

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ASANSÖR KUYULARINDAKİ ÇELİK YAPININ
BİLGİSAYAR YARDIMI İLE ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet Buğra ESENLİ

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Konstrüksiyon Programı

MAYIS 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ASANSÖR KUYULARINDAKİ ÇELİK YAPININ
BİLGİSAYAR YARDIMI İLE ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ahmet Buğra ESENLİ
(503121201)**

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Konstrüksiyon Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. İsmail GERDEMELİ

MAYIS 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 503121201 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Ahmet Buğra ESENLİ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**ASANSÖR KUYULARINDAKİ ÇELİK YAPININ BİLGİSAYAR YARDIMI İLE ANALİZİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. İsmail GERDEMELİ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Serpil KURT HABİBOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Tamer KEPÇELER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **4 Mayıs 2015**
Savunma Tarihi : **28 Mayıs 2015**

ÖNSÖZ

Yüksek lisans programına kabul edilmem ve asansör sektöründe çalışmaya başlamam hemen hemen aynı tarihlerde olduğundan, benim için okul niteliğinde olan bu iki kurumdaki öğrenme ve çalışma sürecini paralel yürütebilme şansına sahip oldum. Bu nedenle yüksek lisans eğitimim boyunca gösterdikleri anlayış ve destekten dolayı HMF Asansör firmasındaki yöneticilerim ve çalışma arkadaşlarıma, asansör uygulamaları eğitimlerindeki yardımları için tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. İsmail GERDEMELİ'ye, eğitim hayatım boyunca desteğini ve güvenini esirgemeyen aileme ve nişanlıma teşekkürü bir borç bilirim.

Mayıs 2015

Ahmet Buğra Esenli
Makina Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
SEMBOL LİSTESİ	xxi
ÖZET.....	xxiii
SUMMARY	xxv
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Yapılan Kabuller	2
2. ASANSÖRLER	5
2.1 Asansörün Tanımı	5
2.2 Asansörlerin Sınıflandırılması.....	6
2.2.1 Sınıf I asansörleri	6
2.2.2 Sınıf II asansörleri.....	6
2.2.3 Sınıf III asansörleri.....	6
2.2.4 Sınıf IV asansörleri	7
2.2.5 Sınıf V asansörleri.....	7
2.2.6 Sınıf VI asansörleri	7
2.3 Asansör ile İlgili Tarifler.....	9
2.4 Asansör Ekipmanları	10
2.4.1 Kılavuz raylar.....	11
2.4.2 Güvenlik (fren) tertibatı	12
2.4.2.1 Ani frenlemeli güvenlik tertibatı.....	12
2.4.2.2 Kaymalı güvenlik tertibatı.....	14
2.4.3 Aşırı hız regülatörü	15
3. SONLU ELEMANLAR METODU	17
3.1 Sonlu Elemanlar Metodunun Uygulama Alanları	18
3.2 Sonlu Elemanlar Metodunun Avantajları.....	18
3.3 ANSYS Sonlu Elemanlar Paket Programı	19
3.3.1 ANSYS arayüzü	20
3.3.2 ANSYS uygulama örneği.....	21
4. YAPILAN HESAPLAMALAR	23
4.1 Asansör-1 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	23
4.2 Asansör-2 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	31
4.3 Asansör-3 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	39
4.4 Asansör-4 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	47
4.5 Asansör-5 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	55
4.6 Asansör-6 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	63
4.7 Asansör-7 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	71

4.8 Asansör-8 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	79
4.9 Asansör-9 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	87
4.10 Asansör-10 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	95
4.11 Asansör-11 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	103
4.12 Asansör-12 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	111
4.13 Asansör-13 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	119
4.14 Asansör-14 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	127
4.15 Asansör-15 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	135
4.16 Asansör-16 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	143
4.17 Asansör-17 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	151
4.18 Asansör-18 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	159
4.19 Asansör-19 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	167
4.20 Asansör-20 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	175
4.21 Asansör-21 İçin Yapılan Hesaplamalar.....	183
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	191
5.1 Sonuçlar.....	191
5.2 ANSYS Programı ile Yapılan Gerilme Analizleri	192
5.2.1 Asansör-1 için yapılan gerilme analizi.....	192
5.2.2 Asansör-2 için yapılan gerilme analizi.....	193
5.2.3 Asansör-3 için yapılan gerilme analizi.....	194
5.2.4 Asansör-4 için yapılan gerilme analizi.....	195
5.2.5 Asansör-5 için yapılan gerilme analizi.....	196
5.2.6 Asansör-6 için yapılan gerilme analizi.....	197
5.2.7 Asansör-7 için yapılan gerilme analizi.....	198
5.2.8 Asansör-8 için yapılan gerilme analizi.....	199
5.2.9 Asansör-9 için yapılan gerilme analizi.....	200
5.2.10 Asansör-10 için yapılan gerilme analizi.....	201
5.2.11 Asansör-11 için yapılan gerilme analizi.....	202
5.2.12 Asansör-12 için yapılan gerilme analizi.....	203
5.2.13 Asansör-13 için yapılan gerilme analizi.....	204
5.2.14 Asansör-14 için yapılan gerilme analizi.....	205
5.2.15 Asansör-15 için yapılan gerilme analizi.....	206
5.2.16 Asansör-16 için yapılan gerilme analizi.....	207
5.2.17 Asansör-17 için yapılan gerilme analizi.....	208
5.2.18 Asansör-18 için yapılan gerilme analizi.....	209
5.2.19 Asansör-19 için yapılan gerilme analizi.....	210
5.2.20 Asansör-20 için yapılan gerilme analizi.....	211
5.2.21 Asansör-21 için yapılan gerilme analizi.....	212
5.3 Öneriler.....	213
KAYNAKLAR.....	215
EKLER.....	217
ÖZGEÇMİŞ.....	219

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Ar-Ge	: Araştırma Geliştirme
AS	: Asansör
CAD	: Computer-Aided Design
EN	: European Standards
FEM	: Finite Element Method
LIM	: Linear Induction Motor
MR	: Machine Room
R&D	: Research-Development
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Kapasiteye göre boş kabin ve kapı ağırlıkları.	3
Çizelge 2.1 : TS EN 81-1+A3'e göre kullanılabilir kabin alanı, beyan yükü, kabindeki insan sayısı.	8
Çizelge 4.1 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	28
Çizelge 4.2 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	36
Çizelge 4.3 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	44
Çizelge 4.4 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	52
Çizelge 4.5 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	60
Çizelge 4.6 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	68
Çizelge 4.7 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	76
Çizelge 4.8 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	84
Çizelge 4.9 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	92
Çizelge 4.10 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	100
Çizelge 4.11 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	108
Çizelge 4.12 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	116
Çizelge 4.13 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	124
Çizelge 4.14 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	132
Çizelge 4.15 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	140
Çizelge 4.16 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	148
Çizelge 4.17 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	156
Çizelge 4.18 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	164
Çizelge 4.19 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	172

Çizelge 4.20 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	180
Çizelge 4.21 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.	188
Çizelge 5.1 : Çelik profil tipi seçimi	191
Çizelge 5.2 : Asansör kapasitesi ve yaklaşık kiriş uzunluğuna göre çelik profil tipi seçimi	213
Çizelge A.1 : Çelik profillere ait ölçüsel bilgiler.....	217
Çizelge A.2 : Çelik profillere ait mukavemet bilgileri.	218

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Bir tarafı sabit, diğer tarafı hareketli mesnetlenen, asimetrik tek yük etkisindeki kiriş.....	2
Şekil 1.2 : Kabin süspansiyon tasarımı ve ray kılavuz patenleri arasındaki mesafe. ..	3
Şekil 1.3 : 2004 yılı Türkiye’de kurulan asansör tipleri istatistikleri :	
a) Avrupa. b)Türkiye.....	4
Şekil 2.1 : Kamalı tip ani frenlemeli güvenlik tertibatı.	13
Şekil 2.2 : Eksantrik kam tipi güvenlik tertibatı. a) Tasarım. b) Kuvvet diagramı. a x R; Döndürme momenti. N; Normal kuvvet. T; Sürtünme kuvveti....	13
Şekil 2.3 : Makaralı tip ani frenlemeli güvenlik tertibatı.....	14
Şekil 2.4 : Esnek kılavuz kelepçe tipi kaymalı güvenlik tertibatı. (1) Konik kamalar. (2) Yay muhafazası.....	14
Şekil 2.5 : Aşırı hız regülatörü.....	15
Şekil 3.1 : Dairenin çevresinin sonlu elemanlar yaklaşımı ile bulunması.....	18
Şekil 3.2 : ANSYS programı arayüzü ve ‘Static Structural’ penceresi.....	21
Şekil 3.3 : ANSYS programında açılan parça ve ‘Mesh’ komutu.....	22
Şekil 3.4 : Parçaya uygulanacak kuvvetin değeri ve uygulanacağı yüzey.	22
Şekil 3.5 : Analiz sonucunda elde edilecek verilerin seçimi.	22
Şekil 4.1 : Asansör-1’e ait kuyu yerleşimi.....	23
Şekil 4.2: Raya etki eden yükler.	27
Şekil 4.3: Yük altındaki kirişe ait şablon.....	28
Şekil 4.4 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.....	30
Şekil 4.5 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	30
Şekil 4.6 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	30
Şekil 4.7 : Asansör-2’ye ait kuyu yerleşimi.	31
Şekil 4.8: Raya etki eden yükler.	35
Şekil 4.9: Yük altındaki kirişe ait şablon.....	36
Şekil 4.10 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	38
Şekil 4.11 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	38
Şekil 4.12 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	38
Şekil 4.13 : Asansör-3’e ait kuyu yerleşimi.....	39
Şekil 4.14: Raya etki eden yükler.	43
Şekil 4.15: Yük altındaki kirişe ait şablon.....	44
Şekil 4.16 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	46
Şekil 4.17 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	46

Şekil 4.18 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	46
Şekil 4.19 : Asansör-4'e ait kuyu yerleşimi.	47
Şekil 4.20: Raya etki eden yükler.	51
Şekil 4.21: Yük altındaki kirişe ait şablon.	52
Şekil 4.22 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	54
Şekil 4.23 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	54
Şekil 4.24 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	54
Şekil 4.25 : Asansör-5'e ait kuyu yerleşimi.	55
Şekil 4.26: Raya etki eden yükler.	59
Şekil 4.27: Yük altındaki kirişe ait şablon.	60
Şekil 4.28 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	62
Şekil 4.29 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	62
Şekil 4.30 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	62
Şekil 4.31 : Asansör-6'ya ait kuyu yerleşimi.	63
Şekil 4.32: Raya etki eden yükler.	67
Şekil 4.33: Yük altındaki kirişe ait şablon.	68
Şekil 4.34 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	70
Şekil 4.35 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	70
Şekil 4.36 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	70
Şekil 4.37 : Asansör-7'ye ait kuyu yerleşimi.	71
Şekil 4.38: Raya etki eden yükler.	75
Şekil 4.39: Yük altındaki kirişe ait şablon.	76
Şekil 4.40 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	78
Şekil 4.41 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	78
Şekil 4.42 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	78
Şekil 4.43 : Asansör-8'e ait kuyu yerleşimi.	79
Şekil 4.44: Raya etki eden yükler.	83
Şekil 4.45: Yük altındaki kirişe ait şablon.	84
Şekil 4.46 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	85
Şekil 4.47 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	86
Şekil 4.48 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	86
Şekil 4.49 : Asansör-9'a ait kuyu yerleşimi.	87
Şekil 4.50: Raya etki eden yükler.	91
Şekil 4.51: Yük altındaki kirişe ait şablon.	92
Şekil 4.52 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	94
Şekil 4.53 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	94
Şekil 4.54 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	94

Şekil 4.55 : Asansör-10'a ait kuyu yerleşimi.	95
Şekil 4.56: Raya etki eden yükler.	99
Şekil 4.57: Yük altındaki kirişe ait şablon.	100
Şekil 4.58 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	102
Şekil 4.59 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	102
Şekil 4.60 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	102
Şekil 4.61 : Asansör-11'e ait kuyu yerleşimi.	103
Şekil 4.62: Raya etki eden yükler.	107
Şekil 4.63: Yük altındaki kirişe ait şablon.	108
Şekil 4.64 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	110
Şekil 4.65 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	110
Şekil 4.66 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	110
Şekil 4.67 : Asansör-12'ye ait kuyu yerleşimi.	111
Şekil 4.68 : Raya etki eden yükler.	115
Şekil 4.69: Yük altındaki kirişe ait şablon.	116
Şekil 4.70 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	118
Şekil 4.71 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	118
Şekil 4.72 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	118
Şekil 4.73 : Asansör-13'e ait kuyu yerleşimi.	119
Şekil 4.74 : Raya etki eden yükler.	123
Şekil 4.75: Yük altındaki kirişe ait şablon.	124
Şekil 4.76 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	126
Şekil 4.77 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	126
Şekil 4.78 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	126
Şekil 4.79 : Asansör-14'e ait kuyu yerleşimi.	127
Şekil 4.80 : Raya etki eden yükler.	131
Şekil 4.81: Yük altındaki kirişe ait şablon.	132
Şekil 4.82 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	134
Şekil 4.83 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	134
Şekil 4.84 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	134
Şekil 4.85 : Asansör-15'e ait kuyu yerleşimi.	135
Şekil 4.86 : Raya etki eden yükler.	139
Şekil 4.87: Yük altındaki kirişe ait şablon.	140
Şekil 4.88 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	142
Şekil 4.89 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	142
Şekil 4.90 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	142
Şekil 4.91 : Asansör-16'ya ait kuyu yerleşimi.	143

Şekil 4.92 : Raya etki eden yükler.	147
Şekil 4.93: Yük altındaki kirişe ait şablon.	148
Şekil 4.94 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	150
Şekil 4.95 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	150
Şekil 4.96 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	150
Şekil 4.97 : Asansör-17'ye ait kuyu yerleşimi.	151
Şekil 4.98 : Raya etki eden yükler.	155
Şekil 4.99 : Yük altındaki kirişe ait şablon.	156
Şekil 4.100 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	158
Şekil 4.101 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	158
Şekil 4.102 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	158
Şekil 4.103 : Asansör-18'e ait kuyu yerleşimi.	159
Şekil 4.104 : Raya etki eden yükler.	163
Şekil 4.105 : Yük altındaki kirişe ait şablon.	164
Şekil 4.106 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	166
Şekil 4.107 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	166
Şekil 4.108 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	166
Şekil 4.109 : Asansör-19'a ait kuyu yerleşimi.	167
Şekil 4.110 : Raya etki eden yükler.	171
Şekil 4.111 : Yük altındaki kirişe ait şablon.	172
Şekil 4.112 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	174
Şekil 4.113 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	174
Şekil 4.114 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	174
Şekil 4.115 : Asansör-20'ye ait kuyu yerleşimi.	175
Şekil 4.116 : Raya etki eden yükler.	179
Şekil 4.117 : Yük altındaki kirişe ait şablon.	180
Şekil 4.118 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	182
Şekil 4.119 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	182
Şekil 4.120 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	182
Şekil 4.121 : Asansör-21'e ait kuyu yerleşimi.	183
Şekil 4.122 : Raya etki eden yükler.	187
Şekil 4.123 : Yük altındaki kirişe ait şablon.	188
Şekil 4.124 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.	190
Şekil 4.125 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.	190
Şekil 4.126 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.	190
Şekil 5.1 : Asansör-1 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	192
Şekil 5.2 : Asansör-2 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	193
Şekil 5.3 : Asansör-3 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	194

Şekil 5.4 : Asansör-4 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	195
Şekil 5.5 : Asansör-5 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	196
Şekil 5.6 : Asansör-6 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	197
Şekil 5.7 : Asansör-7 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	198
Şekil 5.8 : Asansör-8 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	199
Şekil 5.9 : Asansör-9 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	200
Şekil 5.10 : Asansör-10 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	201
Şekil 5.11 : Asansör-11 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	202
Şekil 5.12 : Asansör-12 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	203
Şekil 5.13 : Asansör-13 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	204
Şekil 5.14 : Asansör-14 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	205
Şekil 5.15 : Asansör-15 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	206
Şekil 5.16 : Asansör-16 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	207
Şekil 5.17 : Asansör-17 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	208
Şekil 5.18 : Asansör-18 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	209
Şekil 5.19 : Asansör-19 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	210
Şekil 5.20 : Asansör-20 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	211
Şekil 5.21 : Asansör-21 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.	212
Şekil A.1 : Çelik profil kesitleri ve ölçü adlandırılması.	218

SEMBOL LİSTESİ

a	: Uzunluk
A	: Çelik profil kesit alanı
b	: Uzunluk
D_{x,y}	: Kabin ölçüsü
F	: Kuvvet
E	: Elastisite modülü
F_{A,B}	: Kiriş yatak kuvvetleri
f_c	: Sehim
F_{D1,C,Fr}	: Kabin donanım ağırlıkları
F_s	: Eşik kuvveti
F_{x,y}	: Kılavuz raya etkiyen kuvvet
G	: Çelik profil birim ağırlığı
g_n	: Yer çekimi ivmesi
h	: Uzunluk
I_{y,z}	: Atalet momenti
k_{1,2}	: Darbe Katsayısı
L	: Uzunluk
M_{A,B}	: Moment
n	: Ray adedi
P	: Kabin toplam ağırlığı
Q	: Beyan yükü (Taşıma kapasitesi)
S_{y,z}	: Mukavemet momenti
T	: Kayma gerilmesi
t_{w,f}	: Çelik profil et kalınlığı
v	: Hız
X_{Q,D1,C,Fr}	: Yük dağılımı X-ekseni
Y_{Q,D1,C,Fr}	: Yük dağılımı Y-ekseni
σ	: Eğilme gerilmesi

ASANSÖR KUYULARINDAKİ ÇELİK YAPININ BİLGİSAYAR YARDIMI İLE ANALİZİ

ÖZET

Asansörün genel tanımını; kuyu boşluğunda çelik raylar ile kılavuzlanan ve düşey doğrultuda hareket eden bir kabinin, çelik halatlar veya direkt olarak hidrolik bir piston ile hareket iletiminin sağlandığı, elektro - mekanik taşıyıcı sistem olarak yapmak mümkündür.

Asansörler, tahrik tipine göre; elektrikli ve hidrolik pistonlu olarak ikiye ayrılır. Elektrikli (halatlı) asansörleri ise, makine – motor konumundan dolayı, makine dairesi ve makine dairesiz olarak ikiye ayırmak mümkündür. Asansörler, kullanım durumuna göre, yolcu (insan), yük, servis, sedye, araç gibi sınıflara ayrılmaktadır. İstatistiklere göre elektrikli yolcu asansörlerinin kurulum ve kullanım oranı diğer tiplere kıyasla oldukça yüksektir.

Tez ile ilgili yapılan çalışmalarda ilk olarak, asansör kılavuz rayları ve rayları maksimum kuvvet etkisine maruz bırakan fren (paraşüt) tertibatı, bu tertibatı devreye sokan regülatör sistemi araştırılmıştır.

Ardından, 320 kg ve 2000 kg arasında, farklı kapasitelerdeki 21 adet asansörün, raylara etki eden kuvvetleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar, güvenlik ekipmanı çalışması, normal kullanım - hareket ve normal kullanım - yükleme durumlarına göre yapılmıştır. Etki eden kuvvetlerin, her bir asansör için en büyük değer olanları kuvvet etkisi olarak esas alınmıştır. Bu kuvvetlerin, NPI, NPU, kare - kutu, HEA ve HEB tiplerinde ve farklı ölçülerdeki 27 adet çelik profile doğrudan iletildiği kabul edilmiş ve kirişlerdeki sehim, eğilme gerilmesi, kayma gerilmesi hesaplanmıştır.

Kuvvet etkisinden dolayı meydana gelen gerilmelerin, çelik çekme dayanımının altında kalmaları şartı ile meydana gelen sehimler arasında karşılaştırma yapılmıştır. Sehim miktarı 0.1 mm'yi geçmeyen ve birim ağırlığı en düşük olan çelik profillerin seçimi yapılmıştır. Sehim miktarı daha az olan veya aynı sehim değeri ile daha büyük birim ağırlığa sahip olan başka bir çelik profilin uygulanması teknik olarak uygun olmasına rağmen, ekonomik açıdan olumsuz bir tercih olmaktadır.

Sonuç olarak 21 adet asansör için çelik profil kiriş seçimi yapılmış ve ileride asansör kapasitelerine göre referans alınmak üzere standartlaştırılması amaçlanmıştır. Seçilen 21 adet çelik profil kirişin gerilme analizi, ANSYS programı ile sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

COMPUTER AIDED ANALYSIS OF ELEVATOR HOISTWAY STEEL STRUCTURE

SUMMARY

In direction of human population rising, both the number of buildings are increasing and the height of buildings are growing vertically. Thus, the construction sector is emerging rapidly. Thanks to rising construction sector and effectuated regulations, the elevator market is growing, also. After all, the number of producer, maintenance and installation companies are increasing. In consideration of this extension, civil engineers, mechanical engineers and electrical engineers of elevator companies which are working with universities and R&D organizations are researching more and more subjects about elevators.

It is possible to define elevator as electro-mechanic transport systems which are running in a vertical shaft, between guide rails and traction by steel ropes or hydraulic pistons. Elevators may be classified according to drive method, as electric elevators, hydraulic elevators and pneumatic elevators. Electric elevators are classified according to traction machine location, as machine room and machine roomless. Additionally, elevators are classified according to usage, as passenger, loads, service, hospital bed, car, etc. According to statistics, electric passenger elevators which have machine rooms are mostly used and installed both Europe and Turkey.

Joints and attachments of guide rails which are the rigid components and provide guiding for the car and the counterweight shall be sufficient to withstand the loads and forces imposed on them in order to ensure a safe operation of the lift. The most important aspect of safe operation of the guide rails is that deflections shall be limited to such an extent, that due to them and operation of the safety devices shall not be affected.

The car shall be provided with a safety gear capable of operating in the downward direction and capable of stopping a car carrying the rated load, at the tripping speed of the overspeed governor, even if the suspension devices break, by gripping the guide rails, and of holding the car there. There are two mostly used safety operation device. Instantaneous safety gear in which the full gripping action on the guide rails is almost immediate. And progressive safety gear in which retardation is effected by a braking action on the guide rails and for which special provisions are made so as to limit the forces on the car, counterweight or balancing weight to a permissible value. In addition to safety gears, overspeed governor which, when the lift attains a predetermined speed, causes the lift to stop, and if necessary causes the safety gear to be applied.

The structure of the well shall conform to National Building Regulations and be able to support at least the loads which may be applied by the machine, by the guide rails at the moment of safety gear operation, in the case of eccentric load in the car, by the action of the buffers, by those which may be applied by the antirebound device, by loading and unloading the car, etc. In addition to that, for the safe operation of the lift the walls shall have a mechanical strength such that when a force of $300 \text{ N} / 5 \text{ cm}^2$ both resist without permanent deformation and resist without elastic deformation greater than 15 mm.

In direction of guide rail regulations and structural requirements of shafts, walls elevator hoistways is mostly built as concrete. But sometimes there is not any concrete wall for fixing guide rails safety. Such as, what if operation with more than one elevator in same shaft, what if using brick wall as a matter of building architectural design, what if dimension of shaft is bigger than usual or car dimension requiry, what if ventilation or pressure shaft be placed in elevator shaft. In these circumstances, some kind of steel section beams are needed to fix guide rails safety.

Rail forces increase in direct proportion to car rated capacity. In addition to rail forces; strain, stress and total deformation of steel beams are up to beam section type, lenght and force point also. In light of these parameters, type of steel section should be choosen correctly. Otherwise some problems may occur, such as safety objections because of weaker steel structural and unnecessary wasted and high cost because of consistent steel structure application.

Ambition of the thesis study, correct steel section chosing, calculation and standardising above case in point within safety using conditions.

Rail loads and forces were calculated according to EN81-1+A3 standard. Such as, running conditions, loading conditions and safety device operation conditions. The rated load is considered to be unevenly distributed over the car area. It is assumed that the safety devices operate simultaneously on the guide rails and that the braking force is equally distributed. It is also assumed that, propped beam which has fixed and roller end is using, according to installation design.

It was specified that 21 numbers of elevator which has different car capacities such as from 320 kg to 2000 kg. Their running and safety operation forces were calculated which affected to guide rails. And maximum normal load is research which is generally occured during brake operation. Founded maximum normal load is assumed that, affect to steel beams directly without any wasting. After all, bending and sharing stresses and deflexions were calculated through 27 number of different steel section types.

During the steel section chosing, it was researched that under 0.1 mm deflexion due to comfortable and safety running operation. Because of more than one result for each elevator, second step of steel section chosing is unit mass of related steel section types. Under related deflexion and the lowest unit mass is researched and specified as suitable for using. Finally, a table was set, that has 21 numbers of elevator and 21 numbers of steel section type and made crosscheck with ANSYS analysis software.

At the end of the thesis study, simple and more useful final table was set according to calculation results. Steel section types may be choosen simply, according to rated capacity of elevator car and approximate beam lenght which is equal to dimension of hoistway depth.

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde artan insan nüfusuna karşılık, binaların sayısı artmakta ve teknolojinin ilerlemesi ile birlikte, konut ve iş merkezi gibi binaların dikey olarak büyümesi hız kazanmaktadır. Bu nedenle inşaat sektörünün hızla gelişmesi günümüzde kaçınılmaz hale gelmiştir.

Gerek gelişen inşaat sektörü, gerekse asansör üretim ve bakım firmalarını yakından ilgilendiren yönetmelik ve standartların yürürlüğe girmesi, asansör sektörünün de gelişmesine ön ayak olmuştur. Bu nedenle son yıllarda ülkemizde de asansör yedek parça ve paket asansör üretimi yapan, ithal eden, bakım ve montaj hizmeti sunan firmaların sayısında ve iş yükünde sürekli bir artış gözlenmektedir.

Gelişen asansör sektörü, üretici firmalara ait Ar-Ge departmanları ve bu firmaların üniversiteler ve meslek odaları ile yaptıkları iş birliği sayesinde; inşaat, makina ve elektrik mühendisliğini yakından ilgilendiren birçok konuda araştırma ve analizler yapılmaktadır.

1.1 Tezin Amacı

Asansörlerin kullanım ve frenleme esnasında meydana gelen etki kuvvetlerinin karşılanması ve emniyetli, konforlu, sürdürülebilir kullanımın sağlanması için asansör raylarının sağlam bir yüzeye tespit edilmesi gerekmektedir.

Gerek aynı kuyu içerisinde birden fazla asansörün uygulanması, gerek bina mimarisinde asansör kuyu duvarlarının betonarme yerine tuğla veya gaz betonu tercih edilmesi, gerekse asansör kuyu ölçülerinin uygulanacak asansör için gerekenden daha büyük olması veya asansör kuyusu içerisinde basınçlandırma şaftının bulunması, kuyu içerisinde asansör raylarının çelik profillere tespit edilme ihtiyacını doğurmaktadır.

Asansör raylarına etkiyen kuvvetler, taşıma kapasitesi ile doğru oranda artmaktadır. Bunun yanında çelik profil kesitinde meydana gelecek gerilme ve sehimler, çelik

profil kirişin tipine, boyuna ve yükün etkilediği noktaya göre değişiklik göstermektedir.

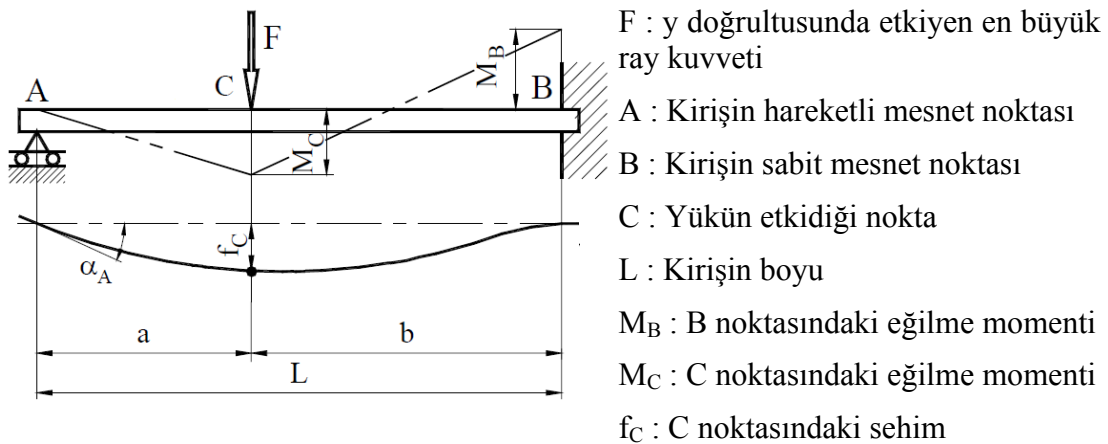
Söz konusu tez çalışmasının yapılmasında, uygulanacak çelik profillere ait tip ve özelliklerin, emniyet ve kullanım açısından doğru saptanması, hesaplanması ve standartlaştırılması amaçlanmıştır.

1.2 Yapılan Kabuller

Raylara etki eden kuvvetler, EN81-1+A3 standardına uygun olarak, güvenlik ekipmanı (paraşüt-fren tertibatı) çalışması, normal kullanımda-hareket ve normal kullanımda-yükleme durumlarında hesaplanmıştır. Ortalama bir etki kuvveti elde edilmesi için, ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı kullanıldığı kabul edilmiştir.

Bu hesapların sonucunda bir asansör için meydana gelen en büyük etki kuvveti esas alınmıştır. Bu kuvvetlerin, farklı tiplerdeki çelik profillere, ray ile çelik profil arasındaki bağlantı konsolunun herhangi bir kayba yol açmadan yükü doğrudan ilettiği kabul edilmiştir.

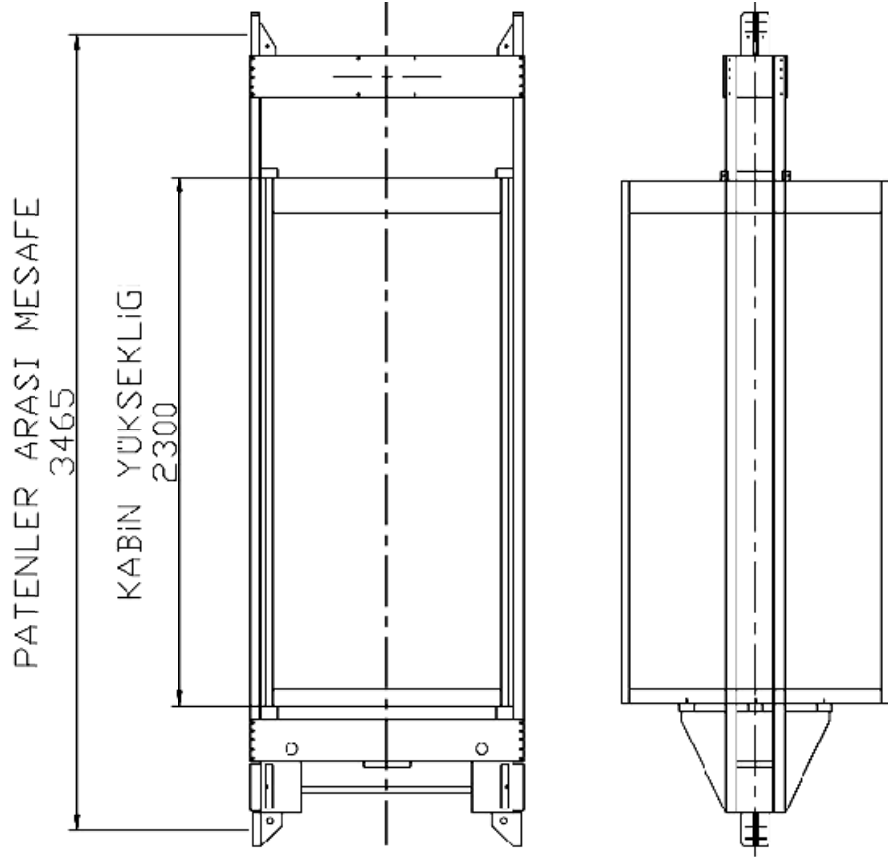
Çelik profil kirişlerin mukavemet hesaplarında; bir tarafı sabit, diğer tarafı hareketli mesnetlenen, asimetrik tek yük etkisindeki kiriş'e göre (Şekil 1.1) sehim ve gerilmeleri hesaplanmıştır [1]. Meydana gelen gerilmelerin çelik profile ait çekme sınırının altında kalmaları şartı ile meydana gelen sehimler arasında karşılaştırma yapılmış, sehim miktarı 0.1 mm altında kalan ve birim ağırlığı en düşük olan çelik profilin seçimi yapılmıştır.



Şekil 1.1 : Bir tarafı sabit, diğer tarafı hareketli mesnetlenen, asimetrik tek yük etkisindeki kiriş.

Asansörlerin tasarımında; kabinlerin ağırlık merkezinden askılandığı, kılavuz ray ve kapı eksenlerinin de kabin ağırlık merkezi eksenlerinde yer aldığı kabul edilmiştir.

Ray kılavuz patenleri arasındaki mesafe, Şekil 1.2’de gösterilen kabin süspansiyon tasarımına göre alınmıştır.



Şekil 1.2 : Kabin süspansiyon tasarımı ve ray kılavuz patenleri arasındaki mesafe.

Asansör kapasitelerinde (beyan yükleri) EN81-1+A3 standardına göre, kullanılabilen kabin alanları esas alınmıştır.

Kabul edilen boş kabin ve asansör kapısı ağırlıkları Çizelge 1.1 belirtilmiştir.

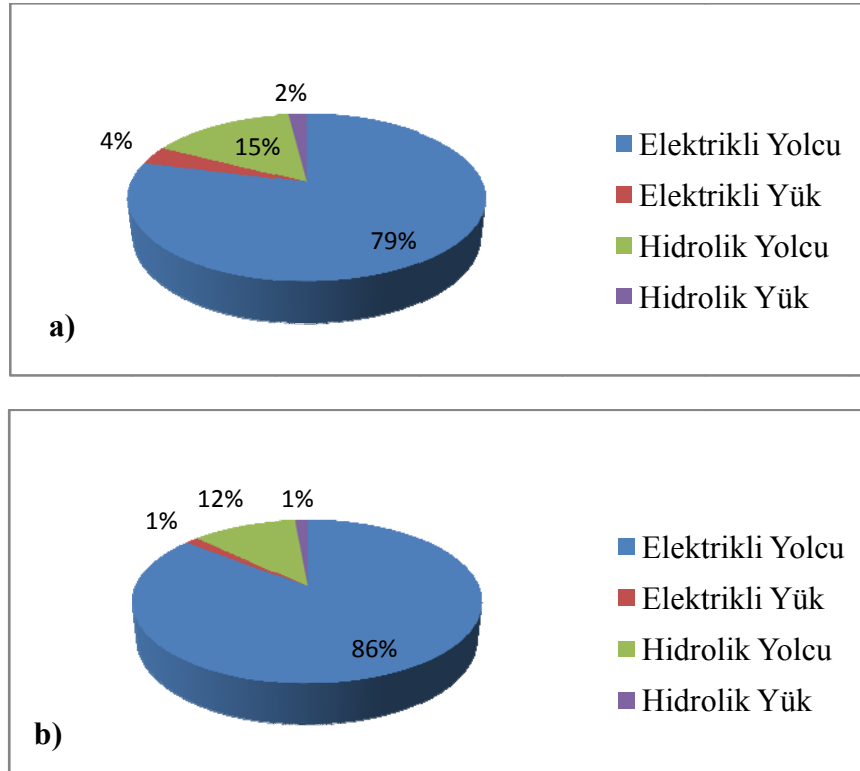
Çizelge 1.1 : Kapasiteye göre boş kabin ve kapı ağırlıkları.

Kapasite (kg)	Kabin Ağırlığı (kg)	Kapı Genişliği (mm)	Kapı Ağırlığı (kg)	Kapasite (kg)	Kabin Ağırlığı (kg)	Kapı Genişliği (mm)	Kapı Ağırlığı (kg)
320	550	700	100 kg	1000	1000	900	130
400	600	700	100 kg	1250	1400	1000	140
630	650	800	110 kg	1600	1500	1100	150
800	900	800	110 kg	2000	1700	1300	170

Tez konusu ile ilgili yapılan çalışma ve hesaplamalarda, istatistiklere göre kullanım oranı en yüksek olan elektrikli tipte ve yolcu asansörü sınıfına giren asansörler üzerine yoğunlaşmıştır. Çizelge 1.2’de 2004 yılında Avrupa genelinde yapılan asansör kurulum istatistikleri verilmiş, Şekil 1.3 ve Şekil 1.4’te de pasta grafiği halinde belirtilmiştir [2].

Çizelge 1.2 : Asansör Sanayisi 2004 Avrupa İstatistikleri.

County [Ülkeler]	Electrical Lifts [Elektrikli Asansörler]			Hydraulic Lifts [Hidrolik Asansörler]	
	Passanger with MR [M.Daireli Yolcu]	Passanger without MR [M.Dairesiz Yolcu]	Goods [Yük]	Passanger [Yolcu]	Goods [Yük]
Turkey [Türkiye]	3.607	293	65	520	65
Total [Avrupa]	12.164	58.041	3.178	13.707	1.772



Şekil 1.3 : 2004 yılı Türkiye’de kurulan asansör tipleri istatistikleri :
a) Avrupa. b)Türkiye.

2. ASANSÖRLER

2.1 Asansörün Tanımı

Asansör, iki veya daha fazla kata hizmet veren, yolcu ve/veya yük taşımak için bir kabine sahip, düşey veya düşeyle arasındaki eğim 15° 'den az olan rijit kılavuzların arasında en az kısmen çalışan, sürekli bir kaldırma ekipmanı olarak tanımlanır.

Asansörler birkaç karakteristiğe göre sınıflandırılabilir. Asansörün en önemli karakteristiği, farklı tasarım prensibi ve asansör ekipmanlarının farklı tasarımları ile sonuçlanan tahrik yöntemidir.

Sınıflandırma aşağıda gösterildiği gibidir;

- 1) Elektrikli asansörler,
- 2) Hidrolik asansörler,
- 3) Pnömatik asansörler.

Elektrikli asansörler;

- a) Sürtünmeli tahrik; askı halatları ve motor tahrik kasnağındaki olukların arasındaki sürtünme ile,
- b) Pozitif tahrik, asansörün askı zincir veya halatları kullanılarak, sürtünme haricinde tahrik edilmesi ile (tamburla tahrik),
- c) Lineer asenkron motor (LIM), tahrik kuvvetinin asansör kabini veya karşı ağırlığı ile kolaylıkla elde edilmesi ile tahrik edilir.

