sayısının Hesabı

Gerekli asansör sayısının tespitinde, trafiğin en yoğun olduğu 5 dakikalık süre içinde oluşan talepleri karşılaması halinde asansörün sorunsuz hizmet vereceği kanıtlanmıştır. Asansör kabini her zaman tam kapasite ile çalışmayabilir, bunun için

kabin kapasitesinin %80' ini hesaplamalara katmak gerekir. 5 dakikada yapılan seferde, taşınan insan sayısı;

$$R = \frac{5.60.(0,80.P_{kişi})}{T_R} \quad \text{formülü ile hesaplanır.}$$

Gerekli olan asansör adedi; 5 dakikada taşınacak kişi %' si (k) ile binada bulunan toplam insan sayısı ve 5 dakikada yapılan seferde, taşınan insan sayısına göre bulunur. k oranı Tablo 3.8' de bina tipine bağlı olarak verilmiştir.

$$L = \frac{B.k}{R} \quad \text{formülü ile hesaplanır.}$$

Tablo 3.8 Taşınacak insan yüzdesi (%k)

Bina Tipi		Standart	Yükseltilmiş *
Konut		% 7.5	% 10
Otel		% 12	% 15
İş merkezi	Çoklu	% 15	% 17
	Tekil	% 15	% 25
Okul		% 15	% 20
Hastane		% 10	% 20
Otopark		% 10	% 20
* Yüksek binalardaki asansörlerin hesabı için yükseltilmiş değerlerin seçilmesi tavsiye edilir.			

Müsaade edilen en fazla bekleme zamanı ise şu formülle hesaplanır:

$$l_{eer} = \frac{T_R}{n} \quad l_{eer} \leq l_{zul} \quad \text{şartı sağlanmalıdır.}$$

l_{zul} : Bekleme zamanı (Tablo 3.9)

l_{eer} : Hesaplanan bekleme süresi [s]

n :Asansör adedi

Tablo 3.9 İzin verilen en fazla bekleme zamanı (I_{zul})

Sınıf	Standart	Yükseltilmiş *
Konut	120	80
Otel veya çok firmalı iş yeri	40	30
Tek firmalı iş merkezi, idari ve okul binaları	40	30
Hastane (ziyaretçi asansörü)	40	30
* Yüksek binalardaki asansörlerin hesabı için yükseltilmiş standart seçilmesi tavsiye edilir.		

3.1.2 Asansör Kuvvet Hesapları

3.1.2.1 Asansör Kuyusu Duvarlarının Dayanımı

Asansörlerin güvenli çalışması için kuyu duvarları yeterli mekanik dayanıma sahip olmalıdır. TS 10922 EN 81-1 ve TS EN 81-2 standartlarında da belirtildiği gibi duvarların iç ve dış yüzeyinin herhangi bir noktasında dikey olarak 5 cm² lik yuvarlak veya kare şeklinde bir alana eşit olarak dağılacak 300 N' luk bir kuvvet uygulandığında, asansör kuyusu duvarları kalıcı şekil değiştirmemeli ve 15 mm' den fazla esnememelidir.

3.1.2.2 Kuyu Tabanına Gelen Kuvvetler

Kuyu alt boşluğu tabanı, asılı kılavuz raylar hariç her kılavuz rayın altında kılavuz rayın kütlesinden [kg] kaynaklanan kuvveti [N] ve güvenlik tertibatının (mekanik fren) çalışması anında meydana gelen kuvveti [N] taşıyabilmelidir. Kılavuz raylar oturtma veya asma tip şeklinde monte edilebilirler. Buna bağlı olarak hesaplamalar değişiklik gösterecektir.

Oturtma tip ray kullanılacaksa asansör kuyusu tabanına gelen kuvvetler;

$$P_1 = 4 \cdot g_n \cdot (P_{kabin} + Q + G_{halat}) \quad \text{Kabin tamponunun altına gelen kuvvet için}$$

$$P_2 = 4 \cdot g_n \cdot (P_{kabin} + G_{halat} + Q/2) \quad \text{Karşı ağırlık tamponunun altına gelen kuvvet için}$$

$$P_3 = 4 \cdot g_n \cdot \frac{(P_{kabin} + G_{halat})}{2} \quad \text{Dengeleme ağırlığı için}$$

$$P_R = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P_{kabin} + Q + G_{halat})}{n} \quad \text{Kabin kılavuz raylarına gelen kuvvetler}$$

$$P_K = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P_{kabin} + Q/2)}{n} \quad \text{Karşı ağırlık raylarına gelen kuvvetler (Güvenlik tertibatı olması durumunda hesaplanmaktadır.)}$$

Asma tip ray kullanılacaksa asansör kuyusu tabanına gelen kuvvetler;

$$P_1 = 4 \cdot g_n \cdot (P_{kabin} + Q + G_{halat}) \quad \text{Kabin tamponunun altına gelen kuvvet için}$$

$$P_2 = 4 \cdot g_n \cdot (P_{kabin} + G_{halat} + Q/2) \quad \text{Karşı ağırlık tamponunun altına gelen kuvvet için}$$

$$P_3 = 4 \cdot g_n \cdot \frac{(P_{kabin} + G_{halat})}{2} \quad \text{Dengeleme ağırlığı için}$$

$$Q = \text{Asansör beyan yükü [kg]} \quad (P_{kabin} + Q/2) = \text{Karşı ağırlık kütlesi [kg]}$$

$$P_{kabin} = \text{Kabin kütlesi (Kabin+İç kapı)} \quad k_1 = \text{Darbe katsayısı (Tablo 3.10)}$$

$$G_{halat} = \text{Halat kütlesi [kg]} \quad F_{halat} = \text{Halat ağırlığı [N]}$$

3.1.2.3 Halat Ağırlığının Hesabı (F_{halat})

$$F_{halat} = g_n \cdot l_h \cdot n_h \quad [\text{N}] \quad G_{halat} = l_h \cdot n_h \quad [\text{kg}]$$

l_h = Halat boyu n_h = Halat adedi

3.1.2.4 Kuyu Üstü Betonuna Etki Eden Kuvvetler (F_s)

Oturtma tip ray kullanılacaksa asansör kuyu üstü betonuna gelen kuvvetler;

$$F_s = g_n \cdot (F_{makina} + F_{sehpa} + F_{montör} + Q + P_{kabin} + F_{halat} + (P_{kabin} + Q/2))$$

F_{makina} = Kullanılan makina motor grubunun kütlesi

F_{sehpa} = Kullanılan makina motor grubunun oturduğu çelik profil kütlesi

$F_{montör}$ = Çalışan personelin kütlesi (İki kişi olarak düşünülmüş olup her bir kişinin kütlesi 75 kg olarak alınmaktadır.)

Asma tip ray kullanılacaksa asansör kuyu üstü betonuna gelen kuvvetler;

$$F_s = g_n \cdot (F_{makina} + F_{sehpa} + F_{montör} + Q + P_{kabin} + F_{halat} + (P_{kabin} + Q/2) + F_{ray-kabin} + F_{karşıağırlık})$$

$F_{ray-kabin}$ = Kabin rayının kütlesi

$F_{ray-karşı ağırlık}$ = Karşı ağırlık rayının kütlesi

Tablo 3.10 Darbe katsayıları

Darbe	Darbe Katsayısı	Değer
Ani frenlemeli güvenlik tertibatı veya ani frenlemeli kenetleme tertibatının (makaralı tip hariç) çalışmasıyla meydana gelen	k_1	5
Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı veya ani frenlemeli güvenlik tertibatının çalışmasıyla veya enerji depolayan tipteki oturma tertibatında veya enerjiyi harcayan tipteki tamponda meydana gelen		3
Kaymalı güvenlik tertibatı veya kaymalı kenetleme tertibatının çalışmasıyla veya enerji depolayan tipteki oturma tertibatında veya enerjiyi harcayan tipteki tamponda meydana gelen		2
Hareket ederken meydana gelen	k_2	1,2
Yardımcı donanımda meydana gelen	k_3	(....) ¹⁾
1) Tesisin şartlarına göre imalatçı firma tarafından belirlenmelidir.		

3.1.3 Motor Gücü Hesabı (F_s)

$$F_1 = Q + P_{kabin} + G_{halat} \text{ [kg]}$$

$$F_2 = Q/2 + P_{kabin} \text{ [kg]}$$

$$P_{döndürme} = F_1 - F_2$$

$$G_{maks} = P_{kabin} + G_{halat} + G_s + Q - F_2$$

$$M = G_{maks} \cdot (D_{tahrik} / 2)$$

$P_{döndürme}$ = Makina miline gelen en büyük döndürme kuvveti [kg]

G_{maks} = Maksimum artan yük

D_{tahrik} = Tahrik kasnağı çapı [m]

M = Makina milinde oluşan moment [kgm]

G_s = Sürtünme yükü [~50 kg alınabilir]

F_1 = Kabin tarafındaki toplam yük

F_2 = Karşı ağırlık tarafındaki toplam yük

Bulunan moment değerine göre seçilecek olan motor verimi, (Tablo 3.11) motor gücü hesabında kullanılır. Bulunan motor gücü Tablo 3.12' ye göre bir üst değer olarak seçilir.

Tablo 3.11 Moment değerine göre alınacak verim

M [kgm]	η (verim)
<120	0,30
120-200	0,45
200-300	0,60
300-550	0,70

$$N = \frac{P_{döndürme} \cdot V}{\eta \cdot 102} \quad [\text{kW}]$$

$N \geq N_G$ olmalıdır.

Tablo 3.12 Asansör hız ve beyan yüküne göre gerekli motor gücü (N_G) – [kW]

V	4 kişi	5 kişi	6 kişi	8 kişi	10 kişi	13 kişi	16 kişi	21 kişi
[m/s]	300kg	375 kg	450 kg	600 kg	750 kg	975 kg	1200 kg	1600 kg
0,63	3,29	4,12	4,63	6,49	8,24	8,82	9,65	12,35
1,00	5,23	6,54	7,35	10,29	13,07	14,01	15,32	19,61
1,60	8,37	10,46	11,76	16,47	20,92	22,41	24,51	31,37
2,50	13,07	16,34	18,38	25,74	32,68	35,01	38,30	49,02

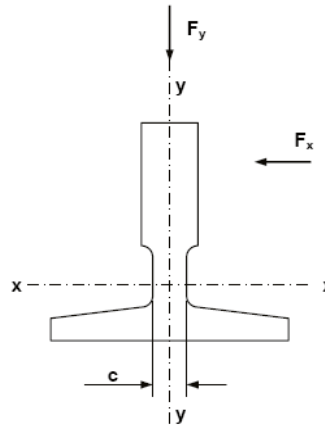
3.2 Asansör Uygulama Projesi

Asansör uygulama projelerindeki hesaplamalar, Türk Standardı, TS 10922 EN 81-1 ve TS EN 81-2,2001 standartlarında yer alan ray ve halat hesaplamalarını temel alır. Bu hesaplamaların yanında asansör firmaları istedikleri hesabı ekleyebilmekte serbesttir. Kullanılan sembol ve terimler asansör avan projesinde yer alan sembol ve terimlerden farklı yazılmaktadır ve TS 10922 EN 81-1 ve TS EN 81-2 standartlarında kullanılan sembol ve terimler esas alınmaktadır.

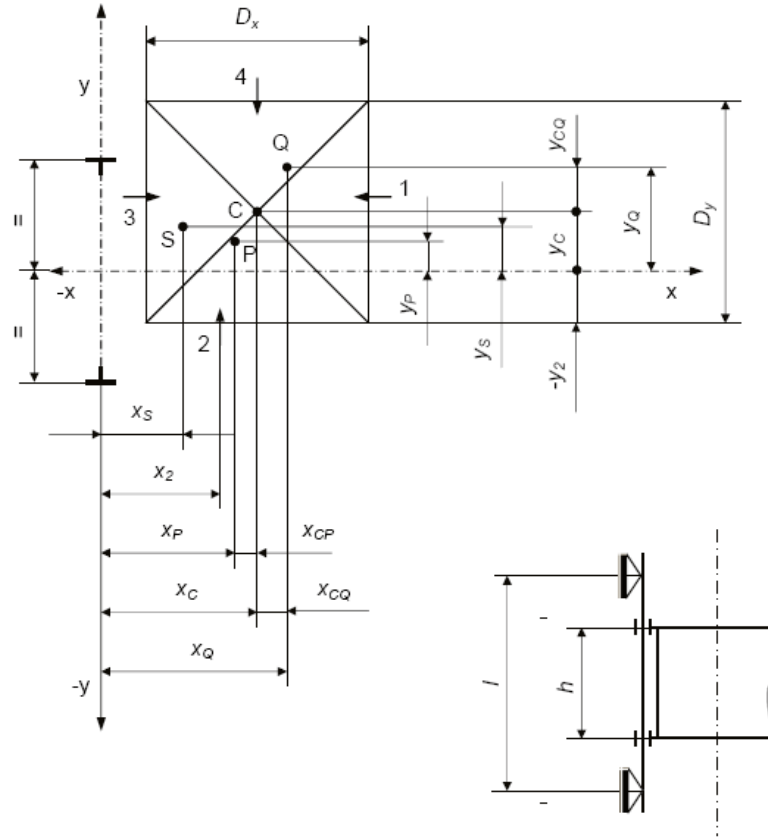
3.2.1 Asansör Ray Hesabı

Günümüzde asansör rayları, oturtma ray tipine göre montaj edilmektedirler. Bu durumda raylar üzerinde oluşan tüm kuvvetler doğrudan kuyu tabanına etki etmektedir. Kabin içindeki yük dağılımına bağlı olarak, asansörün güvenlik tertibatının çalışması, normal kullanımda hareket halindeyken ve normal kullanımda yükleme esnasında oluşan x-y koordinatlarındaki kuvvetler, asansör ray hesabının temelini oluşturmaktadır. Bu kuvvetlerin hesaplanması hem kabin hem de karşı ağırlık için aynıdır.

Genel olarak raylar üzerine gelen kuvvetler Şekil 3.1, kabin boyutları ise Şekil 3.2 de gösterildiği gibidir.



Şekil 3.1 Kılavuz rayın eksenleri



Şekil 3.2 Kabin boyuları

D_x : x- yönündeki kabin boyutu, kabin derinliği

D_y : y- yönündeki kabin boyutu, kabin genişliği

x_C, y_C : Kabin merkezinin (C), kılavuz ray sisteminin ilgili eksenlerine olan mesafeleri

x_S, y_S : Askı noktasının (S), kılavuz ray sisteminin ilgili eksenlerine olan mesafeleri

x_P, y_P : Boş kabinin ağırlık merkezinin kılavuz ray sisteminin ilgili eksenlerine olan mesafeleri

x_{CP}, y_{CP} : Boş kabinin ağırlık merkezinin, x ve y eksenlerinde kabin merkezine olan mesafeleri

S : Kabin askı noktası

C : Kabinin geometrik merkezi

P : Boş kabinin ağırlık merkezi

Q : Beyan yükünün ağırlık merkezi

$\rightarrow$: Yükleme yönü

1, 2, 3, 4 : 1, 2, 3 veya 4 nolu kabin kapılarının merkezi

x_i, y_i : İlgili kabin kapısının, kılavuz ray sisteminin ilgili eksenlerine olan mesafeleri, $i = 1, 2, 3$ veya 4

n : Kılavuz raylarının sayısı

h : Kabin kılavuz patenleri arasındaki mesafe

x_Q, y_Q : Beyan yükü ağırlık merkezinin kılavuz ray sisteminin ilgili eksenlerine olan mesafeleri

x_{CQ}, y_{CQ} : x ve y eksenlerine göre kabin merkezi ile beyan yükü ağırlık merkezi arasındaki mesafe

Kılavuz raylarda oluşan bileşke kuvvet ve gerilmeler, asansörün hareketi ve kullanımı sırasında değişiklikler göstermektedir. Ancak genel hatlarıyla yazılacak olursa;

Kabin rayları üzerinde oluşan bükülme kuvveti $F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n}$ formülüyle,

Güvenlik tertibatı olması durumunda karşı ağırlık rayı üzerinde oluşan bükülme kuvveti $F_c = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + q \cdot Q)}{n}$ formülüyle,

Raylar üzerinde oluşan eğilme gerilmesi $M_m = \frac{3 \cdot F_b \cdot l}{16}$ $\sigma_m = \frac{M_m}{W}$ formülleriyle,

Raylar üzerinde oluşan bükülme gerilmesi $\lambda = \frac{l_k}{i}$ $l_k = l$

$\sigma_k = \frac{(F_k + k_3 + M) \cdot \omega}{A}$ formülleriyle (Tablo 3.13),

Raylar üzerinde oluşan birleşik eğilme ve basınç gerilmeleri $\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y$

$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3.M}{A}$ formülleriyle (σ ve $\sigma_m \leq \sigma_{zul}$, σ_{zul} değeri Tablo 3.14' te verilmiştir.),

Ray boynundaki eğilme $\sigma_F = \frac{1,85.F_x}{c^2} \leq \sigma_{zul}$ formülüyle,

Raydaki eğilme miktarı ise $\delta_y = 0,7 \frac{F_y.l^3}{48.E.I_x}$ $\delta_x = 0,7 \frac{F_x.l^3}{48.E.I_y}$ formülleriyle

bulunmaktadır.

Kullanılan sembollerin anlamları aşağıda sıralanmıştır:

k_1, k_3 : Tablo 3.10'a göre darbe katsayısı

g_n : Standard yerçekimi ivmesi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

P : Boş kabin ve kabine asılı parçaların, meselâ: kabin kumanda kablosunun kabin tarafından taşınan kısmı ve varsa dengeleme halatları/zincirlerinin vb. kütlelerinin toplamı [kg]

Q : Beyan yükü [kg]

q : Beyan yükünün karşı ağılıkla dengelenmesi veya kabin kütlelerinin dengeleme ağırlığı ile dengelenmesi oranını gösteren dengeleme katsayısı

n : Kılavuz ray sayısı

M_m : Eğilme momenti [Nmm]

W : Mukavemet momenti [mm^3]

F_b : Farklı yük durumlarında kılavuz raylara patenler tarafından uygulanan kuvvet [N]

l : Kılavuz ray konsolları arasındaki en uzun mesafe [mm]

M : Yardımcı donanımın kılavuz raylarda meydana getirdiği kuvvet [N]

A : Kılavuz rayın kesit alanı [mm^2]

ω : Bükülme katsayısı

λ : Narinlik katsayısı

l_k : Bükülme uzunluğu [mm]

- i : Eylemsizlik yarıçapı [mm]
 σ : Birleşik eğilme ve basınç gerilmeleri [N/mm^2]
 σ_m : Birleşik eğilme ve basınç gerilmeleri [N/mm^2]
 σ_x : x- eksenindeki eğilme gerilmesi [N/mm^2]
 σ_y : y- eksenindeki eğilme gerilmesi [N/mm^2]
 σ_{zul} : İzin verilen gerilme [N/mm^2]
 σ_k : Bükülme gerilmesi [N/mm^2]
 F_k : Bir kabin kılavuz rayındaki bükülme kuvveti [N]
 F_c : Bir karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının kılavuz rayındaki bükülme kuvveti [N]
 σ_k : Ray Boynundaki yerel eğilme gerilmesi [N/mm^2]
 c : Kılavuz ray profilinin ayağı ile başı arasındaki boyun genişliği [mm] (Şekil 3.1)

3.2.1.1 Güvenlik Tertibatının Çalışması

Kabin kılavuz raylarında, asansörün frenlemesi esnasında, fren bloklarının çeneleri rayda sürtünme kuvveti oluşturmaktadır. Oluşan bu sürtünme, raylarda bükülme gerilmesine, aynı zamanda ray eksenleri doğrultusunda gerilmelere sebebiyet vermektedir. Güvenlik tertibatının çalışması ile oluşan kuvvet, gerilme ve yer değiştirme miktarları Şekil 3.4 ve 3.5' te belirtilen eksenlere bağlı olarak bulunmaktadır. Oluşacak en büyük eksenel kuvvetlerin hesaba katılacağı gerilmeler ve buna bağlı olarak oluşacak yer değiştirmeler, izin verilen değerlerden büyük olmamalıdır; asansör ray seçimleri de bu şartlara bağlı olarak yapılmalıdır.