Asansörlerin başlıca karakteristikleri beyan yükü Q (kg) ve beyan hızı v (m/s)'dir. Ekipman kurulumu bu parametrelere ve üretici tarafından taahhüt edilen işlemlere göre yapılır.

Bir yolcunun kütlesi tüm hesaplamalar için 75 kg alınır.

Diğer teknik parametreler;

- 1) Seyir mesafesi (kabin yükselişi), durakların konum ve adedi,

- 2) Asansör kuyusu, kabin ve makine dairesi ölçüleri,
- 3) Güç kaynağı voltajı, saatlik kullanım sayısı ve güç faktörü (iş oranı),
- 4) Kumanda sistemi,
- 5) Kat ve kabin kapı ayarlaması ve operatör tipi,
- 6) Asansör sayısı ve binadaki konumları,
- 7) Çevresel şartlar [3].

2.2 Asansörlerin Sınıflandırılması

2.2.1 Sınıf I asansörleri

Özellikle insan taşımak için tasarlanmış olan Sınıf I asansörlerinde,

- a) 300 ve 450 kg beyan yüklü küçük kabinler, yalnız insan taşımak için kullanılabilir.
- b) 630 kg beyan yüklü kabinler, insan taşımaya ek olarak tekerlekli sandalye kullanan kişileri (fakat tam hareket serbestliği sağlamaz) ve/veya çocuk arabalarını taşımak için kullanılabilir.
- c) 1000 kg beyan yüklü kabinler, a ve b şıklarında belirtilenlerin yanı sıra, tutamakları sökülebilen sedyelerin, tabutların ve mobilyaların taşınması için de kullanılabilir.

Sınıf I asansörleri için Asansör Kabin İç Boyutları Çizelge 2.1’de verilmiştir.

2.2.2 Sınıf II asansörleri

Sınıf II asansörlerinin boyutları, Sınıf I veya Sınıf IV asansörlerine ait boyutlar arasından seçilmelidir. Özellikle konutlarda kullanılan 1000 kg beyan yüklü asansörlerin boyutları ve/veya Sınıf III asansörlerinin bu amaç için kullanılmalıdır.

Sınıf II asansörleri için Asansör Kabin İç Boyutları Çizelge 2.1’de verilmiştir.

2.2.3 Sınıf III asansörleri

Aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır;

- a) 2500 kg beyan yüklü asansörlerin kabinleri, özellikle 1000 mm x 2200 mm boyutlarındaki hastane yataklarındaki hastaların tıbbi yardım cihazları ve ilgili görevlilerle birlikte taşınması için uygundur.
- b) 2000 kg beyan yüklü asansörlerin kabinleri, 1000 mm x 2200 mm boyutlarındaki hastane yataklarının (tıbbi yardım cihazları hariç) ilgili görevlilerle birlikte taşınması için uygundur.
- c) 1600 kg beyan yüklü asansörlerin kabinleri, esas olarak 900 mm x 2000 mm boyutlarındaki hastane yataklarının taşınması için uygundur.
- d) 1275 kg beyan yüklü asansörlerin kabinleri, bakım evlerindeki 900 mm x 2000 mm boyutlarındaki yatakların taşınması için uygundur.

Sınıf III asansörleri için Asansör Kabin İç Boyutları Çizelge 2.1’de verilmiştir.

2.2.4 Sınıf IV asansörleri

Sınıf IV asansörleri esas olarak yüklerin, genellikle şahıslar refakatinde taşınması için tasarlanmış asansörlerdir.

2.2.5 Sınıf V asansörleri

Servis asansörleridir.

2.2.6 Sınıf VI asansörleri

Yoğun trafik için olan asansörler esas olarak en az 2,5 m/s hızın gerekli olduğu 15 kattan fazla kata sahip yüksek binalarda kullanılmalıdır [4].

Çizelge 2.1 : TS EN 81-1+A3'e göre kullanılabilir kabin alanı, beyan yükü, kabindeki insan sayısı.

Kabindeki insan sayısı	Beyan yükü (kütle) kg	Kullanılabilir en küçük kabin alanı (m ²)	Kullanılabilir en büyük kabin alanı (m ²)
1	100 ⁽¹⁾	0,28	0,37
2	180 ⁽²⁾	0,49	0,58
3	225	0,60	0,70
4	300	0,79	0,90
5	375	0,98	1,10
	400		1,17
6	450	1,17	1,30
7	525	1,31	1,45
8	600	1,45	1,60
	630		1,66
9	675	1,59	1,75
10	750	1,73	1,90
	800		2,00
11	825	1,87	2,05
12	900	2,01	2,20
13	975	2,15	2,35
	1000		2,40
14	1050	2,29	2,50
15	1125	2,43	2,65
16	1200	2,57	2,80
	1250		2,90
17	1275	2,71	2,95
18	1350	2,85	3,10
19	1425	2,99	3,25
20	1500	3,13	3,40
	1600		3,56
	2000		4,20
	2500 ⁽³⁾		5,00

1) Bir kişilik asansör için en küçük beyan yükü

2) İki kişilik asansör için en küçük beyan yükü

3) 2500 kg üzerindeki yükler için her 100 kg ilave yük başına 0,16 m² eklenmelidir.

Beyan yükünün ara değerleri için kabin alanları lineer enterpolasyonla bulunur.

Kullanılabilir en küçük kabin alanı 20 kişinin üstündeki insan sayıları için şahıs başına 0,155 m² ilave edilir.

2.3 Asansör ile İlgili Tarifler

1) Ani frenlemeli güvenlik tertibatı (instantaneous safety gear):

Kılavuz raylar üzerindeki frenleme hareketi ani olan bir güvenlik tertibatı.

2) Ani frenlemeli tampon etkili güvenlik tertibatı (instantaneous safety gear with buffered effect):

Kılavuz raylara etki edecek çok kısa bir mesafede duran ve ancak kabin ve gerekiyorsa karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığındaki frenleme etkisini bir tampon sistemi yardımı ile yumuşatan bir tertibat.

3) Beyan hızı (rated speed):

Asansörün tasarımıandığı, metre/saniye olarak ifade edilen kabin hızı değeri.

4) Beyan yükü (rated load):

Asansörün tasarımıandığı yük değeri.

5) Dengeleme ağırlığı (balancing weight):

Kabin ağırlığının tümünü veya bir kısmını dengeleyecek enerji tasarrufu yapan kütle.

6) Güvenlik tertibatı (safety gear):

Aşağı doğru hız kazanmaya veya askı tertibatının kopması halinde devreye girerek kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığını frenleyerek sabit tutan, mekanik bir tertibat.

7) Hız regülatörü (overspeed governor):

Asansör belli bir hıza ulaştığında tahrik tertibatını devre dışı bırakan ve gerektiğinde güvenlik tertibatını çalıştıran düzen.

8) İskelet (sling):

Kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığını taşıyan, askı halatlarına bağlantılı metal çerçeve. Bu iskelet kabin duvarlarının bir parçası da olabilir.

9) Kabin (car):

Asansörün insan ve/veya yükleri taşıyan parçası.

10) Karşı ağırlık (counterweight):

Sürtünme ile tahriki sağlayan bir kütle.

11) Kaymalı güvenlik tertibatı (progressive safety gear):

Kılavuz raylarını etkileyerek frenleme etkisinin sürtünme ile gerçekleştiği, kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığında meydana gelen kuvvetlerin kabul edilebilir bir değerde sınırlandırılması için özel önlemlerin alındığı bir güvenlik tertibatı.

12) Kılavuz rayları (guide rails):

Kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığına kılavuzluk eden asansör kısımları.

13) Kullanıcı (user):

Asansörlerden yararlanan kişi.

14) Kullanılabilir kabin alanı (available car area):

Döşemeden 1 m yükseklikte ölçülen (el pervazları hariç olmak üzere), asansörün çalışması sırasında yolcu ve yüklerin yararlanabileceği alan.

15) Makina dairesi (machine room):

Makine veya makinaların ve/veya ilgili donanımın bulunduğu oda.

16) Regülatör halatı (safety rope):

Askı tertibatının kopması durumunda güvenlik tertibatını çalıştırmak için kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığına bağlanan yardımcı halat.

17) Yolcu (passenger):

Asansör ile taşınan herhangi bir şahıs.

18) Yük asansörü (goods passenger lift):

Genellikle insan refakatinde yük taşınması için öngörülen asansör [5].

2.4 Asansör Ekipmanları

Yapılan çalışmada temel olarak, raylara etki eden kuvvetlerin, asansör kuyusundaki çelik yapıya iletildiği hesaplanmıştır. Etkiyen kuvvetler, asansör fren tertibatının çalıştığı anda en yüksek değere ulaşır. Fren tertibatı ise aşırı hız regülatörü tarafından devreye alınmaktadır. Bu nedenle yapılan hesaplamalardan önce; asansör rayları, aşırı hız regülatörü ve fren tertibatının incelenmesi gerekmektedir.

2.4.1 Kılavuz raylar

Kılavuz rayların fonksiyonları aşağıdaki gibidir;

- 1) Kabin ve karşı ağırlığın düşey hareketleri sırasında kılavuzlayarak, yatay doğrultudaki hareketleri en aza indirmek,
- 2) Kabinin eksantrik yüklenmesinden dolayı yana yatmasını engellemek,
- 3) Güvenlik tertibatı devreye girdiğinde kabinin durmasını ve sabit kalmasını sağlamak.

Kabin ve karşı ağırlığın herbiri, yapı çeliğinden imal edilmiş, çekme dayanımı 370 N/mm^2 'den az ve 520 N/mm^2 'den fazla olmayan, en az iki adet rijit çelik kılavuz ray ile kılavuzlanmak zorundadır [3].

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

Asansörün güvenli çalışmasının kılavuz raylarla ilgili yönleri:

- 1) Kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının kılavuzlanası sağlanmalıdır;
- 2) Bu nedenle kılavuz raylardaki eğilmeler:
 - a) Durak kapıları kilitlerinin istenmeden açılmayacağı;
 - b) Güvenlik tertibatının çalıştırılmayacağı;
 - c) Hareketli parçaların diğer parçalara çarpmayacağı bir ölçüde sınırlandırılmalıdır.

T-Profil kılavuz raylar için hesaplanan en büyük izin verilen eğilme miktarları:

- a) Üzerinde güvenlik tertibatı çalışan kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı kılavuz raylarında, her iki yönde 5mm.
- b) Üzerinde güvenlik tertibatı çalışmayan kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı kılavuz raylarında, her iki yönde 10mm.

Aşağıda belirtilen durumlarda kılavuz raylar çekme çelikten yapılmalı veya sürtünme yüzeyleri işlenmelidir:

- a) 0,4 m/s'den büyük beyan hızlarında;

b) Kaymalı güvenlik tertibatı kullanıldığında, beyan hızından bağımsız olarak.

Karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı kılavuz raylarında güvenlik tertibatı kullanılmıyorsa, raylar saç profilden imal edilmiş olabilir. Bunlar paslanmaya karşı korunmalıdır [5].

2.4.2 Güvenlik (fren) tertibatı

Kabinde, yalnız aşağı hareket yönünde etkili olan, beyan yükü ile yüklü kabini hız regülatörünün devreye girdiği hızda, askı halatlarının kopması durumunda dahi kılavuz raylarda frenleyecek ve sabit tutacak bir güvenlik tertibatı bulunmalıdır.

Asansör hızının 1 m/s'yi aşması durumunda, kabinde kaymalı güvenlik tertibatı kullanılmalıdır.

a) Ani frenlemeli tampon etkili güvenlik tertibatı 1m/s'yi aşmayan beyan hızlarında kullanılabilir;

b) Ani frenlemeli güvenlik tertibatı 0,63 m/s'yi aşmayan beyan hızlarında kullanılabilir.

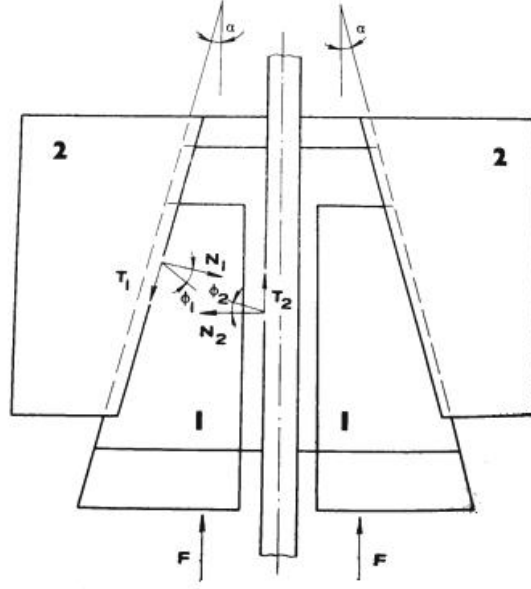
Asansör beyan hızının 1 m/s'yi aşması durumunda, karşı ağırlıkta veya dengeleme ağırlığında kullanılan güvenlik tertibatı kaymalı cinsten olmalıdır. Diğer durumlarda ani frenlemeli güvenlik tertibatı kullanılabilir [5].

2.4.2.1 Ani frenlemeli güvenlik tertibatı

Ani frenlemeli güvenlik tertibatı 3 tiptir:

1) Kamalı tip ani frenlemeli güvenlik tertibatı; yıllar önce çok kullanılan bu fren tipi, esnek kılavuz kelepçe tipli güvenlik tertibatı ile aynı prensipte olmasına rağmen, yerini eksantrik kam tipi güvenlik tertibatına bırakmıştır.

Kama şeklindeki çeneler (1), kabin süspansiyonunun en alt kısmında, konik dökme demir bloklara (2) gömülüdür (Şekil 2.1). Her bir ray için iki adet çene kullanılır. Çeneler, tij ve mafsal sistemi ile regülatör halatına bağlanmıştır. Eğer halat, regülatör tarafından durdurulursa, kabinin de hareketi ile sisteme ait tij yukarı yönde hareketlenir ve tije bağlı çeneler kılavuz raya kenetlenir. Çenelerin kılavuz raylar ile temasa geçtiği anda frenleme yerini kama uygulamasına bırakır.



(1) Çeneler.

(2) Dökme demir blok.

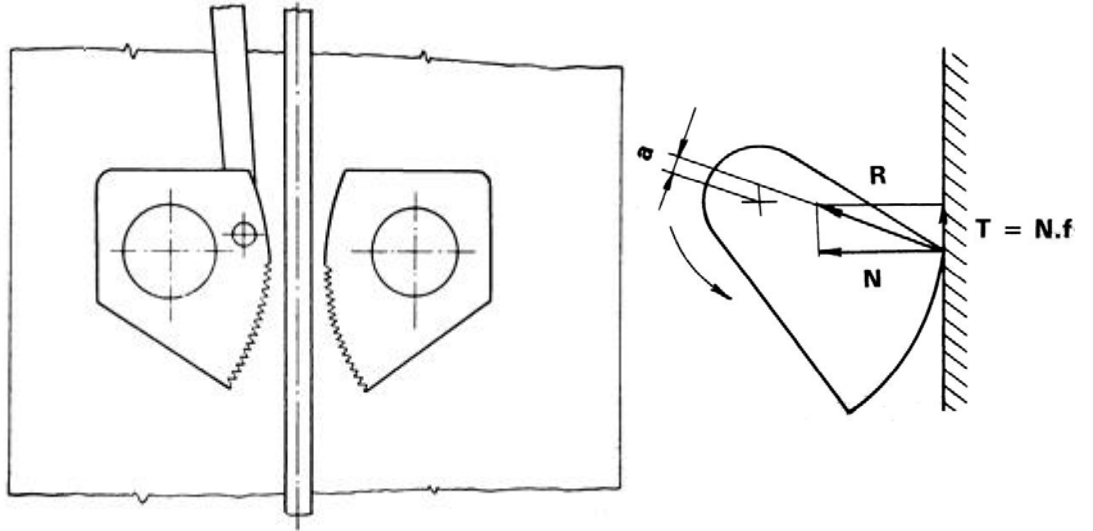
N – Normal yönde etki kuvveti.

T – Teğetsel yönde etki kuvveti.

F – Çenelerin kenetlenmesindeki çalışma kuvveti

Şekil 2.1 : Kamalı tip ani frenlemeli güvenlik tertibatı.

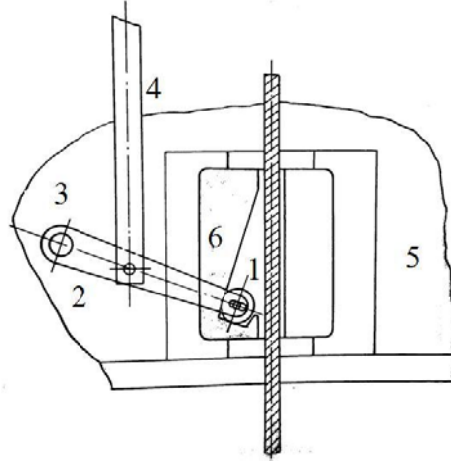
2) Eksantrik kam tipi güvenlik tertibatı; her bir ray için iki adet sertleştirilmiş çelik kam, testere dişli ve eksantrik yapıdan oluşmaktadır. Bu tipte, güvenlik tertibatının aktive olması ile kam mili bağlantısı, ikişer adet kamalı bağlantı ile eş zamanlı olarak döndürülür. Kamlar yay gerilimi ile tutulmaktadır. Şekil 2.2’de eksantrik kam tipi güvenlik tertibatının tasarımı ve kuvvet diagramı görülmektedir.



Şekil 2.2 : Eksantrik kam tipi güvenlik tertibatı. a) Tasarım. b) Kuvvet diagramı.
a x R; Döndürme momenti. N; Normal kuvvet. T; Sürtünme kuvveti.

3) Makaralı tip güvenlik tertibatı; genellikle düşük hızlardaki yük asansörlerinde kullanılmaktadır. Şekil 2.3’te görüldüğü gibi; sertleştirilmiş tırtlı yüzeyli çelik

makara (1), kılavız rayın karşısında kendiliğinden hizalanan tampon plaka formundaki konik çelik çeneler ile kılavuzlanmaktadır. Makara, çalıştırma tijine (4) bağlı bir kumanda manivelasına (2) monte edilmiş haldedir.



Şekil 2.3 : Makaralı tip ani frenlemeli güvenlik tertibatı.

2.4.2.2 Kaymalı güvenlik tertibatı

Kaymalı güvenlik tertibatında, beyan yükü ile yüklü kabin serbest düşme durumundan frenlenirken ortalama frenleme ivmesi $0,2 g_n$ ile $1 g_n$ arasında olmalıdır.

Geçmişten günümüze çok sayıda farklı çeşitteki kaymalı tip güvenlik tertibatı asansör üreticileri tarafından hizmete sunulmuş, ancak bunlardan bazıları kabul görerek günümüze kadar gelmiştir.

Esnek kılavuz kelepçe tipli güvenlik tertibatı (Şekil 2.4), en sık kullanılan tiptir. Kabin süspansiyonunun alt kısmında bulunan ve her bir ray için ikişer adet eş zamanlı çalışan güvenlik kelepçesine bağlı tij ile sistem çalıştırılmaktadır [3].



Şekil 2.4 : Esnek kılavuz kelepçe tipi kaymalı güvenlik tertibatı.
(1) Konik kamalar. (2) Yay muhafazası.

2.4.3 Aşırı hız regülatörü

Regülatörün çalışma prensibi; amacı güvenlik tertibatını devreye sokmak ve gerektiğinde bir veya daha fazla kontaktör ile asansörün çalışmasını kontrol etmektir. Regülatör (Şekil 2.5), güvenlik tertibatının tipine göre, asansörün ilerleyen işleyişini etkilemeden veya tamamen kontrol altına alarak güvenlik ekipmanı uygulamasını devreye alabilir. Kuyu üstünde bulunan regülatör kasnağı, asansör kabininden geçen kesintisiz bir halat ile tahrik edilir. Kuyu dibinde gergi ağırlık kasnağı bulunur [6].

Kabin güvenlik tertibatını çalıştırmak için hız regülatörü, beyan hızının %115'ine eşit bir hızdan önce devreye girmelidir. Devreye girme anındaki hız, aşağıda bertilenlerden küçük olmalıdır.

- a) Ani frenlemeli güvenlik tertibatında, makaralı tip haricinde 0,8 m/s;
- b) Makaralı ani frenlemeli güvenlik tertibatında, 1 m/s;
- c) Ani frenlemeli tampon etkili güvenlik tertibatında ve 1 m/s'ye kadar olan beyan hızlarında kullanılan kaymalı tip güvenlik tertibatlarında 1,5 m/s;
- d) 1 m/s'den büyük beyan hızlarında kullanılan kaymalı güvenlik tertibatında: $1,25 \cdot v + 0,25 / v$ metre/saniye olarak [5].



Şekil 2.5 : Aşırı hız regülatörü.

3. SONLU ELEMANLAR METODU

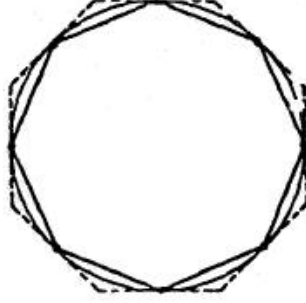
Sonlu elemanlar metodu, günümüzde karmaşık mühendislik problemlerinin hassas olarak çözülmesinde etkin olarak kullanılan bir sayısal metottur. İlk defa 1956 yılında uçak gövdelerinin gerilme analizi için geliştirilmiş olan bu metodun, daha sonraki on yıl içerisinde uygulamalı bilimler ve mühendislik problemlerinin çözümünde de başarı ile kullanılabileceği anlaşılmıştır. Daha sonraki yıllarda ise sonlu elemanlar metodu ve çözüm teknikleri hızlı gelişmeler kaydetmiş ve günümüzde birçok pratik problemin çözümü için kullanılan en iyi metodlardan birisi olmuştur. Metodun değişik mühendislik alanları için bu kadar popüler olmasının ana nedenlerinden birisi genel bir bilgisayar programının yalnız giriş verilerini değiştirerek herhangi bir özel problemin çözümü için kullanabilmesidir.

Sonlu elemanlar metodundaki temel düşünce, karmaşık bir probleme, problemi basite indirgeyerek bir çözüm bulmaktır. Esas problemin daha basit bir probleme indirgenmiş olması nedeni ile kesin sonuç yerine yaklaşık bir sonuç elde edilmekte, ancak bu sonucun çözüm için daha fazla çaba harcayarak iyileştirilmesi ve kesin sonuca çok yaklaşılmaması, hatta kesin sonuca ulaşılması mümkün olmaktadır. Elde bulunan konvansiyonel matematiksel araçların kesin sonucu, hatta yaklaşık bir sonucu dahi bulmakta yetersiz kalması durumunda ise sonlu elemanlar metodu kullanılabilecek tek metod olmaktadır.

Metoda sonlu elemanlar isminin verilmesi yeni ise de, sonlu elemanlar düşüncesi gerçekte günümüzden birkaç yüzyıl önce kullanılmıştır. İlk matematikçiler bir dairenin çevresini, Şekil 3.1'de görüldüğü gibi, daireyi çokgene indirgeyerek (problemi basitleştirerek) hesaplamışlardır. Günümüzün deyişi ile bu çokgenin her kenarı bir sonlu elemandır. Bu basit çözümün incelenmesi sonucunda genel sonlu eleman uygulamaları için de geçerli olan iki özellik ortaya çıkmaktadır.

1) Dairenin dışındaki ve içindeki çokgenlerin çevreleri, dairenin çevresinin üst ve alt sınırlardır.

2) Çokgenin kenar sayısının artırılması ile, bu yöntemle bulunacak olan yaklaşık çözüm yukarıdan veya aşağıdan gerçek çözüme ulaşacaktır.



Şekil 3.1 : Dairenin çevresinin sonlu elemanlar yaklaşımı ile bulunması.

3.1 Sonlu Elemanlar Metodunun Uygulama Alanları

Sonlu elemanlar metodu, yapısal mekanik problemlerinin yanı sıra, ısı iletimi, akışkanlar mekaniği, elektrik ve manyetik alanlar ile ilgili mühendislik problemlerinin çözümü için de başarı ile kullanılmaktadır. Metodun bu kadar çok uygulama alanı bulmasının nedenlerinden birisi, değişik mühendislik problemlerinin arasındaki benzerliklerdir [7].

3.2 Sonlu Elemanlar Metodunun Avantajları

Sonlu elemanlar yönteminin diğer yöntemlere göre avantajları;

- 1) Sonlu elemanlar yöntemi ile verilen şekil ne kadar karışık olursa olsun, şekle ve boyutlarına esneklik kazandırmaktadır.
- 2) İlgili olduğu alanlar arttırılabilir.
- 3) Değişik malzeme özellikleri ve geometrisinde farklı güçlükler ortaya çıkmaz.
- 4) Genel katılık maddesiyle ilişkili kuvvet ve yer değiştirmesi bakımından formüle edilmiş neden sonuç ilişkisi problemidir. Bu durum sonlu elemanlar metoduyla problemin çözümünü kolaylaştırır.
- 5) Sınır şartları kolayca tespit edilir.

6) Sonlu elemanlar metodunun esnekliği sayesinde çok yönlü karmaşık yapılar da diğer problemlerdeki sonuç ilişkisinden daha etkin olarak kullanılır. Sonuçları diğer analitik veya deneysel metotlarla daha iyi karşılaştırılabilir.

3.3 ANSYS Sonlu Elemanlar Paket Programı

ANSYS yazılımı mühendislerin mukavemet, titreşim, akışkanlar mekaniği ve ısı transferi ile elektromanyetik alanlarında fiziğın tüm disiplinlerinin birbiri ile olan interaksiyonunu simule etmekte kullanılabilen genel amaçlı bir sonlu elemanlar yazılımıdır.

Bu sayede gerçekleştirilen testlerin ya da çalışma şartlarının simule edilmesine olanak sağlayan ANSYS, ürünlerin henüz prototipleri üretilmeden sanal ortamda test edilmelerine olanak sağlar. Ayrıca sanal ortamdaki 3 boyutlu simulasyonlar neticesinde yapıların zayıf noktalarının tespiti ve iyileştirilmesi ile ömür hesaplarının gerçekleştirilmesi ve muhtemel problemlerin öngörülmesi mümkün olmaktadır.

ANSYS yazılımı hem dışarıdan CAD datalarını alabilmekte hem de içindeki “preprocessing” imkanları ile geometri oluşturulmasına izin vermektedir. Gene aynı preprocessor içinde hesaplama için gerekli olan sonlu elemanlar modeli yani mesh de oluşturulmaktadır. Yüklerin tanımlanmasından sonra ve gerçekleştirilen analiz neticesinde sonuçlar sayısal ve grafiksel olarak elde edilebilir.

Genel olarak, ANSYS kullanılarak sonlu elemanlar analizleri üç kademede gerçekleştirilir:

1) Preprocessing (Problemin tanımlanması):

Preprocessing ana kademeleri aşağıda verildiği gibidir:

- a) Anahtar nokta/çizgi/alan/hacimlerin tanımlanması,
- b) Eleman tipi ve malzeme/geometri özelliklerinin tanımlanması,
- c) Çizgi/alan/hacimlerin sonlu elemanlara bölünmesi.

2) Solution (Yüklerin ve sınır şartlarının atanması ve çözümün gerçekleştirilmesi):

Bu kademede yükler (noktasal veya basınç) belirlenir, sınır şartları tanımlanır ve sonuçta çözüme gidilir. Yük ve sınır şartları preprocessing kademesinde de tanımlanabilir.

3) Postprocessing (Sonuçların değerlendirilmesi):

Bu kademede şunlar yapılabilir;

- a) Düğüm noktası yer değiştirmelerinin listelenmesi,
- b) Eleman kuvvet ve momentlerinin izlenmesi,
- c) Yer değiştirme çizimleri, gerilme diyagramları.

Herhangi bir işleme başlamadan önce analizin planlanması çok önemlidir ve simulasyonun başarısına direk etkisi vardır. Bir sonlu elemanlar analizinin amacı bilinen yükler altında sistem davranışının modellenmesidir. Analizin doğruluk derecesi planlama kademesine oldukça bağlıdır.

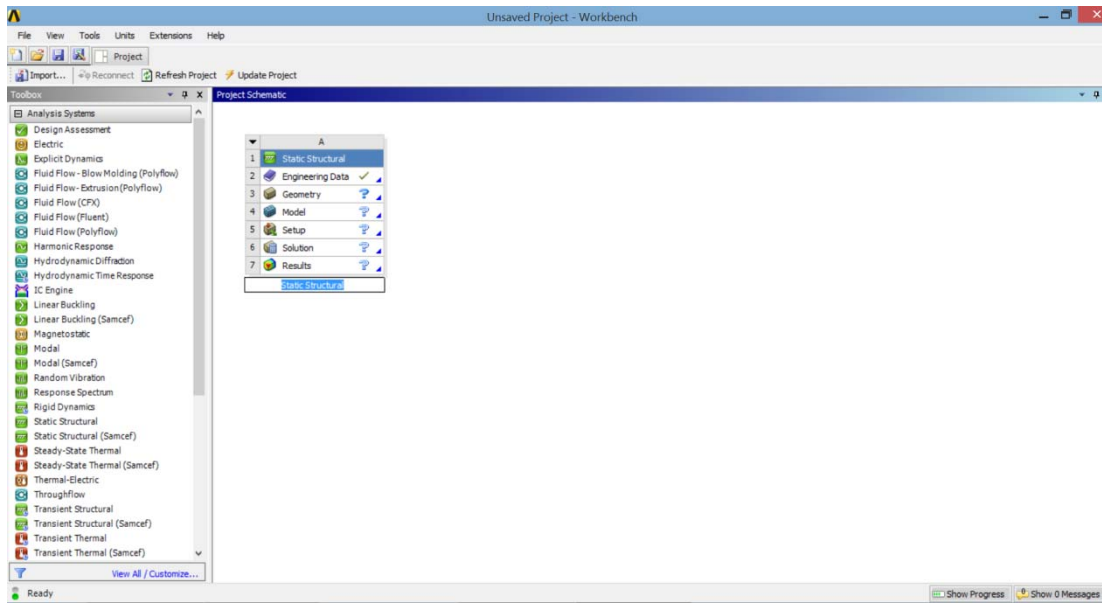
3.3.1 ANSYS arayüzü

- 1) Araç Menüsü: ANSYS oturumu süresince kullanılabilir olan dosya kontrolü, seçimler, grafik kontrolleri ve parametreler gibi fonksiyonlar içerir.
- 2) Ana Menü: Preprocessor, solution, postprocessor ve dizayn optimizere tarafından organize edilen temel ANSYS fonksiyonlarını içerir. Bu menüde en önemli modelleme komutları bulunur.
- 3) Komut Satırı: Bu pencereden komutların direk olarak girilebilmesine imkan tanınır.
- 4) ANSYS Toolbar: Bu bölüm çok sık olarak kullanılan ANSYS komut ve fonksiyon düğmelerini içerir ve özelleştirilebilir.
- 5) Grafik Alan: Grafiklerin gösterildiği ve grafiksel işaretlemenin yapıldığı yerdir. Bu pencerede modelin oluşturulması esnasında yapının farklı kademelerdeki durumları izlenebilir. Aynı zamanda, analiz sonuçlarının grafiksel olarak verildiği yerdir.
- 6) Çıktı Penceresi: Verilerin listelenmesi gibi programdan çıkan text formatındaki bilgilerin gösterildiği yerdir. Genellikle açılıştaki grafiksel kullanıcı arayüzünün arkasında ortaya çıkar ancak istenirse ön tarafa çekilebilir.
- 7) Standard Araç Menüsü: Sık olarak kullanılan ANSYS komutları düğmelerini içerir.
- 8) Analiz Durum Bilgisi: Grafiksel kullanıcı arayüzünün alt tarafına yerleşmiştir ve analizin durumu hakkında bilgiler içerir.

3.3.2 ANSYS uygulama örneği

Ansyes’de modelleme, element seçimi, malzeme özelliklerinin belirlenmesi, yüklemeler, çözümlemenin yaptırılması ve sonuçların okunması işlemlerinin daha iyi kavranabilmesi için ANSYS uygulama örneğinde, bir kirişin yük altındaki deformasyonunun analizi yapılacaktır [8].

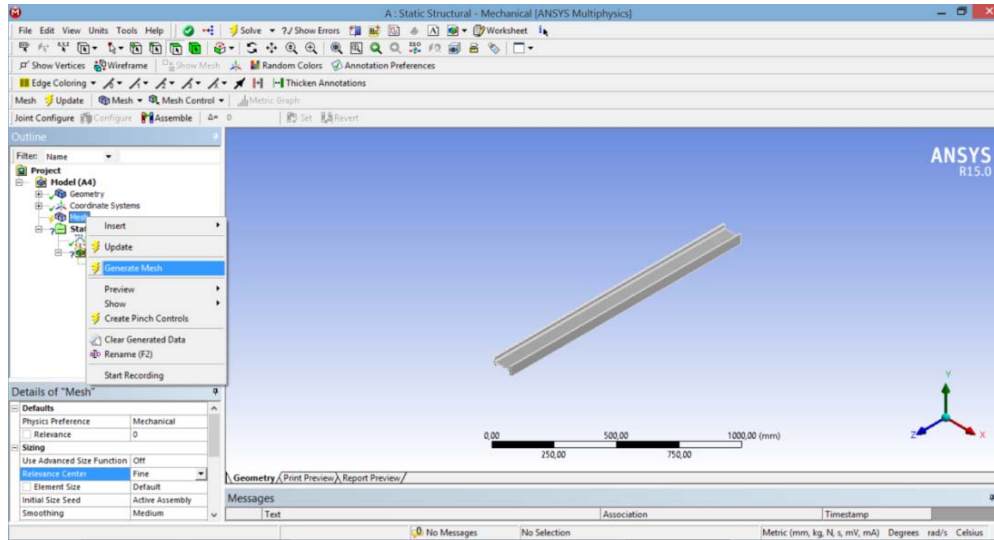
ANSYS programı açıldığında solda ana menü görülür. Yapılacak analizin seçimi, parça şekline bağlı olarak menüden yapılır. Yapılan çalışma için uygun seçim ‘Static Structural’dır. Açılan ‘Static Structural’ penceresinin altında gerekli ayarlar yapılır (Şekil 3.2).



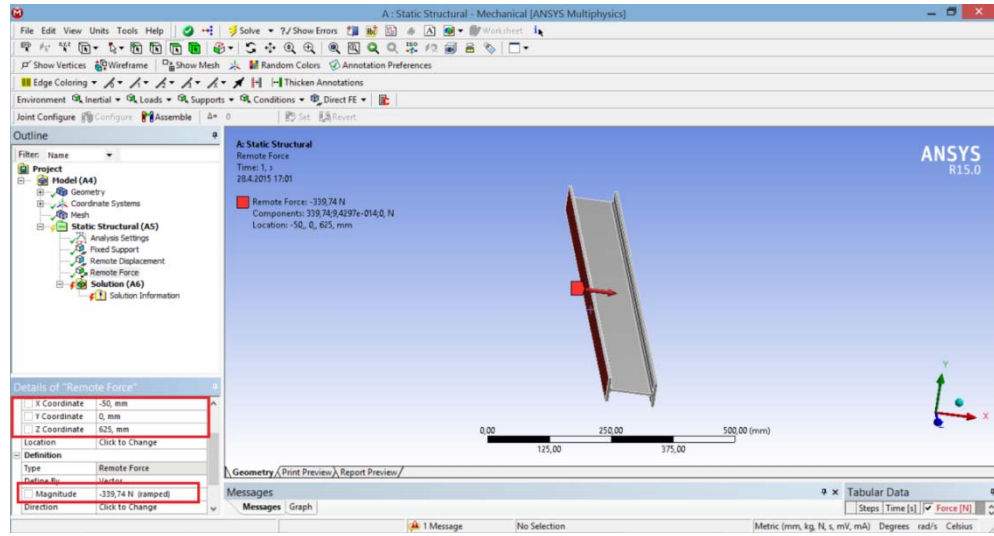
Şekil 3.2 : ANSYS programı arayüzü ve ‘Static Structural’ penceresi.

Solidworks programında çizilen parça, ‘Import Geometry’ seçeneğinden ANSYS programında açılır. Ardından ‘Mesh’ sekmesindeki ‘Generate Mesh’ seçeneği ile parçanın kafes görüntüsü oluşturulur (Şekil 3.3). ‘Static Structural’ penceresinden destek ve kuvvet noktalarının koordinatları girilir. ‘Remote Force’ sekmesinden, uygulanacak kuvvetin değeri ve etkiyeceği yüzey bilgileri belirlenir (Şekil 3.4).

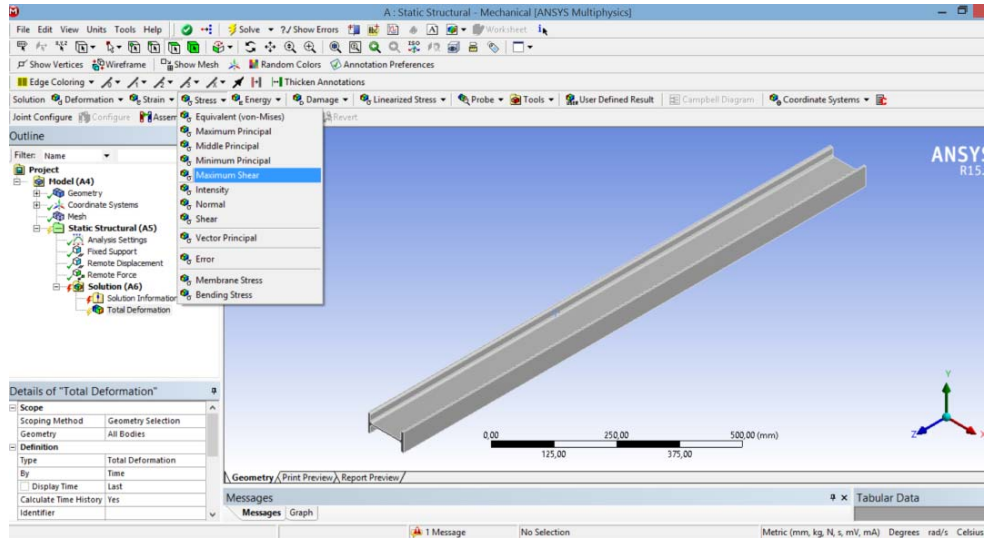
Son olarak analiz sonucunda hangi verilerin elde edileceğinin seçimi yapılır (Şekil3.5).