Asansör güvenlik tertibatı devreye girdiği zaman, kabin içindeki yük dağılımı iki şekilde olabilir.

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h} \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Bükülme kuvveti ve gerilmesi,

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n (P + Q)}{n} \quad \sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A}$$

Narinlik ve bükülme katsayısı,

$$\lambda = \frac{l_k}{l} \quad \text{ve} \quad l_k = l$$

$$20 \leq \lambda \leq 60 \quad \omega = 0,00012920 \cdot \lambda^{1,89} + 1$$

$$60 < \lambda \leq 85 \quad \omega = 0,00004627 \cdot \lambda^{2,14} + 1$$

$$85 < \lambda \leq 115 \quad \omega = 0,00001711 \cdot \lambda^{2,35} + 1,04$$

$$115 < \lambda \leq 250 \quad \omega = 0,00016887 \cdot \lambda^{2,00}$$

Bulunan gerilmelere bağlı oluşan birleşik gerilmeler ve ray boynu eğilmesi,

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \quad \sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m$$

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} \quad \text{tüm bu gerilmeler} \quad \rightarrow \quad \leq \sigma_{zul} \quad (205 \text{ N/mm}^2) \quad \text{olmalıdır.}$$

Eğilme miktarları ise,

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \quad , \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \quad \leq \delta_{zul} \quad (5 \text{ mm})$$

şeklinde bulunmaktadır.

3.2.1.2 Normal Kullanma, Hareket

Asansörün normal kullanımında hareket halindeyken raylarda oluşan eksenel kuvvetler, gerilmeler ve deplasmanların bulunması yine şekil 3.4 ve şekil 3.5’ teki kabin içi yük dağılımına bağlı olarak iki farklı eksen üzerinde incelenir.

Eğilme kuvvetleri, momentler ve gerilmeler,

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n [Q \cdot (x_Q - x_s) + P \cdot (x_P - x_s)]}{n \cdot h} \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n [Q \cdot (y_Q - y_s) + P \cdot (y_P - y_s)]}{\frac{n}{2} \cdot h} \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Asansörün hareket halindeyken normal kullanımında güvenlik tertibatı çalışmadığı için raylar üzerinde herhangi bir bükülme kuvveti oluşmamaktadır.

Bulunan eksenel kuvvet ve gerilmelere göre oluşan birleşik gerilmeler ve ray boynu eğilmesi,

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \quad \sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2}$$

tüm bu gerilmeler $\rightarrow \leq \sigma_{zul} \text{ (165 N/mm}^2\text{) olmalıdır.}$

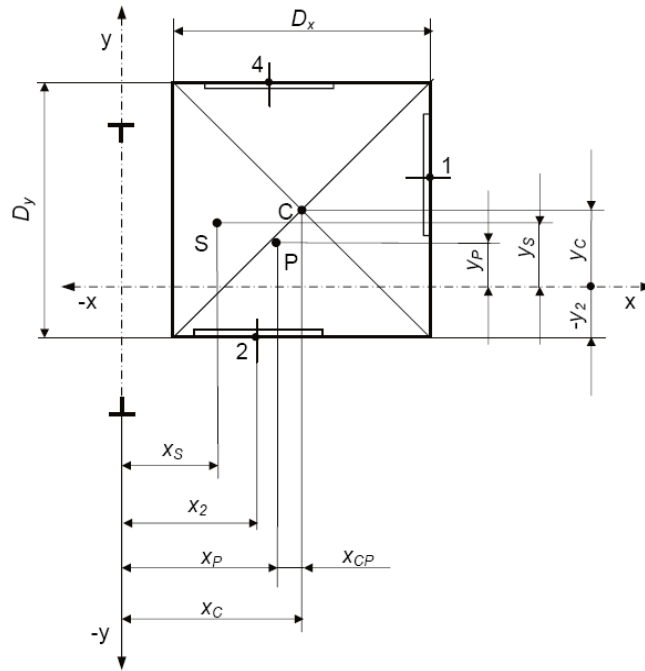
Eğilme miktarları,

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \quad , \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \quad \leq \delta_{zul} \text{ (5 mm) olmalıdır.}$$

şeklinde bulunmaktadır.

3.2.1.3 Normal Kullanma, Yükleme

Asansör kabini, katta beklerken içine yapılacak olan ilk yüklemeye bağlı değişen ve ani olarak oluşan eksenel kuvvetler meydana gelmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Normal kullanma- yükleme

İlk yüklemeye oluşan eksenel kuvvetler, momentler ve gerilmeler,

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_s \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_s \cdot (y_i - y_S)}{\frac{n}{2} \cdot h} \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

Asansör kabini katta beklerken ve ilk yükleme esnasında güvenlik tertibatı çalışmadığı için raylar üzerinde herhangi bir bükülme kuvveti oluşmamaktadır.

Bulunan eksenel kuvvet ve gerilmelere göre oluşan birleşik gerilmeler ve ray boynu eğilmesi,

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \quad \sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2}$$

tüm bu gerilmeler $\rightarrow \leq \sigma_{zul} \text{ (165 N/mm}^2\text{) olmalıdır.}$

Eğilme miktarları,

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y}, \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{zul} \text{ (5 mm) olmalıdır.}$$

şeklinde bulunmaktadır.

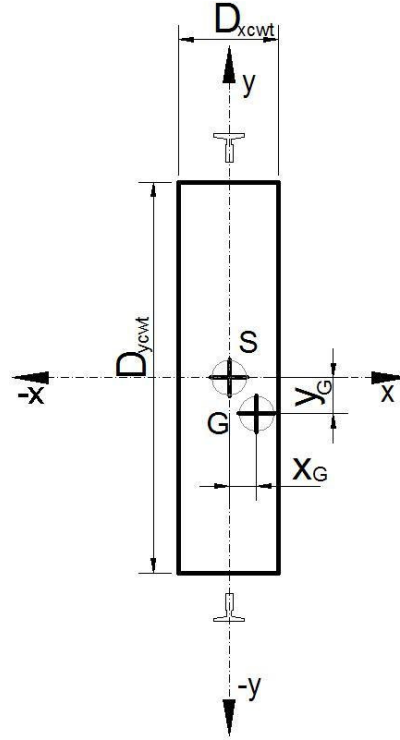
3.2.2 Asansör Karşı Ağırlık Ray Hesabı

Asansör sisteminde kullanılan karşı ağırlık seçimi de kabin rayı kadar önemlidir. Kullanılacak rayın hareketinden kaynaklanan eksenel kuvvetler, asansör karşı ağırlığını da etkilemektedir. Hesaplamaların temeli aynı mantığa dayanmakta olup σ_{zul} değerindeki değişiklik, karşılaştırmaları etkilemektedir. Kabin rayı hesaplamalarında olduğu gibi normal kullanımda hareket halindeyken hesaplanan formüller temeli oluşturmaktadır.

3.2.2.1 Normal Kullanma, Hareket

Asansör karşı ağırlığında, kütlenin etki noktasının yatay kesit alanının ağırlık merkezinden kaçıklığı, karşı ağırlığın genişliğinin en az %5' i ve derinliğinin %10' u olarak alınmaktadır (Şekil 3.7).

- G_{cw} : Asansör karşı ağırlık kütlesi [kg]
- D_{xcw} : Karşı ağırlık genişliği [mm]
- D_{ycw} : Karşı ağırlık uzunluğu [mm]
- x_g : %10. D_{xcw} [mm]
- y_g : %5. D_{ycw} [mm]
- h_{cw} : karşı ağırlık patenleri arasındaki uzaklık [mm]



Şekil 3.7 Karşı ağırlık boyutları

Asansör karşı ağırlık üzerinde oluşan eğilme kuvvetleri, momentler ve gerilmeler,

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot G_{cw} \cdot (x_G - x_S)}{n \cdot h_{cw}} \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot G_{cw} \cdot (y_G + y_S)}{\frac{n}{2} \cdot h_{cw}} \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

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

Bulunan aksenal kuvvet ve gerilmelere göre oluşan birleşik gerilmeler ve ray boynu eğilmesi,

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \quad \sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2}$$

tüm bu gerilmeler $\rightarrow \leq \sigma_{zul}$ (165 N/mm²) olmalıdır.

Eğilme miktarları,

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \quad , \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{zul} (10 \text{ mm}) \quad \text{olmalıdır.}$$

şeklinde bulunmaktadır.

BÖLÜM DÖRT

SOLIDWORKS, COSMOSWORKS

4.1 SolidWorks

SolidWorks yenilikçi, kullanımı kolay, Windows için hazırlanmış 3 boyutlu tasarım ve kalıpcılık programıdır. SolidWorks programı her türlü makina, tesis, ürün tasarımında kullanıcıya Windows'un kolaylıklarını kullanarak hızlı bir şekilde çizim yapmasını sağlar.

SolidWorks parasolid prensibinde çalıştığı için kullanıcıya, tasarımın her aşamasında müdahale şansı vererek, modelin boyutlarının, ölçülerinin ve ayrıntılarının istenilen şekilde değiştirilmesi imkânı vardır, saniyelerle ölçülebilecek zaman dilimlerinde teknik resim ve montajların yapılmasını sağlar. Feature tree (tasarım ağacı) ile yapılan işlemlerin sıraları ve yapıları değiştirilebilir. Üstelik yapılan değişiklikler sonucu varsa yapılmış olan montaj ve teknik resim anında güncelleşir. Böylece kullanıcıya teknik resimde veya montajda parçaya müdahale edebilme şansı doğar.

Yapılmış olan tüm bu işlemleri IGES, DXF, DWG, SAT(ACIS), STL, STEP, VDA, VRML, parasolid dosyalarından kayıt veya transfer yapılabilir.

4.2. SolidWorks' ün Kullanımı

SolidWorks şu andaki CAD programları arasında kullanımı en kolay olan programdır. Ayrıca bünyesindeki "Hole wizard "(delik sihirbazı) ile metrik veya inch, havşalı veya faturalı tüm delikleri oluşturarak montaj ve tasarımda hızlılığı sağlar. Yine montajlara hareket verebilir, bu hareketlere çarpma kontrolü "Collision Detection" yapılabilir, böylece tasarlanmış parçanın prototip maliyeti sıfıra indirilmiş olur. Tüm bu işlemler sonucu oluşturulan dosyaların büyüklükleri diğer programlara nazaran çok daha az yer kaplamakta ve açılım işlem zamanları çok kısa sürede olmaktadır. Montajların çok büyük olması bu özelliği etkilemez. Tasarımlarda

foto gerçekçi görüntüler oluşturulabilir ve animasyonlar yapılabilir. Ayrıca SolidWorks birçok çözüm olanağına sahiptir. Bir kaç örnek vermek gerekirse; CAM Works ile parça veya kalıbın takım yolları çıkarabilir, COSMOS/Works ile mukavemet analizleri yapılabilir, ToolBox ile standart makine ve kalıp elamanları kullanılabilir.

Tasarım

- Katı modellerin avantajlarını kullanarak kolayca ve hızlı şekilde tasarım yapabilme imkânı sağlar.
- İstenildiği anda ölçü değiştirerek tasarımı kolayca düzeltebilme imkânı sağlar.
- Parça tasarımında diğer parçalara bağlı ölçü verebilme imkânı sağlar.
- Feature Tree (Tasarım Ağacı) sayesinde yapılan işlemlerin sırasını değiştirebilme imkânı sağlar.
- Nesne kütüphanesi ile sıkça kullanılan unsurları tekrar tekrar kullanabilme imkânı sağlar.
- Windows'ta kullanılan sürükle-bırak, kes-yapıştır uygulamaları SolidWorks' te de aynı işlevleri yürütür. Örneğin control tuşuna basarak bir unsuru bir yerden bir yere veya bir dosyadan başka bir dosyaya taşıyabilme.
- Bir parçadan değişik boyutlardaki konfigürasyonlarını Excel'de bir tablo oluşturarak otomatik olarak oluşturabilme imkânı sağlar.
- Sürükle-bırak tarzı ile tasarımın imalata hazır teknik resimlerini otomatik olarak oluşturabilme imkânı sağlar.
- Tasarımın herhangi bir anında yapılan değişikliklerde, teknik resimlerin otomatik olarak güncelleşmesi, istenirse teknik resimde yapılan değişikliklerde parçanın veya montajın güncelleşmesi imkânı vardır.
- Karmaşık sac parçaların açılımlarını elde eder. Saclar ister düz ister konik olsun SolidWorks' te açılımlarını elde edebilme, otomatik olarak teknik resmini çıkarabilme imkânı sağlar.

Montaj

- Binlerce parçadan oluşan montajlar yapabilme imkânı sağlar.
- Smart Mate"(Akıllı Montaj) adı verilen bir uygulama ile montaj parçalarını yerleştirirken (snap to fit) yakala-oturt özelliği ile daha hızlı bir şekilde montaj yapma imkânı sağlar.
- Montaj parçalarını, dinamik hareket mekanizmalarının çalışıp çalışmadığını kontrol eder.
- "Collision Detection"(Çarpma Kontrolü) ile montaja dinamik bir hareket verildiği zaman çakışan parçaların olup olmadığını görme imkânı sağlar.
- "Lightweight"(hafif yükleme) adı verilen bir sistem ile yüklü montaj dosyalarını daha hızlı bir şekilde açabilme imkânı sağlar.

4.3 CosmosWorks

Yapısal analizler, gelişen teknolojinin vazgeçilmezleri arasında yer bulmaktadır. Tasarlanan ürünler, sayısal ortamlarda test edilerek çalışma performansı hakkında bilgi elde edilmesi amaçlanır. Yapılan bu testler sonucu elde edilen veriler kullanılarak, tasarım tekrardan gözden geçirilip, optimum sonuca gidilerek tasarlanan ürünün minimum maliyette ve optimum dayanıma sahip olup olmadığı incelenmektedir.

CosmosWorks programı, SolidWorks programı ile beraber çalışıp, temeli sonlu elemanlar metoduna dayanmaktadır. Sonlu elemanlar metodu; bir nümerik yöntem olup, özellikle katı cisimlerin mekaniği, akışkanlar mekaniği, ısı transferi ve titreşim gibi karmaşık mühendislik problemlerinin çözümünde bilgisayar ortamında kullanılan gelişmiş bir yöntemdir. Bu metod; özellikle makina, otomotiv, uçak, inşaat, beyaz eşya ve hatta tıp sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır (Vural, 2003).

CosmosWorks programı, gerilme ve şekil değiştirme analizinden; ısı akımı, hidrolik, manyetik akı, sızma gibi alan problemlerine kadar çok çeşitli uygulamalara sahiptir. Sonlu elemanlar yönteminin kullanılması, bilgisayar teknolojisi ve CAD sistemlerinin gelişmesiyle; bugüne kadar ancak pahalı deneysel yöntemlerle incelenebilen bir çok ürünün kolayca incelenebilmesi, hatta çizim esnasında mukavemet analizlerinin kısa bir sürede yapılarak optimum dizaynın gerçekleştirilmesi mümkün olabilmektedir. Herhangi bir ürün için ilk prototip yapılmadan önce bilgisayarda bir çok değişik model denenebilir. Bu da, o ürün için en uygun modelin daha kısa zamanda ve daha düşük maliyette üretilebilirliğini göstermektedir.

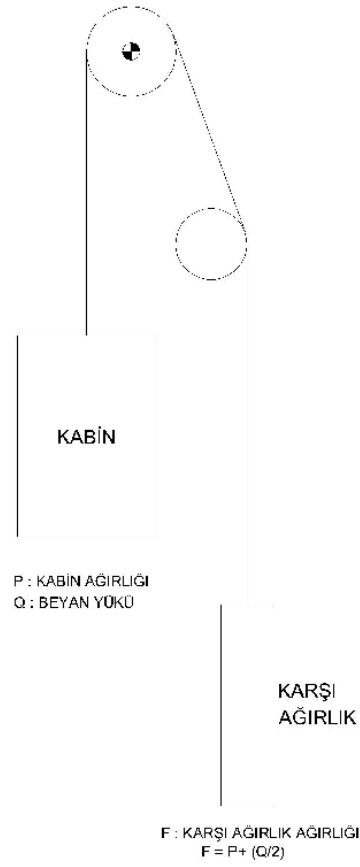
Programın kullanımı, diğer sonlu elemanlar metodunu kullanan programlarla (Ansys, Nastran, Abaqus...) aynı olup, ilk önce oluşturulan katı modelin malzemesi belirlenmektedir. Sonra sınır şartları belirlenip, uygulanacak olan kuvvetin tipi belirlendikten sonra model, nodlarına ayrılır. Son olarak da program çalıştırılıp, oluşan her bir nod üzerindeki analiz sonuçları rahatlıkla incelenebilir.

Ancak temeli sadece analiz amaçlı olan programlarda (Ansys, Nastran, Abaqus...) veri kaybı veya hatalı veri okuma riski söz konusudur. Bu sebepten dolayı CosmosWorks programına benzer tasarım modülünü de içinde barındıran yazılımlar, (Catia, Unigraphics, ProEngineer...) analiz sonuçlarını işleyerek kullanıcılarına en okunaklı şekilde sunmaktadırlar. Bu sayede, modelleme ve analiz aynı sistem dahilinde gerçekleştiğinden veri kaybı veya hatalı veri okuma riski ortadan kalkmış olur (Bayrak ve Turgut, 2008)

BÖLÜM BEŞ

ASANSÖR KARŞI AĞIRLIK MODELLEMESİ VE ANALİZİ

Asansör sistemleri, dengeleme ağırlığı olarak da bilinen karşı ağırlık ile hareketini sağlamaktadır. Asansör karşı ağırlık tarafındaki toplam yük, kabin tarafında bulunan toplam yüke beyan yükünün yarısı eklenerek bulunmaktadır (Şekil 5.1). Böylece asansör makina motoru, kabin boş veya tam dolu olarak hareket ettiği zaman sadece beyan yükünün yarısı kadar bir dengesiz yüke maruz kalarak çalışmaktadır.



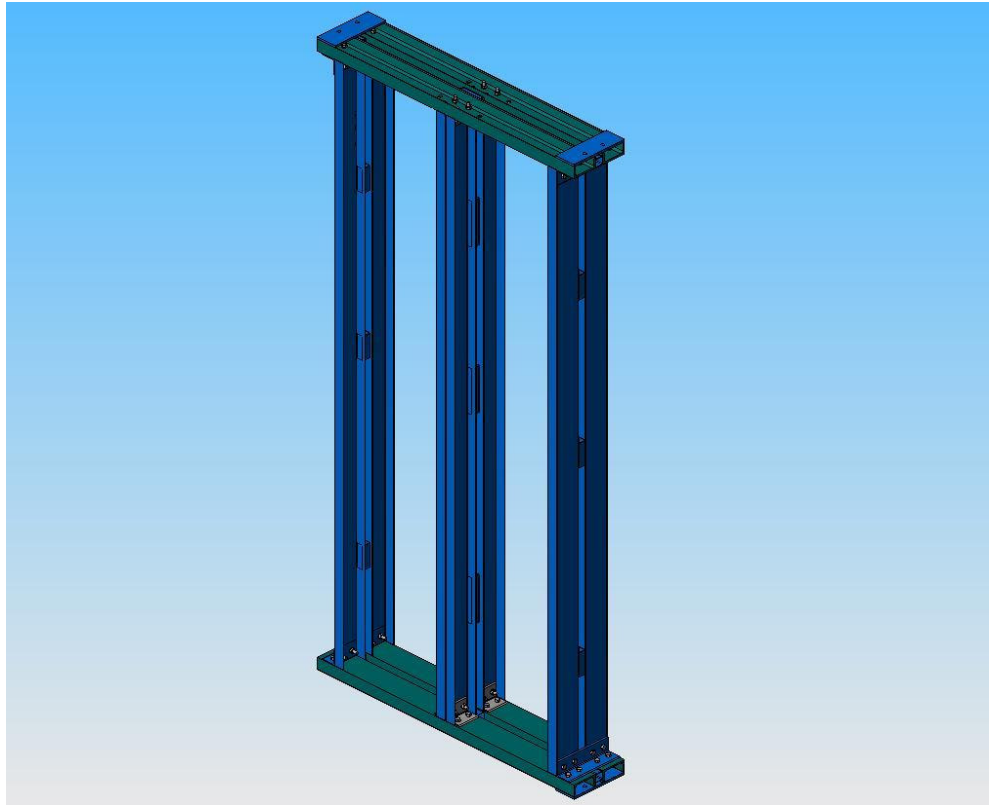
Şekil 5.1 Asansör tahrik sistemi

Asansör sistemlerinde mekanik frenler, kabin kısmına takılmaktadır. Günümüzde çift yönlü güvenlik tertibatları kullanılmakta, boş kabinin yukarı ve dolu kabinin aşağı doğru hareketini önleyecek şekilde dizayn edilmektedirler. Ancak TS 10922 EN 81-1 “Asansörler - Yapım ve Montaj İçin Güvenlik Kuralları – Bölüm 1:

Elektrikli Asansörler” standardında yer alan madde 5.5’ e göre kabin ve karşı ağırlık altında içine girilebilecek bir hacim bulunuyorsa, kuyu tabanının en az 5000 N/m² hareketli yüke dayanabilmesi ve karşı ağırlığa da bir mekanik fren takılması gerekmektedir.

Böyle bir durum nadir olarak görüldüğünden, çoğu üretici, asansör karşı ağırlığını karkasın içine konulan dengeleme ağırlığını taşıyacak özellikte dizayn etmektedir.

Gelişen teknoloji ile birlikte, müşteri odaklı bir dünyanın içinde, ürünün en kısa sürede kullanıcıya teslim edilmesi prensip haline gelmiştir. Asansör üretiminde de aynı durum söz konusu olup, ürünler en yeni teknolojilerle, montaj kolaylığını da göz önünde bulundurarak hazırlanmaktadır. Asansör karşı ağırlıkları da, NPU profillerden (Şekil 5.2) ziyade sac malzemeler kullanılarak üretilmeye başlanmıştır. Böylece ürünün imal edilmesi hızlanmış, taşınması kolaylaşmış, montaj hataları düşük seviyelere indirilmiştir.

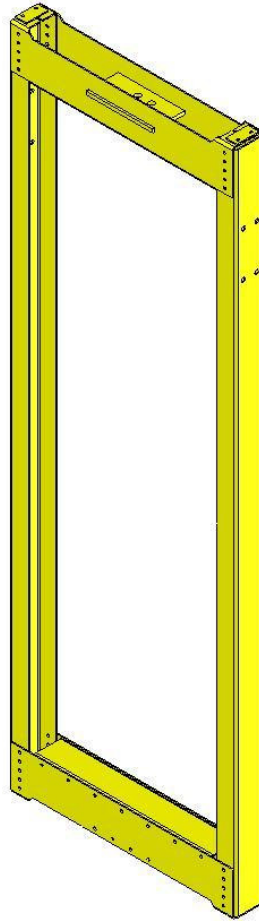


Şekil 5.2 NPU profilden üretilmiş asansör karşı ağırlığı

Eğer asansör karşı ağırlığına mekanik bir fren takılır ve fren bloğu çalışıp bir frenleme olayı meydana gelirse, bu durumun karşı ağırlık karkasında ne gibi bir etki yarattığının araştırılması gerekmektedir. Yapılan ön çalışma ile hem sağlıklı çalışan güvenilir bir sistem elde edilir, hem de kısa sürede yapılacak teslim ile firma ismi ön plana çıkmış olur.

6.1 Asansör Karşı Ağırlık Modellemesi ve Analizi

Asansör karşı ağırlığına takılacak bir mekanik fren için öncelikle bir karşı ağırlık modeli oluşturulmalı ve en basit şartlarda kullanılacak bir sistem olup olmadığının analizi yapılmalıdır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 Asansör karşı ağırlık karkası modeli

$$\begin{aligned}\text{Karşı ağırlık} &: g_n \cdot (P + Q/2) \\ &: 9,81 \cdot (710 + 300/2) \\ &= 8436,6 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P &: \text{Kabin kütlesi (Kabin+İç kapı+Kabin} \\ &\text{karkası+ek malzeme ağırlığı)} \\ &: 320 + 120 + 220 + 50 = 710 \text{ kg} \\ Q &: \text{Beyan yükü} : 300 \text{ kg}\end{aligned}$$

Karşı ağırlık karkası içine konan ağırlık:

$$\begin{aligned}(710 - 112) &= 598 \text{ kg} \sim 600 \text{ kg} \\ &= 9,81 \cdot 600 = 5886 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\text{Karşı ağırlık karkası} : 112 \text{ kg}$$

5 mm kalınlığındaki sac profilden oluşturulmuş karşı ağırlık modeli, içine konacak ağırlıklarla birlikte 8436,6 N ağırlığa sahiptir. Yapılan analizde karşı ağırlık karkasının malzemesi sade karbonlu çelik olarak seçilmiş olup, sade karbonlu çelik, St 37 malzemesinden üretilen sac profillerin mekanik özelliklerine en yakın olanı olarak kabul edilmiştir (Tablo 5.2, 5.3). Analiz işlemleri öncesinde karşı ağırlık tabanına 5886 N' luk bir kuvvet etki etmektedir. Karkasın kendi ağırlığı yer çekimi ivmesi verilerek otomatik olarak atanmış ve tepe noktasından asansör halatları ile asıldığı varsayılarak sabitlenmiştir (Şekil 5.4). Analiz işlemi yapılmadan önce model üzerinde bir ağ yapısı oluşturulur. Oluşturulan ağ yapısındaki toplam eleman sayısı, düğüm sayısı ve eleman boyutu Tablo 5.1' de verilmiştir (Şekil 5.5).

Tablo 5.1 Model üzerindeki ağ yapısı özellikleri

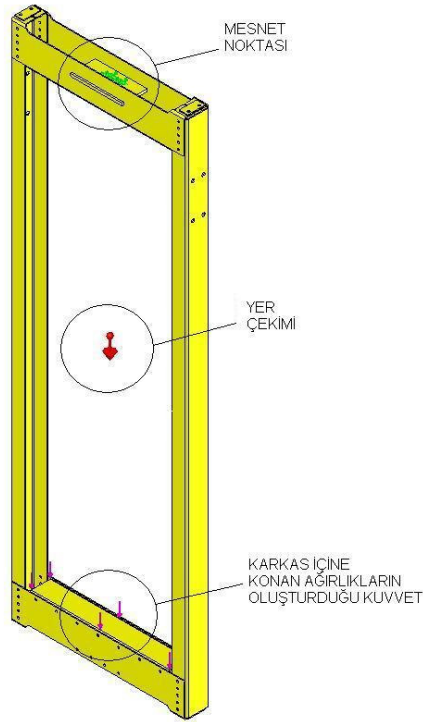
Eleman Sayısı	Düğüm Sayısı	Eleman Boyutu
50734	99956	24,309 mm

Tablo 5.2 St37 malzemesinin mekanik özellikleri (Yeni, 1998)

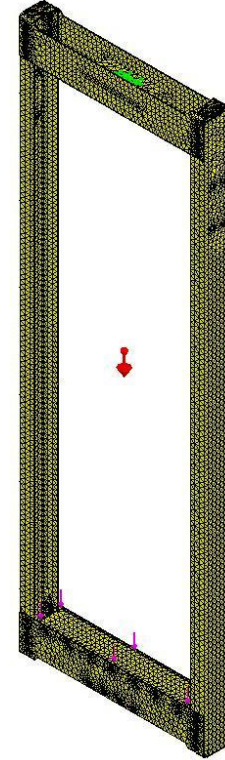
Malzeme adı: St37		
Özellik adı	Değer	Birim
Elastikiyet Modülü	2.1e+011	N/m ²
Çekme Mukavemeti	3.68e+008	N/m ²
Akma Mukavemeti	2.33e+008	N/m ²

Tablo 5.3 Sade karbonlu çelik malzemesinin mekanik / fiziksel özellikleri

Malzeme adı: Sade Karbonlu Çelik		
Özellik adı	Değer	Birim
Elastikiyet Modülü	2.1e+011	N/m ²
Poisson Oranı	0.28	
Kesme Modülü	7.9e+010	N/m ²
Özgül Ağırlığı	7800	kg/m ³
Çekme Mukavemeti	3.9983e+008	N/m ²
Akma Mukavemeti	2.2059e+008	N/m ²
Isıl Genleşme Katsayısı	1.3e-005	/Kelvin
Isıl Geçirgenlik	43	W/(m.K)
Özgül Isısı	440	J/(kg.K)

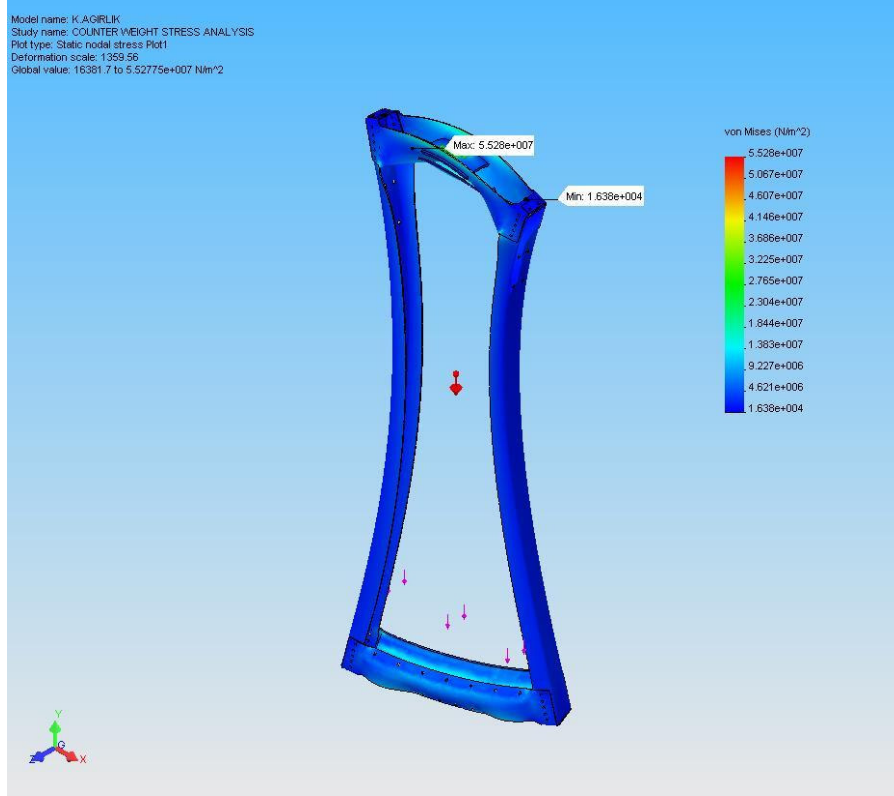


Şekil 5.4 Mesnet noktası,
kuvvet uygulama yeri

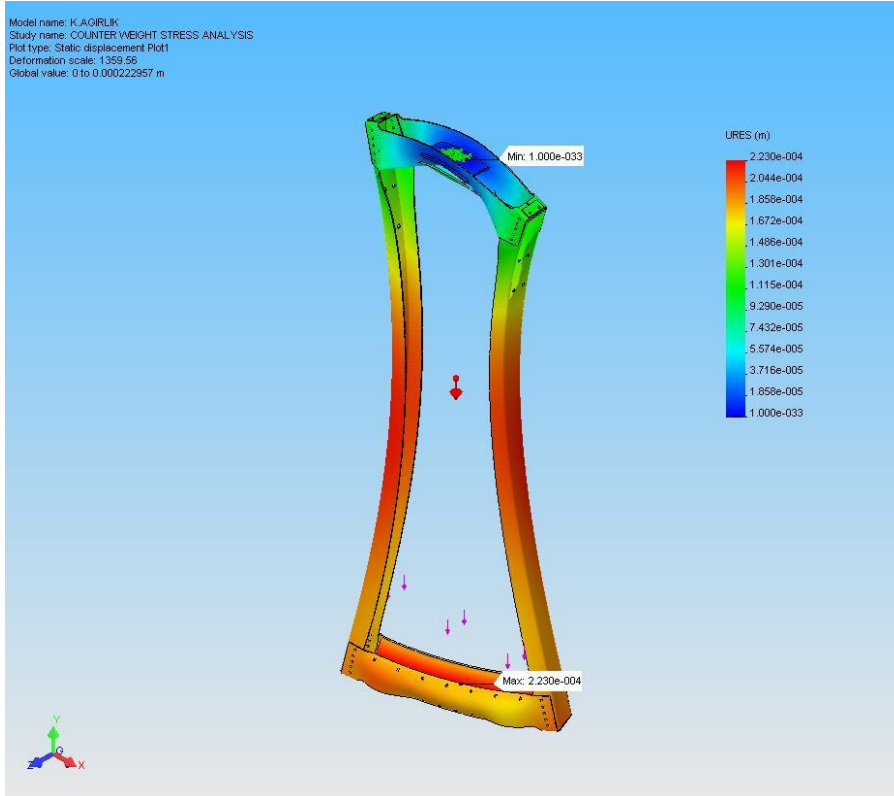


Şekil 5.5 Model üzerindeki
ağ yapısı gösterimi

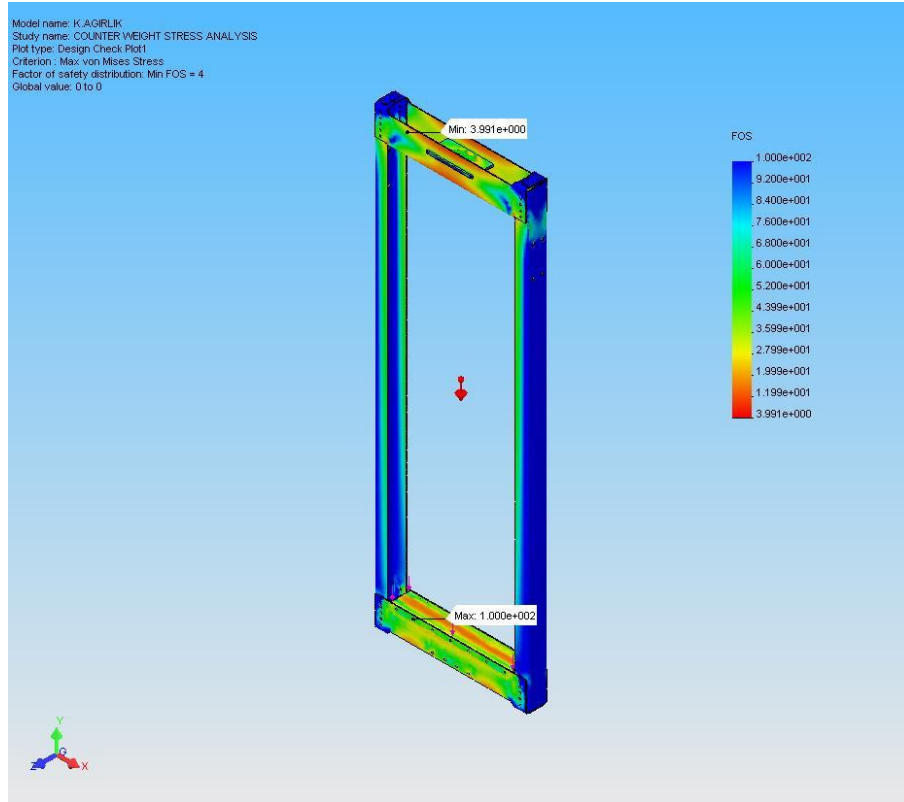
Karşı ağırlık modelinin analizi sonrasında elde edilen gerilme, yer değiştirme ve design check sonuçları Şekil 5.6, 5.7, 5.8' de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, deformasyon oranı 1360/1 olacak biçimde gösterilmektedir.



Şekil 5.6 Karşı ağırlık karkası gerilme analizi sonuçları

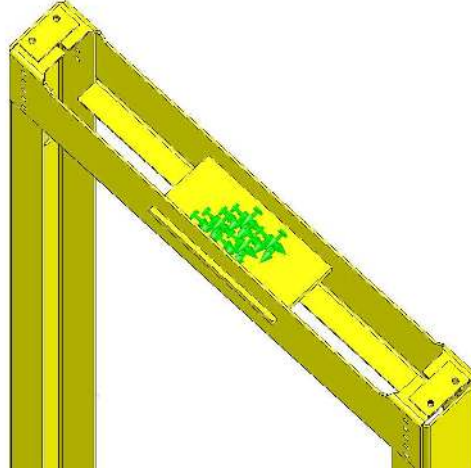


Şekil 5.7 Karşı ağırlık karkası yer değiştirme analizi sonuçları

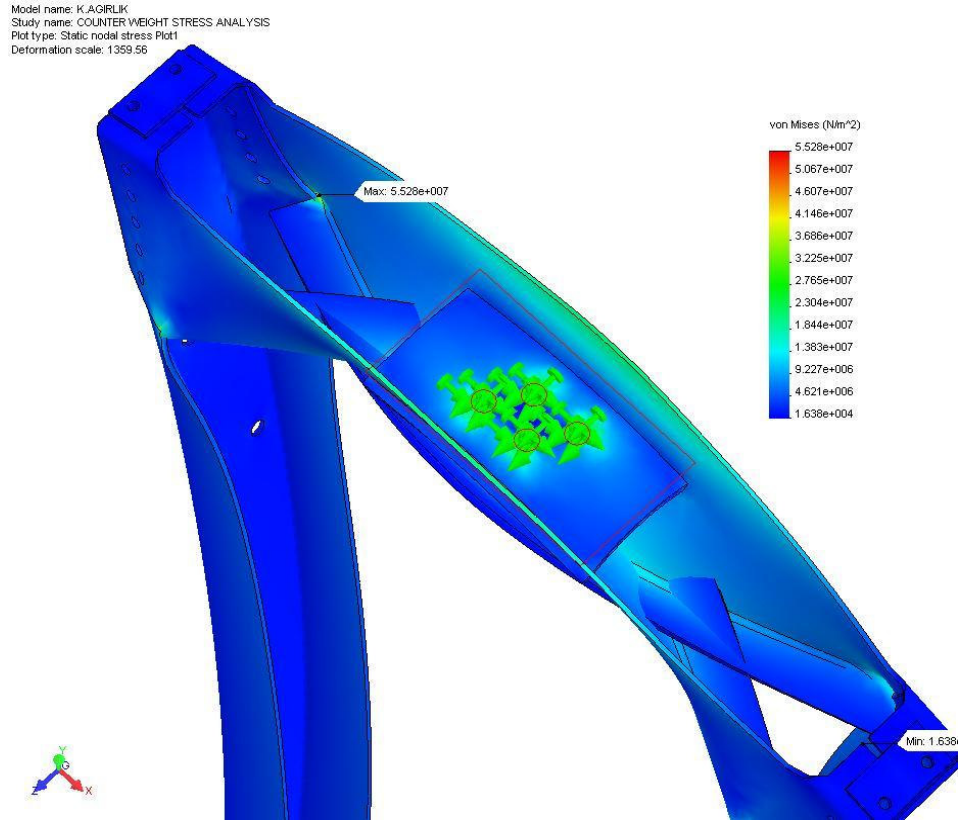


Şekil 5.8 Karşı ağırlık karkası design check sonuçları

Karşı ağırlık karkasının içine konan ağırlıklarla birlikte bir asansör sistemi içinde kullanılması durumunda, oluşan en yüksek gerilme karkas üstünde yer alan kıvrımda görülmüştür (Şekil 5.9, 5.10). $5,528 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ olan bu değer, seçilen malzemenin akma gerilmesinden yaklaşık 1/4' ü kadardır. Maksimum yer değiştirme miktarı ise karkas içine konan ağırlıkların oturduğu yerde oluşmaktadır ve değeri $2,23 \times 10^{-4} \text{ m}$ dir. Malzemenin akma gerilmesi referans olarak alınarak en büyük gerilme değerine bölündüğünde, design check sonuçlarına göre sistemin yaklaşık 4 kat dayanıklı olduğu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 5.9 Karşı ağırlık karkası üst bağlantı bölümü



Şekil 5.10 Yükleme sonrasında maksimum gerilmenin olduğu yer

Şekil 5.10' da da görüldüğü gibi karkasın üst bağlantısındaki kıvrımda maksimum gerilme değeri oluşmuştur ve en kritik nokta bu kısım üzerindedir.