Şekil 3.3 : ANSYS programında açılan parça ve 'Mesh' komutu.



Şekil 3.4 : Parçaya uygulanacak kuvvetin değeri ve uygulanacağı yüzey.

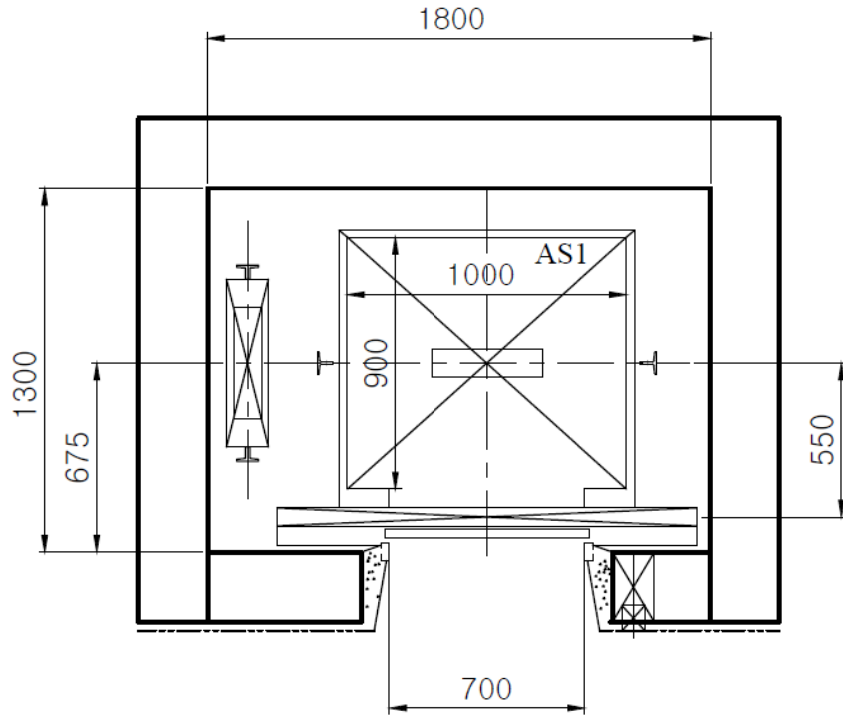


Şekil 3.5 : Analiz sonucunda elde edilecek verilerin seçimi.

4. YAPILAN HESAPLAMALAR

4.1 Asansör-1 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-1'e ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.1'de gösterilmektedir.



Şekil 4.1 : Asansör-1'e ait kuyu yerleşimi.

$D_X = 900$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni – Derinlik

$D_Y = 1000$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni – Genişlik

$Q = 320$ kg Beyan yükü

$x_{QÖ} = 113$ mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{QÖ} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 125$ mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

$y_{QY} = 125$ mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	100	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	550	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	550	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	172	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 320 = 1255,680 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 100 + 550 + 172 = 822,180 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{100 \cdot 550 + 550 \cdot 0 + 172 \cdot 0}{100 + 550 + 172} = 66,895 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{100 \cdot 0 + 550 \cdot 0 + 172 \cdot 0}{100 + 550 + 172} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 113 + 822,18 \cdot 66,9)}{2 \cdot 3465} = 386,455 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 0 + 822,18 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 125 + 822,18 \cdot 66,9)}{2 \cdot 3465} = 403,442 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 0 + 822,18 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 0 + 822,18 \cdot 66,9)}{2 \cdot 3465} = 233,571 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 125 + 822,18 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 339,740 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 113 + 822,18 \cdot 66,9)}{2 \cdot 3465} = 154,582 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 0 + 822,18 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 125 + 822,18 \cdot 66,9)}{2 \cdot 3465} = 161,377 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 0 + 822,18 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 0 + 822,18 \cdot 66,9)}{2 \cdot 3465} = 93,429 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 125 + 822,18 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 135,896 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

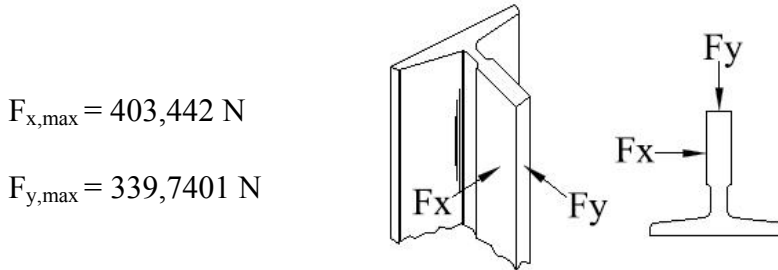
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_p - x_s) + F_s \cdot (x_i - x_s)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 822,2 \cdot (0 + 1255,7 \cdot 550)}{2 \cdot 3465} = 99,657 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_p - y_s) + F_s \cdot (y_i - y_s)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 822,2 \cdot (0 + 1255,7 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.2’de belirtilmiştir.



$$F_{x,max} = 403,442 \text{ N}$$

$$F_{y,max} = 339,7401 \text{ N}$$

Şekil 4.2: Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 1300 \text{ mm}$$

$$a = 675 \text{ mm}$$

$$b = 625 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{340 \cdot 625^2}{1300^2} \cdot \left(1 + \frac{675}{2 \cdot 1300} \right) = 98,914 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 339,7 - 98,9 = 240,826 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

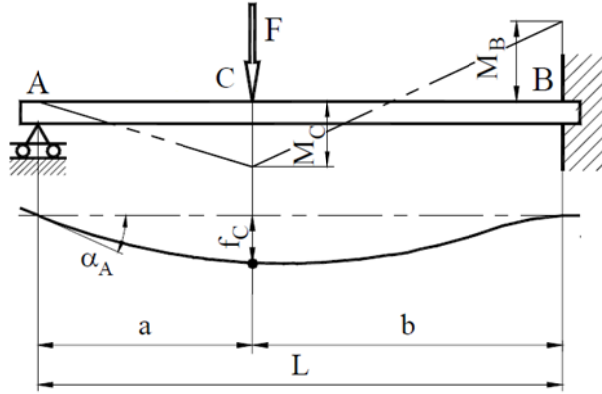
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{340 \cdot 675 \cdot 625}{1300} \cdot \left(1 - \frac{625}{2 \cdot 1300} \right) = 83749,304 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{340 \cdot 675 \cdot 625^2}{1300^2} \cdot \left(1 + \frac{675}{2 \cdot 1300} \right) = 66767,032 \text{ N}$$

Şekil 4.3'te yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.3: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_c = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

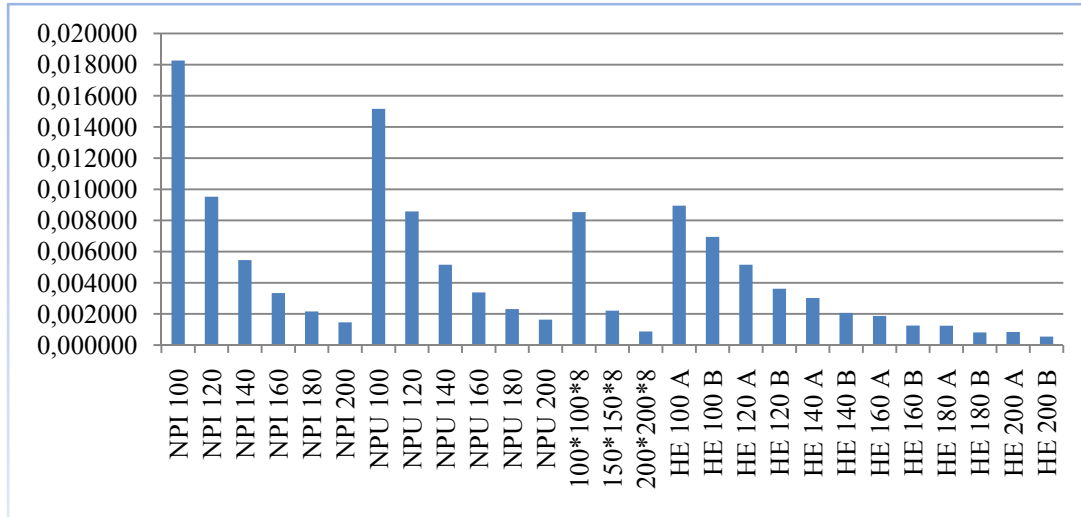
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

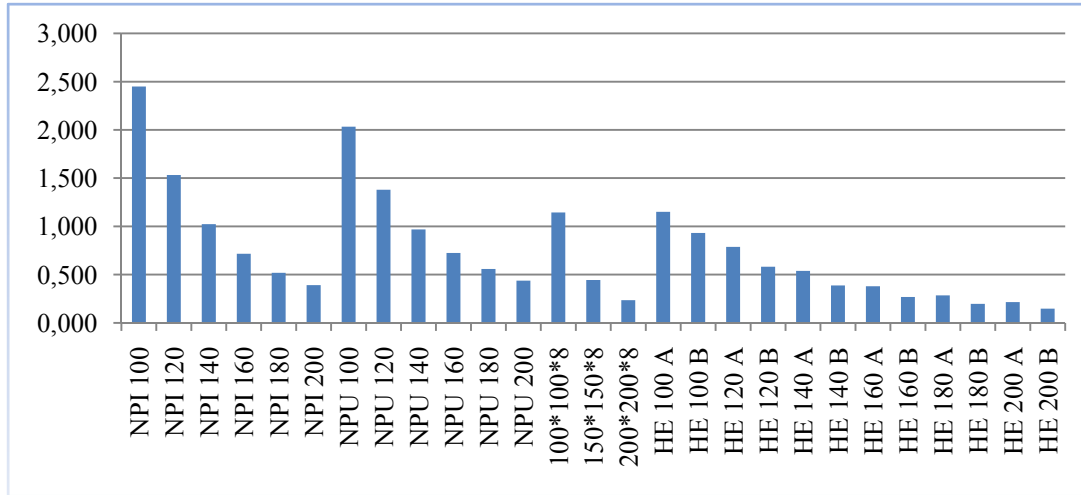
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.1’de, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.1 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

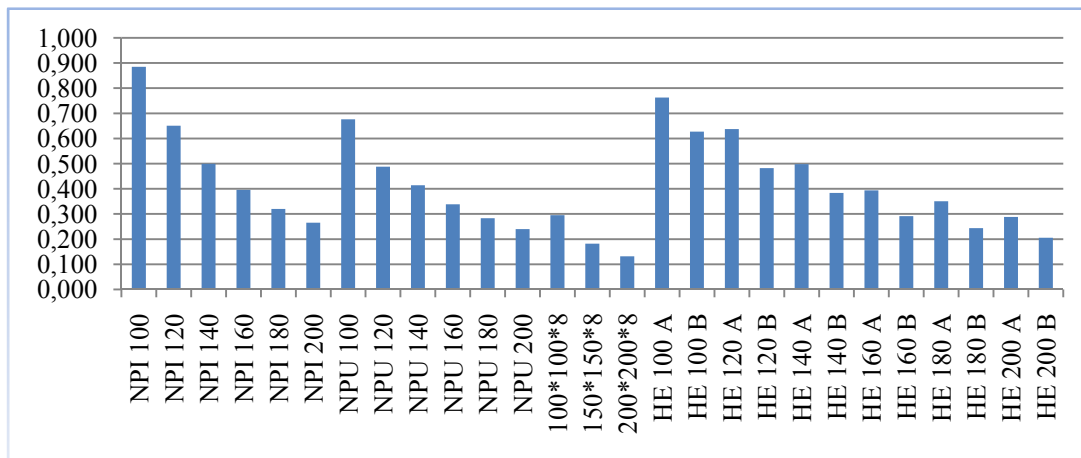
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,018262	2,449	0,885
NPI 120	0,009521	1,532	0,651
NPI 140	0,005450	1,023	0,500
NPI 160	0,003340	0,717	0,395
NPI 180	0,002154	0,520	0,320
NPI 200	0,001459	0,391	0,266
NPU 100	0,015160	2,033	0,676
NPU 120	0,008579	1,380	0,488
NPU 140	0,005162	0,969	0,414
NPU 160	0,003376	0,724	0,339
NPU 180	0,002313	0,558	0,283
NPU 200	0,001635	0,438	0,240
100*100*8	0,008532	1,144	0,295
150*150*8	0,002212	0,445	0,182
200*200*8	0,000876	0,235	0,132
HE 100 A	0,008943	1,151	0,763
HE 100 B	0,006947	0,932	0,627
HE 120 A	0,005152	0,787	0,638
HE 120 B	0,003613	0,581	0,482
HE 140 A	0,003023	0,539	0,498
HE 140 B	0,002070	0,388	0,384
HE 160 A	0,001867	0,380	0,394
HE 160 B	0,001253	0,269	0,291
HE 180 A	0,001244	0,285	0,351
HE 180 B	0,000815	0,197	0,244
HE 200 A	0,000846	0,215	0,288
HE 200 B	0,000548	0,147	0,205



Şekil 4.4 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



Şekil 4.5 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.6 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

F_{D1}	=	100	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	600	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	550	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	168	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 320 = 1255,680 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 100 + 550 + 168 = 817,940 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{100 \cdot 600 + 550 \cdot 0 + 168 \cdot 0}{100 + 550 + 168} = 73,355 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{100 \cdot 0 + 550 \cdot 0 + 168 \cdot 0}{100 + 550 + 168} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 125 + 817,94 \cdot 73,4)}{2 \cdot 3465} = 424,675 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 0 + 817,94 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 113 + 817,94 \cdot 73,4)}{2 \cdot 3465} = 407,688 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 0 + 817,94 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 0 + 817,94 \cdot 73,4)}{2 \cdot 3465} = 254,805 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 113 + 817,94 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 305,766 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 125 + 817,94 \cdot 73,4)}{2 \cdot 3465} = 169,870 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 0 + 817,94 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 113 + 817,94 \cdot 73,4)}{2 \cdot 3465} = 163,075 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 0 + 817,94 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 0 + 817,94 \cdot 73,4)}{2 \cdot 3465} = 101,922 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (320 \cdot 113 + 817,94 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 122,306 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

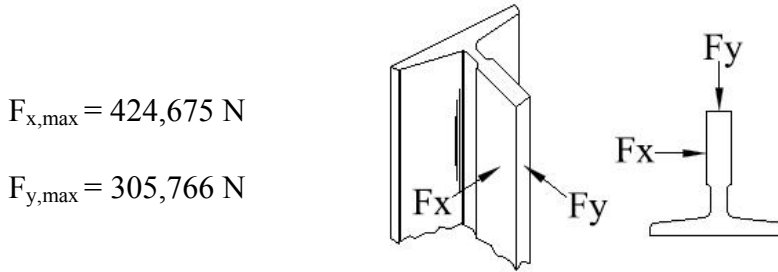
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 817,9 \cdot (0 + 1255,7 \cdot 600)}{2 \cdot 3465} = 108,717 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 817,9 \cdot (0 + 1255,7 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.8’de belirtilmiştir.



$$F_{x,max} = 424,675 \text{ N}$$

$$F_{y,max} = 305,766 \text{ N}$$

Şekil 4.8: Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 1650 \text{ mm}$$

$$a = 725 \text{ mm}$$

$$b = 925 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{306 \cdot 925^2}{1650^2} \cdot \left(1 + \frac{725}{2 \cdot 1650}\right) = 117,208 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 305,8 - 117,2 = 188,558 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

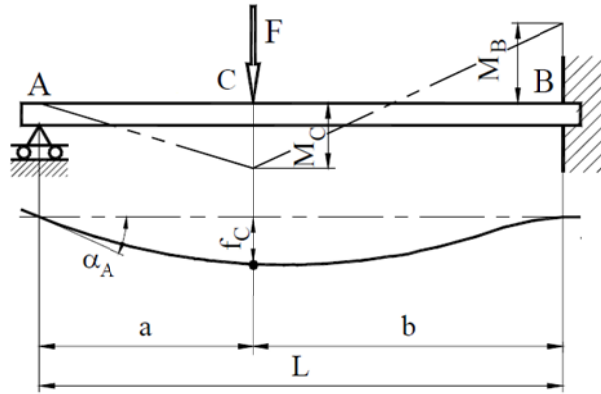
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{306 \cdot 725 \cdot 925}{1650} \cdot \left(1 - \frac{925}{2 \cdot 1650} \right) = 89440,660 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{306 \cdot 725 \cdot 925^2}{1650^2} \cdot \left(1 + \frac{725}{2 \cdot 1650} \right) = 84975,759 \text{ N}$$

Şekil 4.9'da yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.9: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_c = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

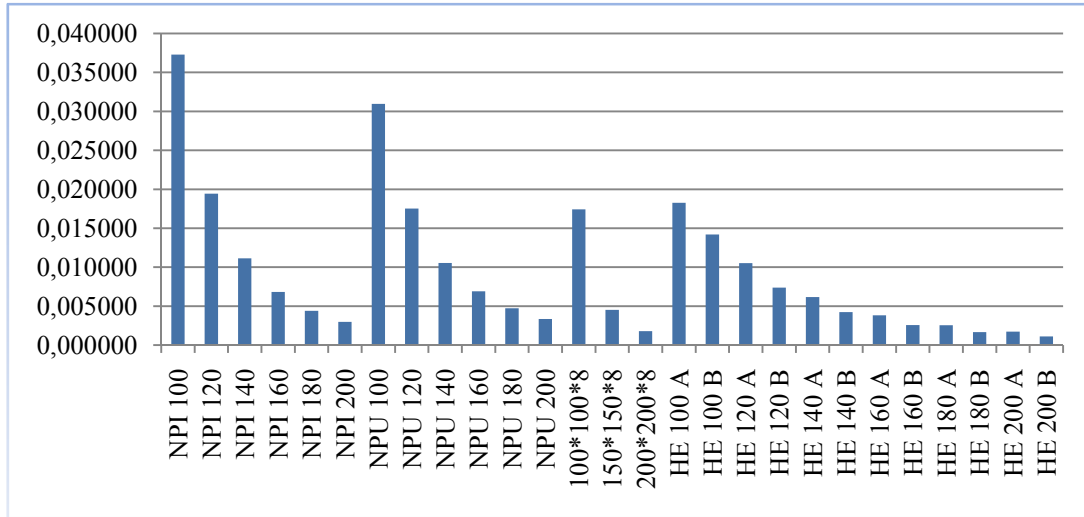
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

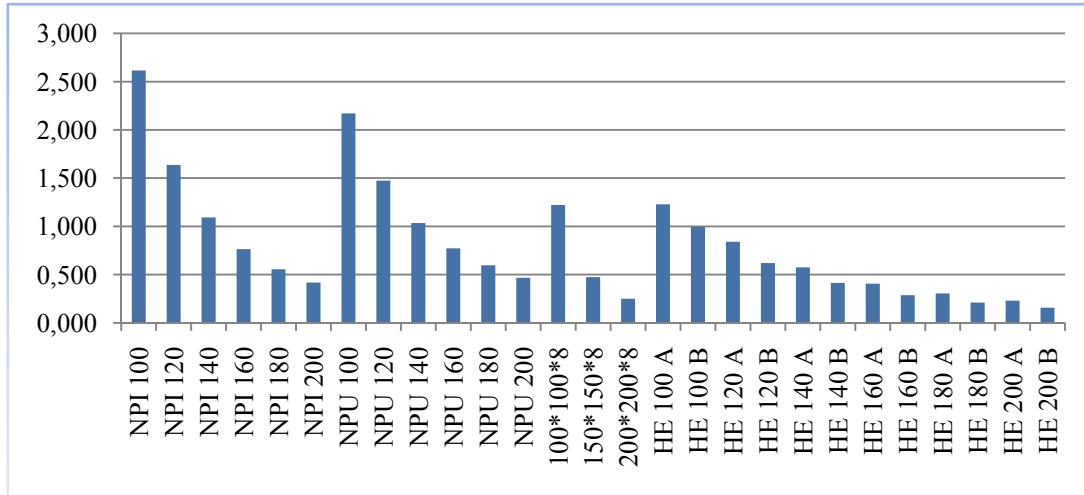
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.2’de, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.2 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

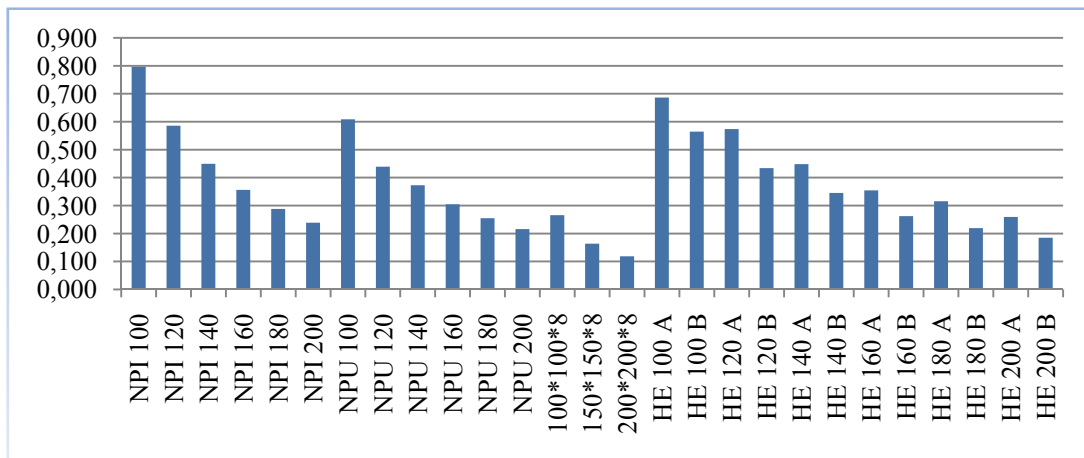
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,037291	2,615	0,796
NPI 120	0,019442	1,636	0,586
NPI 140	0,011129	1,093	0,450
NPI 160	0,006820	0,765	0,356
NPI 180	0,004398	0,555	0,288
NPI 200	0,002980	0,418	0,239
NPU 100	0,030955	2,171	0,609
NPU 120	0,017519	1,474	0,439
NPU 140	0,010540	1,035	0,373
NPU 160	0,006894	0,774	0,305
NPU 180	0,004724	0,596	0,255
NPU 200	0,003339	0,468	0,216
100*100*8	0,017423	1,222	0,266
150*150*8	0,004516	0,475	0,164
200*200*8	0,001788	0,251	0,119
HE 100 A	0,018261	1,229	0,686
HE 100 B	0,014186	0,995	0,565
HE 120 A	0,010519	0,841	0,574
HE 120 B	0,007377	0,621	0,434
HE 140 A	0,006173	0,576	0,448
HE 140 B	0,004226	0,415	0,345
HE 160 A	0,003812	0,406	0,355
HE 160 B	0,002559	0,287	0,262
HE 180 A	0,002541	0,305	0,316
HE 180 B	0,001665	0,210	0,219
HE 200 A	0,001727	0,230	0,259
HE 200 B	0,001120	0,157	0,185



Şekil 4.10 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



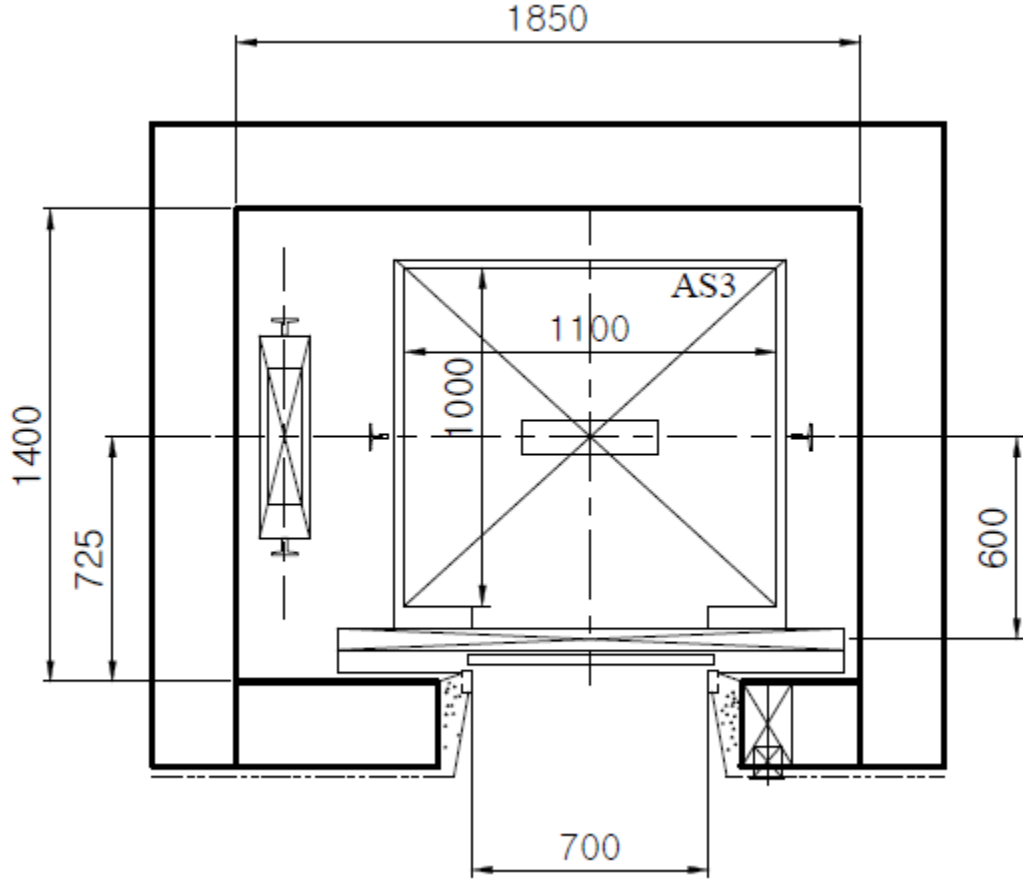
Şekil 4.11 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.12 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.3 Asansör-3 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-3'e ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.13'te gösterilmektedir.



Şekil 4.13 : Asansör-3'e ait kuyu yerleşimi.

D_X	=	1000	mm	Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik
D_Y	=	1100	mm	Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik
Q	=	400	kg	Beyan yükü
$x_{QÖ}$	=	125	mm	Yük dağılımı önde X-ekseni
$y_{QÖ}$	=	0	mm	Yük dağılımı önde Y-ekseni
x_{QA}	=	138	mm	Yük dağılımı arkada X-ekseni
y_{QA}	=	0	mm	Yük dağılımı arkada Y-ekseni
x_{QY}	=	0	mm	Yük dağılımı sağda X-ekseni
y_{QY}	=	138	mm	Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	100	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	600	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	600	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	176	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 400 = 1569,600 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 100 + 600 + 176 = 876,420 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{100 \cdot 600 + 600 \cdot 0 + 176 \cdot 0}{100 + 600 + 176} = 73,355 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{100 \cdot 0 + 600 \cdot 0 + 176 \cdot 0}{100 + 600 + 176} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 125 + 876,42 \cdot 68,5)}{2 \cdot 3465} = 467,143 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 0 + 876,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 138 + 876,42 \cdot 68,5)}{2 \cdot 3465} = 488,377 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 0 + 876,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 0 + 876,42 \cdot 68,5)}{2 \cdot 3465} = 254,805 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 138 + 876,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 467,143 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 125 + 876,42 \cdot 68,5)}{2 \cdot 3465} = 186,857 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 0 + 876,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 138 + 876,42 \cdot 68,5)}{2 \cdot 3465} = 195,351 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 0 + 876,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 0 + 876,42 \cdot 68,5)}{2 \cdot 3465} = 101,922 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 138 + 876,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 186,857 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

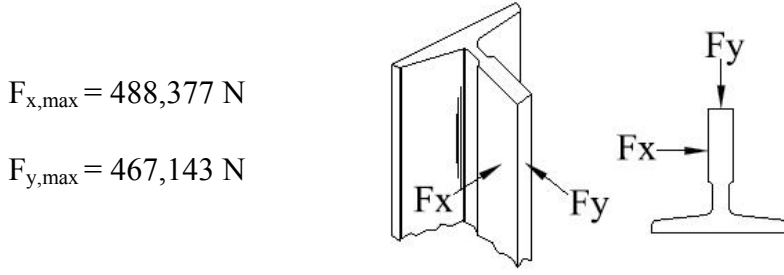
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 876,4 \cdot (0 + 1569,6 \cdot 600)}{2 \cdot 3465} = 135,896 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 876,4 \cdot (0 + 1569,6 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.14’te belirtilmiştir.



$$F_{x,max} = 488,377 \text{ N}$$

$$F_{y,max} = 467,143 \text{ N}$$

Şekil 4.14: Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 1400 \text{ mm}$$

$$a = 725 \text{ mm}$$

$$b = 675 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{467 \cdot 675^2}{1400^2} \cdot \left(1 + \frac{725}{2 \cdot 1400}\right) = 136,711 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 467,1 - 136,7 = 330,432 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

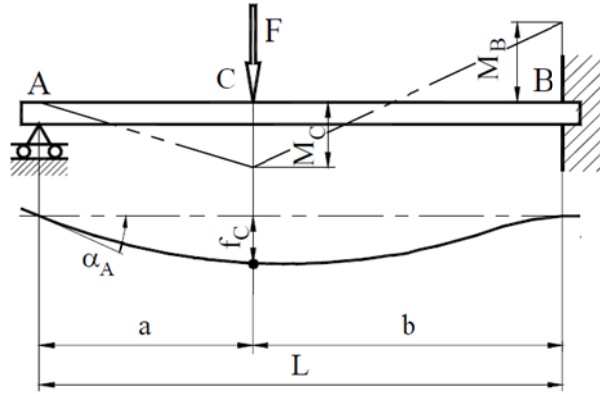
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{467 \cdot 725 \cdot 675}{1400} \cdot \left(1 - \frac{675}{2 \cdot 1400} \right) = 123926,550 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{467 \cdot 725 \cdot 675^2}{1400^2} \cdot \left(1 + \frac{725}{2 \cdot 1400} \right) = 99115,205 \text{ N}$$

Şekil 4.15’de yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.15: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_C = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

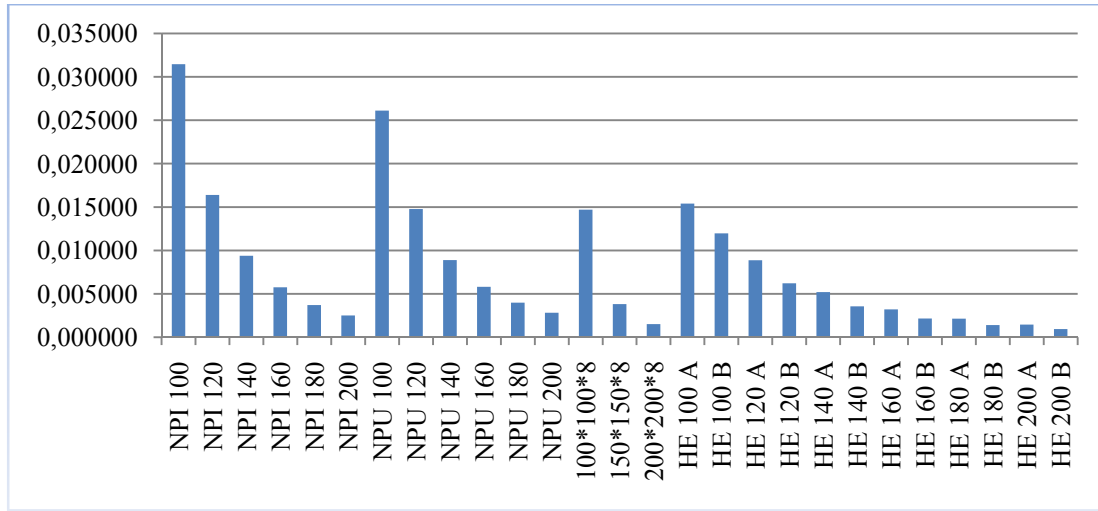
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

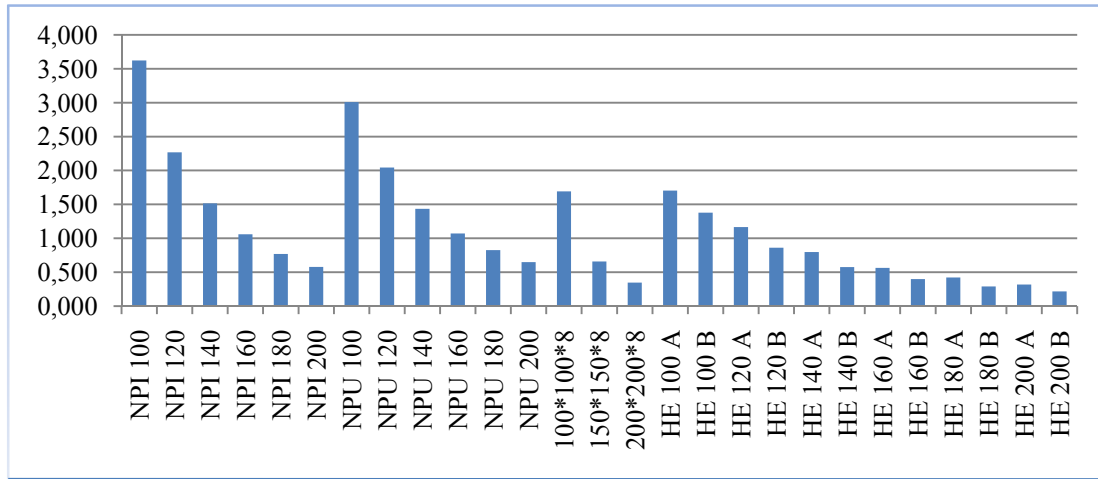
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.3'te, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.3 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

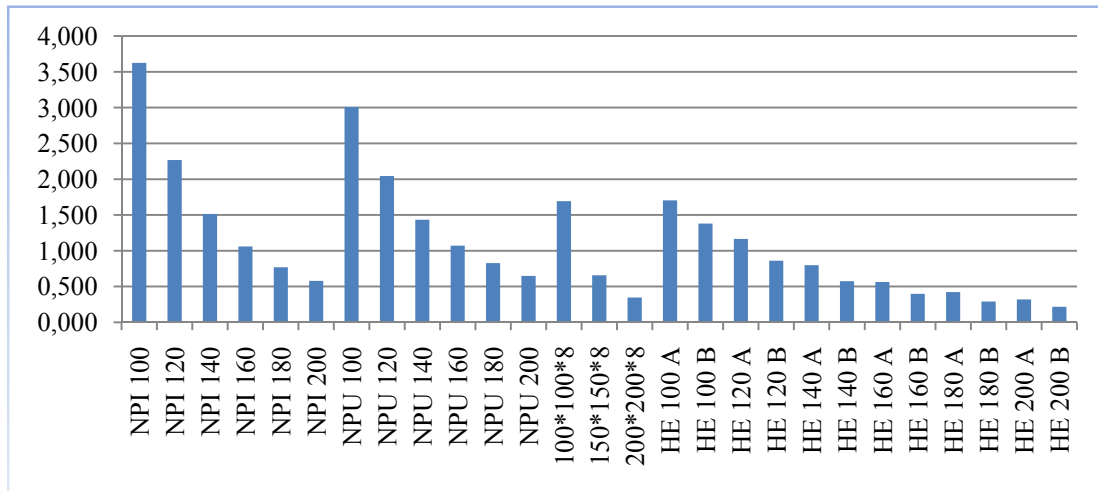
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,031453	3,624	1,217
NPI 120	0,016398	2,267	0,895
NPI 140	0,009387	1,514	0,687
NPI 160	0,005752	1,060	0,544
NPI 180	0,003709	0,769	0,440
NPI 200	0,002513	0,579	0,365
NPU 100	0,026109	3,008	0,930
NPU 120	0,014776	2,043	0,671
NPU 140	0,008890	1,434	0,569
NPU 160	0,005815	1,072	0,465
NPU 180	0,003984	0,826	0,389
NPU 200	0,002816	0,649	0,330
100*100*8	0,014695	1,693	0,406
150*150*8	0,003809	0,658	0,250
200*200*8	0,001508	0,348	0,181
HE 100 A	0,015402	1,703	1,049
HE 100 B	0,011965	1,378	0,863
HE 120 A	0,008872	1,165	0,877
HE 120 B	0,006222	0,860	0,663
HE 140 A	0,005207	0,798	0,685
HE 140 B	0,003564	0,575	0,528
HE 160 A	0,003215	0,563	0,542
HE 160 B	0,002158	0,398	0,400
HE 180 A	0,002143	0,422	0,482
HE 180 B	0,001404	0,291	0,335
HE 200 A	0,001457	0,319	0,396
HE 200 B	0,000944	0,218	0,282



Şekil 4.16 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



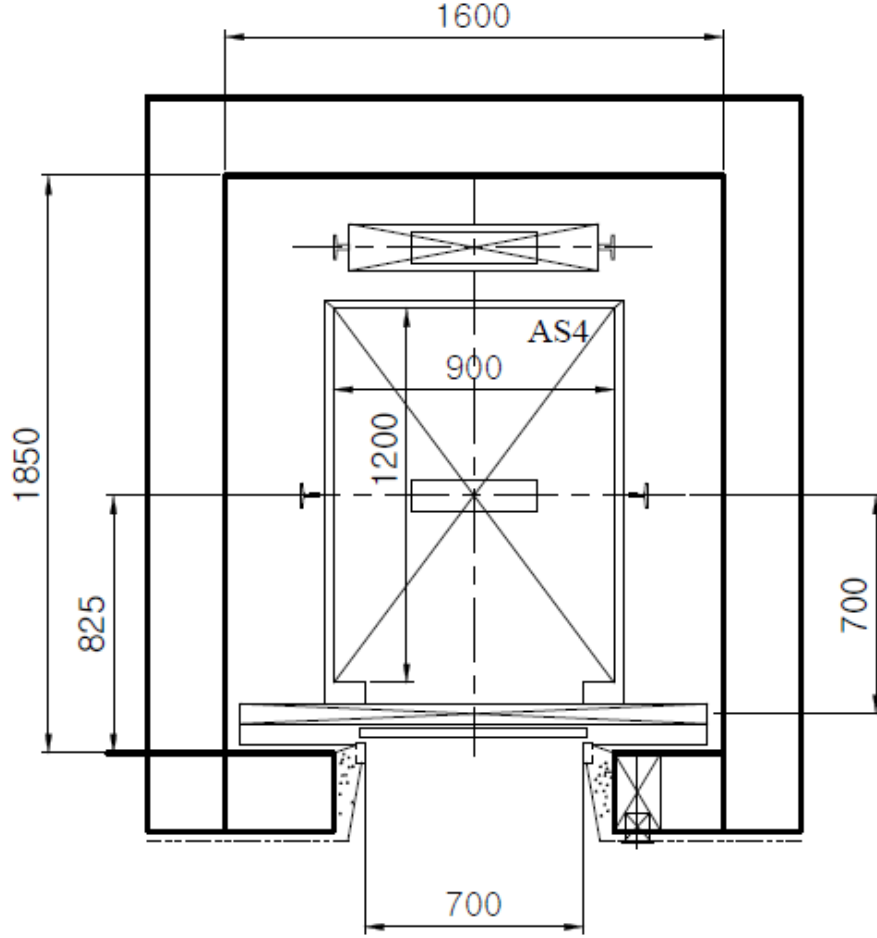
Şekil 4.17 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.18 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.4 Asansör-4 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-4'e ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.19'da gösterilmektedir.



Şekil 4.19 : Asansör-4'e ait kuyu yerleşimi.

D_X	=	1200	mm	Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik
D_Y	=	900	mm	Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik
Q	=	400	kg	Beyan yükü
$x_{QÖ}$	=	150	mm	Yük dağılımı önde X-ekseni
$y_{QÖ}$	=	0	mm	Yük dağılımı önde Y-ekseni
x_{QA}	=	113	mm	Yük dağılımı arkada X-ekseni
y_{QA}	=	0	mm	Yük dağılımı arkada Y-ekseni
x_{QY}	=	0	mm	Yük dağılımı sağda X-ekseni
y_{QY}	=	113	mm	Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	100	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	700	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	600	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	168	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 400 = 1569,600 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 100 + 600 + 168 = 867,940 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{100 \cdot 700 + 600 \cdot 0 + 168 \cdot 0}{100 + 600 + 168} = 80,651 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{100 \cdot 0 + 600 \cdot 0 + 168 \cdot 0}{100 + 600 + 168} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 150 + 867,94 \cdot 80,7)}{2 \cdot 3465} = 522,078 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 0 + 867,94 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 113 + 867,94 \cdot 80,7)}{2 \cdot 3465} = 488,377 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 0 + 867,94 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 0 + 867,94 \cdot 80,7)}{2 \cdot 3465} = 297,273 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 113 + 867,94 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 382,208 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 150 + 867,94 \cdot 80,7)}{2 \cdot 3465} = 220,831 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 0 + 867,94 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 113 + 867,94 \cdot 80,7)}{2 \cdot 3465} = 195,351 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 0 + 867,94 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 0 + 867,94 \cdot 80,7)}{2 \cdot 3465} = 108,909 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (400 \cdot 113 + 867,94 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 152,883 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

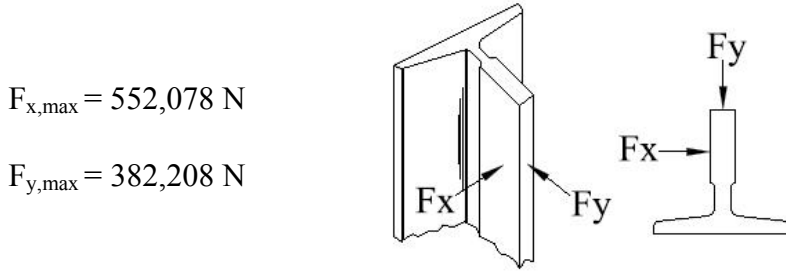
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 867,9 \cdot (0 + 1569,6 \cdot 700)}{2 \cdot 3465} = 158,545 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 867,9 \cdot (0 + 1569,6 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.20’de belirtilmiştir.



$$F_{x,max} = 552,078 \text{ N}$$

$$F_{y,max} = 382,208 \text{ N}$$

Şekil 4.20: Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 1850 \text{ mm}$$

$$a = 825 \text{ mm}$$

$$b = 1025 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{382 \cdot 1025^2}{1850^2} \cdot \left(1 + \frac{825}{2 \cdot 1850} \right) = 143,490 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 467,1 - 136,7 = 283,718 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

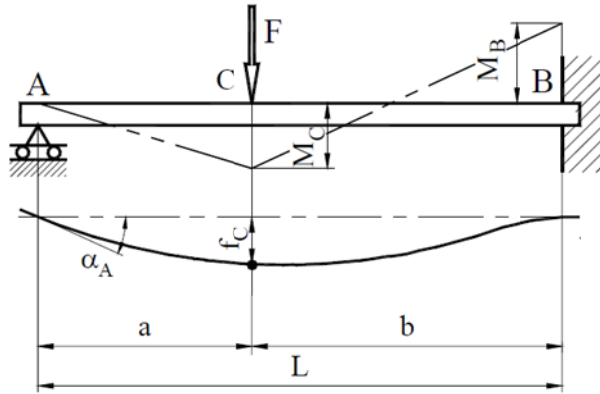
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{382 \cdot 825 \cdot 1025}{1850} \cdot \left(1 - \frac{1025}{2 \cdot 1850} \right) = 126307,077 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{382 \cdot 825 \cdot 1025^2}{1850^2} \cdot \left(1 + \frac{825}{2 \cdot 1850} \right) = 118378,987 \text{ N}$$

Şekil 4.21’de yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.21: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_C = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

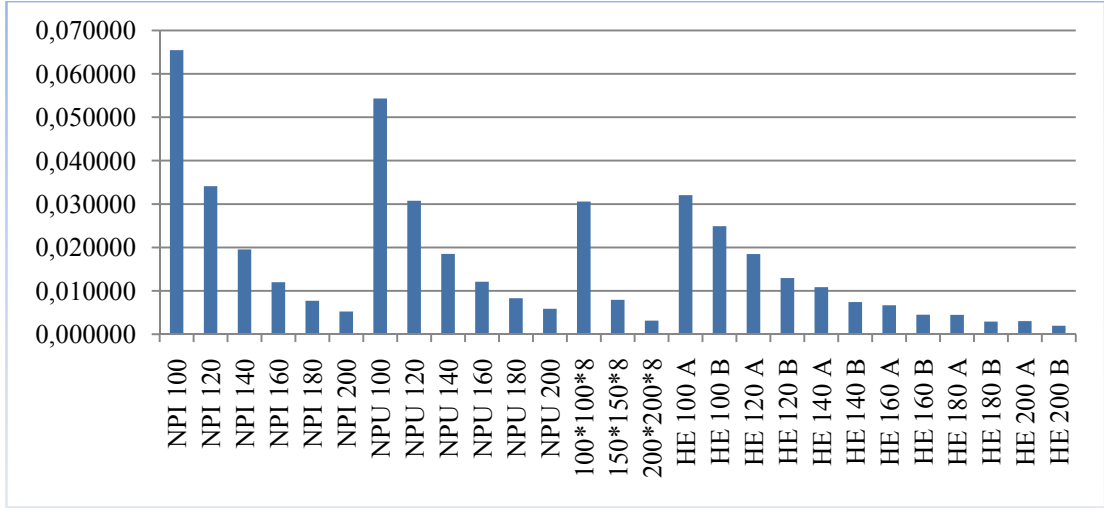
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

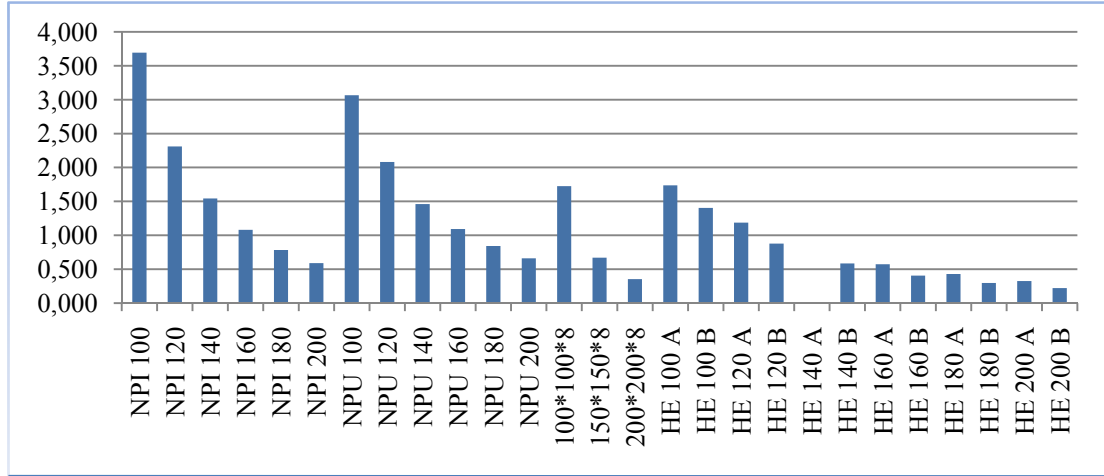
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.4'te, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.22, Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.4 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

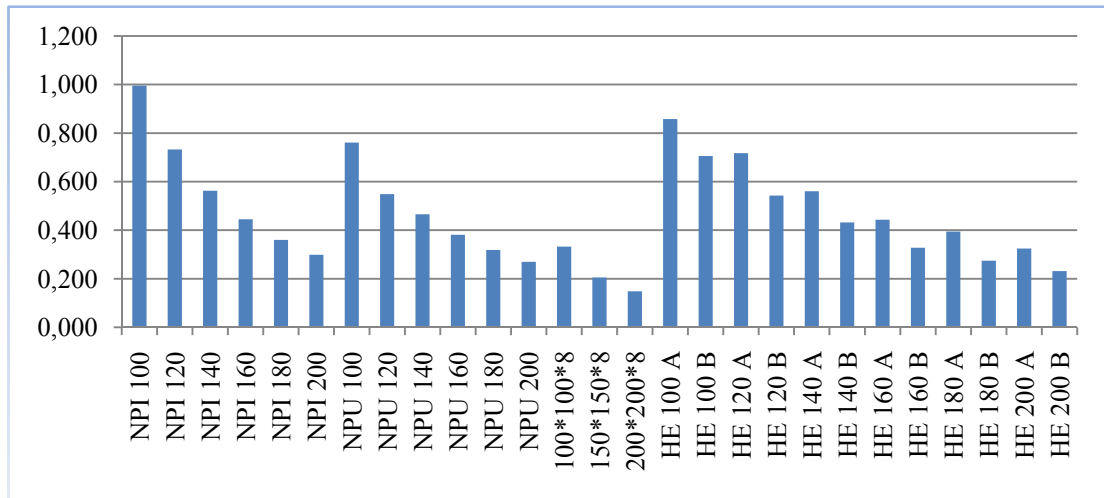
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,065456	3,693	0,996
NPI 120	0,034125	2,310	0,732
NPI 140	0,019534	1,543	0,562
NPI 160	0,011971	1,081	0,445
NPI 180	0,007719	0,784	0,360
NPI 200	0,005230	0,590	0,299
NPU 100	0,054335	3,066	0,761
NPU 120	0,030750	2,082	0,549
NPU 140	0,018501	1,461	0,466
NPU 160	0,012100	1,092	0,381
NPU 180	0,008291	0,842	0,319
NPU 200	0,005860	0,661	0,270
100*100*8	0,030582	1,726	0,332
150*150*8	0,007927	0,671	0,205
200*200*8	0,003139	0,354	0,148
HE 100 A	0,032053	1,736	0,858
HE 100 B	0,024901	1,405	0,706
HE 120 A	0,018464	1,188	0,717
HE 120 B	0,012949	0,877	0,542
HE 140 A	0,010835	0,000	0,561
HE 140 B	0,007417	0,586	0,432
HE 160 A	0,006690	0,574	0,443
HE 160 B	0,004492	0,405	0,328
HE 180 A	0,004459	0,430	0,394
HE 180 B	0,002922	0,297	0,274
HE 200 A	0,003032	0,325	0,324
HE 200 B	0,001965	0,222	0,231



Şekil 4.22 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



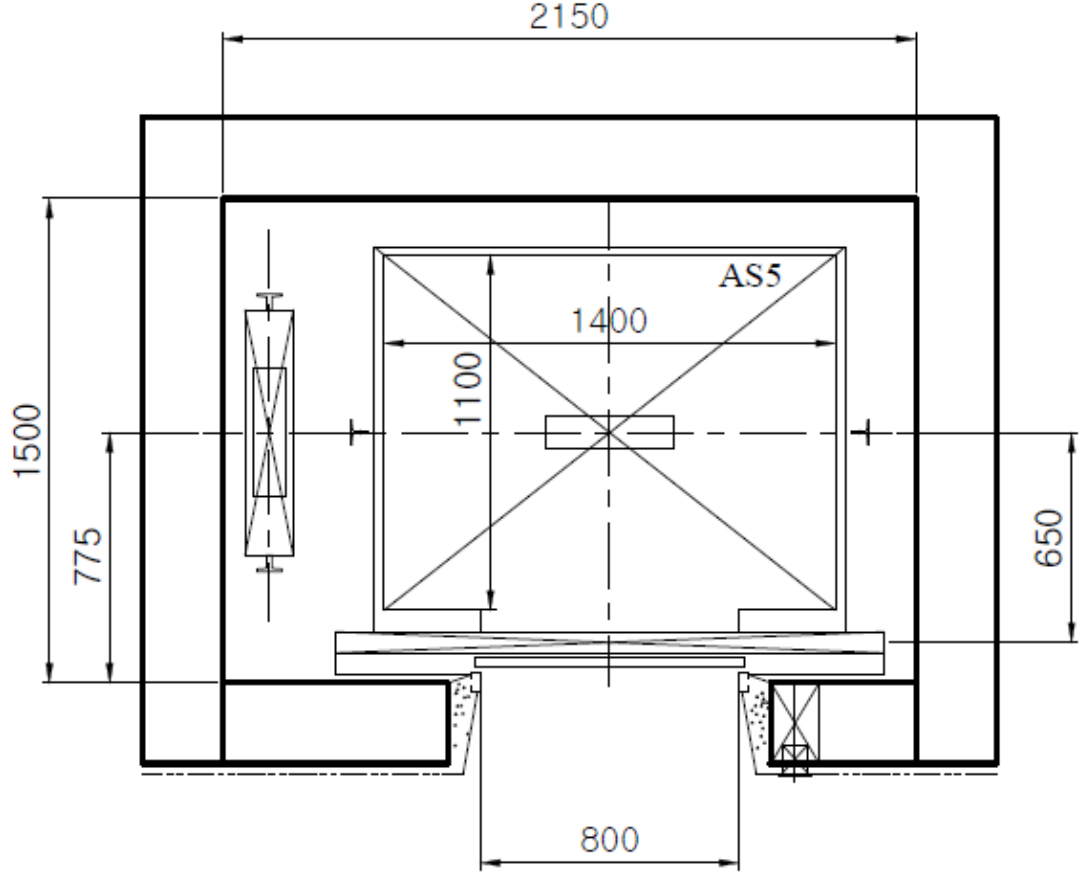
Şekil 4.23 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.24 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.5 Asansör-5 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-5'e ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.25'de gösterilmektedir.



Şekil 4.25 : Asansör-5'e ait kuyu yerleşimi.

$D_X = 1100$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

$D_Y = 1400$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

$Q = 630$ kg Beyan yükü

$x_{QÖ} = 138$ mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{QÖ} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 175$ mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

$y_{QY} = 175$ mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	110	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	650	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	650	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	189	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 630 = 2472,120 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 110 + 650 + 189 = 949,140 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{110 \cdot 650 + 650 \cdot 0 + 189 \cdot 0}{110 + 650 + 189} = 75,331 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{110 \cdot 0 + 650 \cdot 0 + 189 \cdot 0}{110 + 650 + 189} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 138 + 949,14 \cdot 75,3)}{2 \cdot 3465} = 671,518 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 0 + 949,14 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 175 + 949,14 \cdot 75,3)}{2 \cdot 3465} = 771,847 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 0 + 949,14 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 0 + 949,14 \cdot 75,3)}{2 \cdot 3465} = 303,643 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 175 + 949,14 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 936,409 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 138 + 949,14 \cdot 75,3)}{2 \cdot 3465} = 268,607 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 0 + 949,14 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 175 + 949,14 \cdot 75,3)}{2 \cdot 3465} = 308,739 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 0 + 949,14 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 0 + 949,14 \cdot 75,3)}{2 \cdot 3465} = 121,457 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 175 + 949,14 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 374,564 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

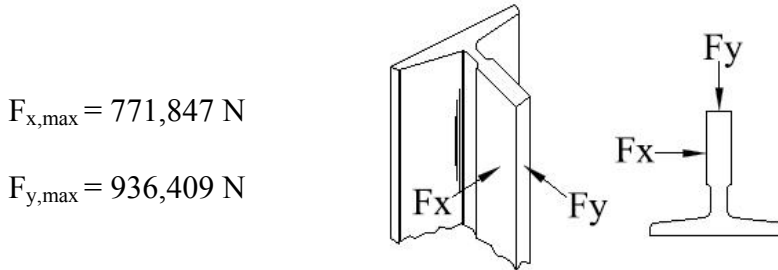
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 949,1 \cdot (0 + 2472,1 \cdot 650)}{2 \cdot 3465} = 231,873 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 949,1 \cdot (0 + 2472,1 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.26’da belirtilmiştir.



$$F_{x,max} = 771,847 \text{ N}$$

$$F_{y,max} = 936,409 \text{ N}$$

Şekil 4.26: Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 1500 \text{ mm}$$

$$a = 775 \text{ mm}$$

$$b = 725 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{936 \cdot 725^2}{1500^2} \cdot \left(1 + \frac{775}{2 \cdot 1500}\right) = 275,267 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 936,4 - 275,3 = 661,142 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

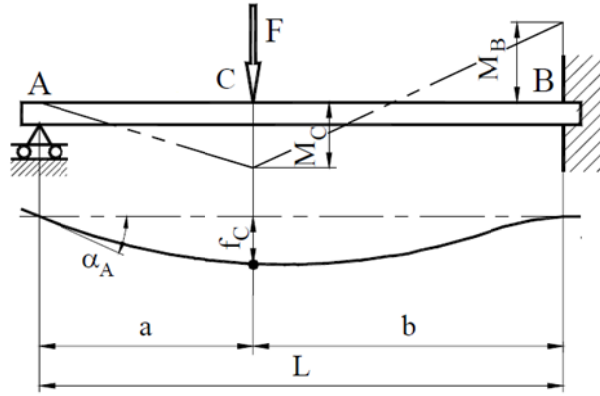
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{936 \cdot 775 \cdot 725}{1500} \cdot \left(1 - \frac{725}{2 \cdot 1500} \right) = 265995,456 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{936 \cdot 775 \cdot 725^2}{1500^2} \cdot \left(1 + \frac{775}{2 \cdot 1500} \right) = 213332,253 \text{ N}$$

Şekil 4.27’de yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.27: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_C = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

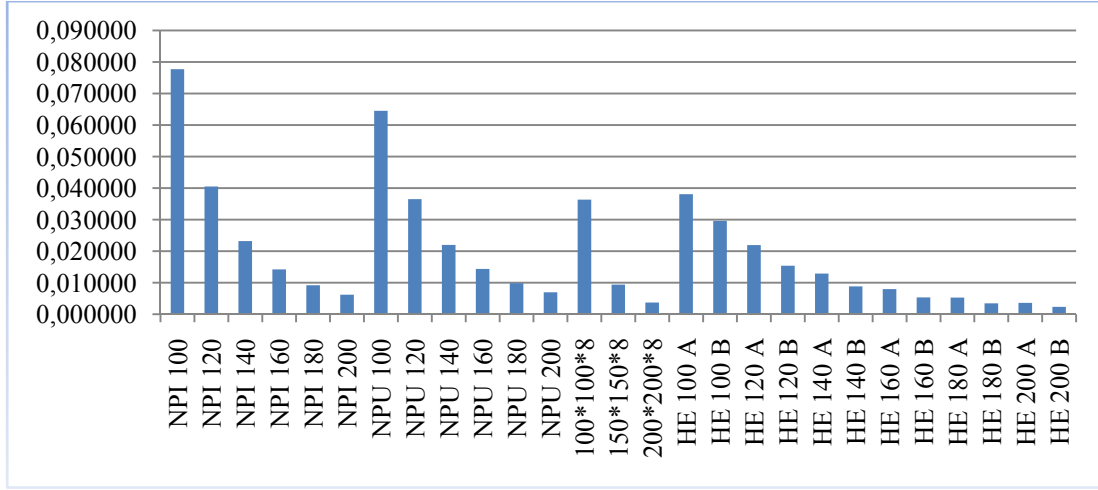
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

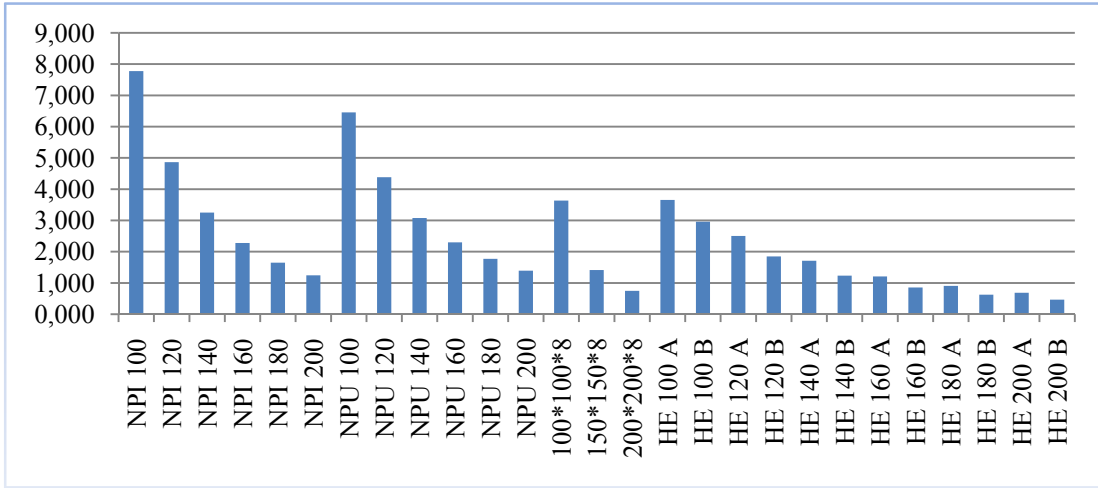
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.5'te, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.28, Şekil 4.29 ve Şekil 4.30'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.5 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

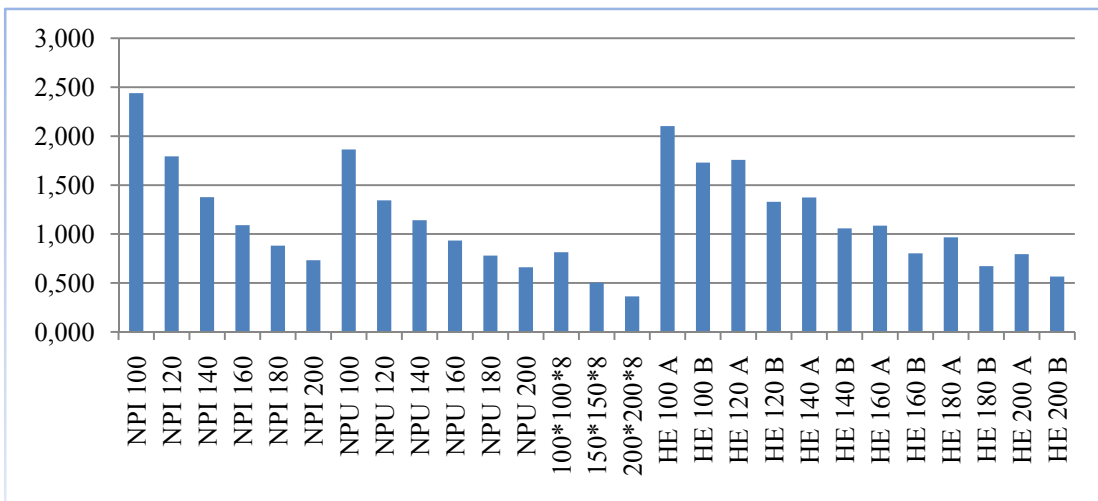
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,077738	7,778	2,439
NPI 120	0,040528	4,866	1,794
NPI 140	0,023199	3,250	1,377
NPI 160	0,014217	2,276	1,090
NPI 180	0,009168	1,651	0,881
NPI 200	0,006212	1,243	0,732
NPU 100	0,064530	6,456	1,865
NPU 120	0,036520	4,385	1,344
NPU 140	0,021972	3,078	1,141
NPU 160	0,014371	2,301	0,933
NPU 180	0,009847	1,773	0,781
NPU 200	0,006960	1,393	0,661
100*100*8	0,036320	3,634	0,814
150*150*8	0,009414	1,413	0,502
200*200*8	0,003728	0,746	0,363
HE 100 A	0,038068	3,656	2,102
HE 100 B	0,029573	2,959	1,729
HE 120 A	0,021929	2,501	1,757
HE 120 B	0,015379	1,846	1,329
HE 140 A	0,012869	1,712	1,373
HE 140 B	0,008809	1,234	1,058
HE 160 A	0,007946	1,208	1,086
HE 160 B	0,005334	0,854	0,802
HE 180 A	0,005296	0,906	0,966
HE 180 B	0,003470	0,625	0,672
HE 200 A	0,003601	0,684	0,794
HE 200 B	0,002334	0,467	0,566



Şekil 4.28 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



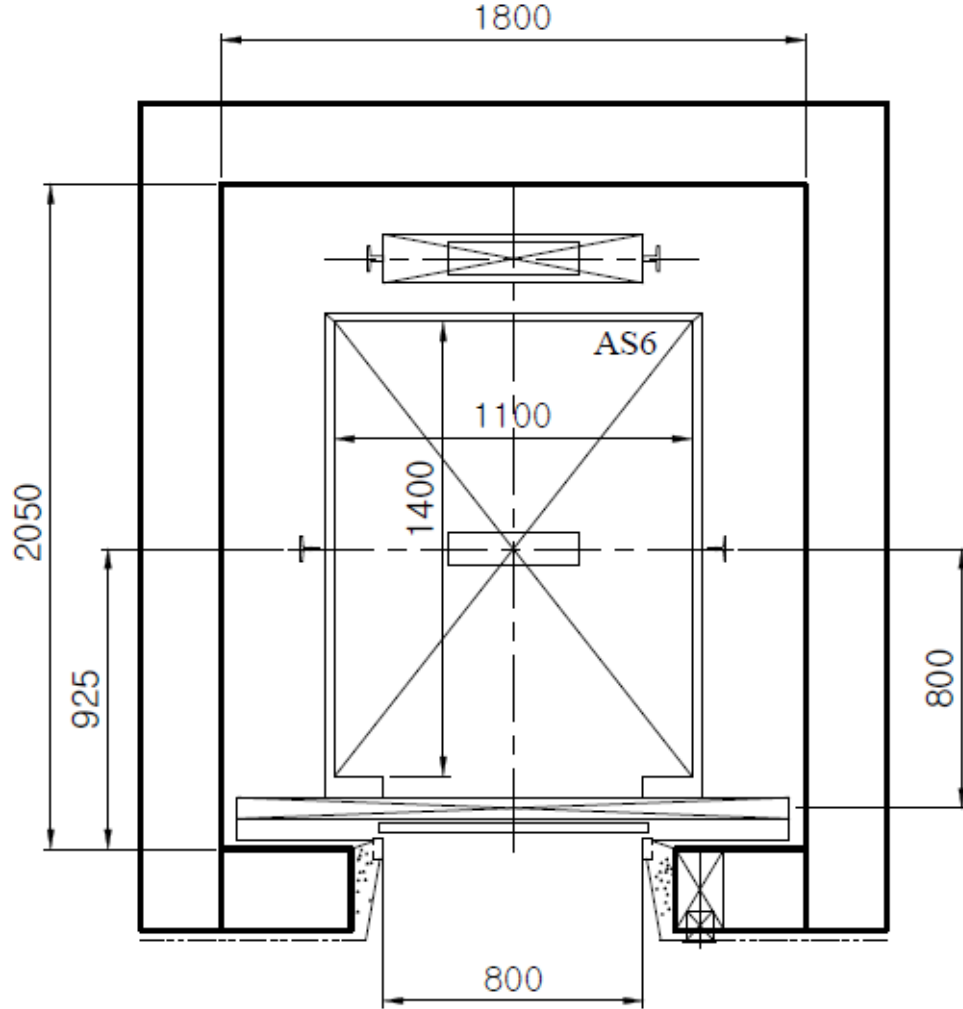
Şekil 4.29 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.30 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.6 Asansör-6 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-6'ya ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.31'de gösterilmektedir.



Şekil 4.31 : Asansör-6'ya ait kuyu yerleşimi.

$D_x = 1400$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

$D_y = 1100$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

$Q = 630$ kg Beyan yükü

$x_{Q\ddot{o}} = 175$ mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{Q\ddot{o}} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 138$ mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

$y_{QY} = 138$ mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	110	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	800	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	650	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	176	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 630 = 2472,120 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 110 + 650 + 176 = 936,420 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{110 \cdot 800 + 650 \cdot 0 + 176 \cdot 0}{110 + 650 + 176} = 93,975 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{110 \cdot 0 + 650 \cdot 0 + 176 \cdot 0}{110 + 650 + 176} = 0 \text{ mm}$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı “ (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 175 + 936,42 \cdot 94,0)}{2 \cdot 3465} = 841,919 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 0 + 936,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 138 + 936,42 \cdot 94,0)}{2 \cdot 3465} = 741,589 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 0 + 936,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 0 + 936,42 \cdot 94,0)}{2 \cdot 3465} = 373,714 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 138 + 936,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 735,750 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 175 + 936,42 \cdot 94,0)}{2 \cdot 3465} = 336,768 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 0 + 936,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 138 + 936,42 \cdot 94,0)}{2 \cdot 3465} = 296,636 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 0 + 936,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 0 + 936,42 \cdot 94,0)}{2 \cdot 3465} = 149,486 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (630 \cdot 138 + 936,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 294,300 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_p - x_s) + F_s \cdot (x_i - x_s)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 936,4 \cdot (0 + 2472,1 \cdot 800)}{2 \cdot 3465} = 285,382 \text{ N}$$

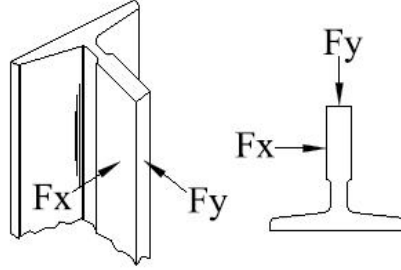
$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_p - y_s) + F_s \cdot (y_i - y_s)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 936,4 \cdot (0 + 2472,1 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.32’de belirtilmiştir.

$$F_{x,\max} = 841,919 \text{ N}$$

$$F_{y,\max} = 735,750 \text{ N}$$



Şekil 4.32: Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 2050 \text{ mm}$$

$$a = 925 \text{ mm}$$

$$b = 1125 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{736 \cdot 1125^2}{2050^2} \cdot \left(1 + \frac{925}{2 \cdot 2050}\right) = 271,569 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 735,8 - 271,6 = 464,181 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

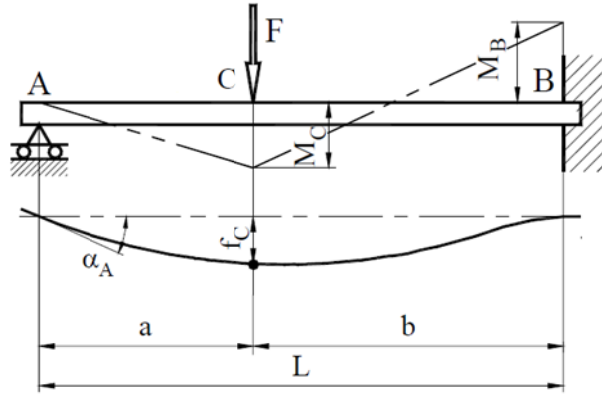
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{736 \cdot 925 \cdot 1125}{2050} \cdot \left(1 - \frac{1125}{2 \cdot 2050} \right) = 271002,800 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{736 \cdot 925 \cdot 1125^2}{2050^2} \cdot \left(1 + \frac{925}{2 \cdot 2050} \right) = 251201,099 \text{ N}$$

Şekil 4.33'te yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.33: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_C = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

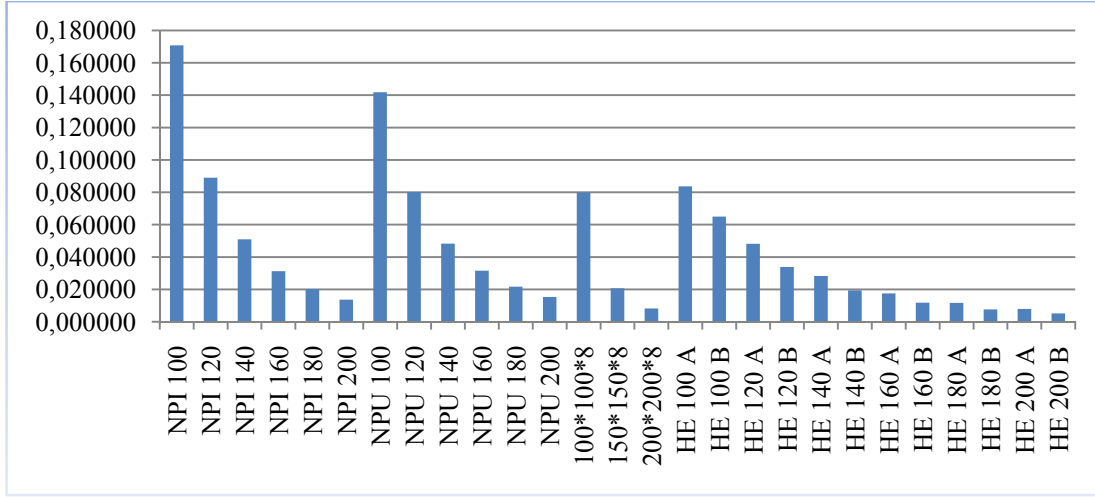
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

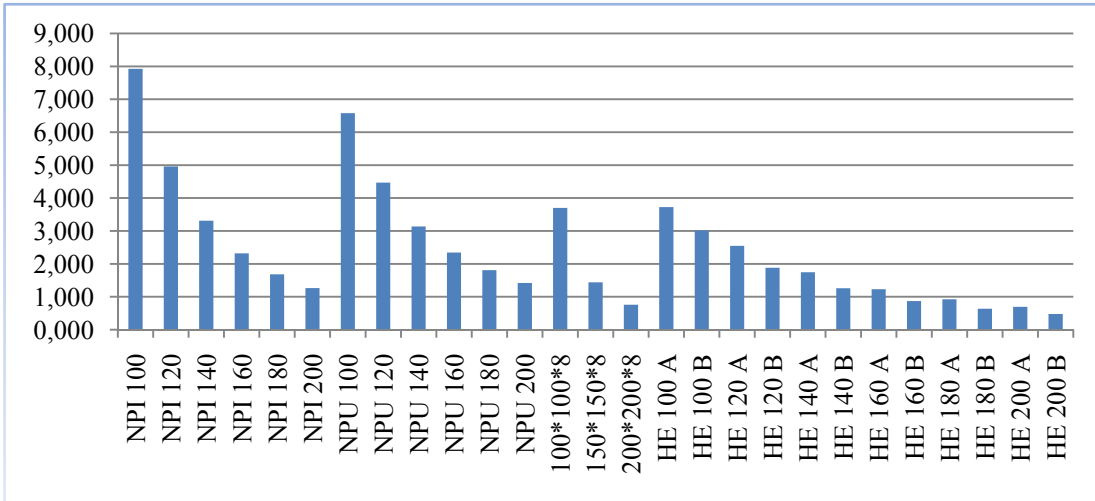
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.6’da, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.34, Şekil 4.35 ve Şekil 4.36’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.6 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

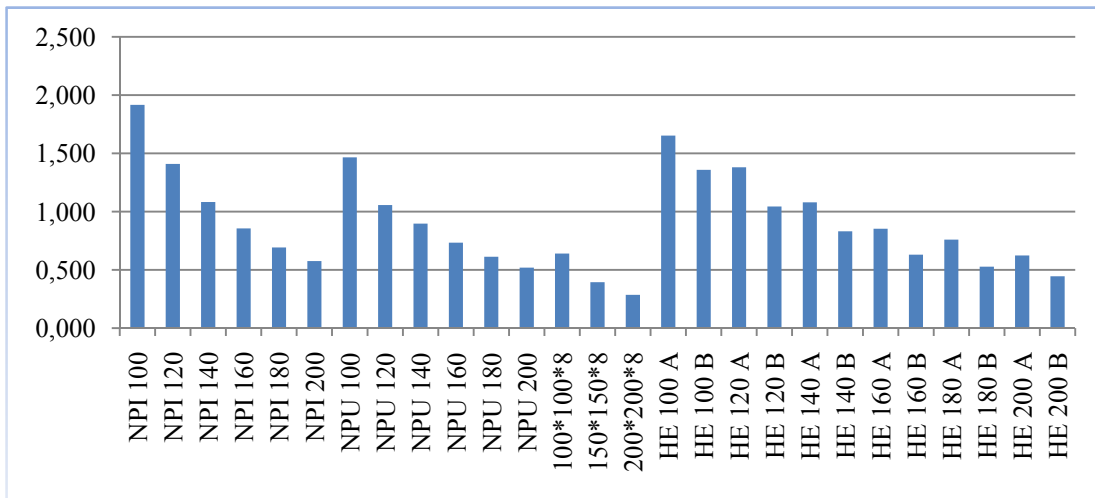
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,170820	7,924	1,916
NPI 120	0,089056	4,957	1,410
NPI 140	0,050978	3,311	1,082
NPI 160	0,031241	2,319	0,856
NPI 180	0,020145	1,682	0,693
NPI 200	0,013650	1,266	0,575
NPU 100	0,141797	6,578	1,465
NPU 120	0,080248	4,467	1,056
NPU 140	0,048281	3,136	0,896
NPU 160	0,031579	2,344	0,733
NPU 180	0,021637	1,807	0,613
NPU 200	0,015293	1,419	0,519
100*100*8	0,079809	3,702	0,640
150*150*8	0,020687	1,439	0,394
200*200*8	0,008191	0,760	0,285
HE 100 A	0,083649	3,725	1,652
HE 100 B	0,064984	3,014	1,359
HE 120 A	0,048186	2,548	1,381
HE 120 B	0,033793	1,881	1,044
HE 140 A	0,028277	1,745	1,079
HE 140 B	0,019357	1,257	0,831
HE 160 A	0,017460	1,231	0,853
HE 160 B	0,011722	0,870	0,630
HE 180 A	0,011638	0,923	0,759
HE 180 B	0,007625	0,637	0,528
HE 200 A	0,007912	0,697	0,624
HE 200 B	0,005128	0,476	0,445