6.2 Mekanik Frenin Asansör Karşı Ağırlık Karkasına Etkisi

Yapılmış olan karşı ağırlık modellemesi üzerine bir mekanik fren eklendiğinde, frenleme esnasında oluşan kuvvete bağlı olarak meydana gelen gerilme ve yer değiştirmeleri incelemek için, frenleme esnasında ne kadarlık bir yükün karşı ağırlığa etki edeceği bulunmalıdır.

TS 10922 EN 81-1 Ek F madde F.3.3.3.1' e göre çift yönlü kaymalı bir mekanik frene ait frenleme kuvveti

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

Formülde değerler yerine konacak olursa;

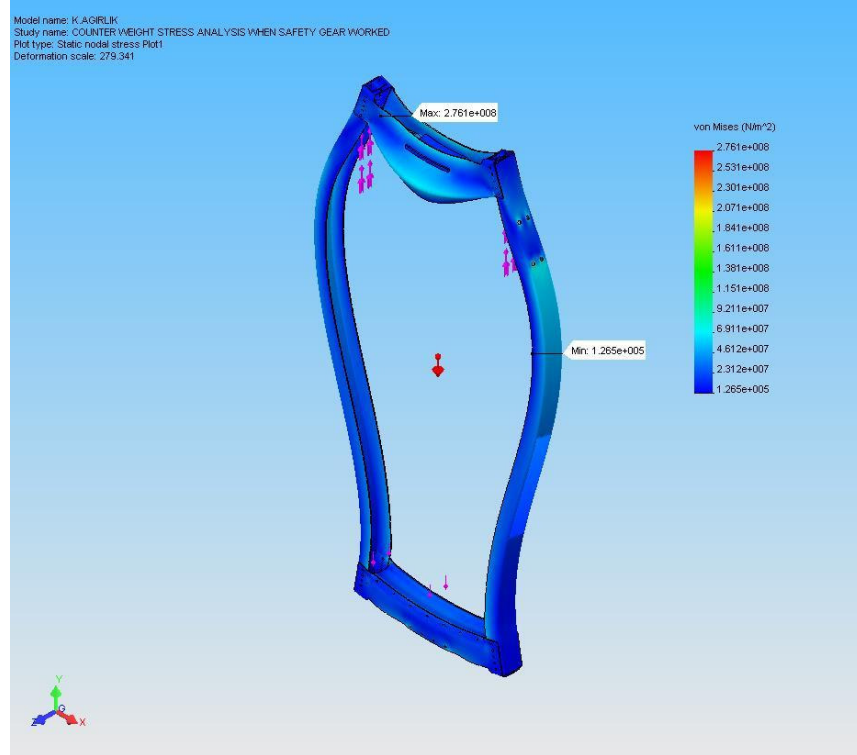
$$\begin{aligned} P &= 710 \text{ kg} \\ Q &= 300 \text{ kg} \end{aligned} \quad (P + Q) = \frac{FrenlemeKuvveti}{16} \Rightarrow (710 + 300) = \frac{FrenlemeKuvveti}{16}$$

$$Frenleme Kuvveti = 16160 \text{ kg} \cdot 9,81 = 158529,6 \text{ N}$$

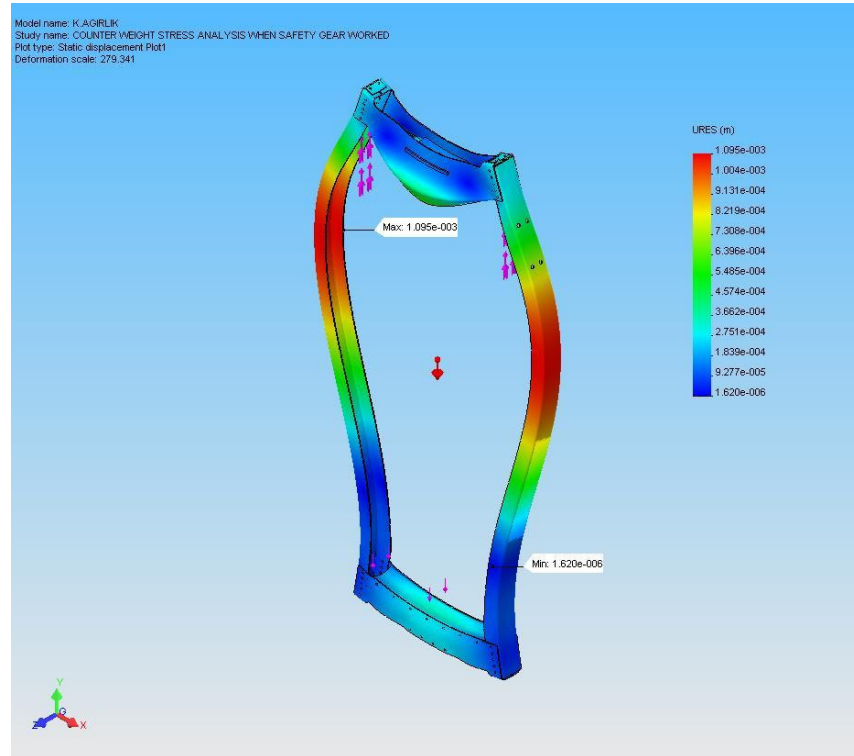
Şekil 5.3' te gösterilmiş olan karşı ağırlık karkası modellemesi üzerinde mekanik frenin takılması için yan direklerde dörder adet cıvata deliği mevcuttur. Elde edilen frenleme kuvveti toplam kuvvet olup her bir deliğe gelecek olan kuvvet frenleme kuvvetinin 1/8' i kadardır.

$$\text{Her bir cıvata deliğine etki eden yük} = 158529,6 / 8 = 19816,2 \text{ N}$$

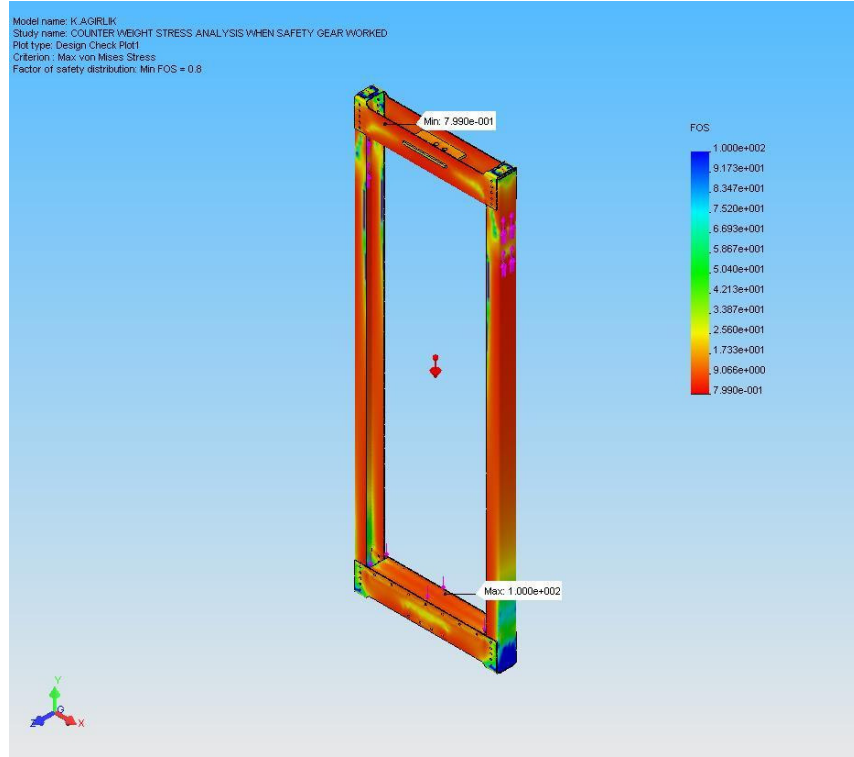
Buna bağlı olarak yapılan analizde elde edilen gerilme, yer değiştirme ve design check sonuçları Şekil 5.11, 5.12 ve 5.13' te gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar, deformasyon oranı 280/1 olacak biçimde gösterilmektedir.



Şekil 5.11 Mekanik frenin asansör karşı ağırlık karkasına etkisi – gerilme analizi sonuçları



Şekil 5.12 Mekanik frenin asansör karşı ağırlık karkasına etkisi – yer değiştirme analizi sonuçları



Şekil 5.13 Mekanik frenin asansör karşı ağırlık karkasına etkisi – design check sonuçları

Modelde yer alan cıvata deliklerine uygulanan 19816.2 N’ luk kuvvetlerin meydana getirdiği maksimum gerilme, modelin normal kullanımı sırasında oluşan maksimum gerilme değeriyle aynı düğüm noktasında meydana gelmiştir. $2,761 \times 10^8$ N/m² ‘ lik bu gerilme akma değerinin üstünde olup, yaklaşık 1,25 katı kadardır. Bu bölgede kalıcı deformasyonlar söz konusudur. Bu da istenmeyen bir durum olarak göze çarpar. Maksimum yer değiştirme $1,095 \times 10^{-3}$ m olup, design check sonuçları incelendiğinde model üzerinde oluşan gerilmelere bağlı olarak sistem 0,8 kat dayanıksız çıkmaktadır.

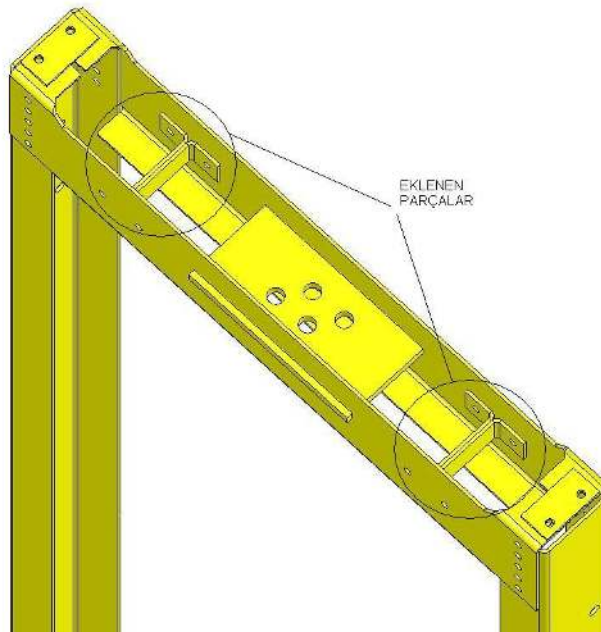
6.3 Asansör Karşı Ağırlık Modelinin İyileştirilme Çalışmaları ve Analizi

Yapılan analizler sonucunda görülmüştür ki, model üzerine mekanik fren takılması durumunda, frenleme esnasında model üzerinde kalıcı şekil değiştirmeler oluşmaktadır. Kalıcı şekil değiştirmeler, sisteme zarar verdiğinden kabul edilemez.

Bu durumda ya yeni bir model oluşturulmalı ya da mevcut model üzerinde iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır. Yeni model oluşturulması zaman kaybı yaratacağından mevcut model üzerinde iyileştirme çalışmaları yapılması, elde edilecek ürüne kısa zamanda ulaşılması demektir.

6.3.1 Birinci İyileştirme Çalışması

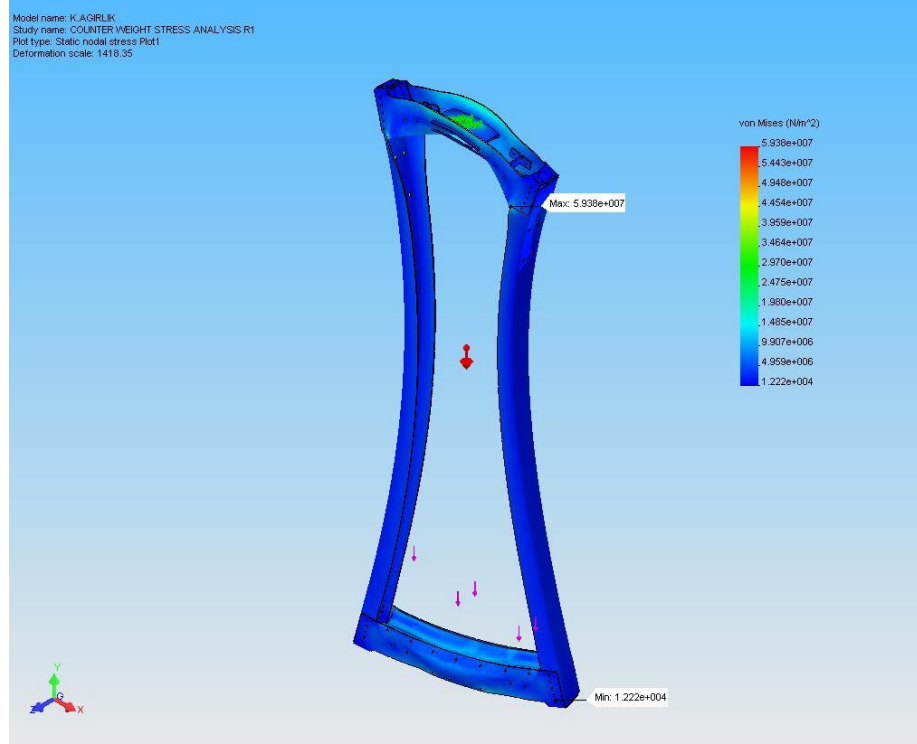
Model üzerinde malzemenin akma mukavemetinin üzerinde bir gerilme değerine ulaşılmaması için, modelin üst kısmına parça ilavesi yapılması düşünülmüştür. Böylece elde edilecek maksimum gerilmenin azalması ve başka bölgelere kayması amaçlanmıştır (Şekil 5.14).



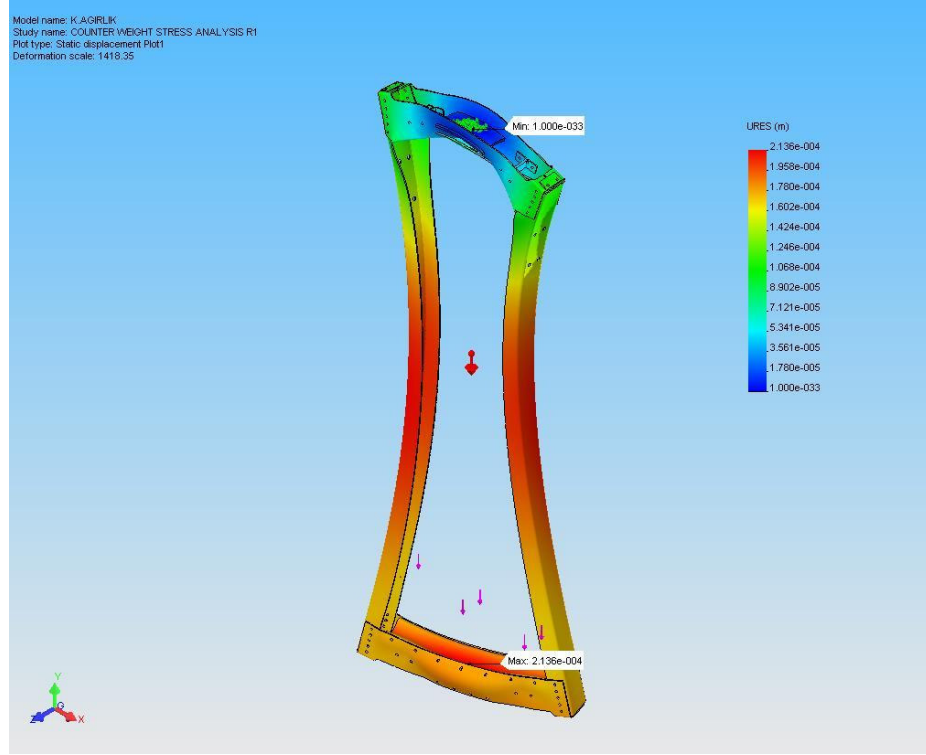
Şekil 5.14 Birinci iyileştirme çalışması – eklenen parçalar

Eklenen destek parçalarıyla birlikte yeniden analiz yapılarak hem karkasın normal kullanımında hem de mekanik frenin çalışması durumunda oluşan kuvvetlerin, karkas üzerindeki etkisi incelenmiştir. Şekil 5.15, 5.16 ve 5.17’ de karkasın normal kullanımı sırasında oluşan, Şekil 5.18, 5.19 ve 5.20’ de ise mekanik frenin devreye

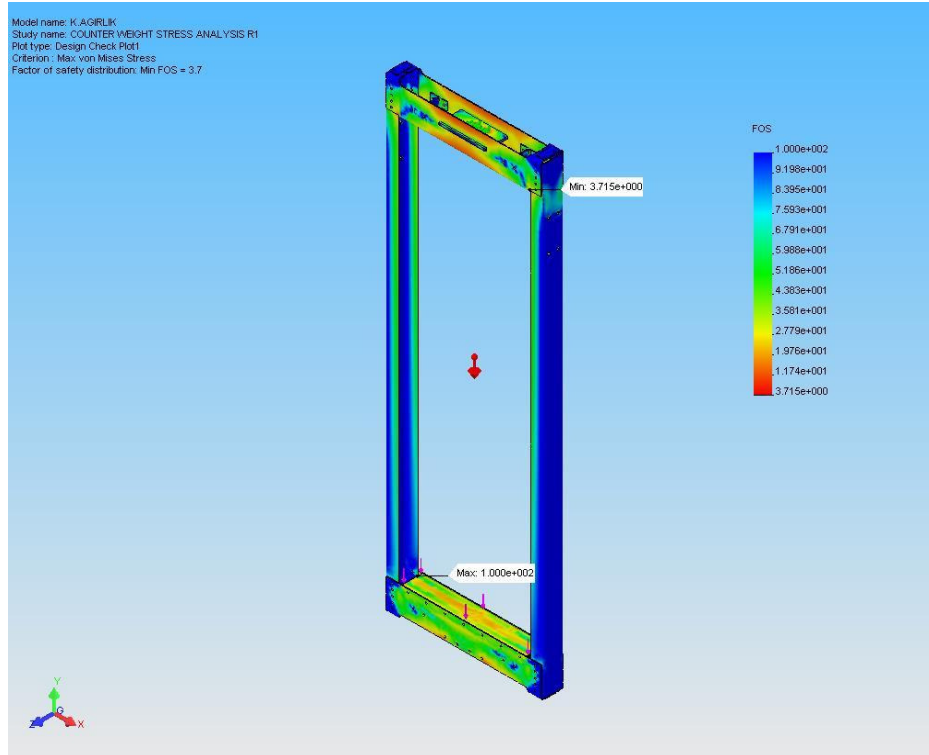
girdiği anda oluşan kuvvetlerin karkasa olan etkisini gösteren gerilme, yer değiştirme ve design check sonuçları gösterilmektedir.