Şekil 4.34 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



Şekil 4.35 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.36 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

F_C	=	900	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	202	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 800 = 3139,200 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 110 + 900 + 202 = 1211,860 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{110 \cdot 650 + 900 \cdot 0 + 202 \cdot 0}{110 + 900 + 202} = 59,000 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{110 \cdot 0 + 900 \cdot 0 + 202 \cdot 0}{110 + 900 + 202} = 0 \text{ mm}$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 138 + 1211,9 \cdot 59,0)}{2 \cdot 3465} = 770,79 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1211,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 213 + 1211,9 \cdot 59,0)}{2 \cdot 3465} = 1025,59 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1211,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1211,9 \cdot 59,0)}{2 \cdot 3465} = 303,643 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 213 + 1211,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 1443,90 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 138 + 1211,9 \cdot 59,0)}{2 \cdot 3465} = 308,314 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1211,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 213 + 1211,9 \cdot 59,0)}{2 \cdot 3465} = 410,236 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1211,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1211,9 \cdot 59,0)}{2 \cdot 3465} = 121,457 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 213 + 1211,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 577,558 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

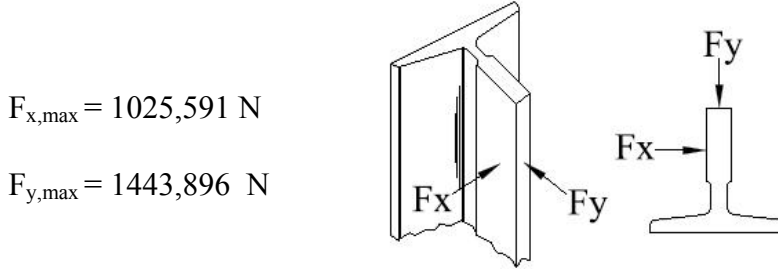
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 1212 \cdot (0 + 3139,2 \cdot 650)}{2 \cdot 3465} = 294,442 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 1212 \cdot (0 + 3139,2 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.38’de belirtilmiştir.



$$F_{x,max} = 1025,591 \text{ N}$$

$$F_{y,max} = 1443,896 \text{ N}$$

Şekil 4.38: Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 1500 \text{ mm}$$

$$a = 775 \text{ mm}$$

$$b = 725 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{1444 \cdot 725^2}{1500^2} \cdot \left(1 + \frac{775}{2 \cdot 1500}\right) = 424,449 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 1444 - 424,4 = 1019,447 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

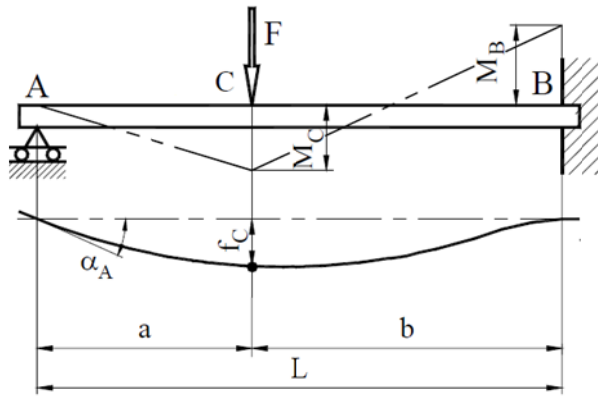
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{1444 \cdot 775 \cdot 725}{1500} \cdot \left(1 - \frac{725}{2 \cdot 1500} \right) = 410151,723 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{1444 \cdot 775 \cdot 725^2}{1500^2} \cdot \left(1 + \frac{775}{2 \cdot 1500} \right) = 328947,692 \text{ N}$$

Şekil 4.39'da yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.39: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_C = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

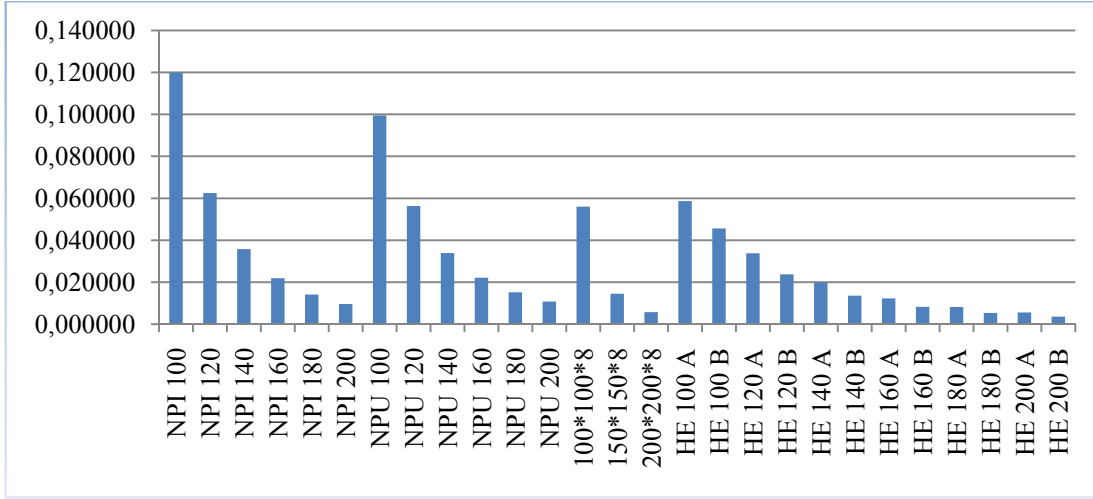
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

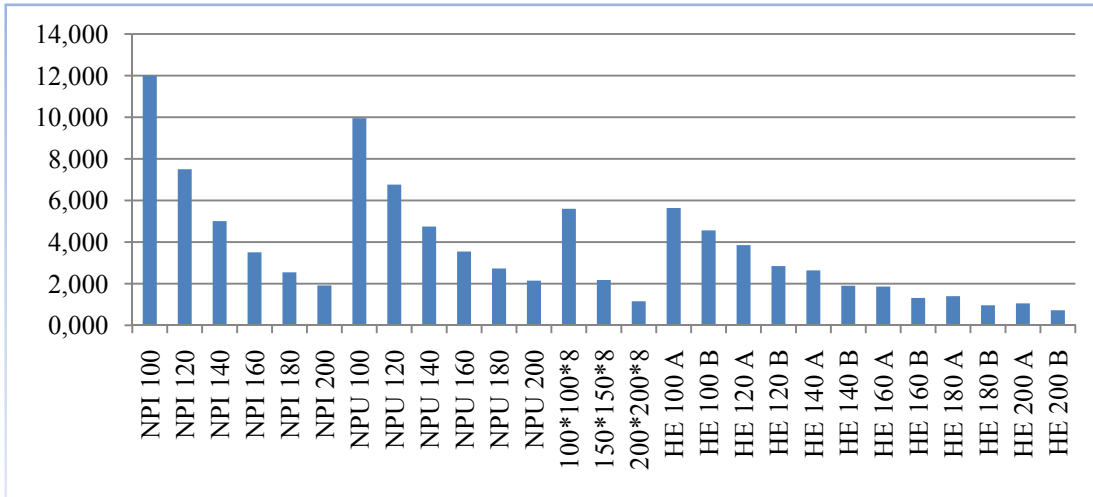
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.7’de, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.40, Şekil 4.41 ve Şekil 4.42’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.7 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

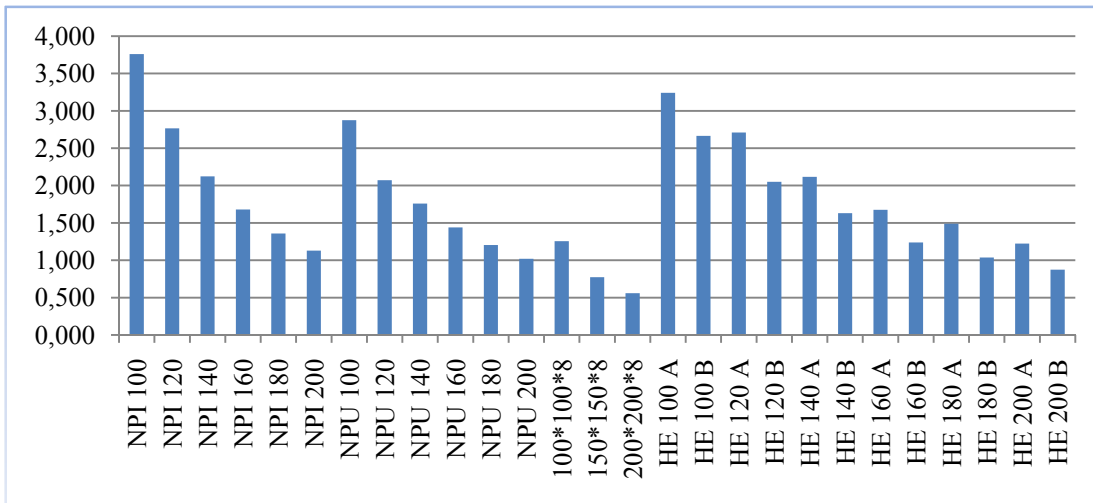
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,119869	11,993	3,761
NPI 120	0,062492	7,503	2,767
NPI 140	0,035772	5,011	2,124
NPI 160	0,021922	3,509	1,680
NPI 180	0,014136	2,546	1,359
NPI 200	0,009578	1,917	1,129
NPU 100	0,099503	9,955	2,875
NPU 120	0,056312	6,761	2,073
NPU 140	0,033880	4,746	1,759
NPU 160	0,022159	3,547	1,439
NPU 180	0,015183	2,734	1,204
NPU 200	0,010732	2,147	1,019
100*100*8	0,056004	5,603	1,255
150*150*8	0,014517	2,179	0,774
200*200*8	0,005748	1,150	0,560
HE 100 A	0,058699	5,638	3,242
HE 100 B	0,045601	4,562	2,666
HE 120 A	0,033813	3,857	2,710
HE 120 B	0,023713	2,847	2,049
HE 140 A	0,019843	2,640	2,118
HE 140 B	0,013584	1,903	1,631
HE 160 A	0,012252	1,863	1,675
HE 160 B	0,008225	1,317	1,237
HE 180 A	0,008166	1,397	1,490
HE 180 B	0,005350	0,964	1,036
HE 200 A	0,005552	1,055	1,224
HE 200 B	0,003599	0,720	0,873



Şekil 4.40 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



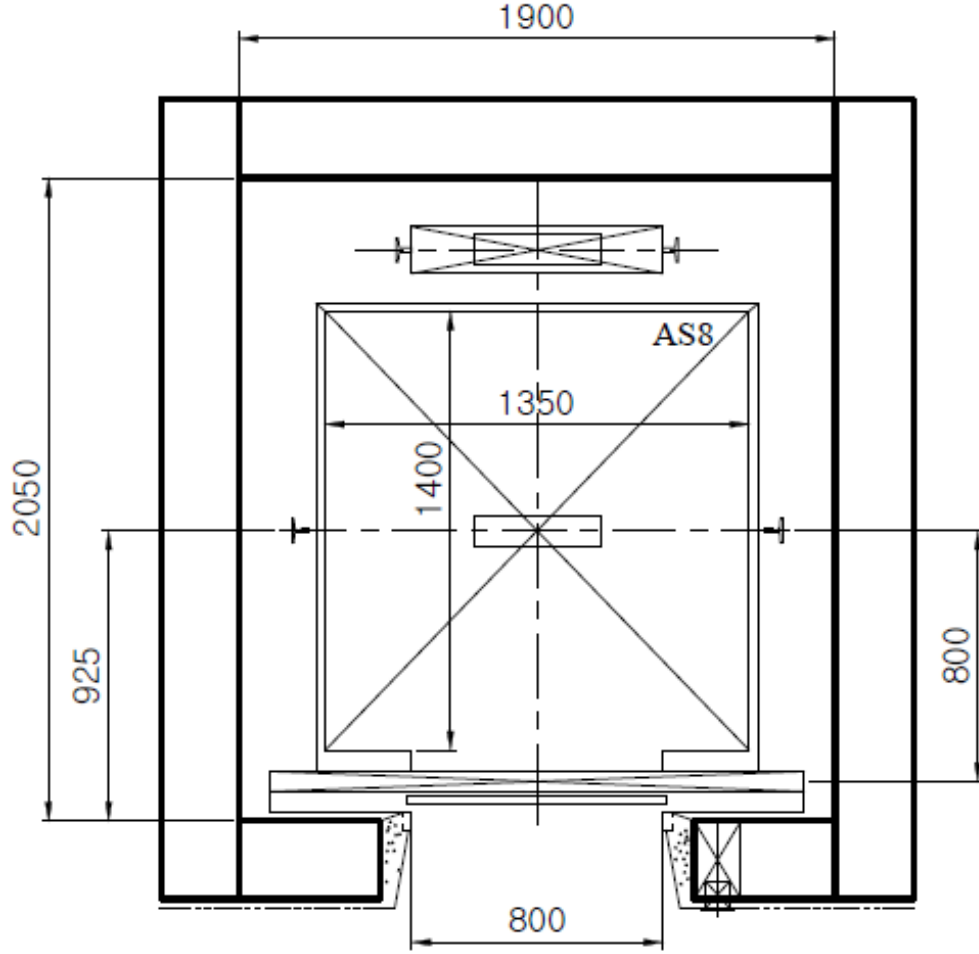
Şekil 4.41 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.42 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.8 Asansör-8 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-8'e ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.43'te gösterilmektedir.



Şekil 4.43 : Asansör-8'e ait kuyu yerleşimi.

$D_X = 1400$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

$D_Y = 1350$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

$Q = 800$ kg Beyan yükü

$x_{QÖ} = 175$ mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{QÖ} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 169$ mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

$y_{QY} = 169$ mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	110	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	800	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	900	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	187	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 800 = 3139,200 \quad (4.1)$$

$h = 3465$ mm Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 110 + 900 + 187 = 1197,02 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{110 \cdot 800 + 900 \cdot 0 + 187 \cdot 0}{110 + 900 + 187} = 73,516 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{110 \cdot 0 + 900 \cdot 0 + 187 \cdot 0}{110 + 900 + 187} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 175 + 1197,02 \cdot 73,5)}{2 \cdot 3465} = 968,26 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1197,02 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 169 + 1197,02 \cdot 73,5)}{2 \cdot 3465} = 947,03 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1197,02 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1197,02 \cdot 73,5)}{2 \cdot 3465} = 373,714 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 169 + 1197,02 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 1146,62 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 175 + 1197,02 \cdot 73,5)}{2 \cdot 3465} = 387,304 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1197,02 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 169 + 1197,02 \cdot 73,5)}{2 \cdot 3465} = 378,810 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1197,02 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1197,02 \cdot 73,5)}{2 \cdot 3465} = 149,486 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 169 + 1197,02 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 458,649 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

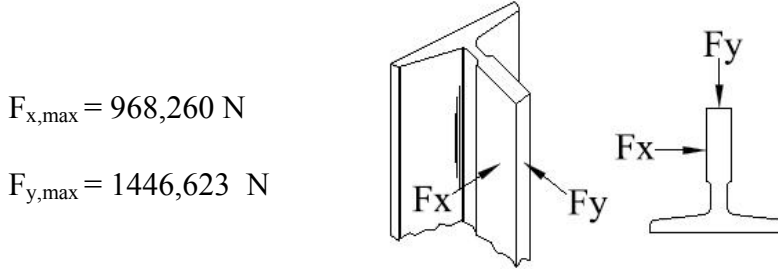
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 1197 \cdot (0 + 3139,2 \cdot 800)}{2 \cdot 3465} = 362,390 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 1197 \cdot (0 + 3139,2 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.44'te belirtilmiştir.



$$F_{x,max} = 968,260 \text{ N}$$

$$F_{y,max} = 1446,623 \text{ N}$$

Şekil 4.44: Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 2050 \text{ mm}$$

$$a = 925 \text{ mm}$$

$$b = 1125 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{1447 \cdot 1125^2}{2050^2} \cdot \left(1 + \frac{925}{2 \cdot 2050} \right) = 423,224 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 1447 - 423,2 = 723,399 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

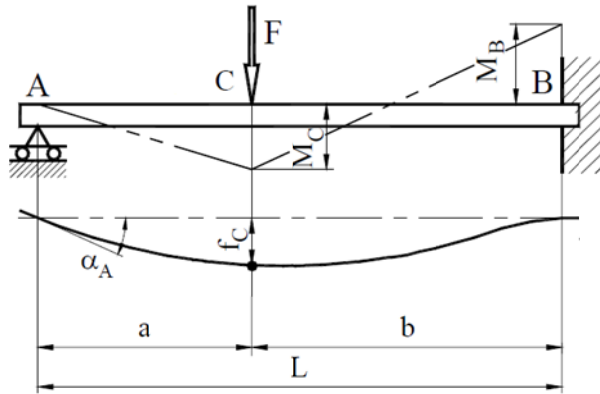
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{1447 \cdot 925 \cdot 1125}{2050} \cdot \left(1 - \frac{1125}{2 \cdot 2050} \right) = 422342,026 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{1447 \cdot 925 \cdot 1125^2}{2050^2} \cdot \left(1 + \frac{925}{2 \cdot 2050} \right) = 391482,233 \text{ N}$$

Şekil 4.45’de yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.45: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_c = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

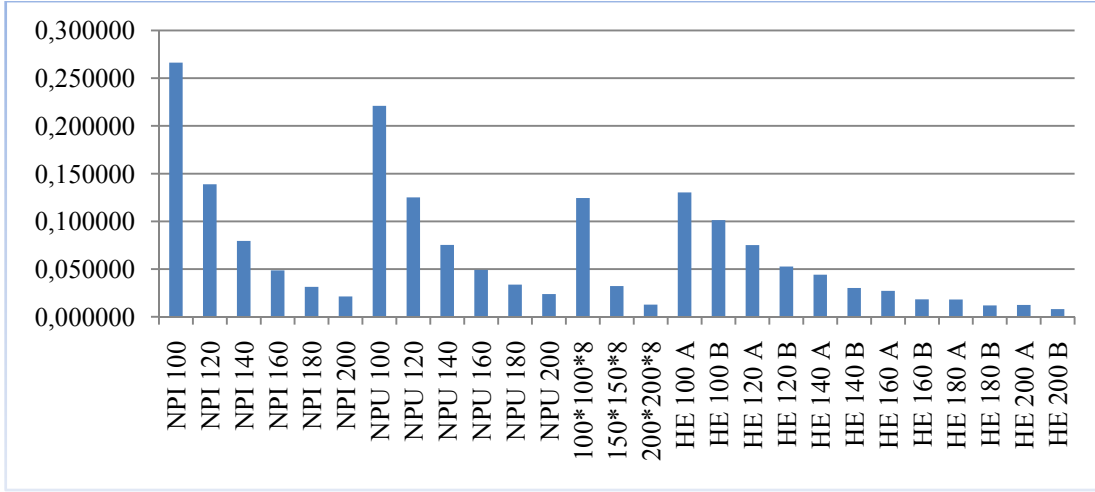
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

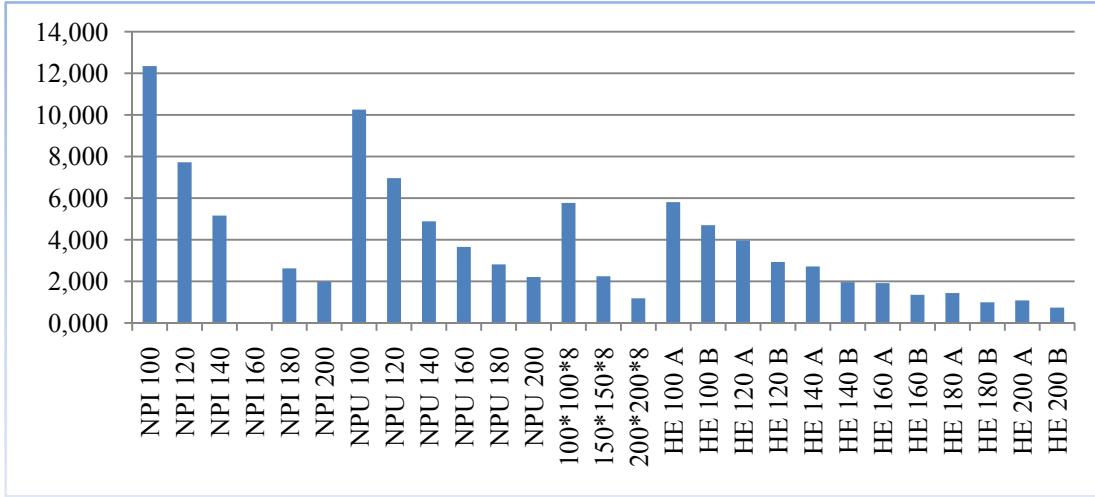
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.8’de, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.46, Şekil 4.47 ve Şekil 4.48’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.8 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

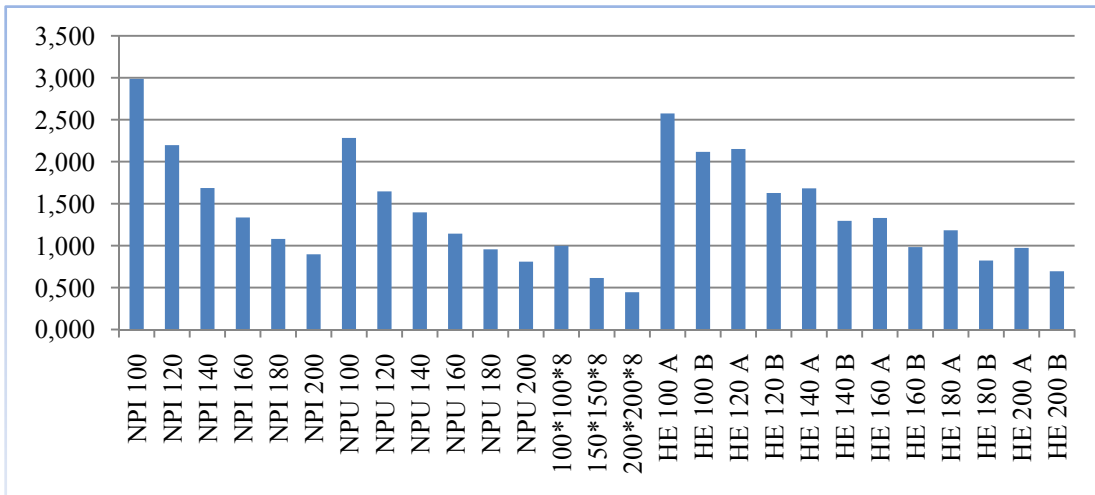
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,266213	12,349	2,987
NPI 120	0,138788	7,726	2,197
NPI 140	0,079446	5,160	1,686
NPI 160	0,048687	0,000	1,335
NPI 180	0,031395	2,621	1,079
NPI 200	0,021272	1,974	0,896
NPU 100	0,220983	10,251	2,283
NPU 120	0,125062	6,962	1,646
NPU 140	0,075244	4,887	1,397
NPU 160	0,049214	3,653	1,143
NPU 180	0,033720	2,816	0,956
NPU 200	0,023834	2,211	0,809
100*100*8	0,124378	5,770	0,997
150*150*8	0,032240	2,243	0,615
200*200*8	0,012766	1,184	0,445
HE 100 A	0,130362	5,805	2,574
HE 100 B	0,101274	4,698	2,117
HE 120 A	0,075095	3,971	2,152
HE 120 B	0,052664	2,932	1,627
HE 140 A	0,044068	2,719	1,682
HE 140 B	0,030167	1,959	1,295
HE 160 A	0,027210	1,919	1,330
HE 160 B	0,018267	1,356	0,983
HE 180 A	0,018136	1,439	1,183
HE 180 B	0,011883	0,992	0,823
HE 200 A	0,012330	1,087	0,972
HE 200 B	0,007992	0,741	0,693



Şekil 4.46 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



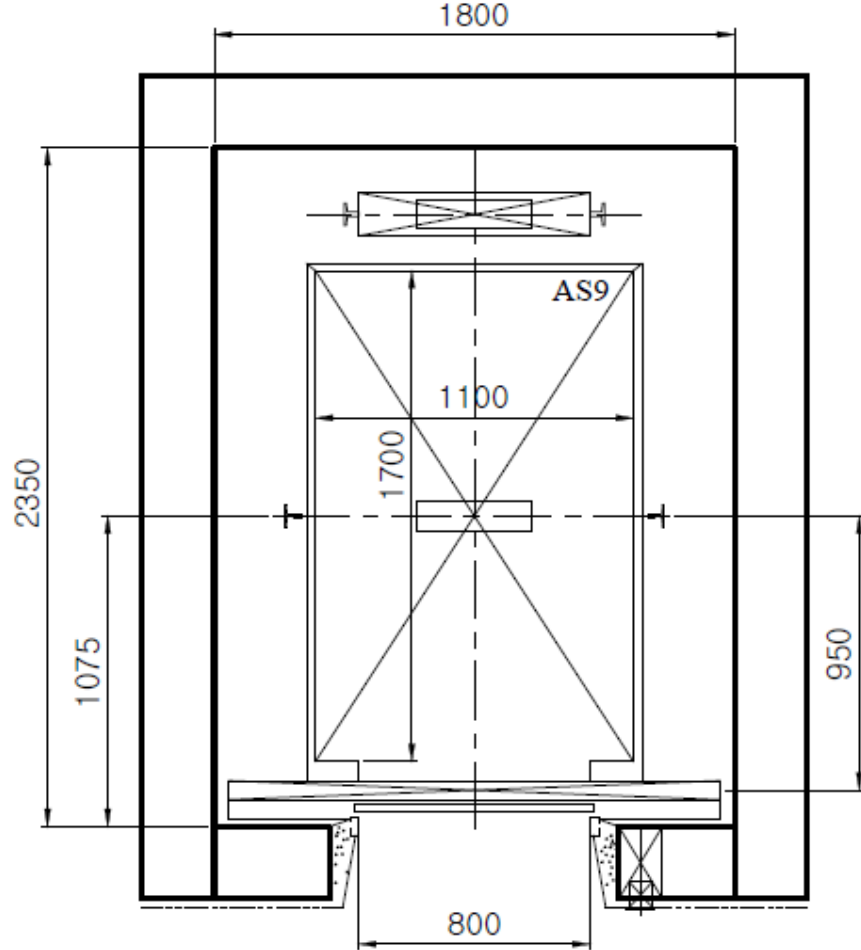
Şekil 4.47 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.48 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.9 Asansör-9 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-9'a ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.49'da gösterilmektedir.



Şekil 4.49 : Asansör-9'a ait kuyu yerleşimi.

$D_X = 1700$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

$D_Y = 1100$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

$Q = 800$ kg Beyan yükü

$x_{QÖ} = 213$ mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{QÖ} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 138$ mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

$y_{QY} = 138$ mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	110	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	950	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	900	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	176	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 800 = 3139,200 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 110 + 900 + 176 = 1186,42 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{110 \cdot 950 + 900 \cdot 0 + 176 \cdot 0}{110 + 900 + 176} = 88,080 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{110 \cdot 0 + 900 \cdot 0 + 176 \cdot 0}{110 + 900 + 176} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 213 + 1186,42 \cdot 88,1)}{2 \cdot 3465} = 1165,73 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1186,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 138 + 1186,42 \cdot 88,1)}{2 \cdot 3465} = 910,93 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1186,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1186,42 \cdot 88,1)}{2 \cdot 3465} = 443,786 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 138 + 1186,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 934,29 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 213 + 1186,42 \cdot 88,1)}{2 \cdot 3465} = 466,294 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1186,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 138 + 1186,42 \cdot 88,1)}{2 \cdot 3465} = 364,371 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1186,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 0 + 1186,42 \cdot 88,1)}{2 \cdot 3465} = 177,514 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (800 \cdot 138 + 1186,42 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 373,714 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

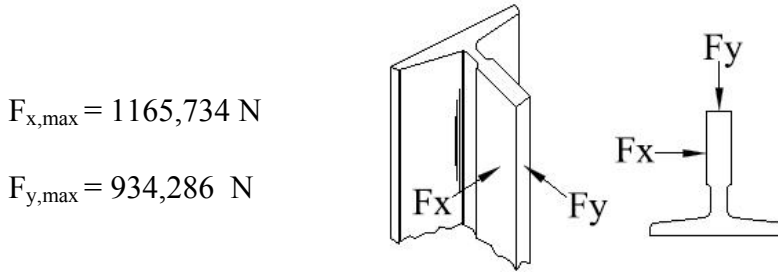
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 1186 \cdot (0 + 3139,2 \cdot 950)}{2 \cdot 3465} = 430,338 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 1186 \cdot (0 + 3139,2 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.50’de belirtilmiştir.



$$F_{x,max} = 1165,734 \text{ N}$$

$$F_{y,max} = 934,286 \text{ N}$$

Şekil 4.50: Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 2350 \text{ mm}$$

$$a = 1075 \text{ mm}$$

$$b = 1275 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{934 \cdot 1275^2}{2350^2} \cdot \left(1 + \frac{1075}{2 \cdot 2350}\right) = 337,924 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 934 - 337,9 = 596,362 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

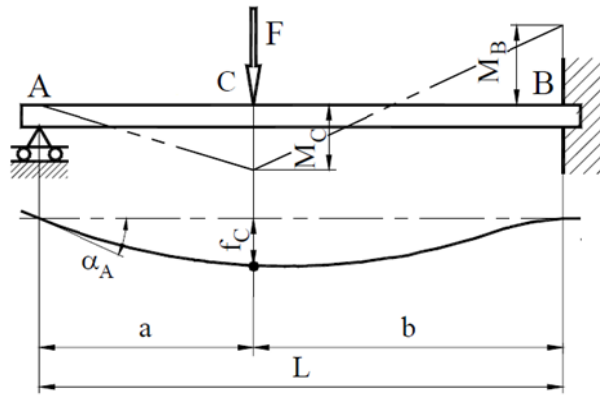
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{934 \cdot 1075 \cdot 1275}{2350} \cdot \left(1 - \frac{1275}{2 \cdot 2350} \right) = 397093,898 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{934 \cdot 1075 \cdot 1125^2}{2350^2} \cdot \left(1 + \frac{1075}{2 \cdot 2350} \right) = 363267,837 \text{ N}$$

Şekil 4.51’de yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.51: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_c = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

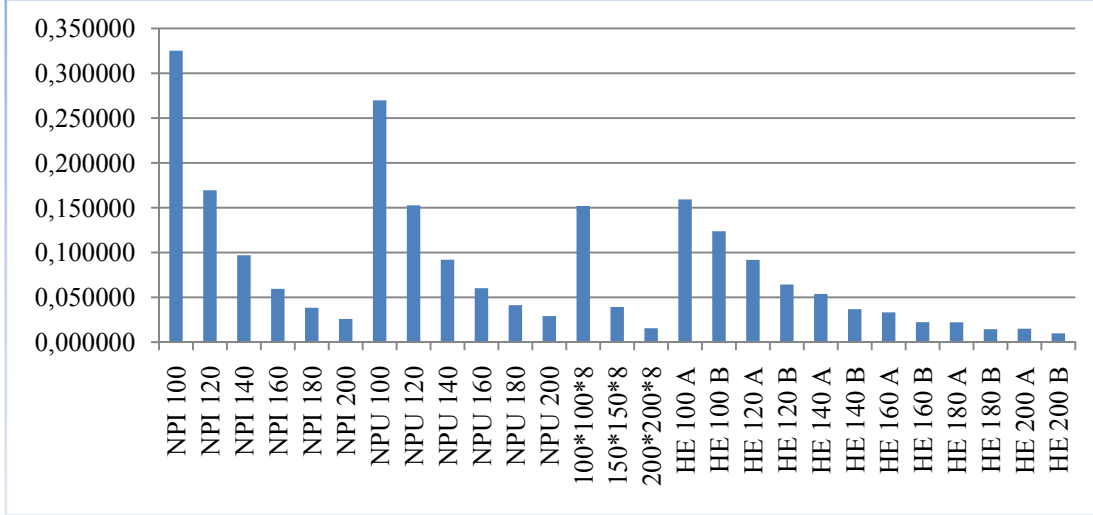
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

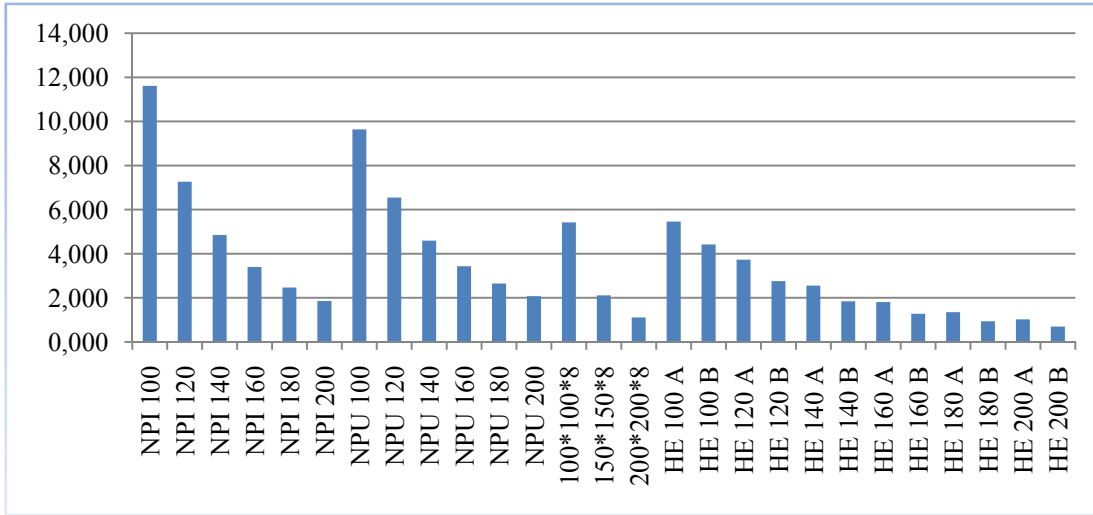
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.9’da, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.52, Şekil 4.53 ve Şekil 4.54’te belirtilmiştir.

Çizelge 4.9 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

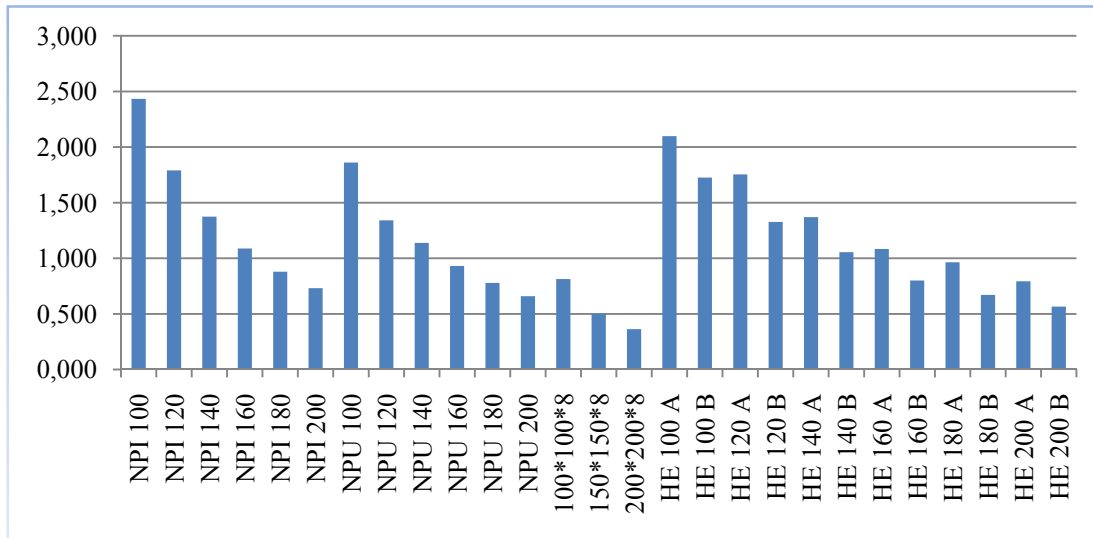
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,325125	11,611	2,434
NPI 120	0,169501	7,264	1,790
NPI 140	0,097027	4,851	1,374
NPI 160	0,059461	3,398	1,087
NPI 180	0,038342	2,465	0,879
NPI 200	0,025980	1,856	0,730
NPU 100	0,269885	9,638	1,860
NPU 120	0,152737	6,546	1,341
NPU 140	0,091895	4,594	1,138
NPU 160	0,060104	3,434	0,931
NPU 180	0,041182	2,647	0,779
NPU 200	0,029108	2,079	0,659
100*100*8	0,151903	5,425	0,812
150*150*8	0,039374	2,109	0,501
200*200*8	0,015591	1,114	0,362
HE 100 A	0,159211	5,458	2,098
HE 100 B	0,123685	4,417	1,725
HE 120 A	0,091713	3,734	1,753
HE 120 B	0,064318	2,756	1,326
HE 140 A	0,053820	2,556	1,370
HE 140 B	0,036843	1,842	1,055
HE 160 A	0,033232	1,804	1,084
HE 160 B	0,022310	1,275	0,801
HE 180 A	0,022150	1,353	0,964
HE 180 B	0,014512	0,933	0,671
HE 200 A	0,015059	1,022	0,792
HE 200 B	0,009761	0,697	0,565



Şekil 4.52 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



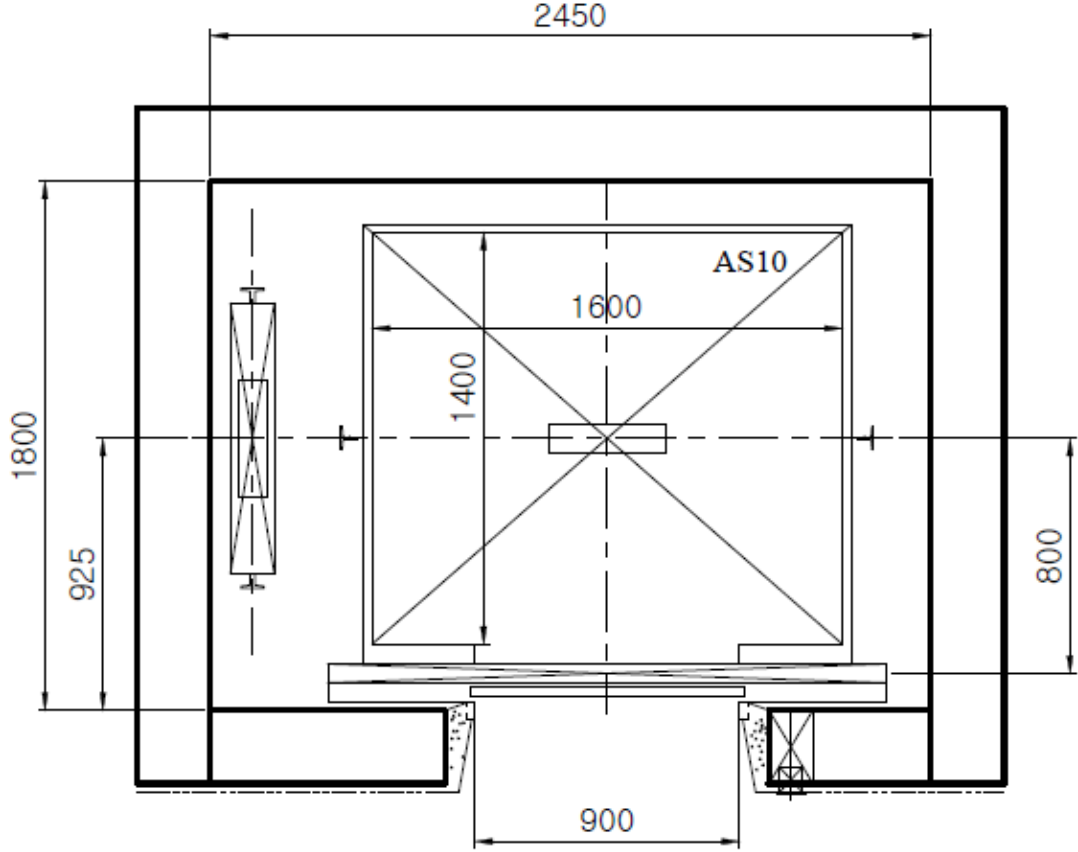
Şekil 4.53 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.54 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.10 Asansör-10 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-10'a ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.55'te gösterilmektedir.