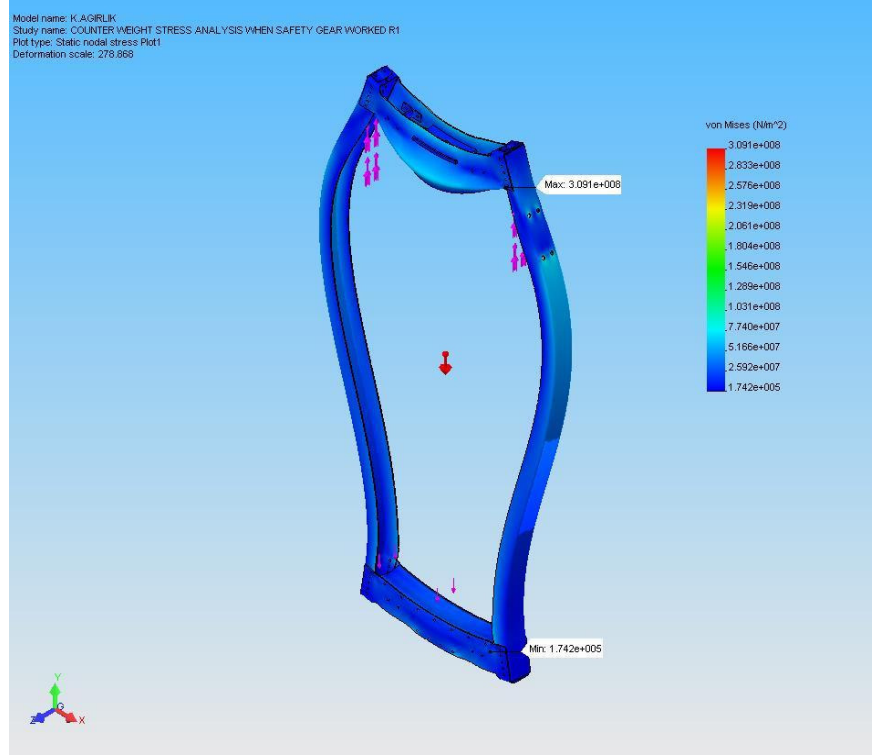
Şekil 5.15 Birinci iyileştirme çalışması – normal kullanım - gerilme analizi sonuçları



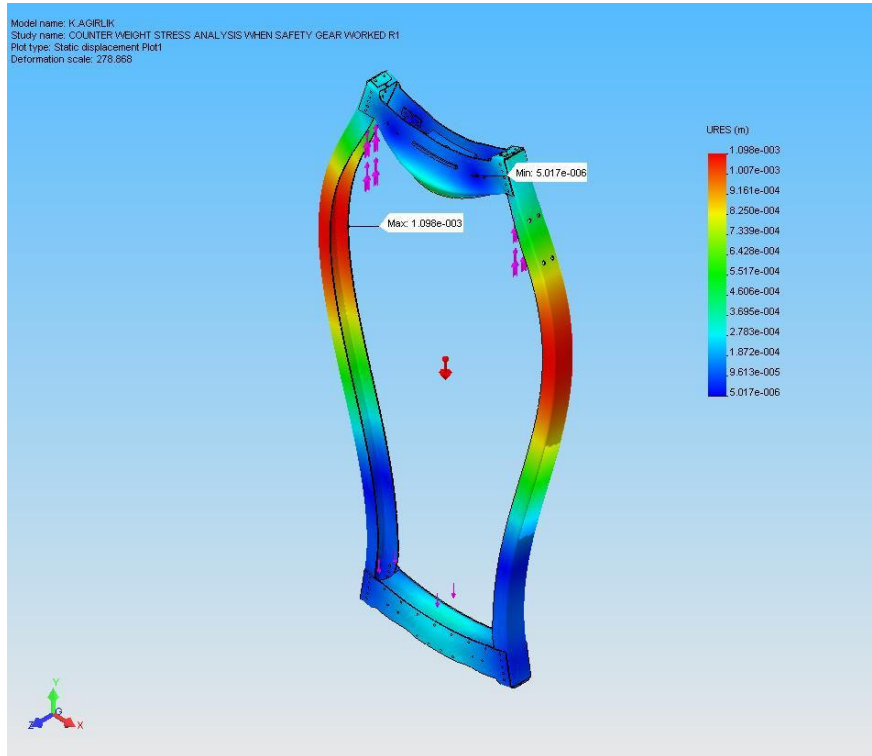
Şekil 5.16 Birinci iyileştirme çalışması – normal kullanım - yer değiştirme analizi sonuçları



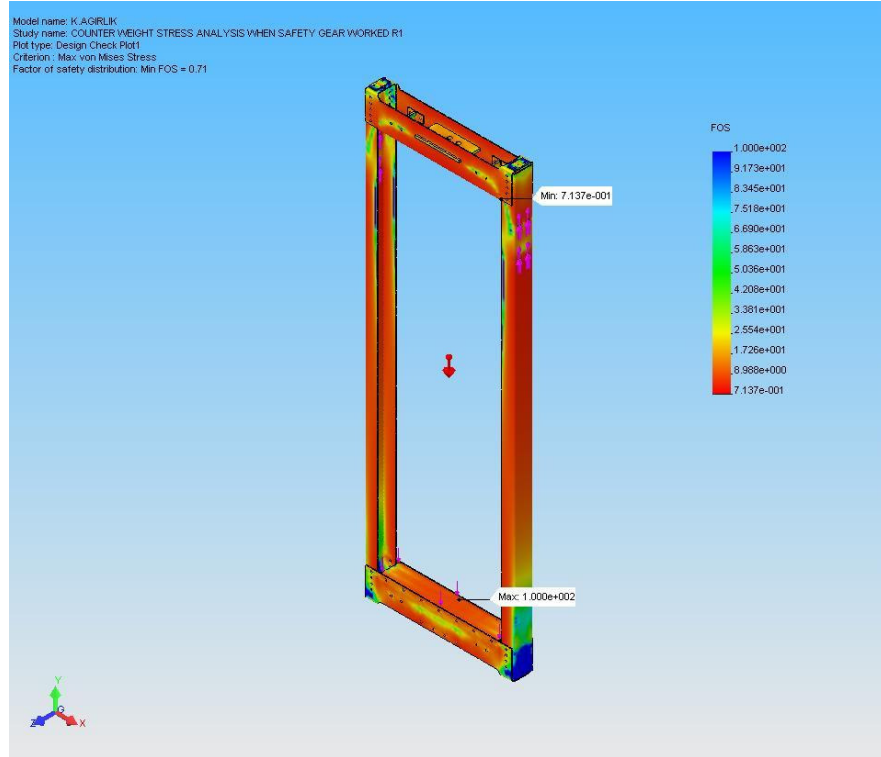
Şekil 5.17 Birinci iyileştirme çalışması – normal kullanım - design check sonuçları



Şekil 5.18 Birinci iyileştirme çalışması – mekanik frenin çalışması –gerilme analizi sonuçları



Şekil 5.19 Birinci iyileştirme çalışması–mekanik frenin çalışması–yer değiştirme analizi sonuçları



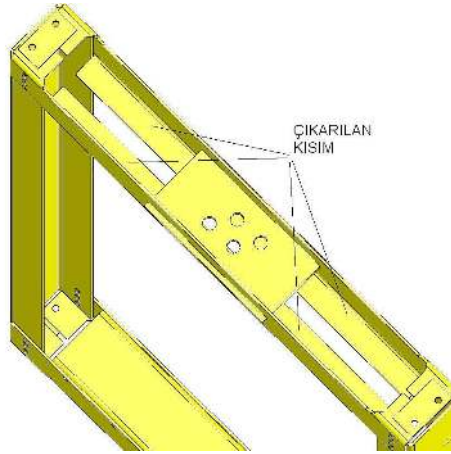
Şekil 5.20 Birinci iyileştirme çalışması-mekanik frenin çalışması-design check sonuçları

Yapılan analizler sonucunda en büyük gerilme değeri yine aynı noktada meydana gelmiş olup $5,938 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ mertebesinde dir. Daha önce yapılan analizlerle karşılaştırıldığında görülmüştür ki, maksimum gerilme değeri az miktarda artmış, buna paralel olarak design check sonucu 3,715 olup, dayanıklılık oranında azalma söz konusu olmuştur. Yer değiştirme sonuçlarında ise en fazla yer değiştirme $2,136 \times 10^{-4} \text{ m}$ olup az bir miktar azalma göze çarpmaktadır. İyileştirme çalışmasının amacı gerilmeyi azaltmak olduğundan, yapılan çalışma yenilenmelidir.

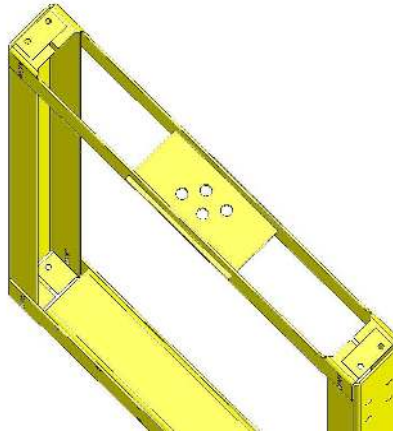
Mekanik frenin devreye girdiğinde modelde oluşan maksimum gerilme değeri $3,091 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, yer değiştirme miktarı maksimum $1,098 \times 10^{-3} \text{ m}$ ve design check sonucu $7,137 \times 10^{-1}$ kat dayanıksız olarak elde edilmiştir. İyileştirme çalışması, modelin normal kullanımı ve mekanik frenin çalışması esnasında oluşacak gerilmeleri azaltmak amacıyla yapılmış olup elde edilen verilere göre başarısız bir deneme ortaya çıkmıştır. Bu durumda başka bir iyileştirme çalışması yapılması gerekmektedir.

6.3.2 İkinci İyileştirme Çalışması

Bir önceki çalışmada modele parça eklenmesinin, ilk modeldeki gerilmeyi azaltacağı varsayılmıştır. Bu çalışmada ise mevcut modelden parça eksiltilmesine gidilerek, bu sayede gerilme değerlerinin azaltılması amaçlanmaktadır (Şekil 5.21, 5.22).

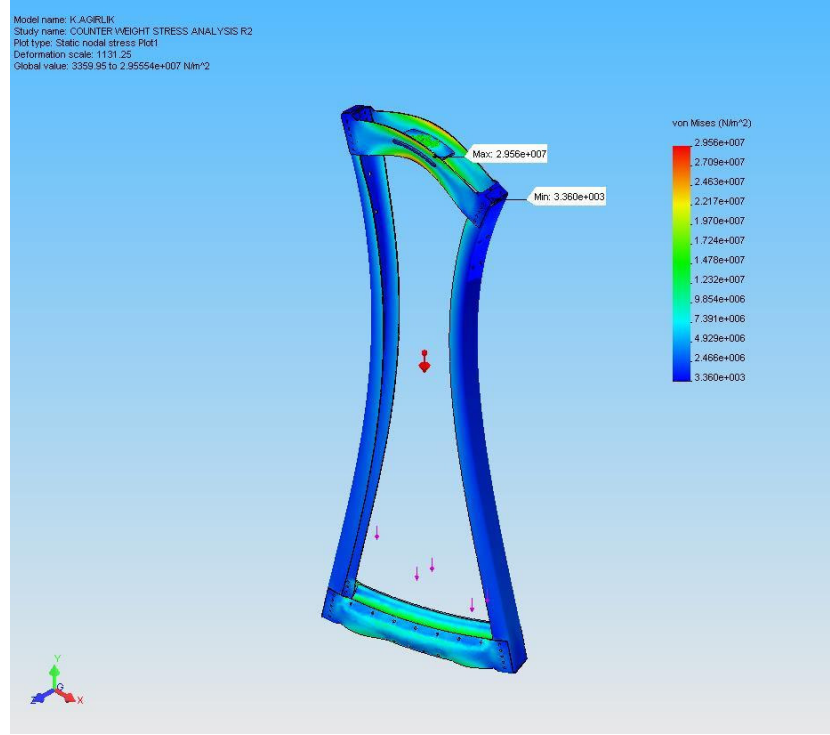


Şekil 5.21 Modelden çıkarılacak olan kısım

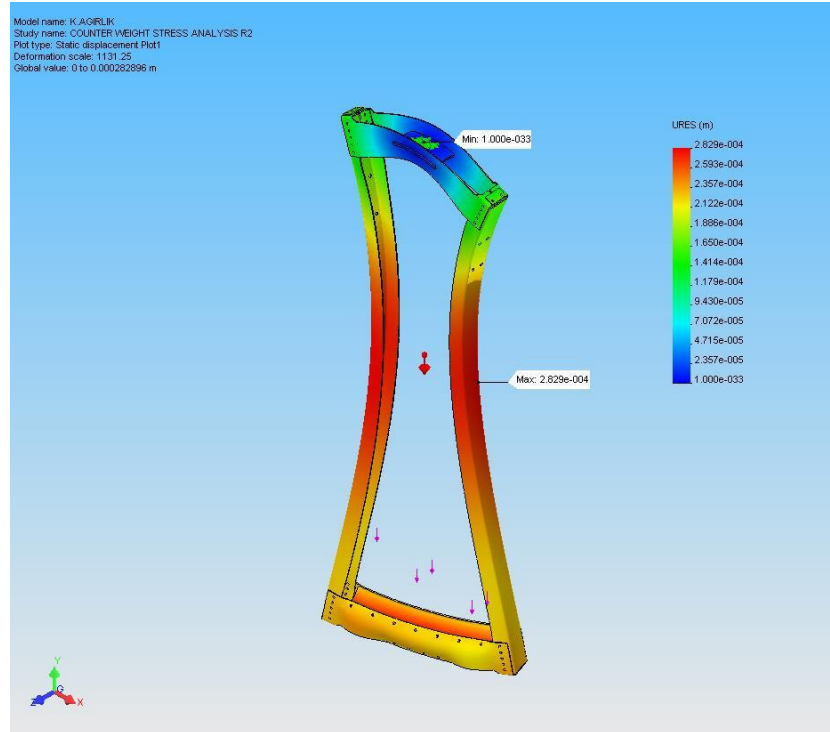


Şekil 5.22 İkinci iyileştirme çalışması

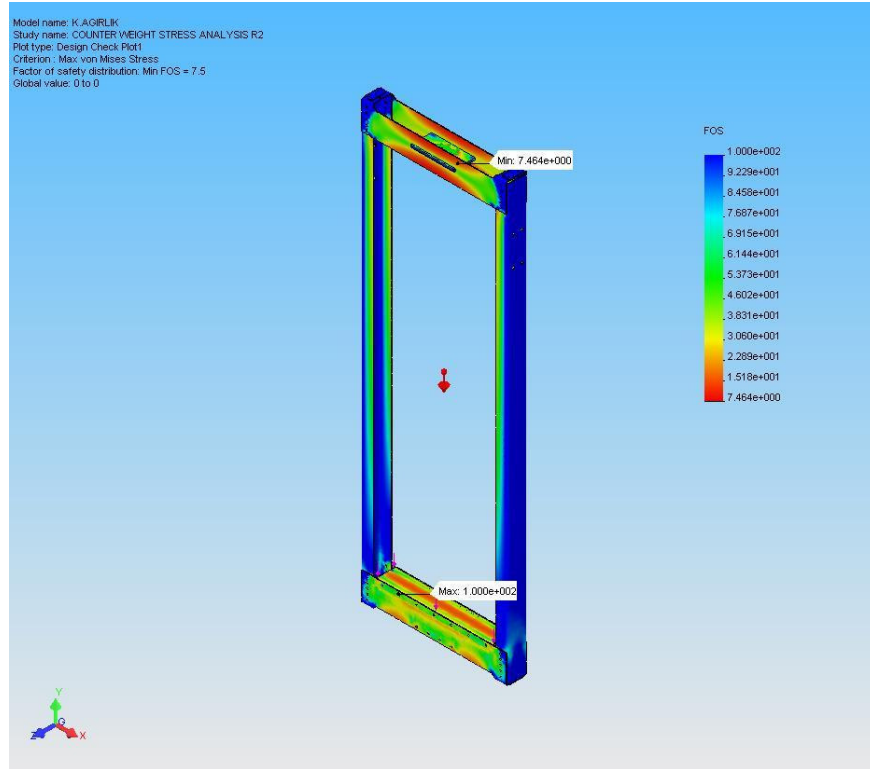
Şekil 5.18' de de görüldüğü gibi, modelin üst kısmından en fazla gerilmenin olduğu kıvrım çıkarılmış ve bu şekilde hem normal kullanım hem de mekanik frenin çalışması durumunda oluşan gerilme, yer değiştirme ve design check analizleri yapılarak, daha düşük veriler elde edilmesi amaçlanmıştır (Şekil 5.23, 5.24, 5.25, 5.26, 5.27, 5.28).



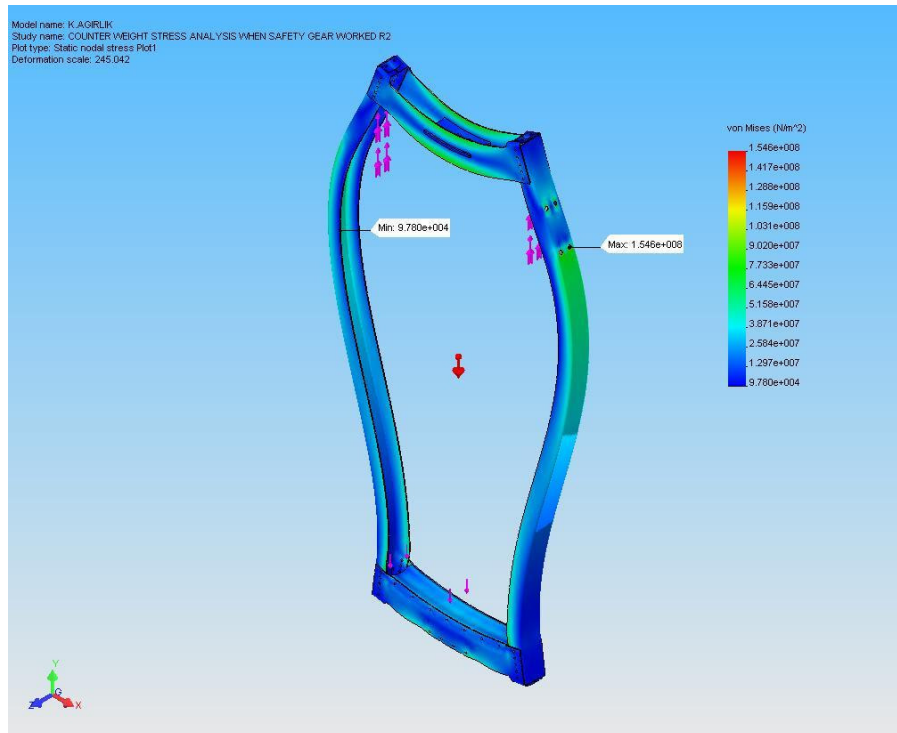
Şekil 5.23 İkinci iyileştirme çalışması – normal kullanım – gerilme analizi sonuçları



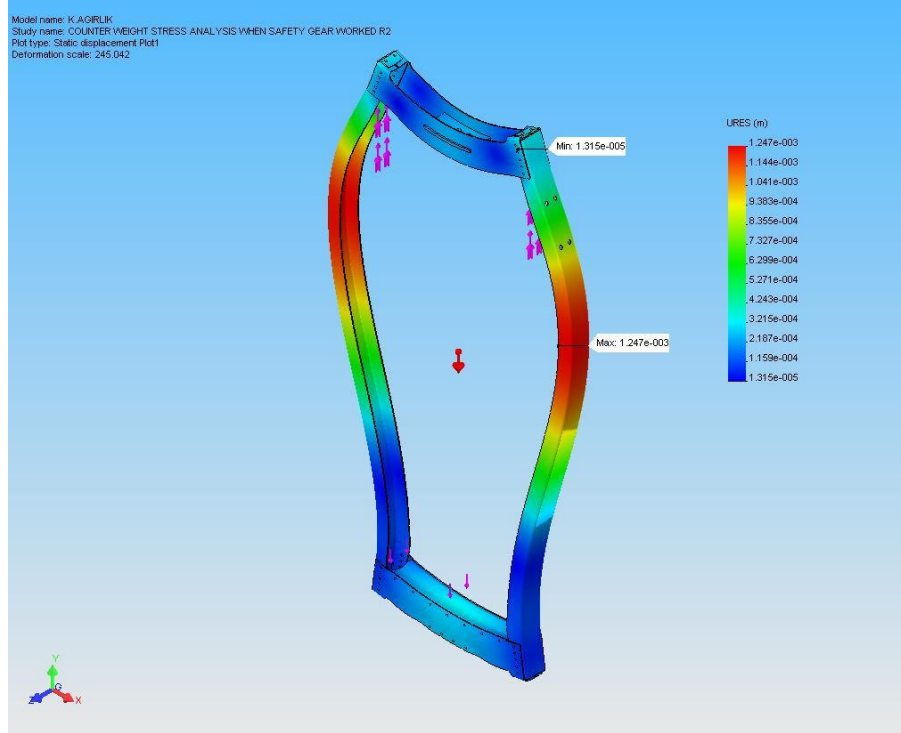
Şekil 5.24 İkinci iyileştirme çalışması-normal kullanım-yer değiştirme analizi sonuçları