Şekil 4.55 : Asansör-10'a ait kuyu yerleşimi.

$D_X = 1400$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

$D_Y = 1600$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

$Q = 1000$ kg Beyan yükü

$x_{QÖ} = 175$ mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{QÖ} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 200$ mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

$y_{QY} = 200$ mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	130	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	800	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	1000	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	198	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 1000 = 3924,00 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 130 + 1000 + 198 = 1327,62 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{130 \cdot 800 + 1000 \cdot 0 + 198 \cdot 0}{130 + 1000 + 198} = 78,336 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{130 \cdot 0 + 1000 \cdot 0 + 198 \cdot 0}{130 + 1000 + 198} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 175 + 1327,62 \cdot 78,3)}{2 \cdot 3465} = 1184,84 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1327,62 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 200 + 1327,62 \cdot 78,3)}{2 \cdot 3465} = 1291,01 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1327,62 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1327,62 \cdot 78,3)}{2 \cdot 3465} = 441,662 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 200 + 1327,62 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 1698,70 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 175 + 1327,62 \cdot 78,3)}{2 \cdot 3465} = 473,938 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1327,62 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 200 + 1327,62 \cdot 78,3)}{2 \cdot 3465} = 516,405 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1327,62 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1327,62 \cdot 78,3)}{2 \cdot 3465} = 176,665 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 200 + 1327,62 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 679,481 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

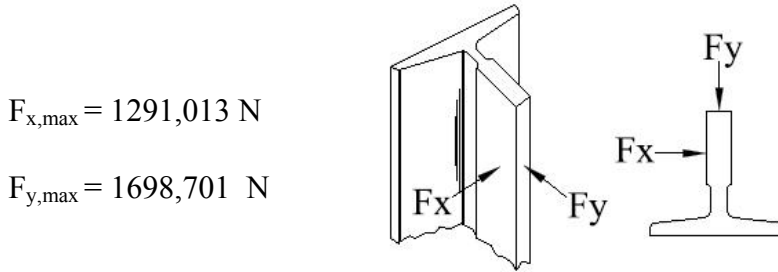
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 1328 \cdot (0 + 3924,0 \cdot 800)}{2 \cdot 3465} = 452,987 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 1328 \cdot (0 + 3924,0 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.56’da belirtilmiştir.



$$F_{x,max} = 1291,013 \text{ N}$$

$$F_{y,max} = 1698,701 \text{ N}$$

Şekil 4.56: Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 1800 \text{ mm}$$

$$a = 925 \text{ mm}$$

$$b = 875 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{1699 \cdot 875^2}{1800^2} \cdot \left(1 + \frac{925}{2 \cdot 1800} \right) = 504,550 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 1699 - 504,6 = 1194,151 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

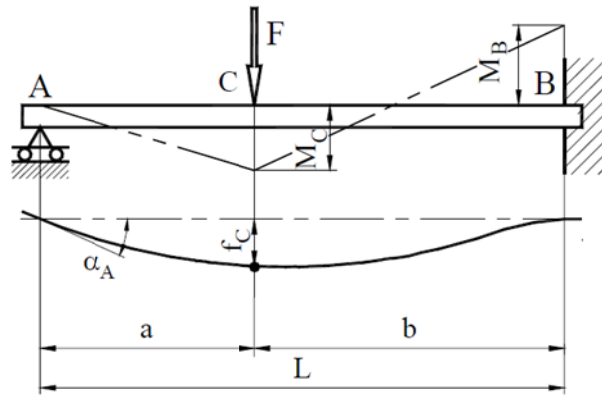
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{1699 \cdot 925 \cdot 875}{1800} \cdot \left(1 - \frac{875}{2 \cdot 1800} \right) = 578173,664 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{1699 \cdot 925 \cdot 875^2}{1800^2} \cdot \left(1 + \frac{925}{2 \cdot 1800} \right) = 466708,736 \text{ N}$$

Şekil 4.57’de yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.57: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_C = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

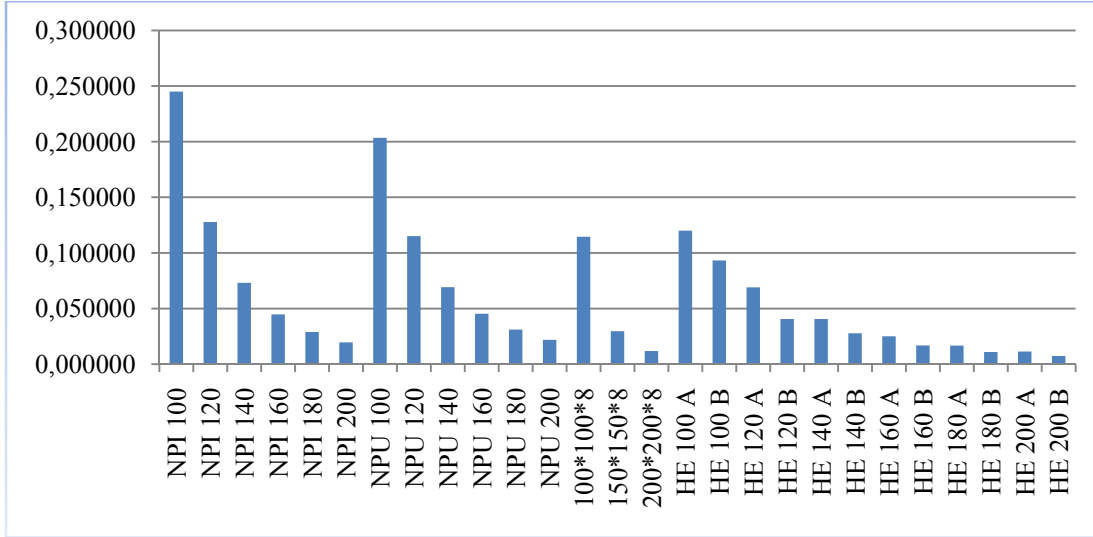
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

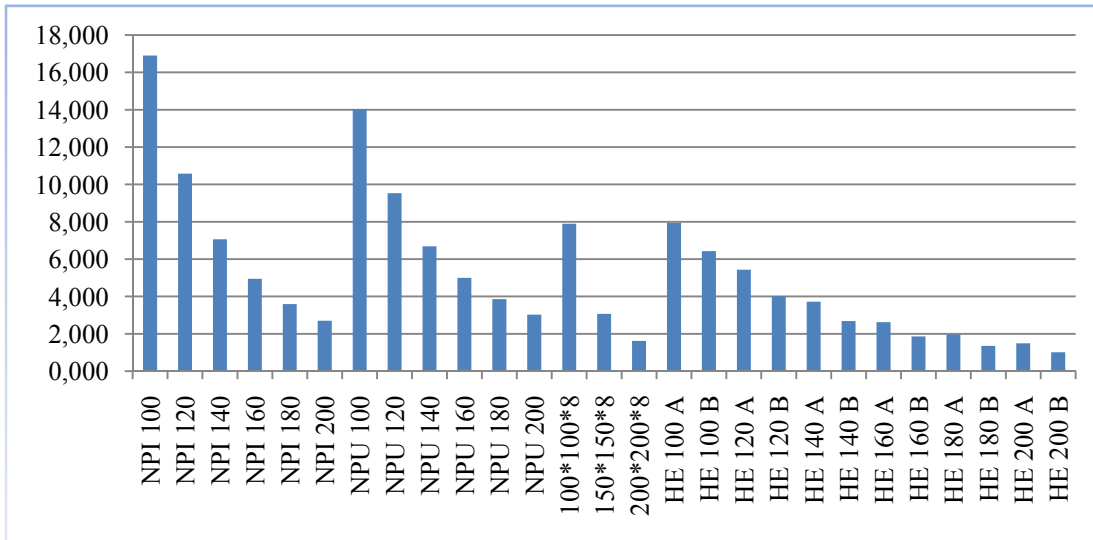
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.10'da, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.58, Şekil 4.59 ve Şekil 4.60'ta belirtilmiştir.

Çizelge 4.10 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

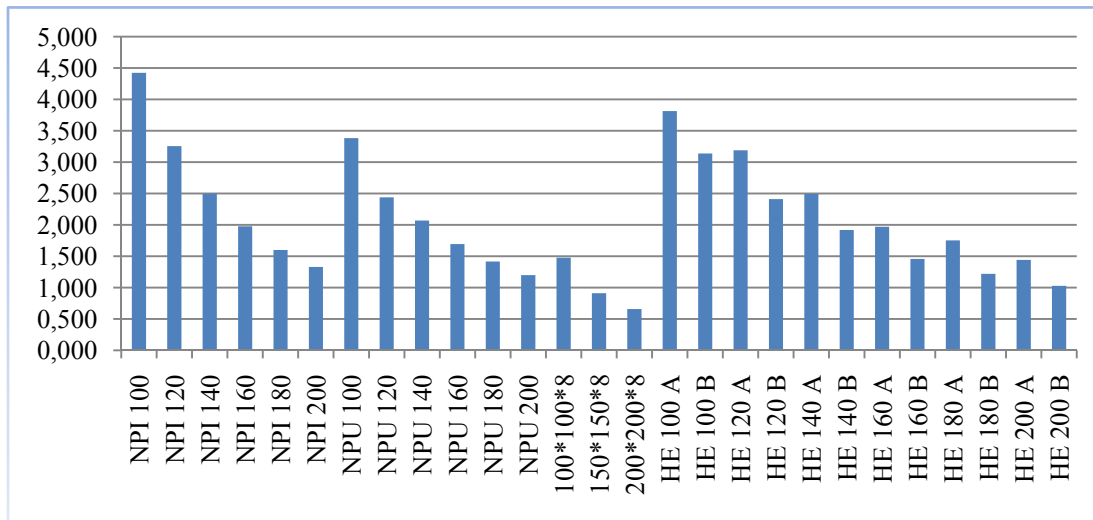
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,245059	16,906	4,425
NPI 120	0,127760	10,576	3,255
NPI 140	0,073133	7,063	2,498
NPI 160	0,044818	4,947	1,977
NPI 180	0,028900	3,589	1,599
NPI 200	0,019582	2,702	1,328
NPU 100	0,203423	14,033	3,382
NPU 120	0,115124	9,530	2,438
NPU 140	0,069265	6,690	2,070
NPU 160	0,045303	5,000	1,693
NPU 180	0,031041	3,854	1,416
NPU 200	0,021940	3,027	1,199
100*100*8	0,114495	7,899	1,477
150*150*8	0,029678	3,071	0,911
200*200*8	0,011751	1,621	0,659
HE 100 A	0,120003	7,947	3,814
HE 100 B	0,093226	6,431	3,137
HE 120 A	0,069128	5,436	3,188
HE 120 B	0,040566	4,013	2,411
HE 140 A	0,040566	3,722	2,491
HE 140 B	0,027770	2,682	1,918
HE 160 A	0,025048	2,626	1,970
HE 160 B	0,016816	1,856	1,456
HE 180 A	0,016695	1,969	1,753
HE 180 B	0,010938	1,358	1,219
HE 200 A	0,011350	1,488	1,440
HE 200 B	0,007357	1,015	1,027



Şekil 4.58 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



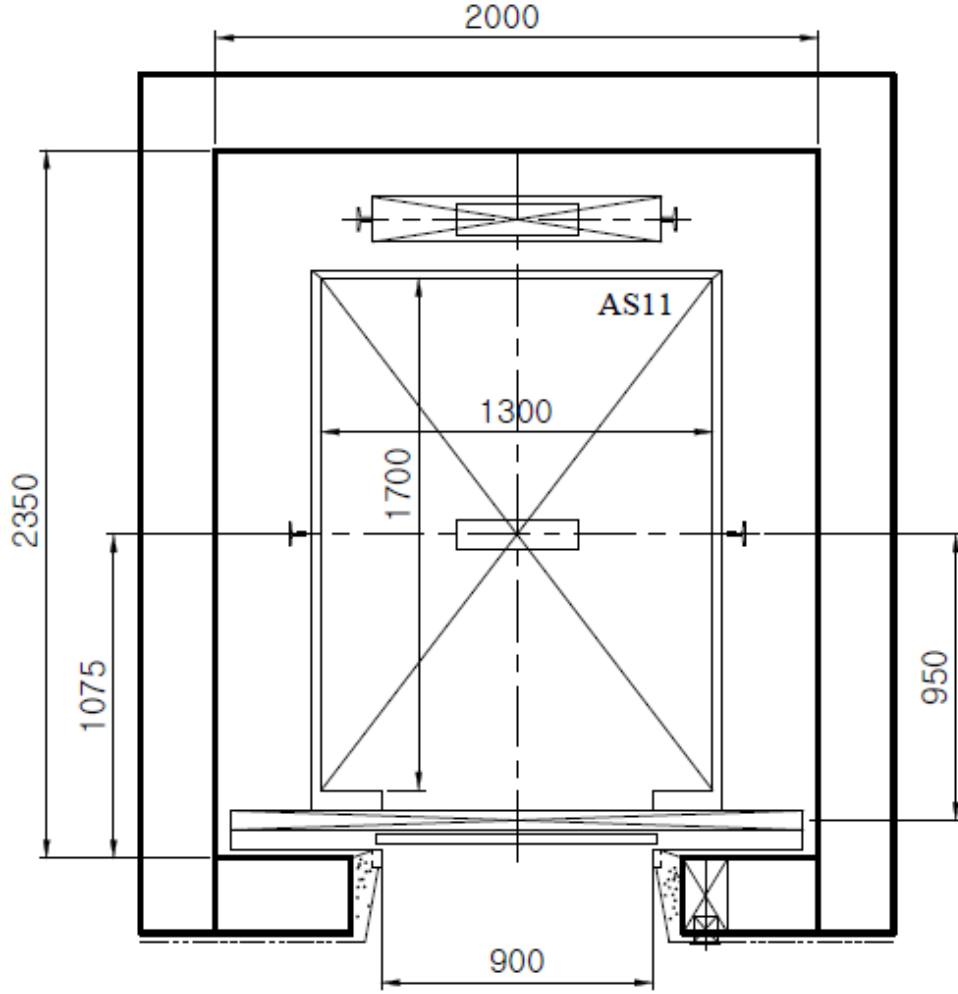
Şekil 4.59 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.60 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.11 Asansör-11 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-11'e ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.61'de gösterilmektedir.



Şekil 4.61 : Asansör-11'e ait kuyu yerleşimi.

$D_X = 1700$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

$D_Y = 1300$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

$Q = 1000$ kg Beyan yükü

$x_{QÖ} = 213$ mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{QÖ} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 163$ mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

$y_{QY} = 163$ mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	130	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	950	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	1000	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	185	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 1000 = 3924,00 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 130 + 1000 + 185 = 1314,90 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{130 \cdot 950 + 1000 \cdot 0 + 185 \cdot 0}{130 + 1000 + 185} = 93,923 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{130 \cdot 0 + 1000 \cdot 0 + 185 \cdot 0}{130 + 1000 + 185} = 0 \text{ mm}$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 213 + 1314,9 \cdot 93,9)}{2 \cdot 3465} = 1426,91 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1314,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 163 + 1314,9 \cdot 93,9)}{2 \cdot 3465} = 1214,57 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1314,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1314,9 \cdot 93,9)}{2 \cdot 3465} = 524,474 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 163 + 1314,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 1380,19 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 213 + 1314,9 \cdot 93,9)}{2 \cdot 3465} = 570,764 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1314,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 163 + 1314,9 \cdot 93,9)}{2 \cdot 3465} = 485,829 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1314,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1314,9 \cdot 93,9)}{2 \cdot 3465} = 206,790 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 163 + 1314,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 552,078 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

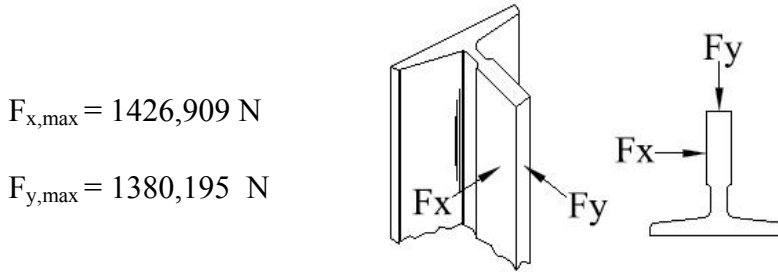
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 1315 \cdot (0 + 3924,0 \cdot 950)}{2 \cdot 3465} = 537,922 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 1315 \cdot (0 + 3924,0 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.62’de belirtilmiştir.



$$F_{x,max} = 1426,909 \text{ N}$$

$$F_{y,max} = 1380,195 \text{ N}$$

Şekil 4.62: Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 2350 \text{ mm}$$

$$a = 1075 \text{ mm}$$

$$b = 1275 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{1380 \cdot 1275^2}{2350^2} \cdot \left(1 + \frac{1075}{2 \cdot 2350}\right) = 499,205 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 1380 - 499,2 = 880,990 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

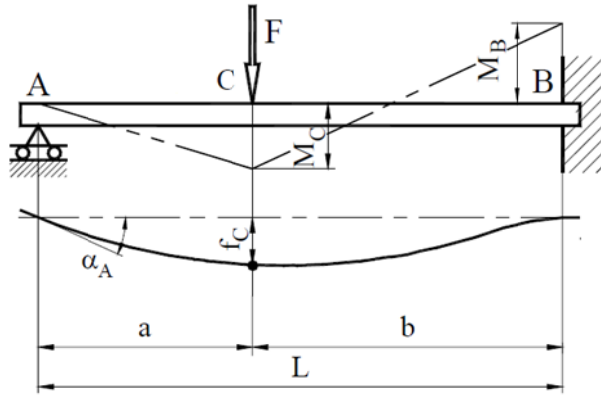
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{1380 \cdot 1075 \cdot 1275}{2350} \cdot \left(1 - \frac{1275}{2 \cdot 2350} \right) = 586615,985 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{1699 \cdot 1075 \cdot 1275^2}{2350^2} \cdot \left(1 + \frac{1075}{2 \cdot 2350} \right) = 536645,669 \text{ N}$$

Şekil 4.63'te yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.63: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_C = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

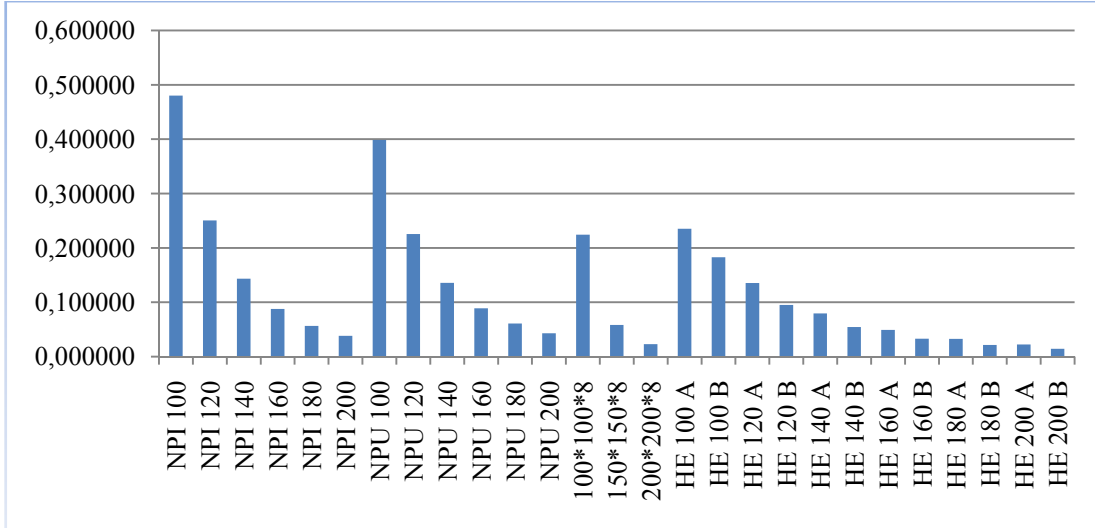
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

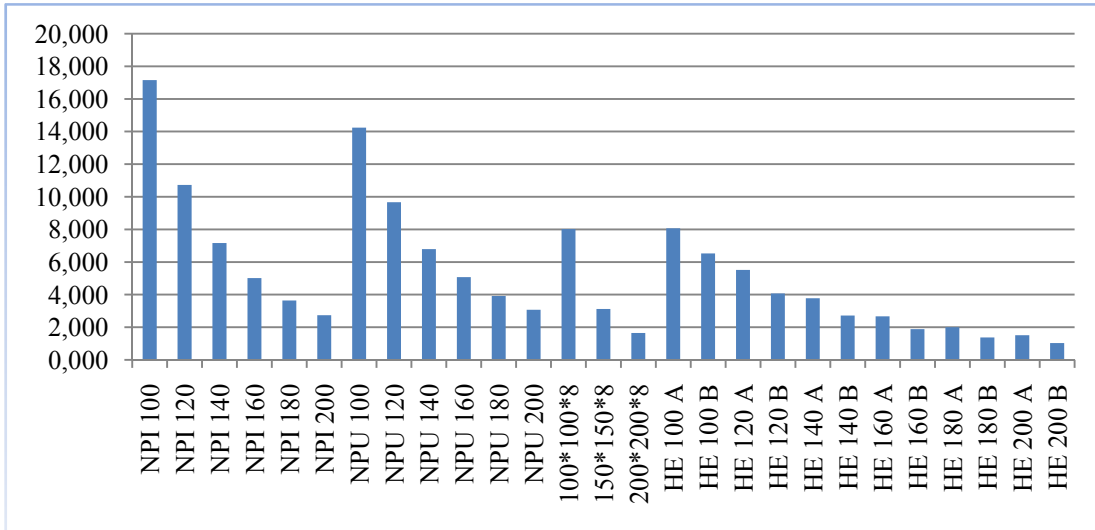
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.11’de, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.64, Şekil 4.65 ve Şekil 4.66’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.11 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

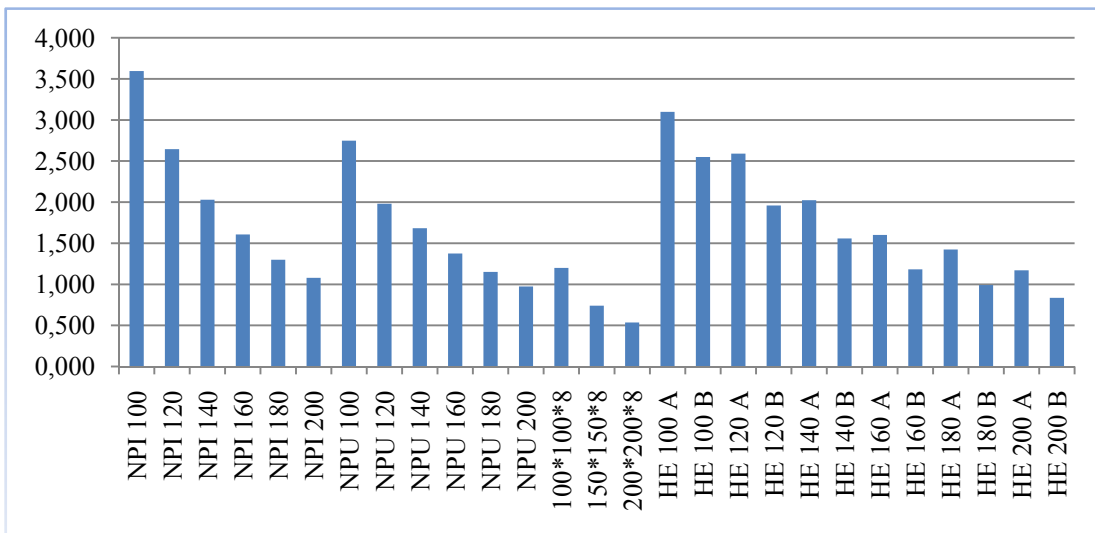
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,480298	17,153	3,595
NPI 120	0,250399	10,731	2,645
NPI 140	0,143335	7,166	2,030
NPI 160	0,087841	5,019	1,606
NPI 180	0,056642	3,641	1,299
NPI 200	0,038379	2,741	1,079
NPU 100	0,398694	14,238	2,748
NPU 120	0,225635	9,669	1,981
NPU 140	0,135754	6,787	1,682
NPU 160	0,088790	5,073	1,375
NPU 180	0,060838	3,911	1,151
NPU 200	0,043001	3,071	0,974
100*100*8	0,224402	8,014	1,200
150*150*8	0,058166	3,116	0,740
200*200*8	0,023032	1,645	0,535
HE 100 A	0,235198	8,063	3,099
HE 100 B	0,182716	6,525	2,549
HE 120 A	0,135485	5,516	2,590
HE 120 B	0,095015	4,072	1,959
HE 140 A	0,079507	3,776	2,024
HE 140 B	0,054427	2,721	1,559
HE 160 A	0,049092	2,665	1,601
HE 160 B	0,032958	1,883	1,183
HE 180 A	0,032722	1,998	1,424
HE 180 B	0,021439	1,378	0,991
HE 200 A	0,022246	1,509	1,170
HE 200 B	0,014419	1,030	0,835



Şekil 4.64 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



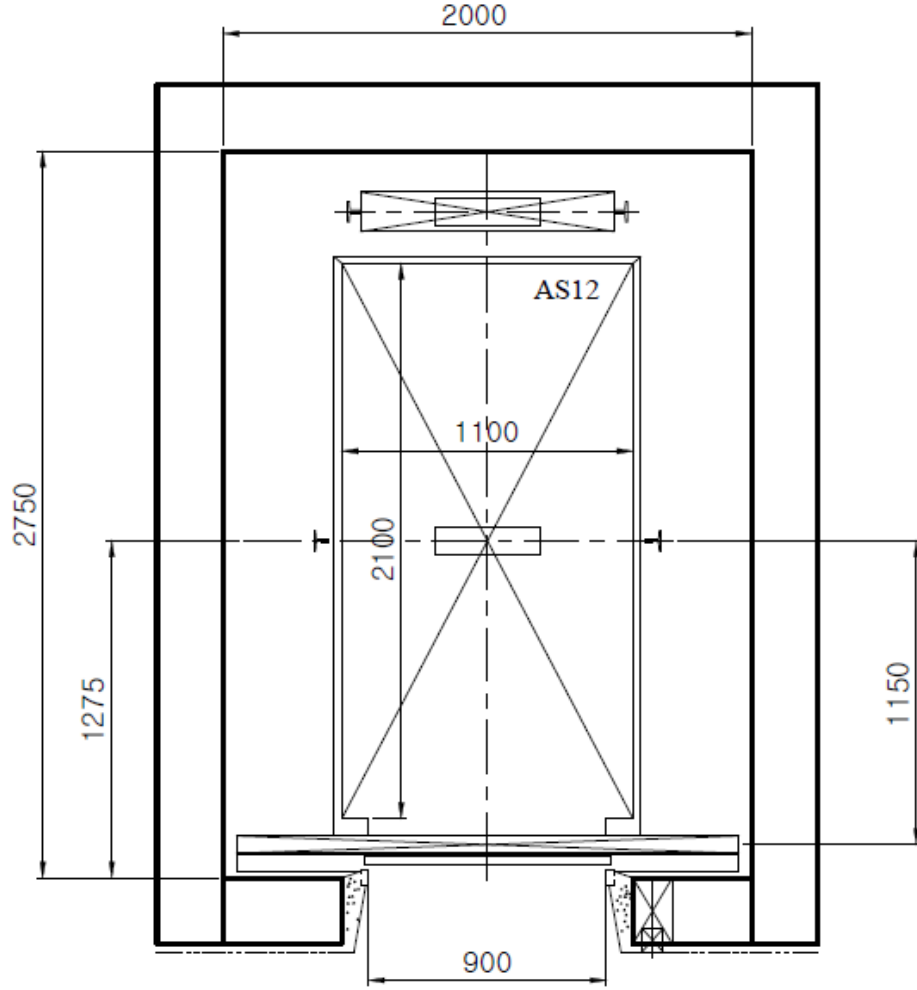
Şekil 4.65 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.66 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.12 Asansör-12 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-12'ye ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.67'de gösterilmektedir.



Şekil 4.67 : Asansör-12'ye ait kuyu yerleşimi.

$D_X = 2100$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

$D_Y = 1100$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

$Q = 1000$ kg Beyan yükü

$x_{QÖ} = 263$ mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{QÖ} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 138$ mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

$y_{QY} = 138$ mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	130	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	1150	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	1000	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	176	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 1000 = 3924,00 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 130 + 1000 + 176 = 1306,420 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{130 \cdot 1150 + 1000 \cdot 0 + 176 \cdot 0}{130 + 1000 + 176} = 114,435 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{130 \cdot 0 + 1000 \cdot 0 + 176 \cdot 0}{130 + 1000 + 176} = 0 \text{ mm}$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 263 + 1306,4 \cdot 114,4)}{2 \cdot 3465} = 1749,66 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1306,4 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 138 + 1306,4 \cdot 114,4)}{2 \cdot 3465} = 1218,82 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1306,4 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1306,4 \cdot 114,4)}{2 \cdot 3465} = 634,890 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 138 + 1306,4 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 1167,86 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 263 + 1306,4 \cdot 114,4)}{2 \cdot 3465} = 699,865 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1306,4 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 138 + 1306,4 \cdot 114,4)}{2 \cdot 3465} = 487,527 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1306,4 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 0 + 1306,4 \cdot 114,4)}{2 \cdot 3465} = 253,956 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1000 \cdot 138 + 1306,4 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 467,143 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

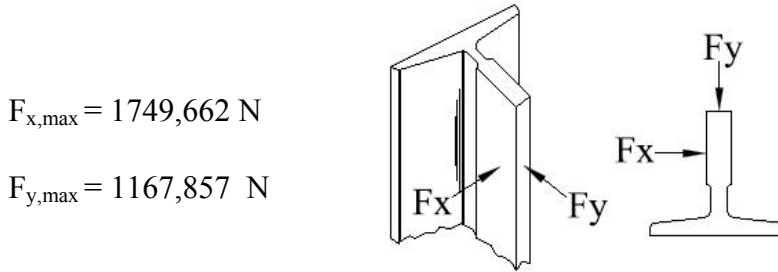
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 1306 \cdot (0 + 3924,0 \cdot 1150)}{2 \cdot 3465} = 651,169 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 1306 \cdot (0 + 3924,0 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.68’de belirtilmiştir.



$$F_{x,max} = 1749,662 \text{ N}$$

$$F_{y,max} = 1167,857 \text{ N}$$

Şekil 4.68 : Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 2750 \text{ mm}$$

$$a = 1275 \text{ mm}$$

$$b = 1475 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{1168 \cdot 1475^2}{2750^2} \cdot \left(1 + \frac{1275}{2 \cdot 2750}\right) = 413,861 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 1168 - 413,8 = 753,996 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

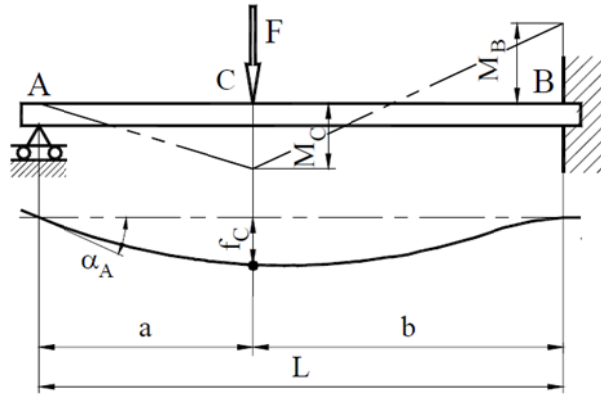
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{1168 \cdot 1275 \cdot 1475}{2750} \cdot \left(1 - \frac{1475}{2 \cdot 2750} \right) = 584470,274 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{1168 \cdot 1275 \cdot 1475^2}{2750^2} \cdot \left(1 + \frac{1275}{2 \cdot 2750} \right) = 527673,360 \text{ N}$$

Şekil 4.69’da yük altındaki kişişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.69: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_C = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

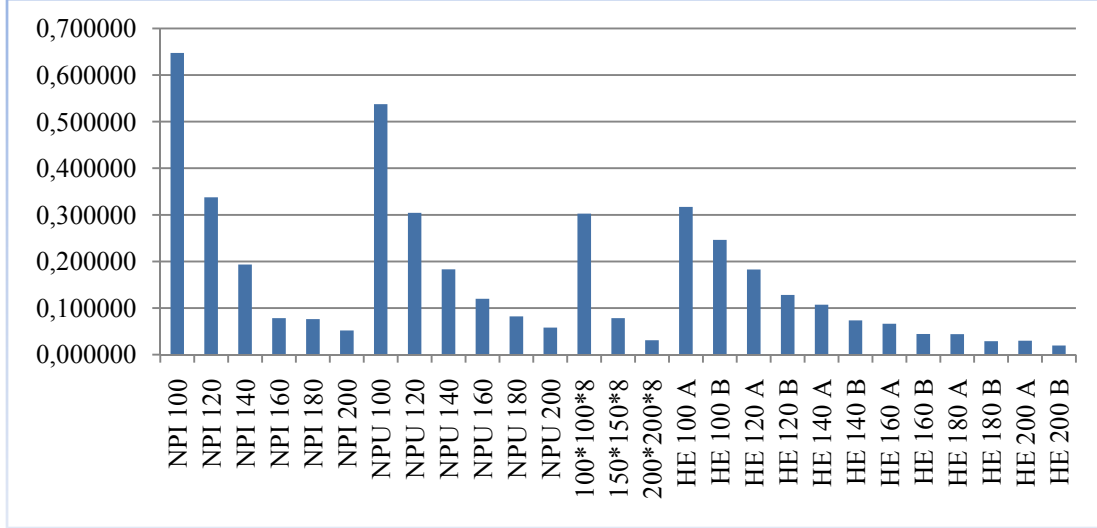
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

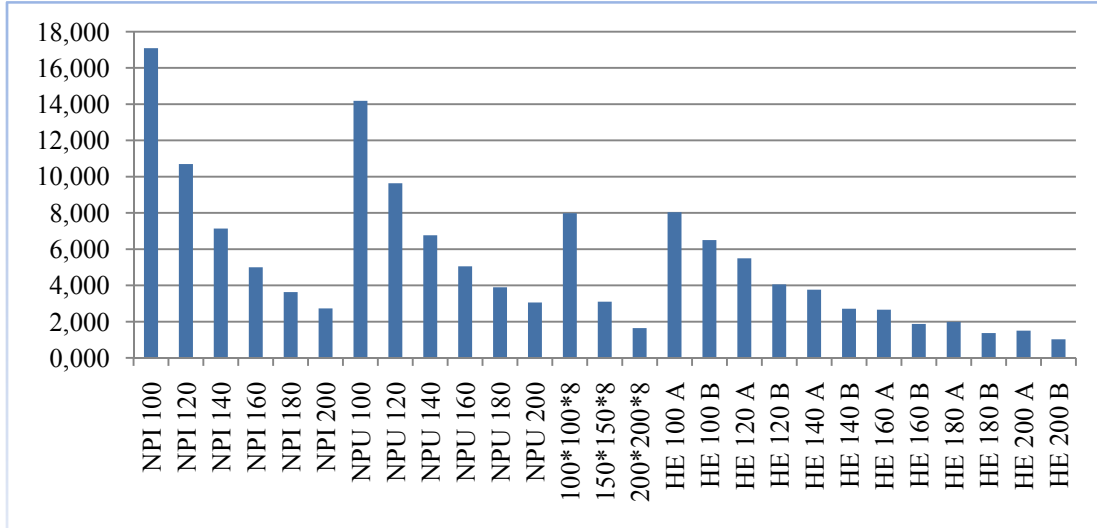
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.12’de, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.70, Şekil 4.71 ve Şekil 4.72’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.12 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

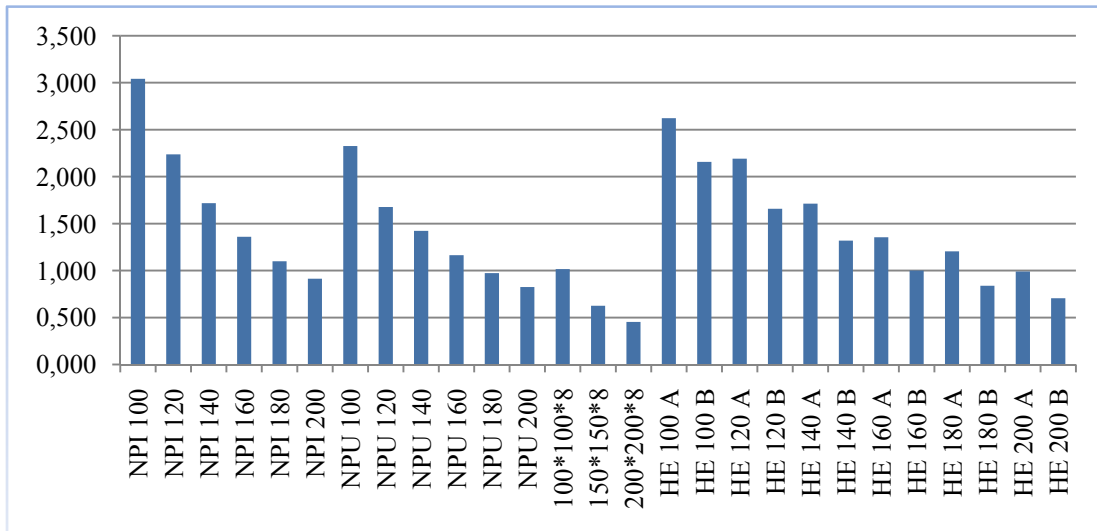
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,647525	17,090	3,042
NPI 120	0,337582	10,692	2,238
NPI 140	0,193240	7,140	1,718
NPI 160	0,078418	5,001	1,359
NPI 180	0,076363	3,628	1,099
NPI 200	0,051741	2,731	0,913
NPU 100	0,537508	14,186	2,325
NPU 120	0,304194	9,634	1,676
NPU 140	0,183019	6,762	1,423
NPU 160	0,119705	5,055	1,164
NPU 180	0,082020	3,896	0,974
NPU 200	0,057972	3,060	0,824
100*100*8	0,302532	7,985	1,015
150*150*8	0,078418	3,104	0,626
200*200*8	0,031051	1,639	0,453
HE 100 A	0,317087	8,034	2,622
HE 100 B	0,246333	6,501	2,156
HE 120 A	0,182657	5,496	2,192
HE 120 B	0,128097	4,057	1,658
HE 140 A	0,107189	3,763	1,713
HE 140 B	0,073378	2,711	1,319
HE 160 A	0,066185	2,655	1,355
HE 160 B	0,044433	1,876	1,001
HE 180 A	0,044114	1,991	1,205
HE 180 B	0,028903	1,373	0,838
HE 200 A	0,029991	1,504	0,990
HE 200 B	0,019439	1,026	0,706



Şekil 4.70 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



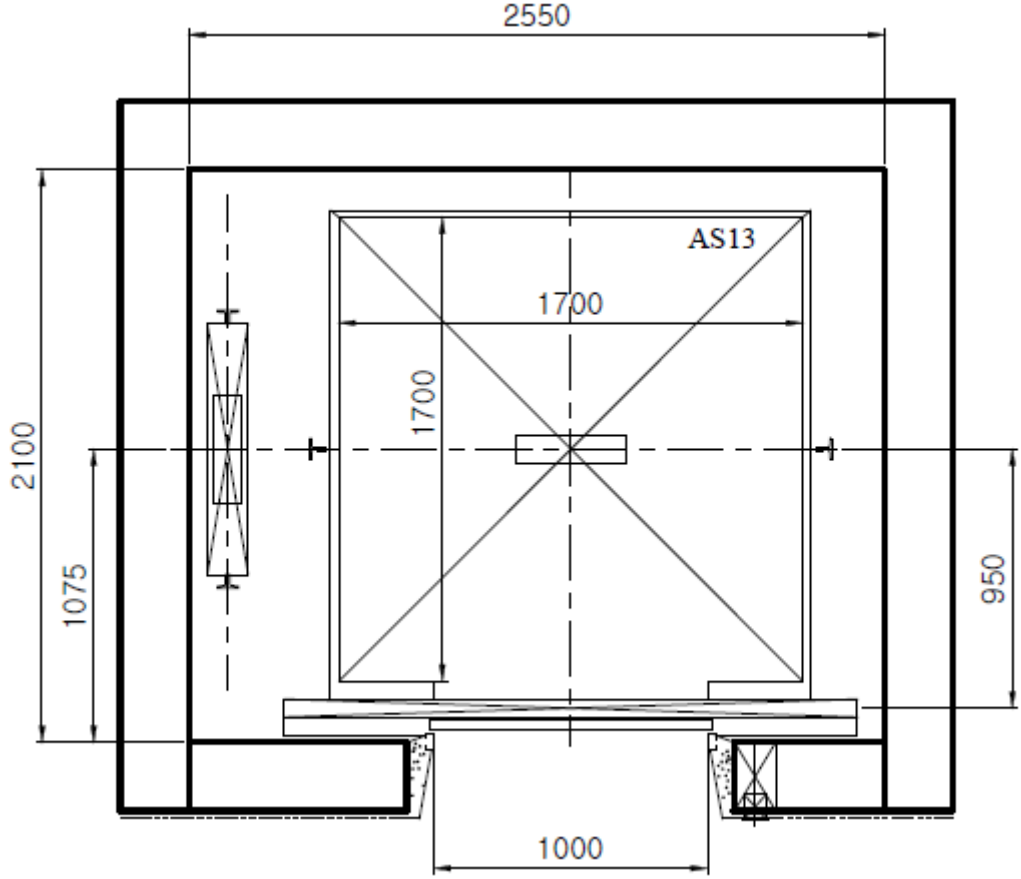
Şekil 4.71 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.72 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.13 Asansör-13 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-13'e ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.73'te gösterilmektedir.



Şekil 4.73 : Asansör-13'e ait kuyu yerleşimi.

D_X	=	1700	mm	Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik
D_Y	=	1700	mm	Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik
Q	=	1250	kg	Beyan yükü
$x_{QÖ}$	=	213	mm	Yük dağılımı önde X-ekseni
$y_{QÖ}$	=	0	mm	Yük dağılımı önde Y-ekseni
x_{QA}	=	213	mm	Yük dağılımı arkada X-ekseni
y_{QA}	=	0	mm	Yük dağılımı arkada Y-ekseni
x_{QY}	=	0	mm	Yük dağılımı sağda X-ekseni
y_{QY}	=	213	mm	Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	140	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	950	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	1400	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	202	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 1250 = 4905,00 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 140 + 1400 + 202 = 1741,860 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{140 \cdot 1150 + 1400 \cdot 0 + 202 \cdot 0}{140 + 1400 + 202} = 76,355 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{140 \cdot 0 + 1400 \cdot 0 + 202 \cdot 0}{140 + 1400 + 202} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 213 + 1741,9 \cdot 76,4)}{2 \cdot 3465} = 1942,86 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1741,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 213 + 1741,9 \cdot 76,4)}{2 \cdot 3465} = 1692,86 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1741,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1741,9 \cdot 76,4)}{2 \cdot 3465} = 564,818 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 213 + 1741,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 2256,09 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 213 + 1741,9 \cdot 76,4)}{2 \cdot 3465} = 677,145 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1741,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 213 + 1741,9 \cdot 76,4)}{2 \cdot 3465} = 677,145 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1741,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1741,9 \cdot 76,4)}{2 \cdot 3465} = 225,927 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 213 + 1741,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 902,435 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

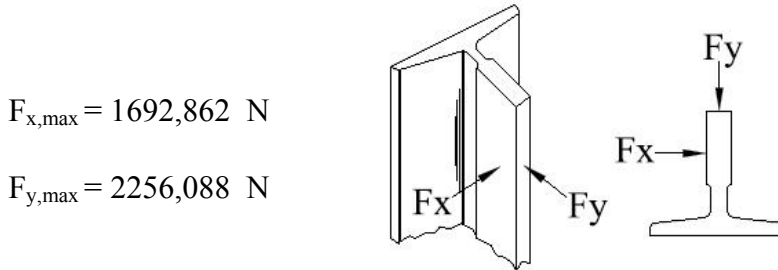
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 1742 \cdot (0 + 4905,0 \cdot 950)}{2 \cdot 3465} = 672,403 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 1742 \cdot (0 + 4905,0 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.74'te belirtilmiştir.



$$F_{x,\max} = 1692,862 \text{ N}$$

$$F_{y,\max} = 2256,088 \text{ N}$$

Şekil 4.74 : Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 2100 \text{ mm}$$

$$a = 1075 \text{ mm}$$

$$b = 1025 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{2256 \cdot 1025^2}{2100^2} \cdot \left(1 + \frac{1075}{2 \cdot 2100}\right) = 675,054 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 2256 - 675,1 = 1581,034 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

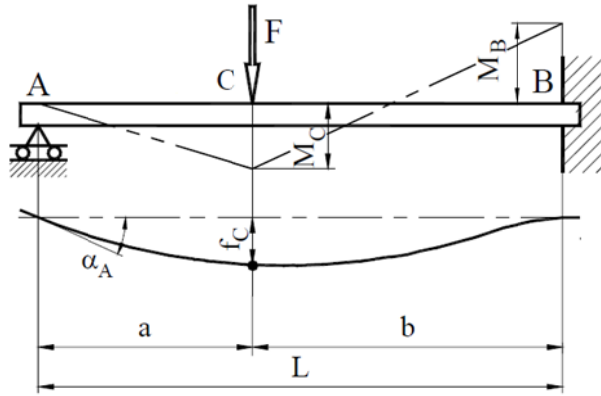
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{2256 \cdot 1075 \cdot 1025}{2100} \cdot \left(1 - \frac{1025}{2 \cdot 2100} \right) = 894877,203 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{2256 \cdot 1075 \cdot 1025^2}{2100^2} \cdot \left(1 + \frac{1075}{2 \cdot 2100} \right) = 725682,666 \text{ N}$$

Şekil 4.75'te yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.75: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_C = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

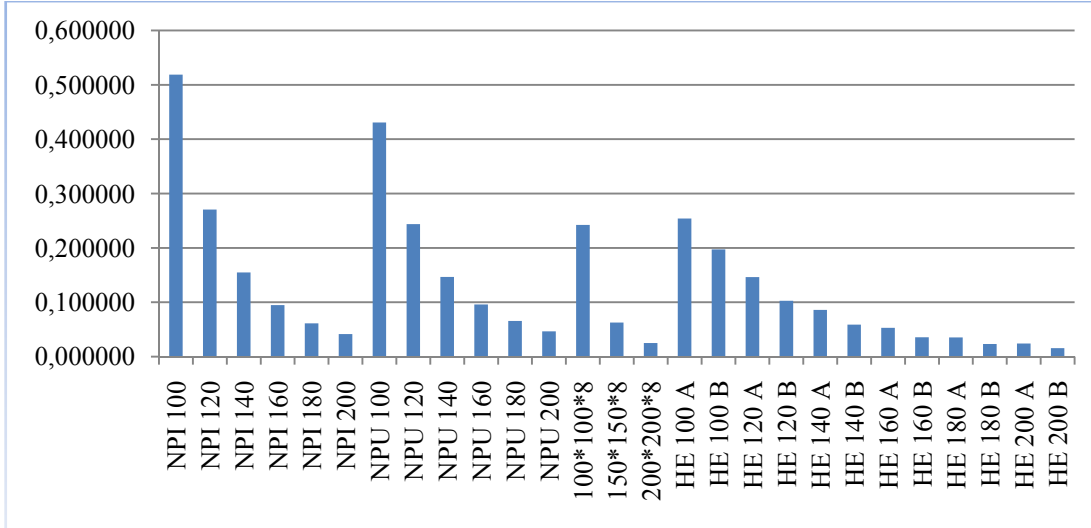
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

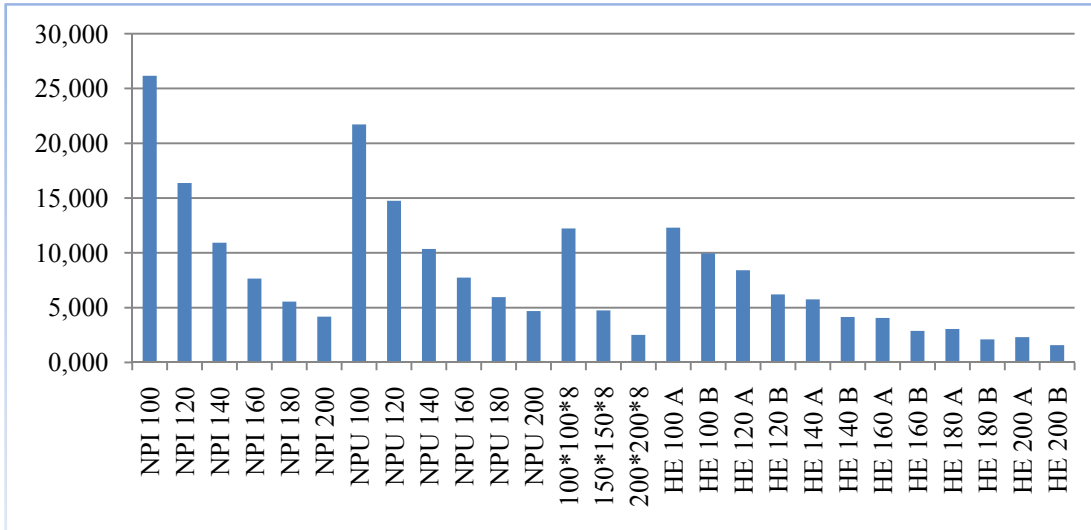
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.13'te, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.76, Şekil 4.77 ve Şekil 4.78'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.13 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

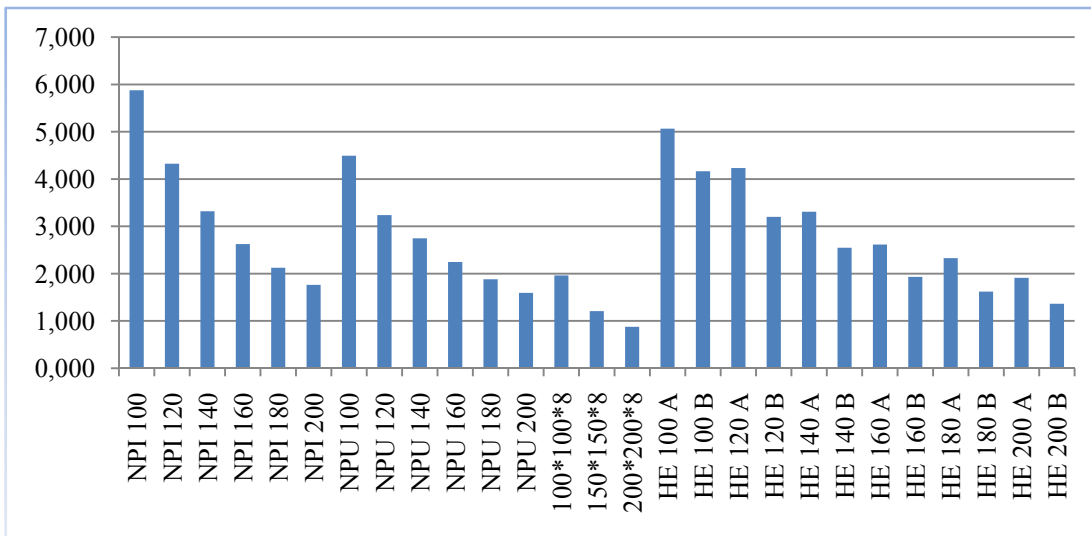
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,518862	26,166	5,876
NPI 120	0,270504	16,370	4,323
NPI 140	0,154844	10,932	3,318
NPI 160	0,094894	7,657	2,626
NPI 180	0,061190	5,554	2,124
NPI 200	0,041460	4,182	1,764
NPU 100	0,430706	21,720	4,492
NPU 120	0,243751	14,751	3,239
NPU 140	0,146654	10,354	2,749
NPU 160	0,095919	7,739	2,248
NPU 180	0,065723	5,966	1,881
NPU 200	0,046453	4,685	1,592
100*100*8	0,242419	12,225	1,961
150*150*8	0,062837	4,753	1,209
200*200*8	0,024881	2,509	0,875
HE 100 A	0,254082	12,301	5,065
HE 100 B	0,197387	9,954	4,166
HE 120 A	0,146363	8,414	4,234
HE 120 B	0,102644	6,212	3,202
HE 140 A	0,085891	5,761	3,309
HE 140 B	0,058797	4,151	2,548
HE 160 A	0,053034	4,065	2,617
HE 160 B	0,035604	2,873	1,933
HE 180 A	0,035349	3,048	2,328
HE 180 B	0,023160	2,102	1,619
HE 200 A	0,024032	2,303	1,913
HE 200 B	0,015577	1,571	1,364



Şekil 4.76 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



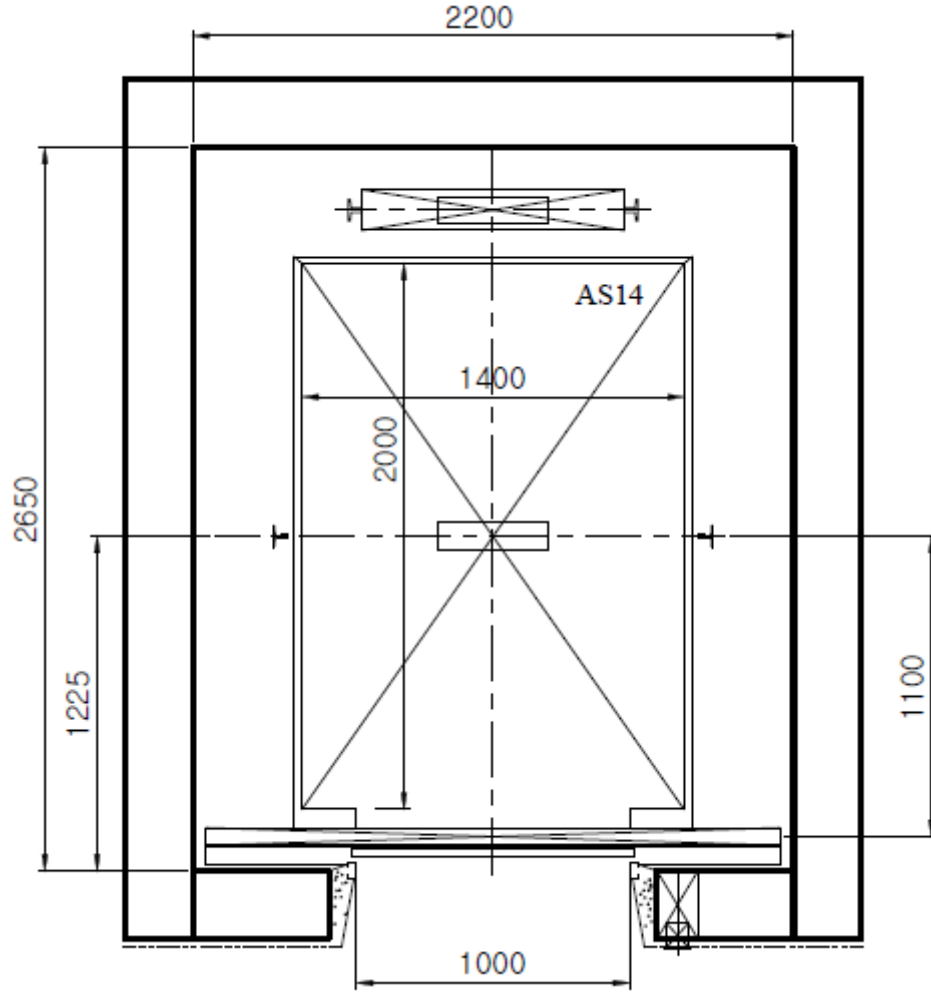
Şekil 4.77 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.78 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.14 Asansör-14 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-14'e ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.79'da gösterilmektedir.



Şekil 4.79 : Asansör-14'e ait kuyu yerleşimi.

$D_X = 2000$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

$D_Y = 1400$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

$Q = 1250$ kg Beyan yükü

$x_{QÖ} = 250$ mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{QÖ} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 175$ mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

$y_{QY} = 175$ mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	140	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	1100	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	1400	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	189	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 1250 = 4905,00 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 140 + 1400 + 189 = 1729,140 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{140 \cdot 1100 + 1400 \cdot 0 + 189 \cdot 0}{140 + 1400 + 189} = 89,062 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{140 \cdot 0 + 1400 \cdot 0 + 189 \cdot 0}{140 + 1400 + 189} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 250 + 1729,1 \cdot 89,1)}{2 \cdot 3465} = 1981,11 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1729,1 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 175 + 1729,1 \cdot 89,1)}{2 \cdot 3465} = 1582,98 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1729,1 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1729,1 \cdot 89,1)}{2 \cdot 3465} = 654,00 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 175 + 1729,1 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 1875,95 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 250 + 1729,1 \cdot 89,1)}{2 \cdot 3465} = 792,444 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1729,1 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 175 + 1729,1 \cdot 89,1)}{2 \cdot 3465} = 633,191 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1729,1 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1729,1 \cdot 89,1)}{2 \cdot 3465} = 261,60 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 175 + 1729,1 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 743,182 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

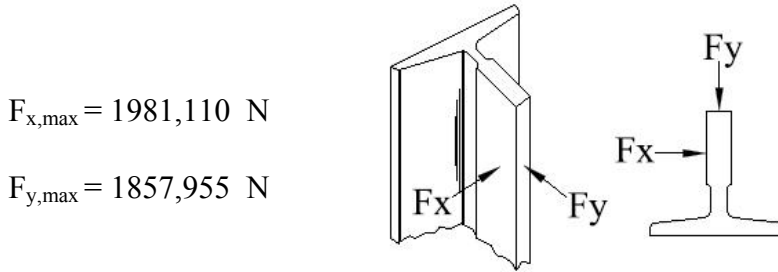
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 1729 \cdot (0 + 4905,0 \cdot 1100)}{2 \cdot 3465} = 778,571 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 1729 \cdot (0 + 4905,0 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.80’de belirtilmiştir.



$$F_{x,max} = 1981,110 \text{ N}$$

$$F_{y,max} = 1857,955 \text{ N}$$

Şekil 4.80 : Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 2650 \text{ mm}$$

$$a = 1225 \text{ mm}$$

$$b = 1425 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{1858 \cdot 1425^2}{2650^2} \cdot \left(1 + \frac{1225}{2 \cdot 2650}\right) = 661,421 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 1858 - 661,4 = 1196,534 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

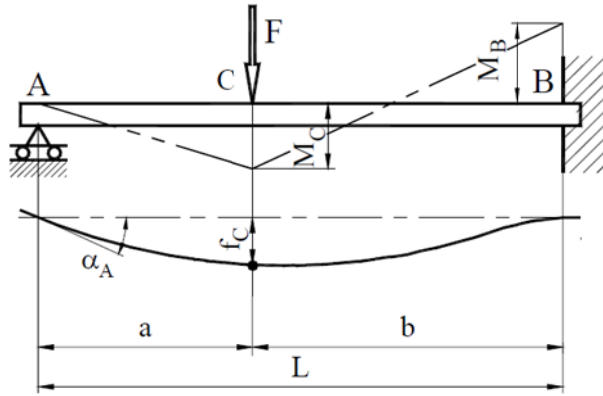
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{1858 \cdot 1225 \cdot 1425}{2650} \cdot \left(1 - \frac{1425}{2 \cdot 2650} \right) = 894820,657 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{1858 \cdot 1225 \cdot 1425^2}{2650^2} \cdot \left(1 + \frac{1225}{2 \cdot 2650} \right) = 810240,226 \text{ N}$$

Şekil 4.81’de yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.81: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_C = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

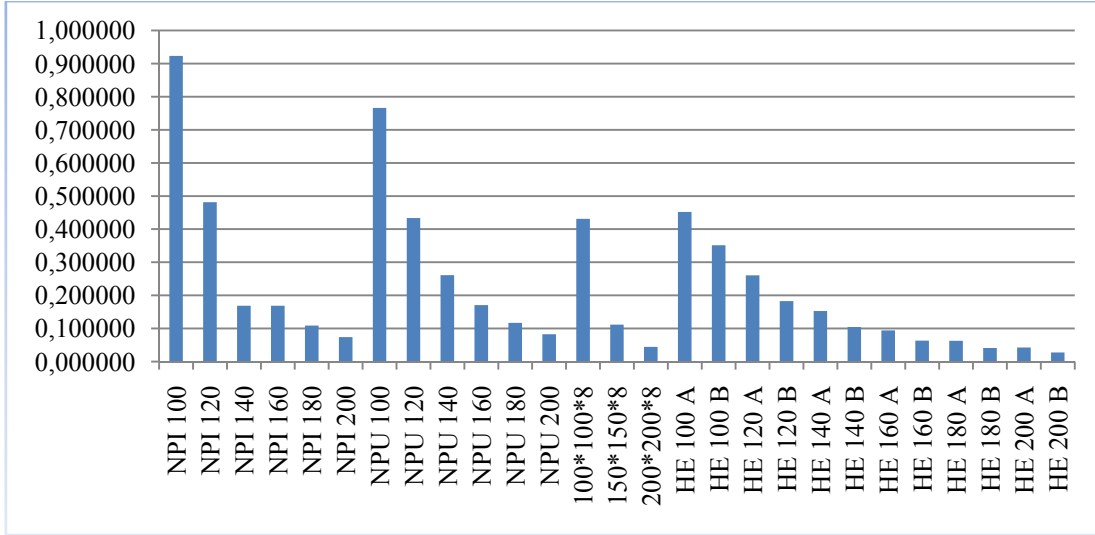
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

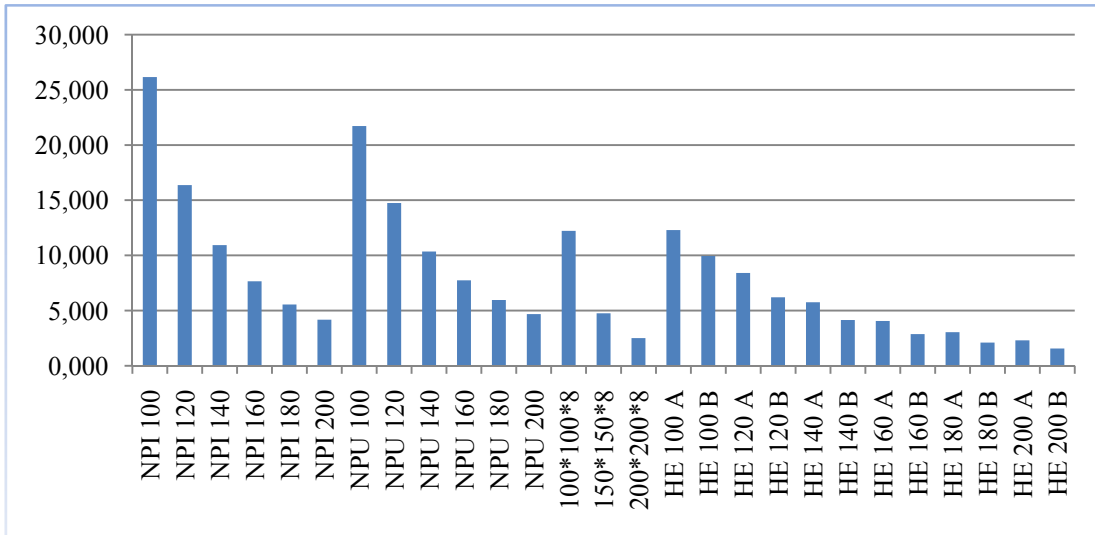
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.14'te, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.82, Şekil 4.83 ve Şekil 4.84'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.14 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

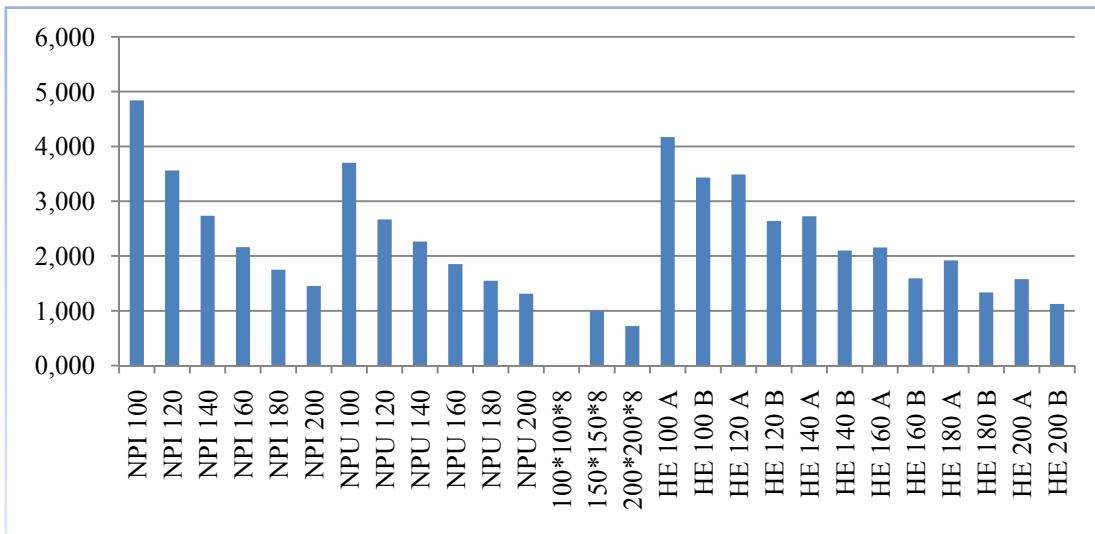
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,923047	26,164	4,839
NPI 120	0,481222	16,369	3,560
NPI 140	0,168814	10,931	2,733
NPI 160	0,168814	7,656	2,162
NPI 180	0,108856	5,554	1,749
NPI 200	0,073757	4,181	1,452
NPU 100	0,766218	21,719	3,699
NPU 120	0,433629	14,750	2,667
NPU 140	0,260894	10,353	2,264
NPU 160	0,170639	7,739	1,851
NPU 180	0,116919	5,965	1,549
NPU 200	0,082639	4,685	1,311
100*100*8	0,431260	12,224	0,002
150*150*8	0,111785	4,753	0,996
200*200*8	0,044263	2,509	0,721
HE 100 A	0,452007	12,300	4,171
HE 100 B	0,351148	9,954	3,431
HE 120 A	0,260378	8,414	3,487
HE 120 B	0,182602	6,211	2,637
HE 140 A	0,152799	5,760	2,725
HE 140 B	0,104600	4,151	2,098
HE 160 A	0,094346	4,065	2,155
HE 160 B	0,063339	2,873	1,592
HE 180 A	0,062885	3,048	1,917
HE 180 B	0,041201	2,102	1,333
HE 200 A	0,042752	2,302	1,575
HE 200 B	0,027711	1,571	1,124



Şekil 4.82 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



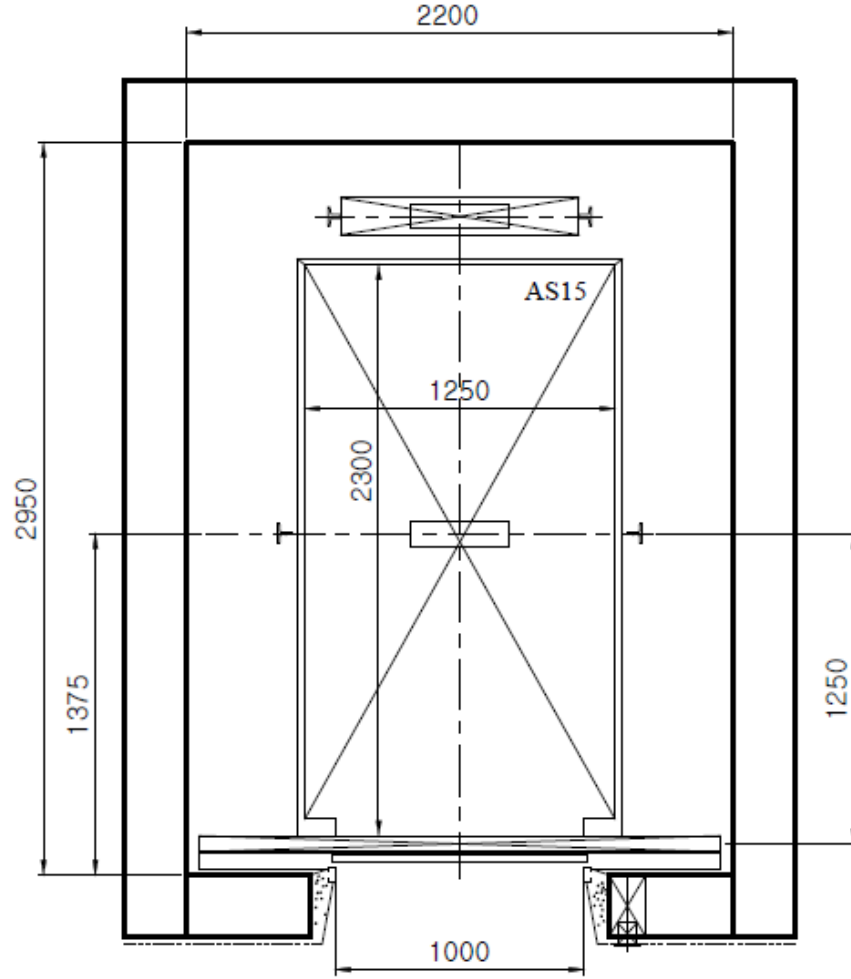
Şekil 4.83 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.84 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.15 Asansör-15 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-15'e ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.85'te gösterilmektedir.



Şekil 4.85 : Asansör-15'e ait kuyu yerleşimi.