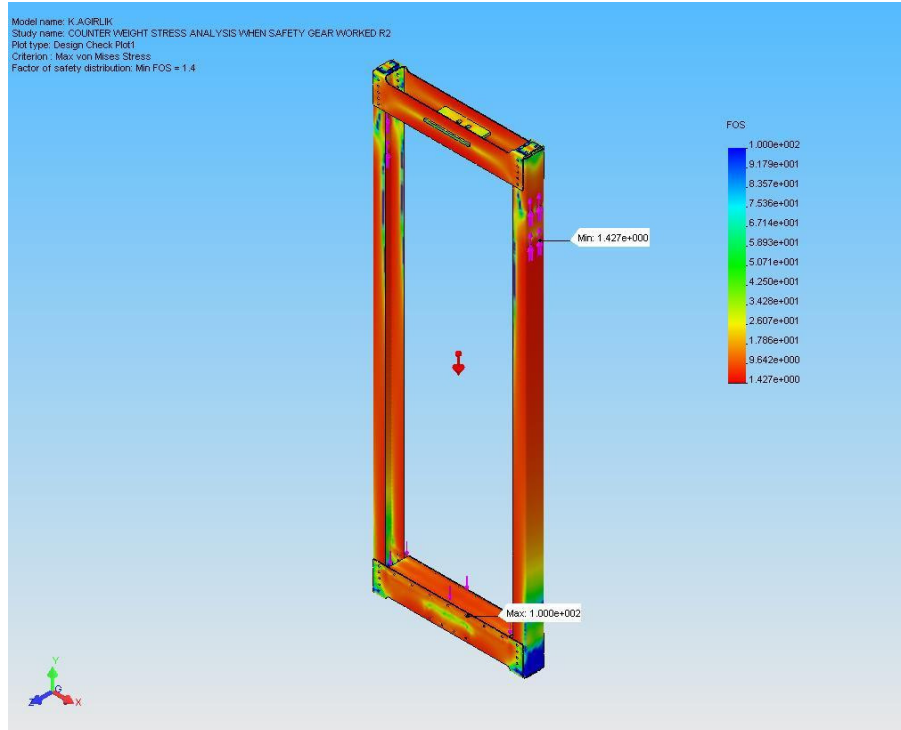
Şekil 5.25 İkinci iyileştirme çalışması – normal kullanım – design check sonuçları



Şekil 5.26 İkinci iyileştirme çalışması – mekanik frenin çalışması –gerilme analizi sonuçları



Şekil 5.27 İkinci iyileştirme çalışması – mekanik frenin çalışması –yer değiştirme analizi sonuçları



Şekil 5.28 İkinci iyileştirme çalışması – mekanik frenin çalışması –design check sonuçları

Yapılan analiz sonuçlarında, normal kullanım sırasında karşı ağırlık karkası üzerinde oluşan en büyük gerilme değeri $2,956 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ ’ dir. Bu değer oluşturulan ilk modelde elde edilen $5,528 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ değerinden yaklaşık 1,87 kat daha küçüktür. Bu orana bağlı olarak design check sonuçları karşılaştırılırsa iyileştirme çalışması yapılan model, ilk modele göre 1,87 kat daha dayanıklıdır. Malzemenin akma mukavemeti göz önüne alınırsa, model 7,5 kat dayanıklı bir yapıdadır. Yer değiştirme miktarı ise $2,829 \times 10^{-4} \text{ m}$ olup ilk modele göre daha az bir yer değişim göstermektedir. Bulunan tüm değerler ilk modelde bulunan değerlerin olduğu noktalardadır.

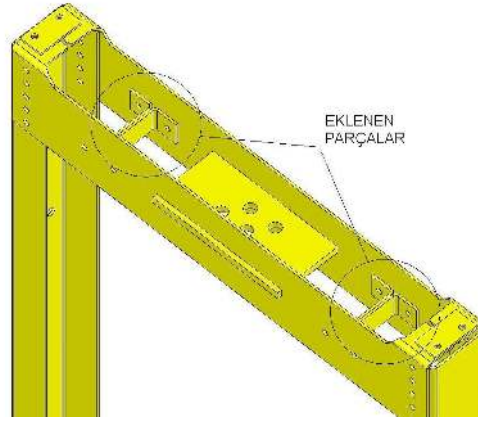
Mekanik fren devreye girdiği zaman oluşan gerilme değeri $1,546 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ olup malzemenin akma mukavemetine oldukça yakın bir değerdir. Aralarında 1,4/1 gibi bir oran olup bu, aynı zamanda design check sonucudur. Bu da göstermektedir ki model 1,4 kat dayanıklıdır. Yer değiştirme miktarı ise $1,247 \times 10^{-3} \text{ m}$ ’ dir.

Elde edilen sonuçlar, ikinci iyileştirme çalışmasının gerilme ve yer değiştirme değerlerinde istenilen azalmayı sağladığını göstermiştir.

6.3.3 Üçüncü İyileştirme Çalışması

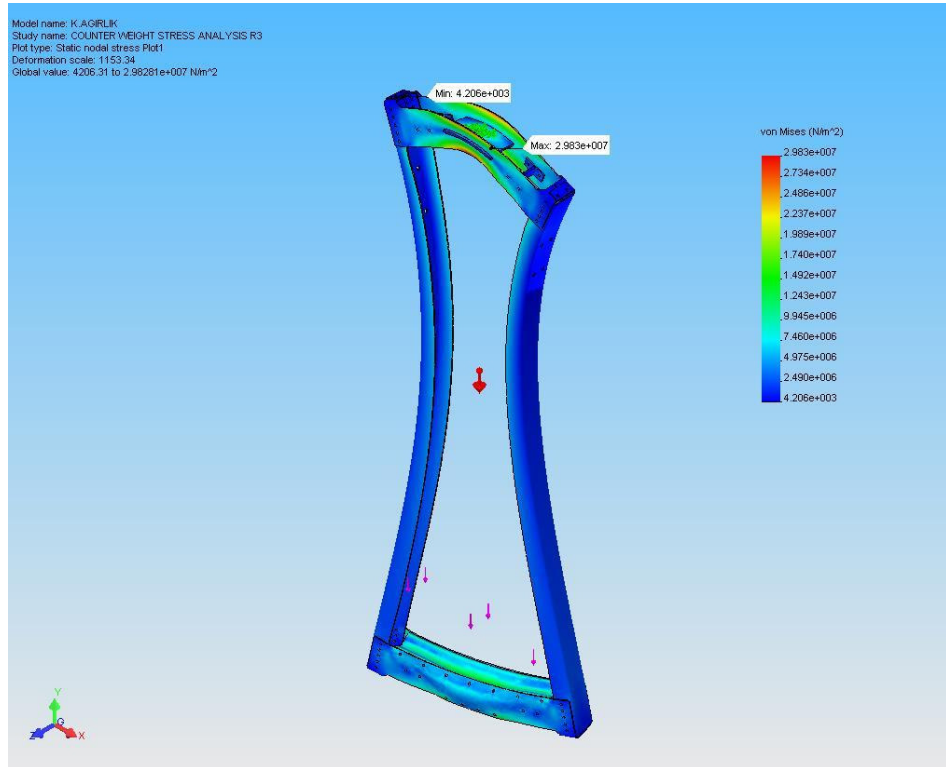
Elde edilen sonuçlara göre, ikinci iyileştirme çalışması sonucunda karşı ağırlık modelinin, hem normal kullanım hem de mekanik frenin devreye girdiği anda oluşan kuvvetler sırasında meydana gelen gerilme ve yer değiştirme analizi sonuçlarına bağlı olarak kullanılabilir olduğunu söyleyebiliriz. Ancak mevcut modele eklenebilecek parçalarla, elde edilen sonuçların daha iyi derecelere çekilmesi şartı ile, daha dayanıklı bir ürünün ortaya çıkması sağlanabilir.

Bu amaç için, ikinci iyileştirme çalışmasına kullanılan modele Şekil 5.29’ da gösterildiği gibi parçalar eklenmiştir.

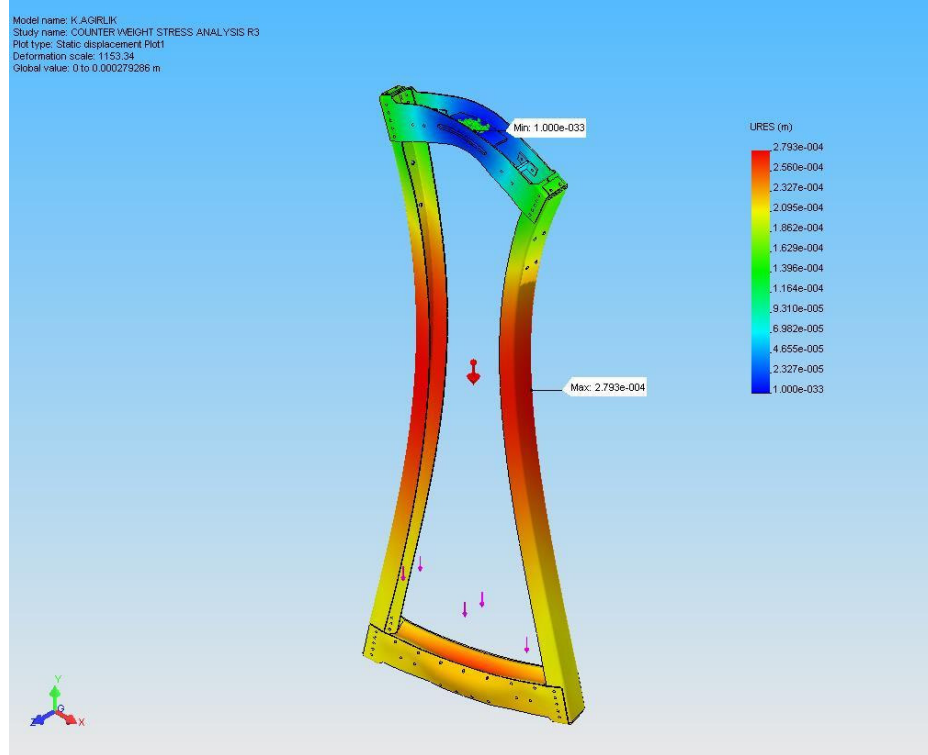


Şekil 5.29 Üçüncü iyileştirme çalışması

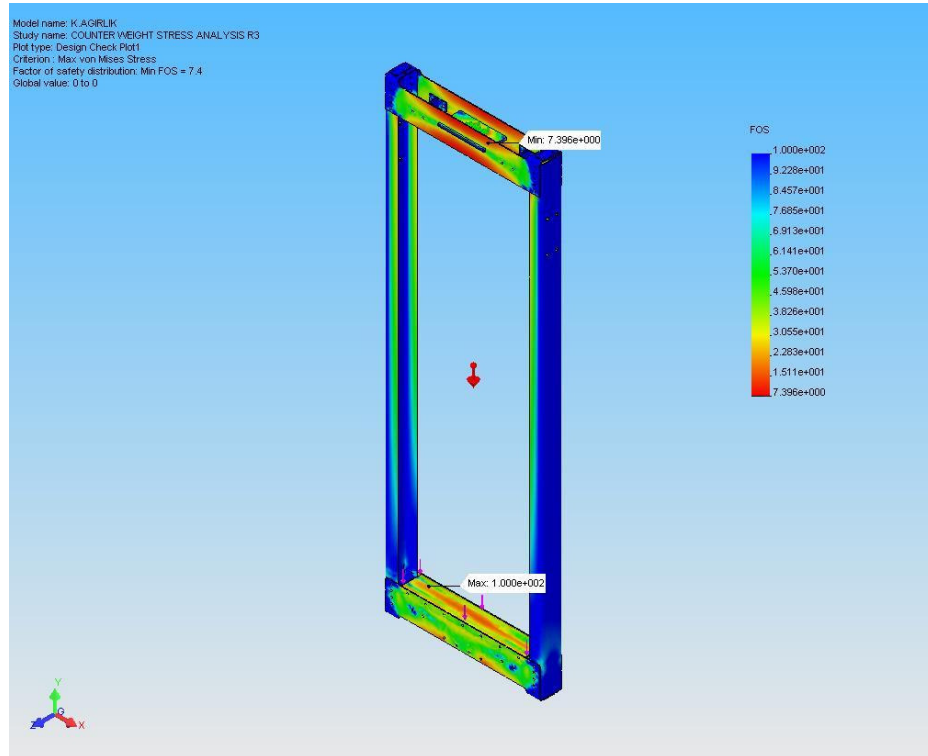
Karşı ağırlığın normal kullanımı sırasında ve mekanik fren devreye girdiğinde oluşan kuvvetlere bağlı analiz sonuçları ise Şekil 5.30, 5.31, 5.32, 5.33, 5.34 ve 5.35’ te gösterildiği gibidir.



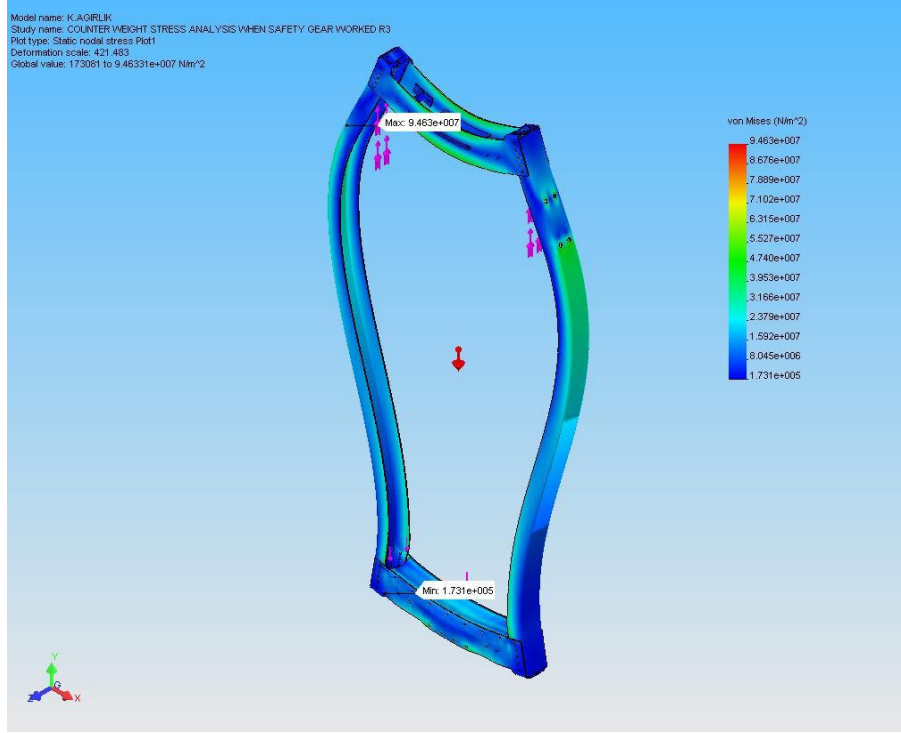
Şekil 5.30 Üçüncü iyileştirme çalışması – normal kullanım – gerilme analizi sonuçları



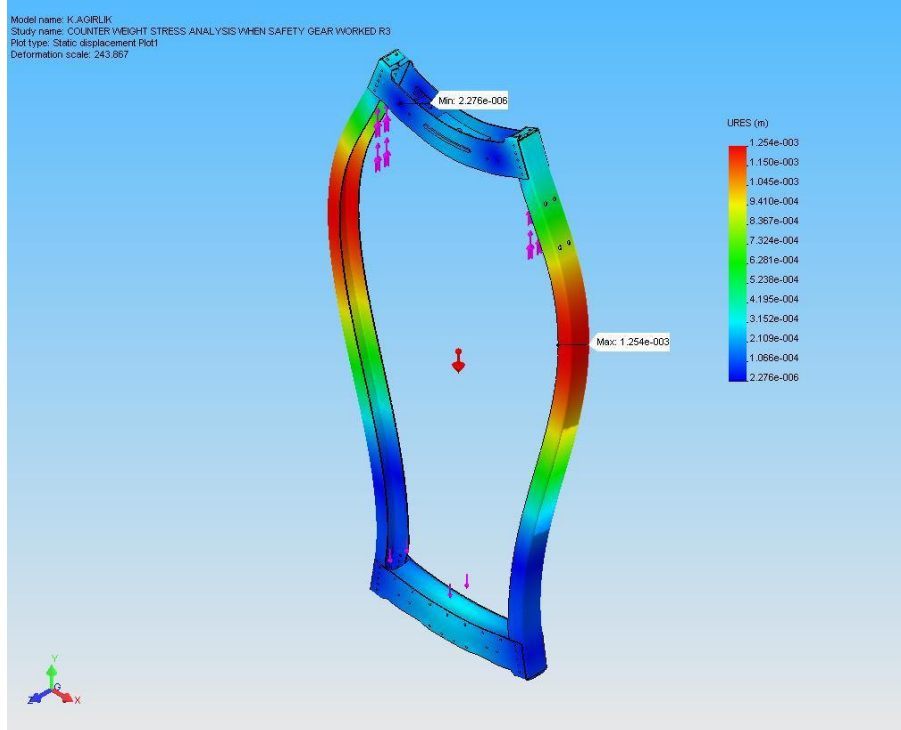
Şekil 5.31 Üçüncü iyileştirme çalışması – normal kullanım – yer değiştirme analizi sonuçları



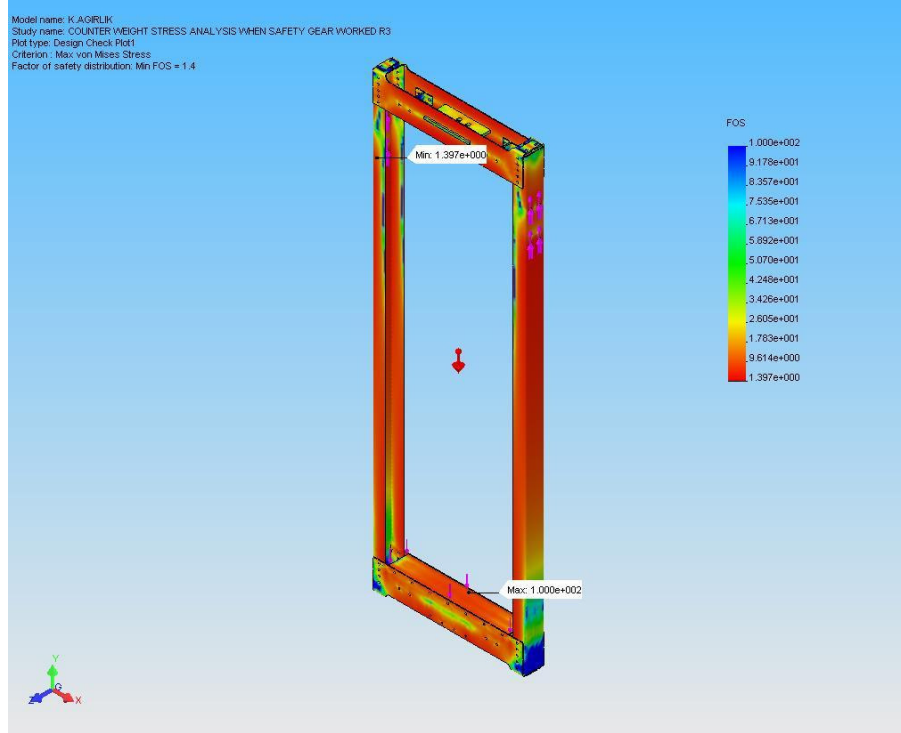
Şekil 5.32 Üçüncü iyileştirme çalışması – normal kullanım – design check sonuçları



Şekil 5.33 Üçüncü iyileştirme çalışması – mekanik frenin çalışması – gerilme analizi sonuçları



Şekil 5.34 Üçüncü iyileştirme çalışması – mekanik frenin çalışması – yer değiştirme analizi sonuçları



Şekil 5.35 Üçüncü iyileştirme çalışması – mekanik frenin çalışması – design check sonuçları

Yapılan analiz sonuçlarına göre karşı ağırlık modeli normal kullanımda, yükleme sonrası oluşan maksimum gerilme, halat bağlantılarının olduğu bölümde ve değeri $2.983 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ dir. Yer değiştirme miktarı karşı ağırlık modelinin yan dikmelerinde oluşmaktadır ve değeri $2,793 \times 10^{-4} \text{ m}$ dir. Maksimum gerilme değerine bağlı olarak oluşan design check sonuçları incelendiğinde model akma gerilmesine göre yaklaşık 7,4 kat dayanıklıdır.

Karşı ağırlık modeli üzerine yerleştirilmiş olan mekanik fren devreye girdiğinde oluşan kuvvete bağlı maksimum gerilme, mekanik frenin bağlantı yeri olan cıvata deliklerinde meydana gelmiştir ve değeri $9,463 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ ' dir. Yer değiştirme miktarı $1,254 \times 10^{-3} \text{ m}$, ve design check sonuçlarına göre modelin 1,4 kat dayanıklı olduğu görülmektedir.

Üçüncü iyileştirme çalışmasında kullanılan ek parçalar, ikinci iyileştirme çalışmasında kullanılan modelin analiz sonuçlarını azaltmak için eklenmiş olup, analiz sonuçlarına bakıldığında, ikinci iyileştirme sonuçlarına göre daha kötü

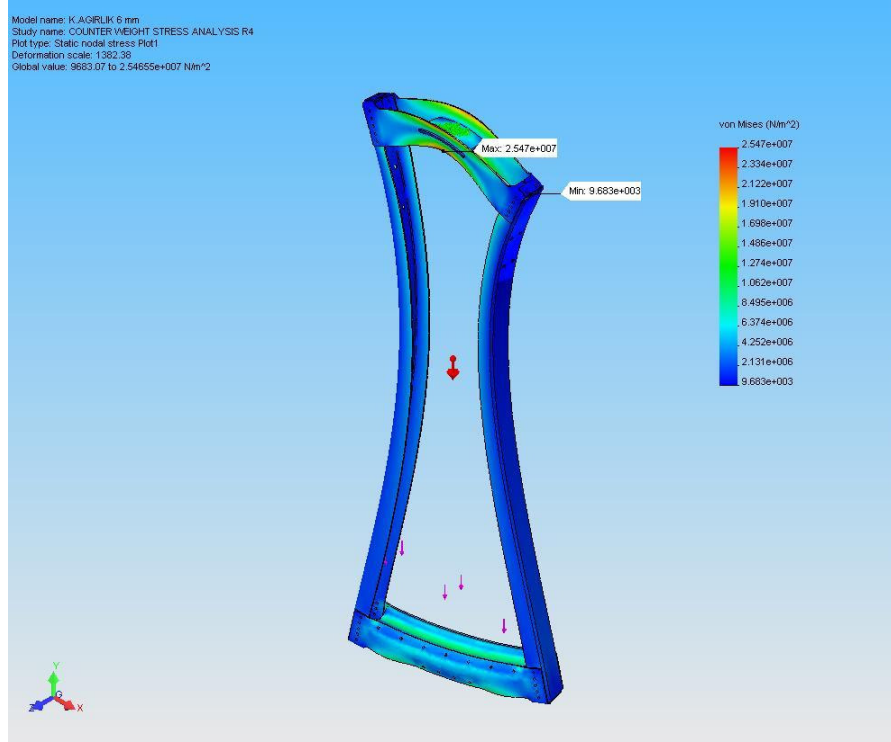
sonuçlar elde edilmiştir. Bu durumda anlaşılmıştır ki, parça eklenmesi gerilme, yer değiştirme ve design check sonuçlarını azaltmayıp her zaman arttırmıştır.

6.3.4 Dördüncü İyileştirme Çalışması

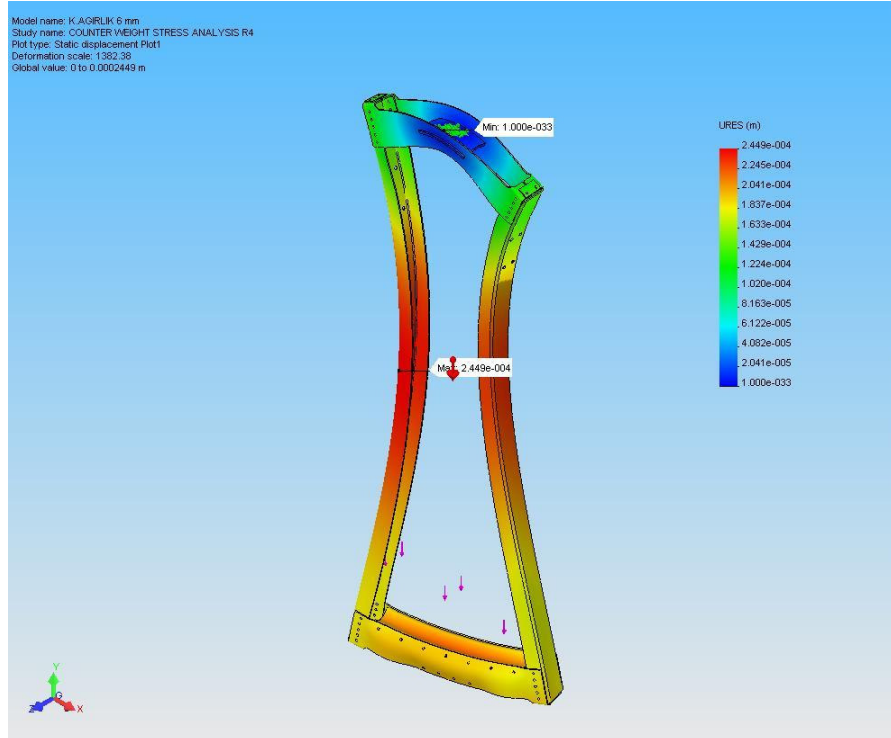
Yapılmış olan çalışmalara göre, ikinci iyileştirme çalışmasında kullanılan karşı ağırlık modeli, en iyi sonuçlar veren model olmuştur. Öte yandan, karşı ağırlığı modelini oluşturmak için kullanılan sac malzemelerinin kalınlığını arttırmanın, yapılan analiz sonuçlarını daha iyi değerlere çekme ihtimali olduğundan, model üzerinde dördüncü kez iyileştirme çalışması yapılmasını gerektirmektedir.

Yapılan dördüncü iyileştirme çalışmasında, karşı ağırlık modelinin oluşturulması için kullanılan sac malzemenin kalınlığı arttırılmış, 5 mm kalınlığındaki malzeme sırasıyla 6 ve 8 mm' ye çıkarılmıştır. Bu durumda, elbette ki sistem daha dayanıklı bir yapı haline gelecektir. Önemli olan nokta, elde edilecek sonuçlara göre ürünün kaç kat dayanıklı hale geleceğidir.

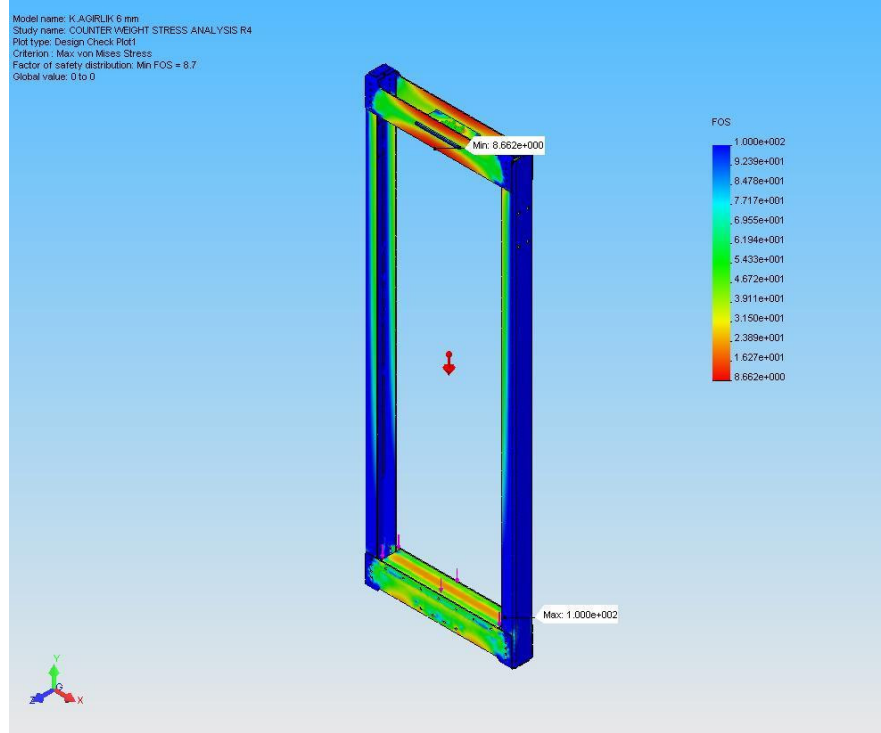
6 mm kalınlığına sahip sac profillerden oluşturulan asansör karşı ağırlık modelinin normal kullanımı sırasında ve mekanik frenin devreye girdiği anda oluşan kuvvetlerin meydana getirdiği, gerilme, yer değiştirme ve design check sonuçları Şekil 5.36, 5.37, 5.38, 5.39, 5.40, 5.41' de gösterilmiştir. Şekil 5.42, 5.43, 5.44, 5.45, 5.46 ve 5.47' de gösterilen sonuçlar ise 8 mm kalınlığındaki sac profillerden oluşturulan karşı ağırlık modelinin analiz sonuçlarını vermektedir.



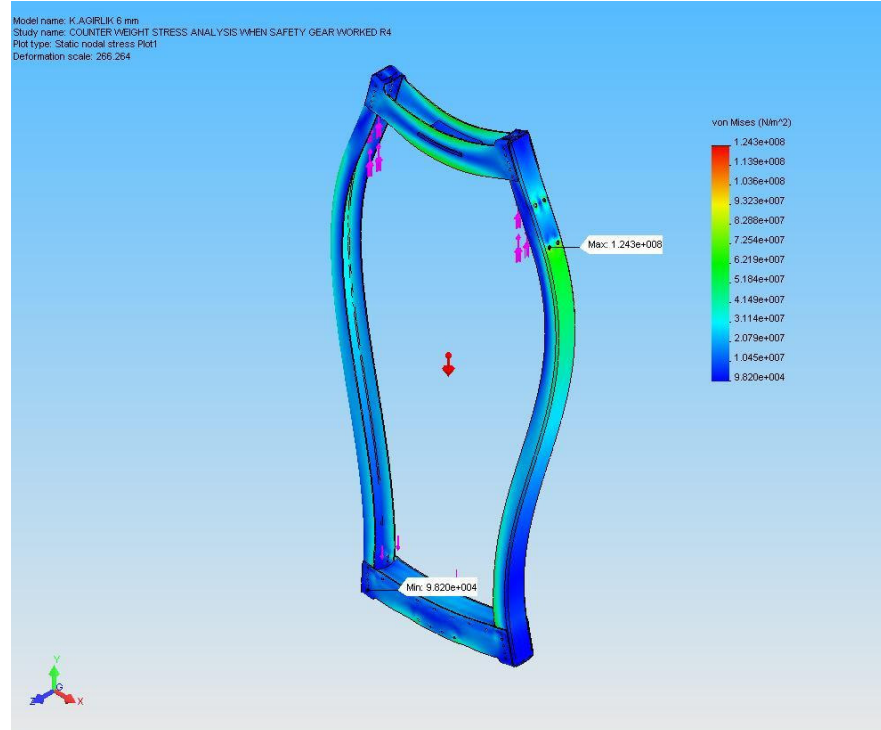
Şekil 5.36 Dördüncü iyileştirme çalışması – 6 mm kalınlık – normal kullanım – gerilme analizi sonuçları



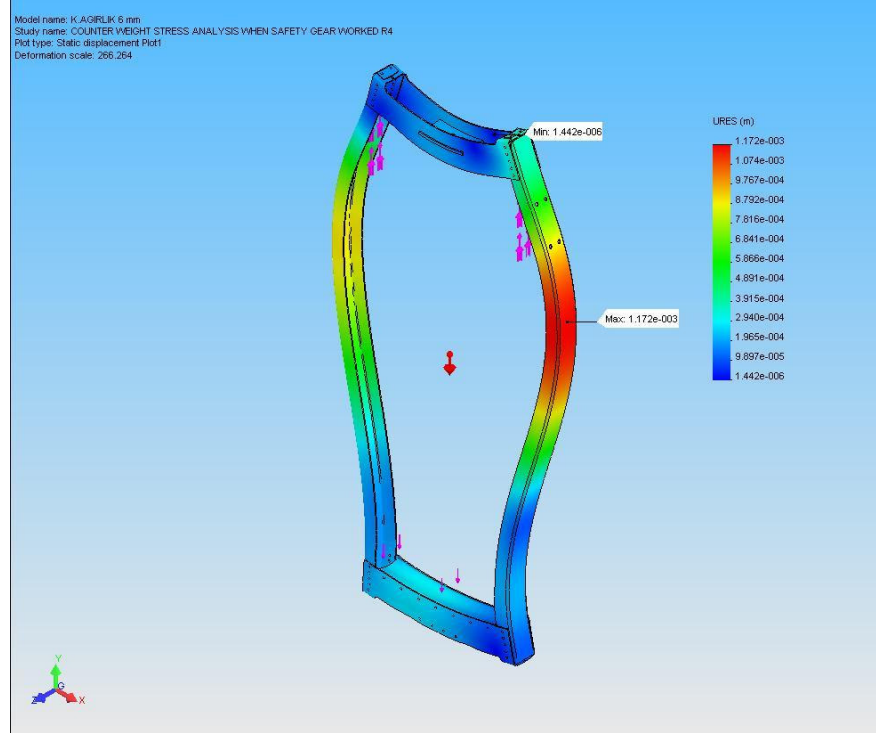
Şekil 5.37 Dördüncü iyileştirme çalışması – 6 mm kalınlık – normal kullanım – yer değiştirme analizi sonuçları



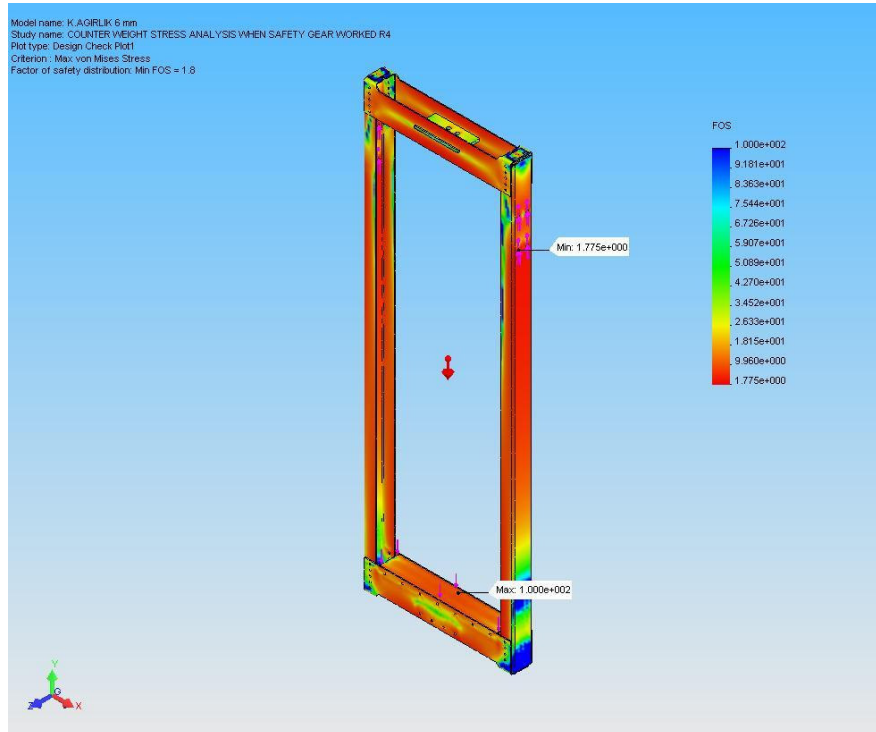
Şekil 5.38 Dördüncü iyileştirme çalışması – 6 mm kalınlık – normal kullanım – design check sonuçları



Şekil 5.39 Dördüncü iyileştirme çalışması – 6 mm kalınlık – mekanik frenin çalışması – gerilme analizi sonuçları



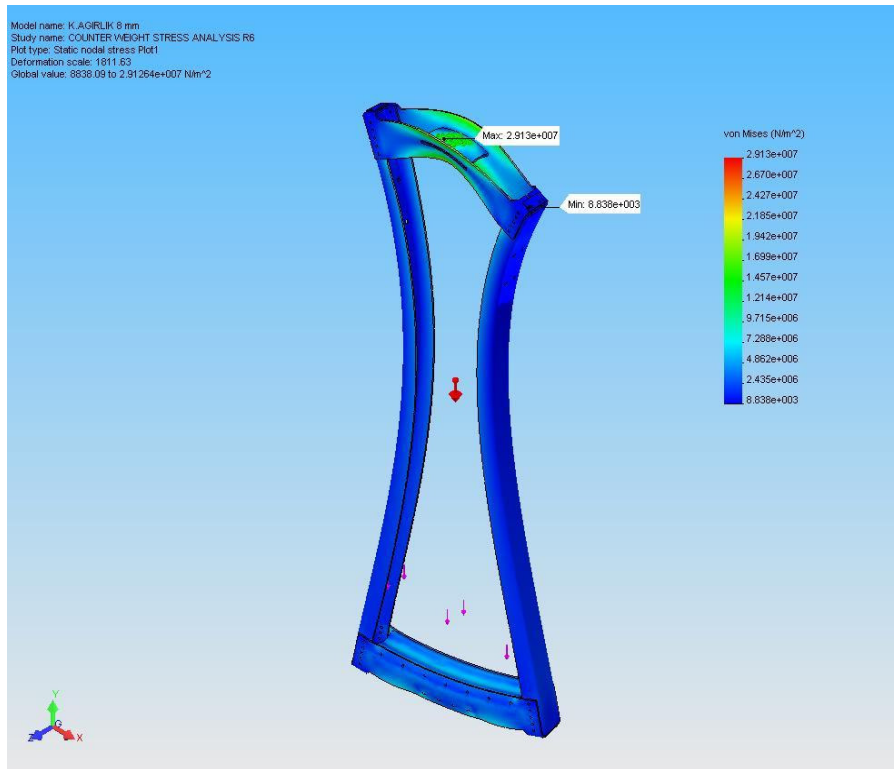
Şekil 5.40 Dördüncü iyileştirme çalışması – 6 mm kalınlık – mekanik frenin çalışması – yer değiştirme analizi sonuçları



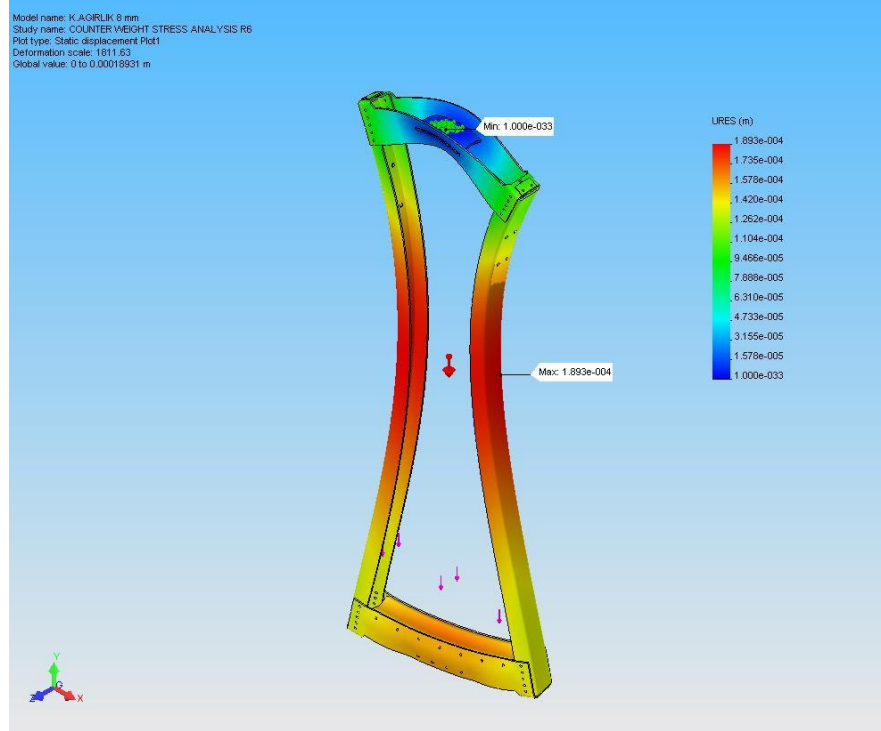
Şekil 5.41 Dördüncü iyileştirme çalışması – 6 mm kalınlık – mekanik frenin çalışması – design check sonuçları

Karşı ağırlık modelini oluşturan sac profillerin kalınlığının 6 mm' ye çıkartılması ile yapılan analizlerde elde edilen sonuçlara göre, karşı ağırlığın normal kullanımı sırasında oluşan maksimum gerilme değeri $2,547 \times 10^7 \text{ N/mm}^2$ ' dir. Design check sonucuna göre model 8,67 kat dayanıklı çıkmaktadır. Maksimum yer değiştirme miktarı ise $2,449 \times 10^{-4} \text{ mm}$ ' dir.

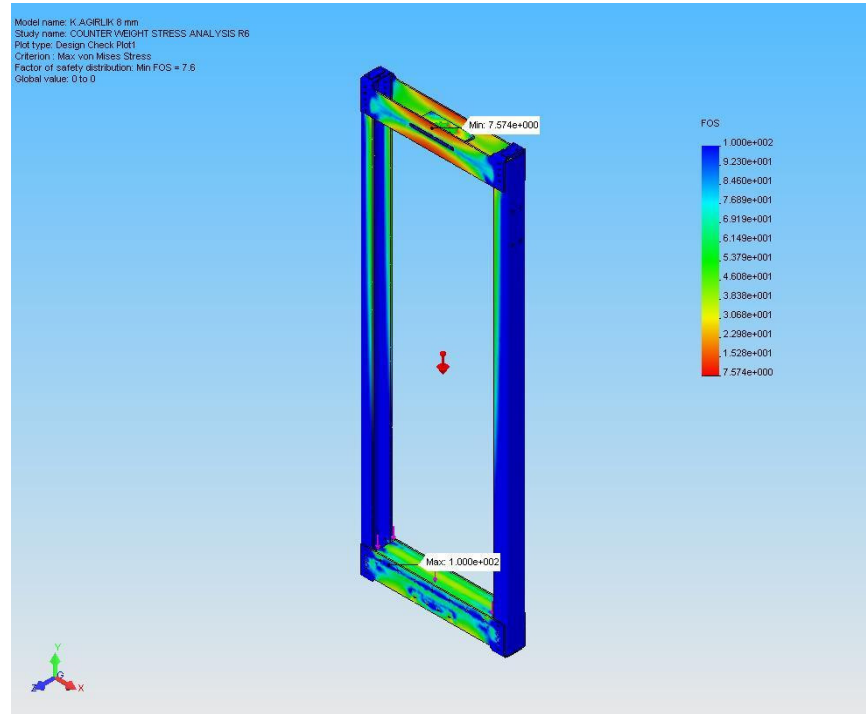
Mekanik frenin çalışması sonucu model üzerinde oluşan maksimum gerilme değeri $1,243 \times 10^8 \text{ N/mm}^2$ ' dir. Maksimum yer değiştirme miktarı $1,172 \times 10^{-3} \text{ mm}$ olup design check sonucuna göre model 1,775 kat dayanıklı çıkmaktadır.



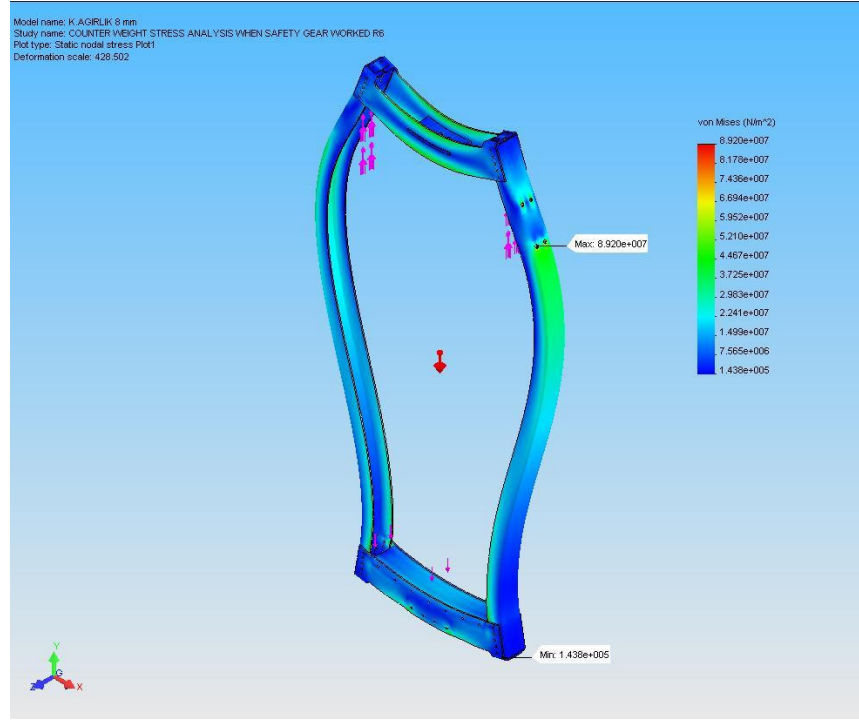
Şekil 5.42 Dördüncü iyileştirme çalışması – 8 mm kalınlık – normal kullanım – gerilme analizi sonuçları



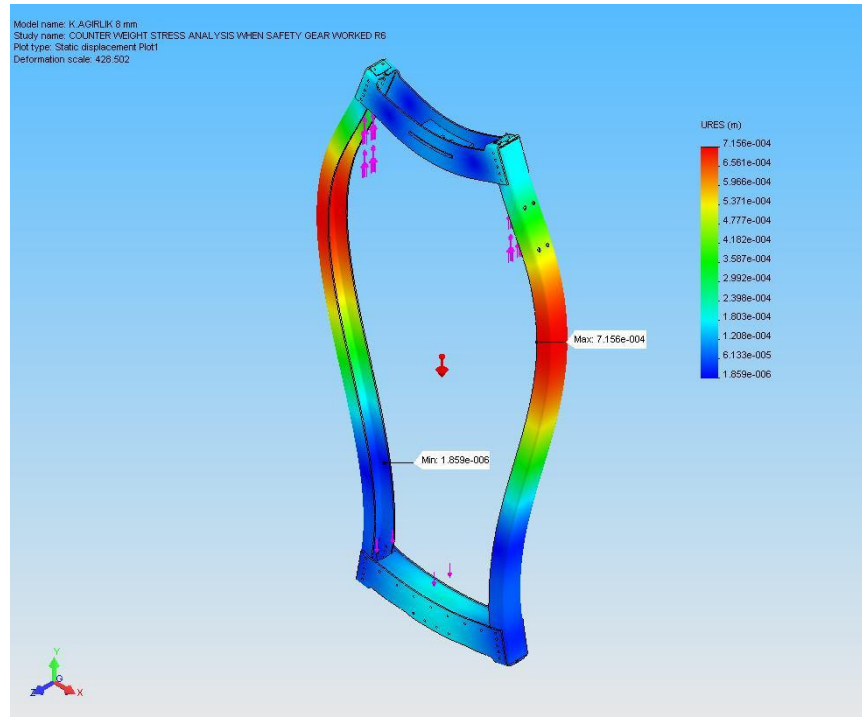
Şekil 5.43 Dördüncü iyileştirme çalışması – 8 mm kalınlık – normal kullanım – yer değiştirme analizi sonuçları



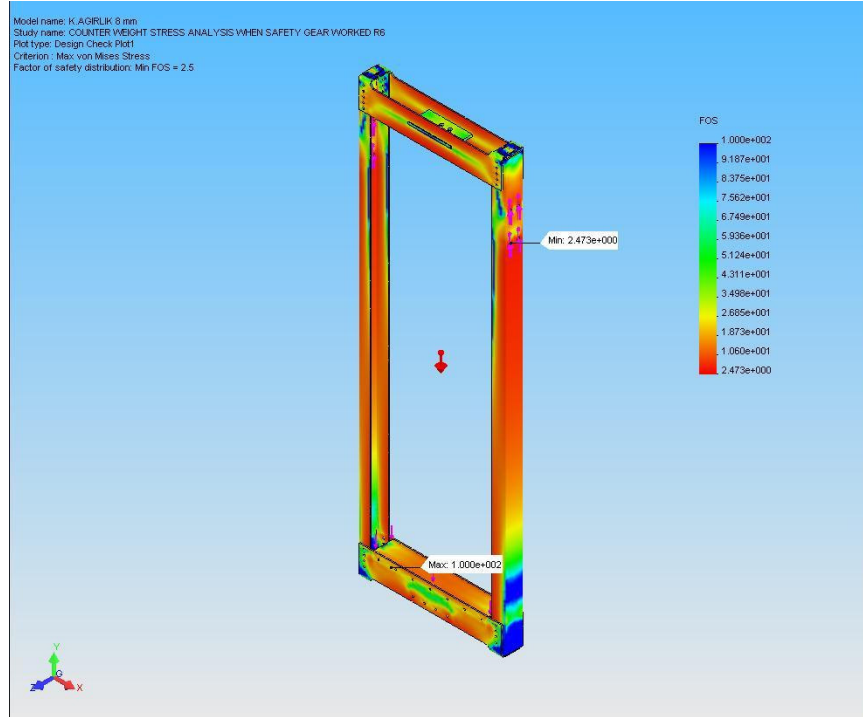
Şekil 5.44 Dördüncü iyileştirme çalışması – 8 mm kalınlık – normal kullanım – design check sonuçları



Şekil 5.45 Dördüncü iyileştirme çalışması – 8 mm kalınlık – mekanik frenin çalışması – gerilme analizi sonuçları



Şekil 5.46 Dördüncü iyileştirme çalışması – 8 mm kalınlık – mekanik frenin çalışması – yer değiştirme analizi sonuçları



Şekil 5.47 Dördüncü iyileştirme çalışması – 8 mm kalınlık – mekanik frenin çalışması – design check sonuçları

Karşı ağırlık modelinin parçaları, kalınlığı 8 mm olan saclardan imal edilirse, bu şekilde elde edilen model üzerindeki maksimum gerilme değeri, modelin normal kullanımında $2,913 \times 10^7 \text{ N/mm}^2$ ' dir. Maksimum yer değiştirme değeri $1,893 \times 10^{-4} \text{ mm}$, design check sonucuna göre ise dayanıklılık oranı yaklaşık 7,6/1' dir.

Mekanik frenin çalışması sonucu model üzerinde oluşan maksimum gerilme $8,92 \times 10^7 \text{ N/mm}^2$ olup design check sonucuna göre model, yaklaşık 2,5 kat dayanıklı çıkmaktadır. Maksimum yer değiştirme miktarı ise $7,156 \times 10^{-4} \text{ mm}$ ' dir.

6.4 Karşı Ağırlık Modeli Maliyet Analizi

Bir asansör karşı ağırlık tasarımında, en iyi gerilme değerlerine sahip ve en kullanışlı ürünü elde edebilmek için çeşitli analizler yapılmıştır. Ancak bir ürün elde edilmesinde, ürünün mekanik özelliklerinin yanı sıra, ürün maliyeti de göz önünde bulundurulmalıdır. Az maliyet ve yüksek dayanıma sahip bir ürün en kullanışlı en çok kâr getiren üründür.

Bu sebepten dolayı, oluşturulan karşı ağırlık modellerinin analizlerinin yanında maliyet analizlerinin yapılması da şarttır. Tablo 5.3’ te üç farklı kalınlıkta oluşturulan karşı ağırlık modellerinin maliyetleri verilmektedir.

Tablo 5.3 Karşı ağırlık modellerinin maliyetleri

Model İsmi	Maliyeti	Oran
İkinci İyileştirme Çalışması – Sac Kalınlığı 5 mm	280,00 YTL	1
İkinci İyileştirme Çalışması – Sac Kalınlığı 6 mm	330,00 YTL	~1,17
İkinci İyileştirme Çalışması – Sac Kalınlığı 8 mm	420,00 YTL	~1.5

Verilen maliyetler göz önünde tutulduğunda ve ürünün seri imalat açısından uygun bir ürün olduğu varsayılırsa ikinci sırada yer alan modelin seçilmesi gerekmektedir. Çünkü maliyetlerin birbirleri ile olan farklarına bakılacak olursa, birinci ve ikinci model arasındaki maliyet farkı sadece 50,00 YTL iken, bu fark birinci model ile üçüncü model arasında 140,00 YTL’ ye çıkmaktadır.

Elde edilen maliyetlere göre, en uygun karşı ağırlık modeli, sac kalınlığının 6 mm olduğu dördüncü iyileştirme çalışması sonucu oluşturulan modeldir.

BÖLÜM ALTI

SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Karşı ağırlık tasarımı için oluşturulan sac malzemedan üretilmiş model üzerinde yapılan analiz sonuçlarının karşılaştırması Tablo 6.1 ve 6.2’de verilmiştir.

Tablo 6.1 Analiz çalışmaları sonucu elde edilen değerler – Normal kullanım

Normal Kullanım	Maksimum Gerilme Değerleri [N/mm ²]	Maksimum Yer Değiştirme Değerleri [m]	Design Check Sonuçları
Karşı ağırlık modeli	5,528x10 ⁷	2,23x10 ⁻⁴	4
Birinci iyileştirme çalışması	5,938x10 ⁷	2,136x10 ⁻⁴	3,715
İkinci iyileştirme çalışması	2,956x10 ⁷	2,829x10 ⁻⁴	7,5
Üçüncü iyileştirme çalışması	2.983x10 ⁷	2,793x10 ⁻⁴	7,4
Dördüncü iyileştirme çalışması 6 mm sac kalınlığı	2,547x10 ⁷	2,449x10 ⁻⁴	8,67
Dördüncü iyileştirme çalışması 8 mm sac kalınlığı	2,913x10 ⁷	1,893x10 ⁻⁴	7,6

Tablo 6.1’ de görüldüğü gibi aynı sac kalınlığına sahip modeller içinde en düşük gerilme ve yer değiştirme sonuçları, ikinci iyileştirme çalışması sonucunda elde edilen karşı ağırlık modeli üzerindedir. Sac kalınlığının arttırılması, elde edilen değerleri düşürmekte ancak ürünü ağırlaştırmaktadır. Bu da beraberinde ürün montajının zorluğunu getirecektir. Ancak görülmüştür ki, 8 mm sac kalınlığına sahip modelde, elde edilen gerilmelerin daha da düşmesi gerekirken ağırlığın artmasından dolayı gerilme değerinde bir artış söz konusudur.

Tablo 6.2 Analiz çalışmaları sonucu elde edilen değerler – Mekanik frenin çalışması

Mekanik Frenin Çalışması	Maksimum Gerilme Değerleri [N/mm ²]	Maksimum Yer Değiştirme Değerleri [m]	Design Check Sonuçları
Karşı ağırlık modeli	$2,761 \times 10^8$	$1,095 \times 10^{-3}$	8×10^{-1}
Birinci iyileştirme çalışması	$3,091 \times 10^8$	$1,098 \times 10^{-3}$	$7,137 \times 10^{-1}$
İkinci iyileştirme çalışması	$1,546 \times 10^8$	$1,247 \times 10^{-3}$	1,4
Üçüncü iyileştirme çalışması	$1,58 \times 10^8$	$1,254 \times 10^{-3}$	1,4
Dördüncü iyileştirme çalışması 6 mm sac kalınlığı	$1,243 \times 10^8$	$1,172 \times 10^{-3}$	1,775
Dördüncü iyileştirme çalışması 8 mm sac kalınlığı	$8,92 \times 10^7$	$7,156 \times 10^{-4}$	2,5

Tablo 6.2 incelendiğinde, analiz sonuçlarında elde edilen en düşük gerilme ve yer değiştirme değerleri, malzemenin 8 mm kalınlığında olduğu karşı ağırlık modeline aittir. Aynı modelin normal kullanımı sırasında iyi değerler vermediği bilinmektedir. Bu sebepten dolayı bu model her iki kullanım için uygun bir model değildir. Bu durumda en düşük değerlere sahip bir sonraki model incelenmelidir. Karşı ağırlığın normal kullanımı sırasında en uygun model olan 6 mm kalınlığındaki model, mekanik frenin devreye girdiği anda oluşacak kuvvetler karşısında da en dayanıklı model olarak görülmektedir.

Bu çalışmada, bilgisayar destekli tasarım ve sonlu elemanlar metodunu temel alan bir analiz programı yardımı ile model üzerinde çeşitli çalışmalar ve analizler yapılarak, en uygun ürün elde edilmiştir.

Sonuç olarak, oluşturulan karşı ağırlık modellerinin ekonomik analizleri de göz önüne alındığında, karşı ağırlığın normal kullanımı ve karşı ağırlığa takılacak bir mekanik frenin oluşturduğu kuvvetler sonucu kalıcı şekil değişimlerine maruz kalmayacak en uygun model, sac kalınlığı 6 mm olan model olarak ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

Bayrak, Sevilay ve Turgut, Mustafa (2008), *SolidWorks, CosmosWorks, CosmosMotion, MoldFlow, SolidCam* (2. Baskı), Ankara: Seçkin Yayıncılık

İmrak, C. Erdem ve Gerdemeli, İsmail (2000), *Asansörler ve Yürüyen Merdivenler*. İstanbul: Birsan Yayınevi.

Tavaslıoğlu, Serdar (2005), *Asansör Uygulamaları* (2. baskı). İzmir: Final Matbaacılık ve Ticaret

TMMOB Makina Mühendisleri Odası (2008), *Asansör Avan ve Uygulama Projeleri Hazırlama Teknik Esasları Yayın No: MMO/208/5* (5. Baskı). İzmir: Altındağ Grafik Matbaacılık

Türk Standardı (2004), *TS 8237 ISO 4190-1 Asansörler – Yerleştirme İle İlgili Boyutlar – Bölüm 1: Sınıf I, Sınıf II, Sınıf III, Sınıf VI Asansörleri*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü

Türk Standardı (2004), *TS 8237 ISO 4190-2 Asansörler – Yerleştirme İle İlgili Boyutlar – Bölüm 2: Sınıf IV Asansörleri*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü

Türk Standardı (2001), *TS 10922 EN 81-1 Asansörler – Yapım ve Montaj İçin Güvenlik Kuralları – Bölüm 1: Elektrikli Asansörler*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü

Vural, Turgay (2003), *Kalite Güvence Sistemi Kriterlerine Uygun Olarak Jant Tasarımı ve Dayanım Analizi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tez Arşivi

Yeni, Çınar E. (1998), *Strength Mis-Match Effect On Fracture Behaviour Of Structural Steel Welds*, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Doktora Tez Arşivi