$D_X = 2300$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

$D_Y = 1250$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

$Q = 1250$ kg Beyan yükü

$x_{QÖ} = 288$ mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{QÖ} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 156$ mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

$y_{QY} = 156$ mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	140	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	1250	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	1400	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	183	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 1250 = 4905,00 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 140 + 1400 + 183 = 1722,780 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{140 \cdot 1250 + 1400 \cdot 0 + 183 \cdot 0}{140 + 1400 + 183} = 101,580 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{140 \cdot 0 + 1400 \cdot 0 + 183 \cdot 0}{140 + 1400 + 183} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 288 + 1722,8 \cdot 101,6)}{2 \cdot 3465} = 2269,36 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1722,8 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 156 + 1722,8 \cdot 101,6)}{2 \cdot 3465} = 1572,63 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1722,8 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1722,8 \cdot 101,6)}{2 \cdot 3465} = 743,182 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 156 + 1722,8 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 1658,89 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 288 + 1722,8 \cdot 101,6)}{2 \cdot 3465} = 907,744 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1722,8 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 156 + 1722,8 \cdot 101,6)}{2 \cdot 3465} = 629,050 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1722,8 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 0 + 1722,8 \cdot 101,6)}{2 \cdot 3465} = 297,273 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1250 \cdot 156 + 1722,8 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 663,555 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

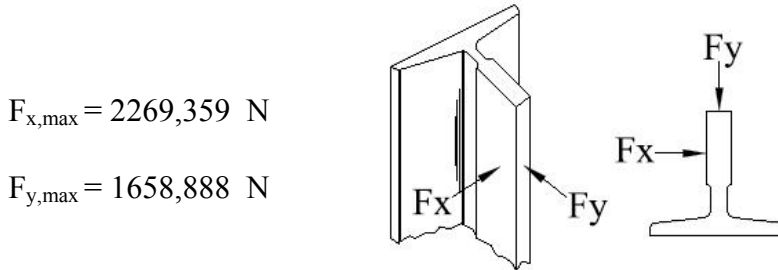
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 1723 \cdot (0 + 4905,0 \cdot 1250)}{2 \cdot 3465} = 884,740 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 1723 \cdot (0 + 4905,0 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.86’da belirtmiştir.



$$F_{x,max} = 2269,359 \text{ N}$$

$$F_{y,max} = 1658,888 \text{ N}$$

Şekil 4.86 : Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 2950 \text{ mm}$$

$$a = 1375 \text{ mm}$$

$$b = 1575 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{1659 \cdot 1575^2}{2950^2} \cdot \left(1 + \frac{1375}{2 \cdot 2950}\right) = 583,063 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 1659 - 583,063 = 1075,937 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

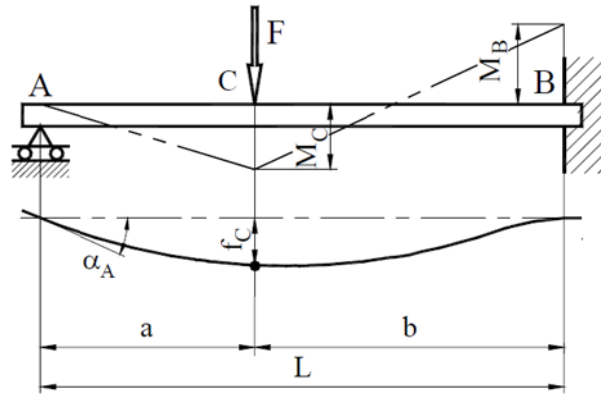
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{1659 \cdot 1375 \cdot 1575}{2950} \cdot \left(1 - \frac{1575}{2 \cdot 2950} \right) = 892714,117 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{1659 \cdot 1375 \cdot 1575^2}{2950^2} \cdot \left(1 + \frac{1375}{2 \cdot 2950} \right) = 810710,978 \text{ N}$$

Şekil 4.87’de yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.87: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_C = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

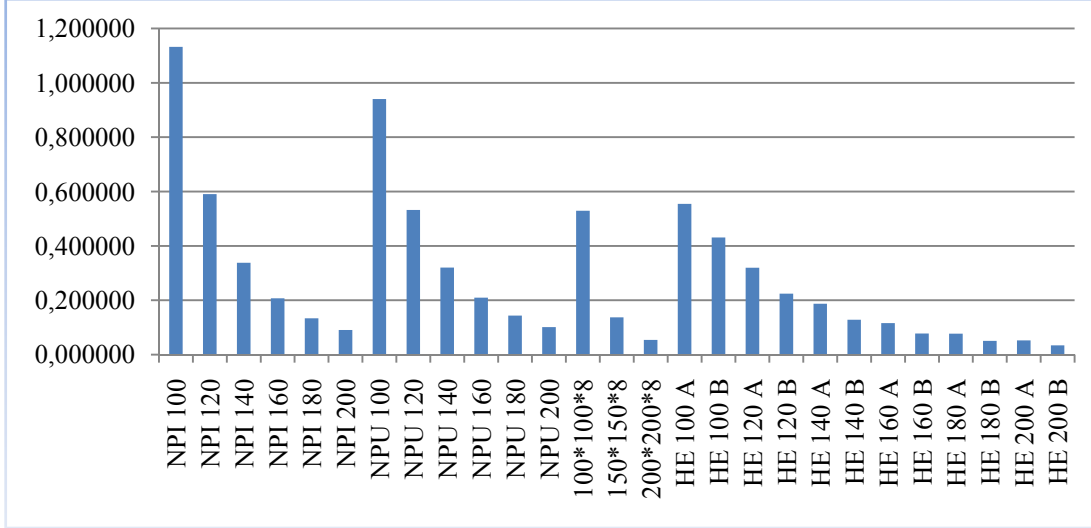
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

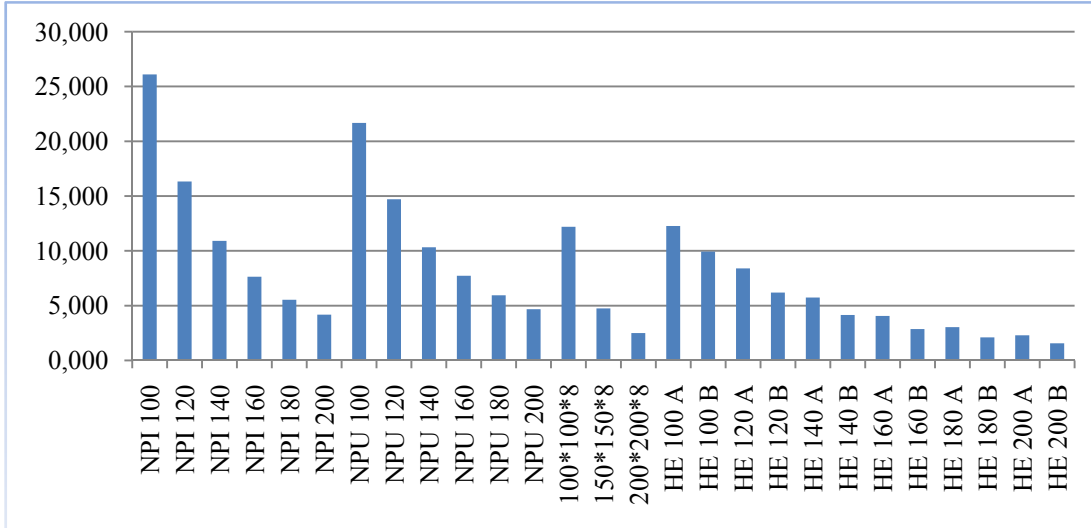
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.15'te, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.88, Şekil 4.89 ve Şekil 4.90'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.15 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

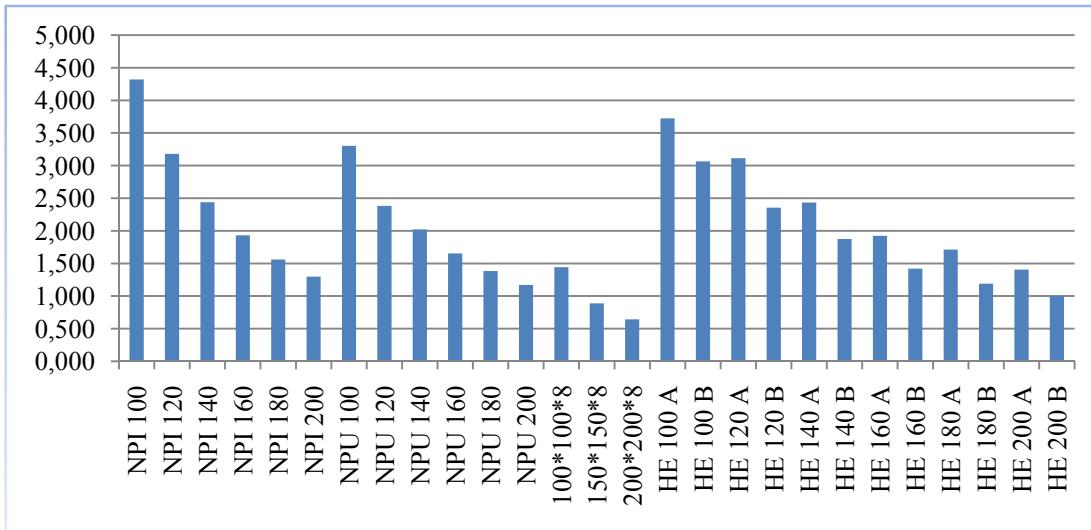
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	1,132569	26,103	4,321
NPI 120	0,590455	16,330	3,179
NPI 140	0,337992	10,906	2,440
NPI 160	0,207133	7,638	1,931
NPI 180	0,133565	5,541	1,562
NPI 200	0,090500	4,172	1,297
NPU 100	0,940142	21,668	3,303
NPU 120	0,532059	14,715	2,381
NPU 140	0,320115	10,329	2,021
NPU 160	0,209372	7,721	1,653
NPU 180	0,143459	5,951	1,383
NPU 200	0,101398	4,674	1,171
100*100*8	0,529151	12,196	1,442
150*150*8	0,137160	4,742	0,889
200*200*8	0,054310	2,503	0,643
HE 100 A	0,554609	12,271	3,724
HE 100 B	0,430855	9,930	3,063
HE 120 A	0,319481	8,394	3,113
HE 120 B	0,224051	6,197	2,354
HE 140 A	0,187482	5,747	2,433
HE 140 B	0,128343	4,141	1,873
HE 160 A	0,115762	4,055	1,924
HE 160 B	0,077716	2,866	1,422
HE 180 A	0,077159	3,041	1,712
HE 180 B	0,050553	2,097	1,191
HE 200 A	0,052456	2,297	1,407
HE 200 B	0,034001	1,567	1,003



Şekil 4.88 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



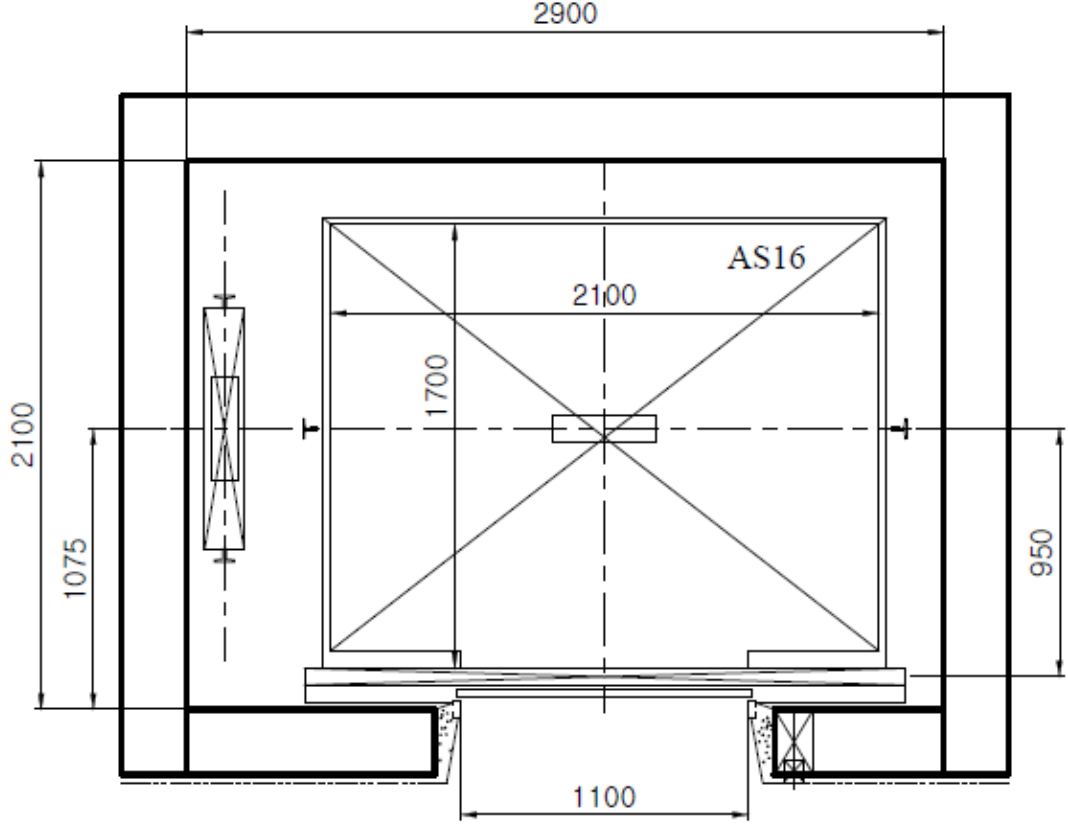
Şekil 4.89 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.90 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.16 Asansör-16 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-16'ya ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.91'de gösterilmektedir.



Şekil 4.91 : Asansör-16'ya ait kuyu yerleşimi.

$D_X = 1700$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

$D_Y = 2100$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

$Q = 1600$ kg Beyan yükü

$x_{QÖ} = 213$ mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{QÖ} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 263$ mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

$y_{QY} = 263$ mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	150	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	950	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	1500	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	219	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 1600 = 6278,40 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 150 + 1500 + 219 = 1868,820 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{150 \cdot 950 + 1500 \cdot 0 + 219 \cdot 0}{150 + 1500 + 219} = 76,251 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{150 \cdot 0 + 1500 \cdot 0 + 219 \cdot 0}{150 + 1500 + 219} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 213 + 1868,8 \cdot 76,3)}{2 \cdot 3465} = 2049,06 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1868,8 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 263 + 1868,8 \cdot 76,3)}{2 \cdot 3465} = 2388,80 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1868,8 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1868,8 \cdot 76,3)}{2 \cdot 3465} = 605,162 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 263 + 1868,8 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 3567,27 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 213 + 1868,8 \cdot 76,3)}{2 \cdot 3465} = 819,623 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1868,8 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 263 + 1868,8 \cdot 76,3)}{2 \cdot 3465} = 955,519 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1868,8 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1868,8 \cdot 76,3)}{2 \cdot 3465} = 242,065 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 263 + 1868,8 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 1426,91 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

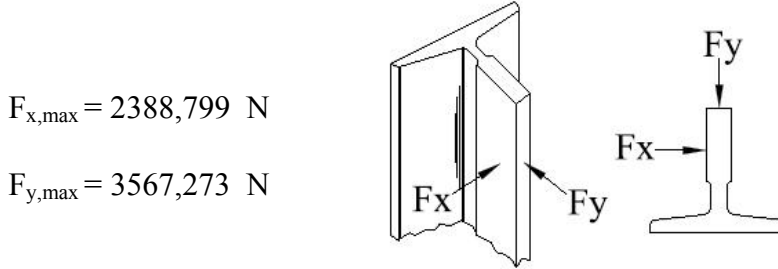
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 1869 \cdot (0 + 6278,4 \cdot 950)}{2 \cdot 3465} = 860,675 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 1869 \cdot (0 + 6278,4 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.92’de belirtilmiştir.



$$F_{x,\max} = 2388,799 \text{ N}$$

$$F_{y,\max} = 3567,273 \text{ N}$$

Şekil 4.92 : Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 2100 \text{ mm}$$

$$a = 1075 \text{ mm}$$

$$b = 1025 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{3567 \cdot 1025^2}{2100^2} \cdot \left(1 + \frac{1075}{2 \cdot 2100}\right) = 1067,38 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 3567 - 1067,38 = 2499,894 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

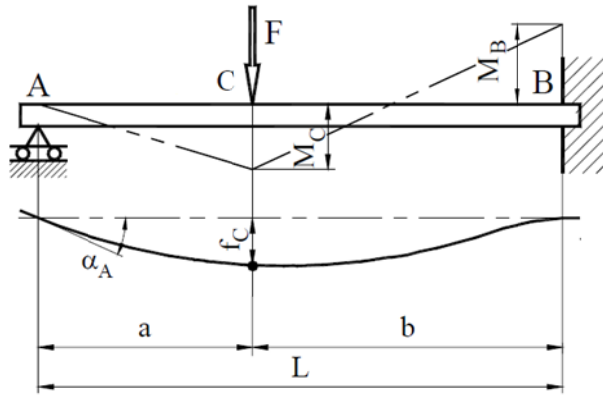
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{3567 \cdot 1075 \cdot 1025}{2100} \cdot \left(1 - \frac{1025}{2 \cdot 2100} \right) = 1414958,78 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{3567 \cdot 1075 \cdot 1025^2}{2100^2} \cdot \left(1 + \frac{1075}{2 \cdot 2100} \right) = 1147432,36 \text{ N}$$

Şekil 4.93'te yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.93: Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_c = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

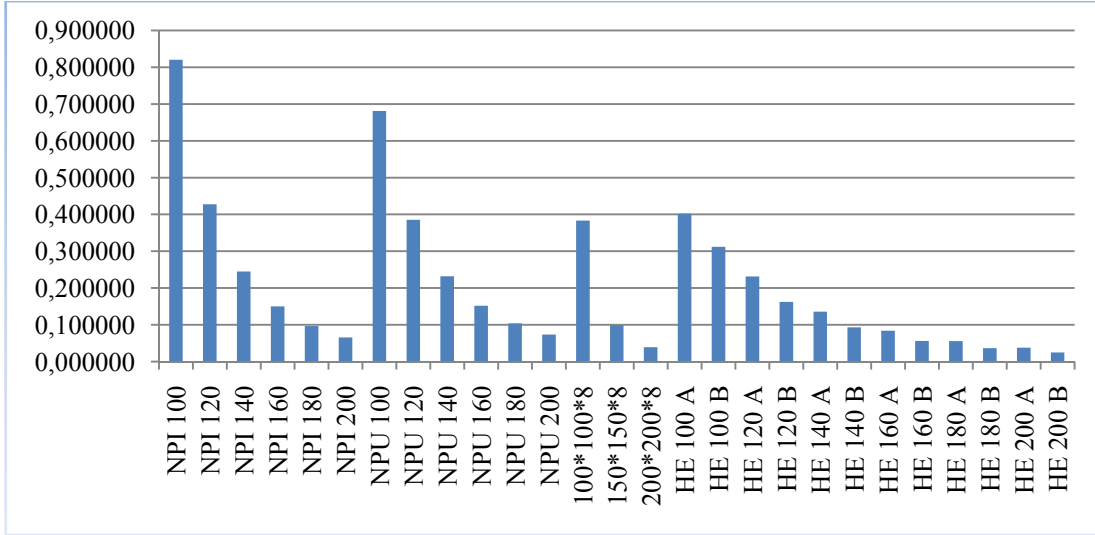
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

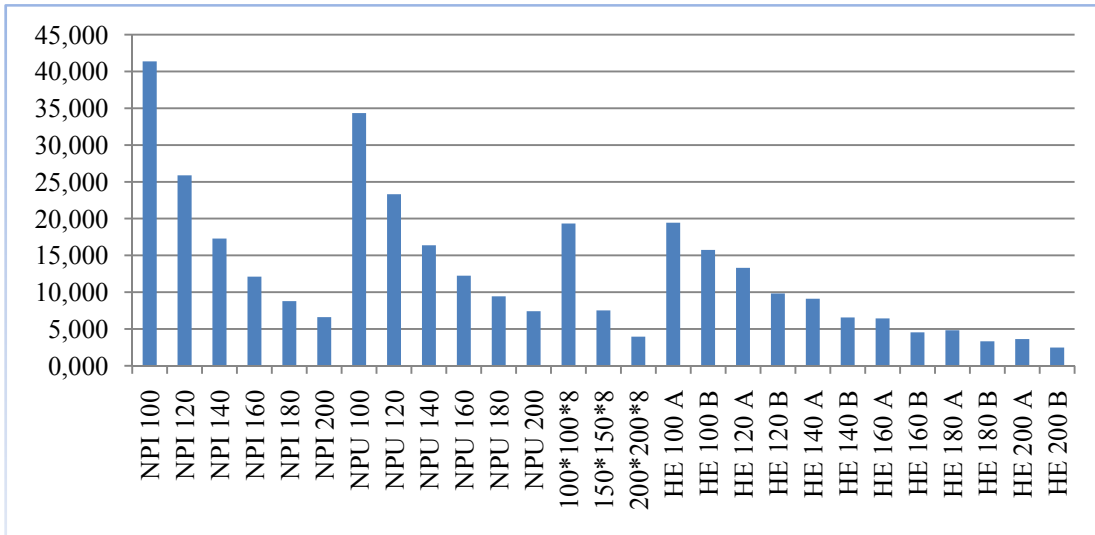
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.16’da, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.94, Şekil 4.95 ve Şekil 4.96’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.16 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

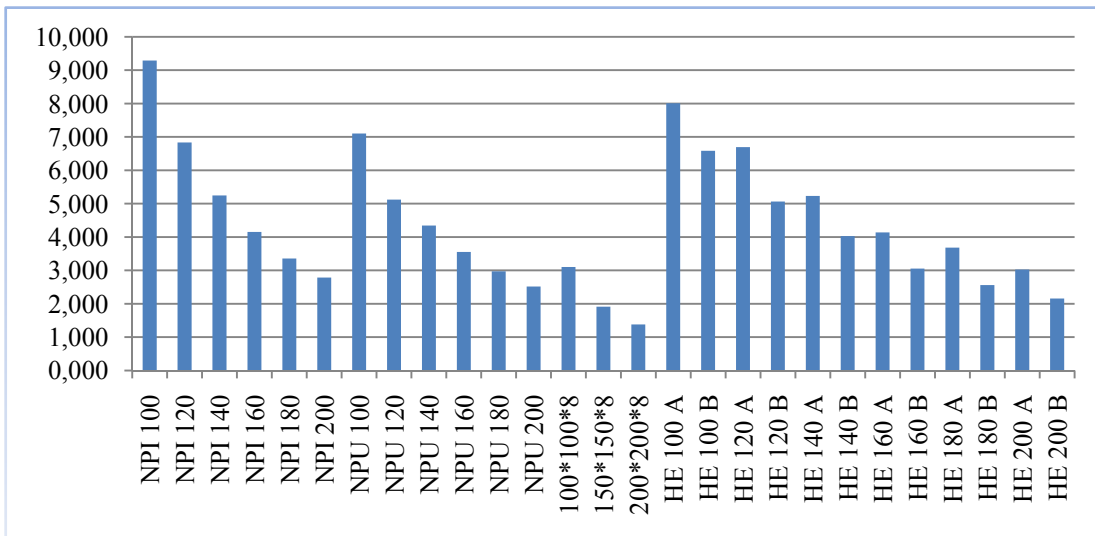
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	0,820413	41,373	9,292
NPI 120	0,427715	25,883	6,835
NPI 140	0,244835	17,286	5,247
NPI 160	0,150043	12,107	4,152
NPI 180	0,096752	8,783	3,358
NPI 200	0,065556	6,612	2,788
NPU 100	0,681022	34,344	7,103
NPU 120	0,385414	23,323	5,121
NPU 140	0,231885	16,371	4,346
NPU 160	0,151665	12,237	3,555
NPU 180	0,103919	9,433	2,974
NPU 200	0,073451	7,408	2,518
100*100*8	0,383308	19,330	3,101
150*150*8	0,099356	7,516	1,912
200*200*8	0,039341	3,968	1,384
HE 100 A	0,401748	19,450	8,009
HE 100 B	0,312104	15,739	6,587
HE 120 A	0,231426	13,305	6,695
HE 120 B	0,162298	9,822	5,063
HE 140 A	0,135809	9,109	5,232
HE 140 B	0,092969	6,564	4,029
HE 160 A	0,083856	6,428	4,138
HE 160 B	0,056296	4,542	3,057
HE 180 A	0,055893	4,820	3,681
HE 180 B	0,036620	3,324	2,560
HE 200 A	0,037999	3,641	3,025
HE 200 B	0,024630	2,484	2,157



Şekil 4.94 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



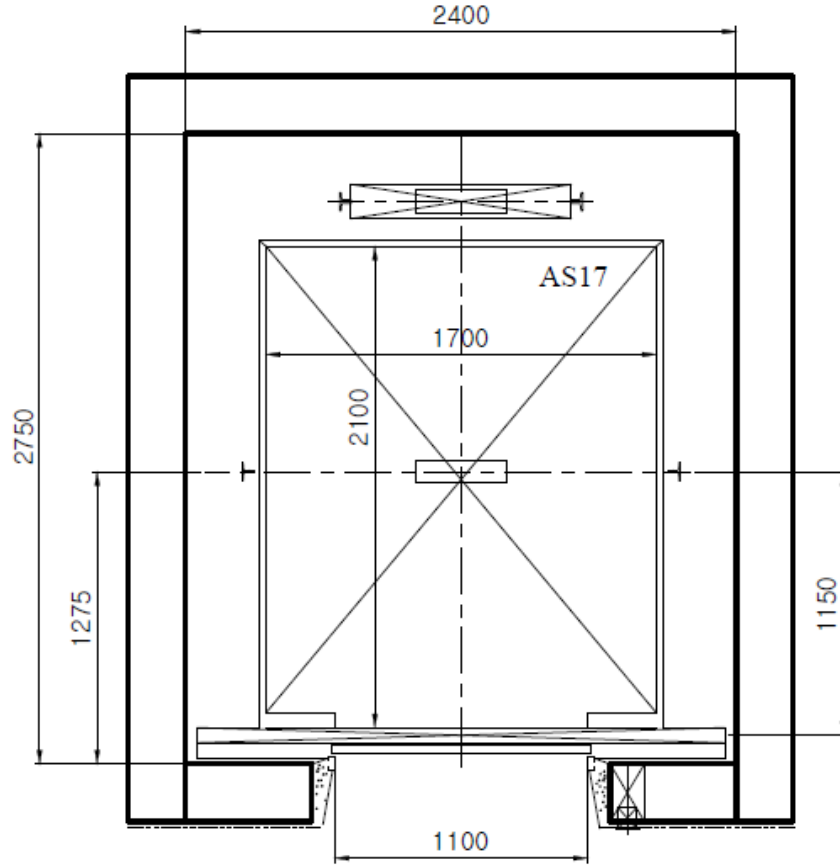
Şekil 4.95 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.96 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.17 Asansör-17 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-17'ye ait kuyu yerleşim planı Şekil 4.97'de gösterilmektedir.



Şekil 4.97 : Asansör-17'ye ait kuyu yerleşimi.

$D_X = 2100$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

$D_Y = 1700$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

$Q = 1600$ kg Beyan yükü

$x_{QÖ} = 263$ mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{QÖ} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 213$ mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

$y_{QY} = 213$ mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	150	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	1150	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	1500	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	202	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 1600 = 6278,40 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 150 + 1500 + 202 = 1851,860 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{150 \cdot 1150 + 1500 \cdot 0 + 202 \cdot 0}{150 + 1500 + 202} = 93,150 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{150 \cdot 0 + 1500 \cdot 0 + 202 \cdot 0}{150 + 1500 + 202} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 263 + 1851,9 \cdot 93,1)}{2 \cdot 3465} = 2516,20 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1851,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 213 + 1851,9 \cdot 93,1)}{2 \cdot 3465} = 2176,46 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1851,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1851,9 \cdot 93,1)}{2 \cdot 3465} = 732,565 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 213 + 1851,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 2887,79 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 263 + 1851,9 \cdot 93,1)}{2 \cdot 3465} = 1006,48 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1851,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 213 + 1851,9 \cdot 93,1)}{2 \cdot 3465} = 870,584 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1851,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1851,9 \cdot 93,1)}{2 \cdot 3465} = 293,026 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 213 + 1851,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 1155,12 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

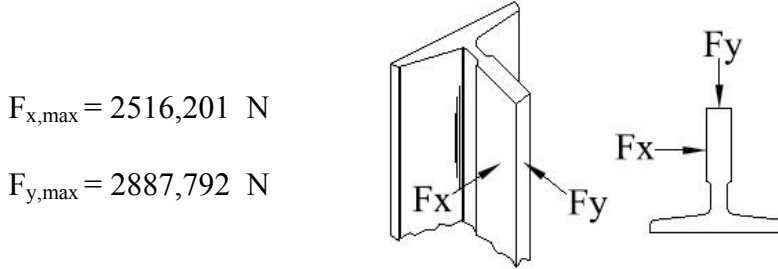
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 1852 \cdot (0 + 6278,4 \cdot 1150)}{2 \cdot 3465} = 860,675 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 1852 \cdot (0 + 6278,4 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.98’de belirtilmiştir.



$$F_{x,max} = 2516,201 \text{ N}$$

$$F_{y,max} = 2887,792 \text{ N}$$

Şekil 4.98 : Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 2750 \text{ mm}$$

$$a = 1275 \text{ mm}$$

$$b = 1475 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{2888 \cdot 1475^2}{2750^2} \cdot \left(1 + \frac{1275}{2 \cdot 2750}\right) = 1864,426 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 2888 - 1864,426 = 1023,574 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

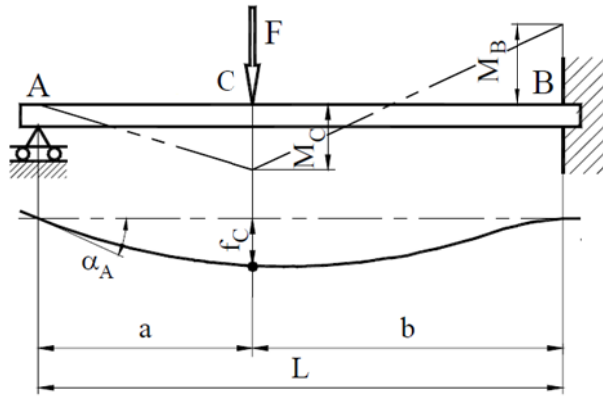
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{2888 \cdot 1275 \cdot 1475}{2750} \cdot \left(1 - \frac{1475}{2 \cdot 2750} \right) = 1445235,59 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{2888 \cdot 1275 \cdot 1475^2}{2750^2} \cdot \left(1 + \frac{1275}{2 \cdot 2750} \right) = 1304792,31 \text{ N}$$

Şekil 4.99'da yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.99 : Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_C = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

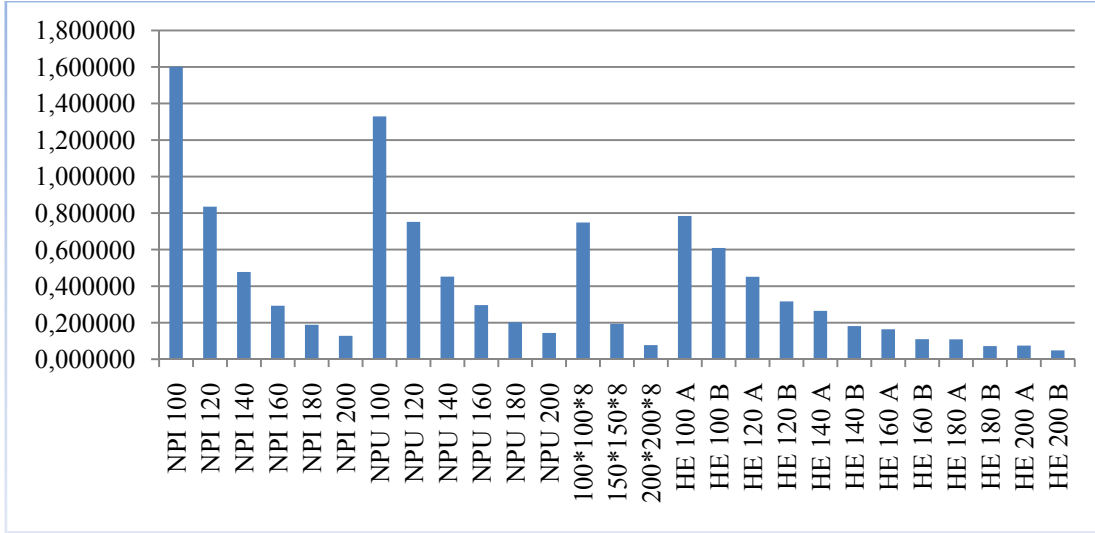
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

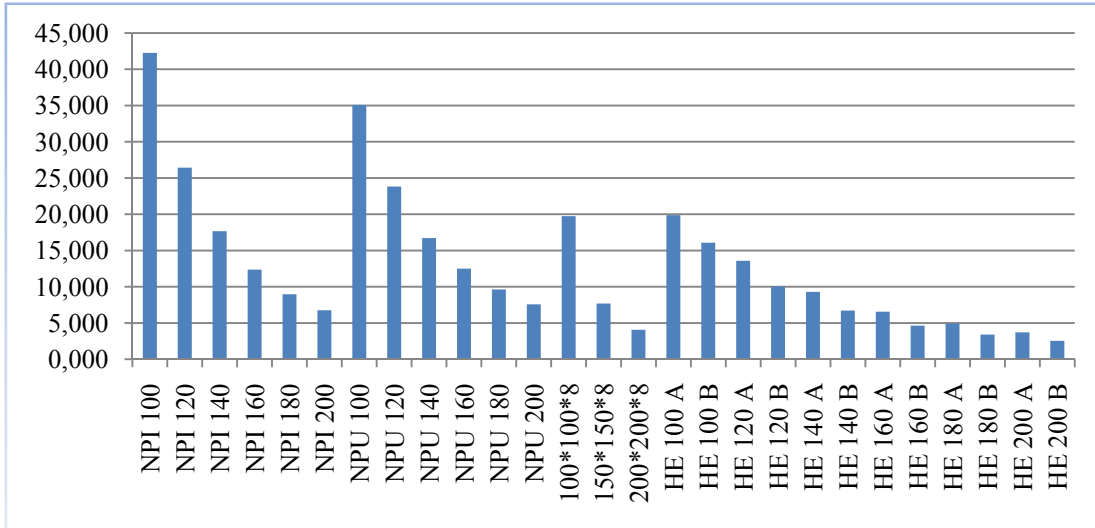
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.17’de, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.100, Şekil 4.101 ve Şekil 4.102’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.17 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

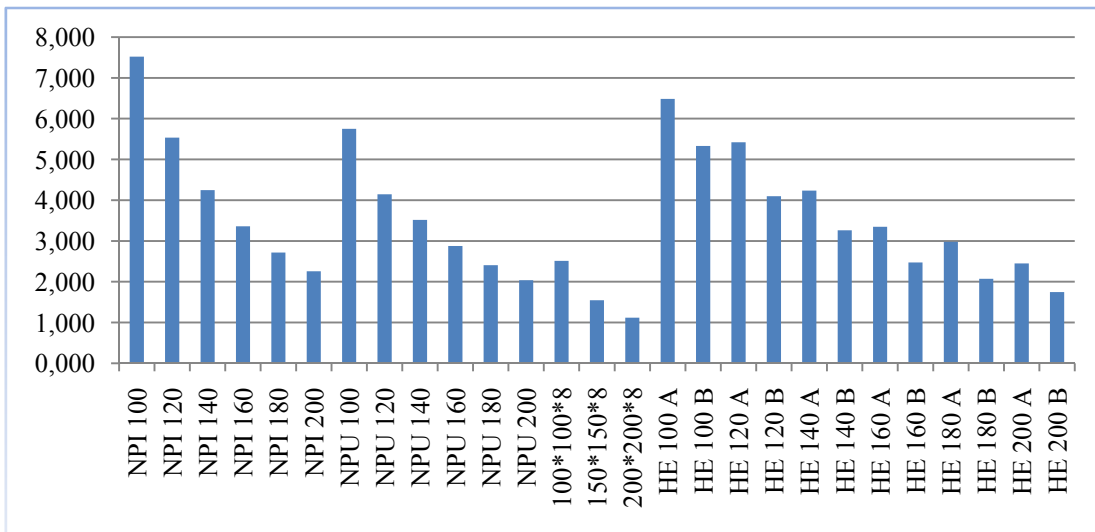
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	1,601152	42,258	7,522
NPI 120	0,834747	26,437	5,533
NPI 140	0,477831	17,656	4,247
NPI 160	0,292831	12,366	3,361
NPI 180	0,188826	8,970	2,718
NPI 200	0,127943	6,753	2,257
NPU 100	1,329112	35,079	5,750
NPU 120	0,752190	23,823	4,145
NPU 140	0,452557	16,722	3,519
NPU 160	0,295997	12,499	2,878
NPU 180	0,202813	9,635	2,407
NPU 200	0,143349	7,567	2,038
100*100*8	0,748079	19,744	2,511
150*150*8	0,193907	7,677	1,548
200*200*8	0,076780	4,053	1,120
HE 100 A	0,784069	19,866	6,483
HE 100 B	0,609115	16,076	5,332
HE 120 A	0,451661	13,589	5,419
HE 120 B	0,316748	10,032	4,099
HE 140 A	0,265050	9,304	4,235
HE 140 B	0,181443	6,704	3,261
HE 160 A	0,163656	6,565	3,349
HE 160 B	0,109870	4,640	2,475
HE 180 A	0,109082	4,923	2,980
HE 180 B	0,071469	3,395	2,073
HE 200 A	0,074160	3,719	2,449
HE 200 B	0,048068	2,537	1,746



Şekil 4.100 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



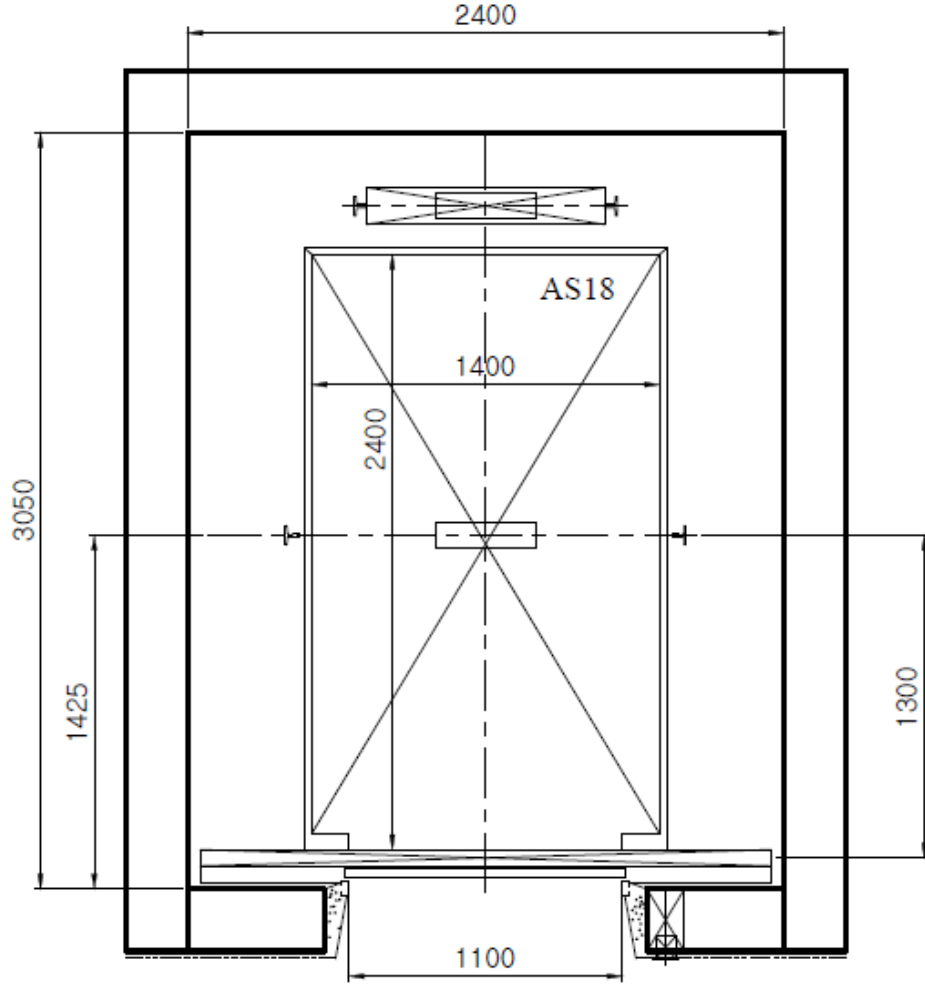
Şekil 4.101 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.102 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.18 Asansör-18 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-18'e ait kuyu yerleşimi Şekil 4.103'te gösterilmektedir.



Şekil 4.103 : Asansör-18'e ait kuyu yerleşimi.

$D_X = 2400$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

$D_Y = 1400$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

$Q = 1600$ kg Beyan yükü

$x_{QÖ} = 300$ mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{QÖ} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 175$ mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

$y_{QY} = 175$ mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	150	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	1300	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	1500	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	189	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 1600 = 6278,40 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 150 + 1500 + 189 = 1839,140 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{150 \cdot 1300 + 1500 \cdot 0 + 189 \cdot 0}{150 + 1500 + 189} = 106,028 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{150 \cdot 0 + 1500 \cdot 0 + 189 \cdot 0}{150 + 1500 + 189} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 300 + 1839,1 \cdot 106)}{2 \cdot 3465} = 2866,56 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1839,1 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 175 + 1839,1 \cdot 106)}{2 \cdot 3465} = 2017,21 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1839,1 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1839,1 \cdot 106)}{2 \cdot 3465} = 828,117 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 175 + 1839,1 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 2378,18 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 300 + 1839,1 \cdot 106)}{2 \cdot 3465} = 1146,62 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1839,1 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 175 + 1839,1 \cdot 106)}{2 \cdot 3465} = 806,883 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1839,1 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 0 + 1839,1 \cdot 106)}{2 \cdot 3465} = 331,247 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (1600 \cdot 175 + 1839,1 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 951,27 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 1839 \cdot (0 + 6278,4 \cdot 1300)}{2 \cdot 3465} = 1177,77 \text{ N}$$

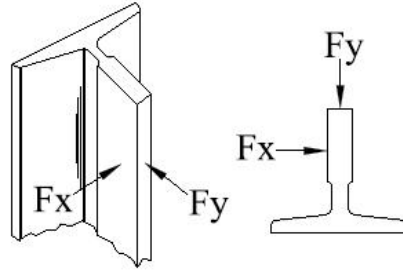
$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 1839 \cdot (0 + 6278,4 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.104'te belirtilmiştir.

$$F_{x,\max} = 2866,558 \text{ N}$$

$$F_{y,\max} = 2378,182 \text{ N}$$



Şekil 4.104 : Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 3050 \text{ mm}$$

$$a = 1425 \text{ mm}$$

$$b = 1625 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{2378 \cdot 1625^2}{3050^2} \cdot \left(1 + \frac{1425}{2 \cdot 3050}\right) = 832,78 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 2378 - 832,78 = 1545,22 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

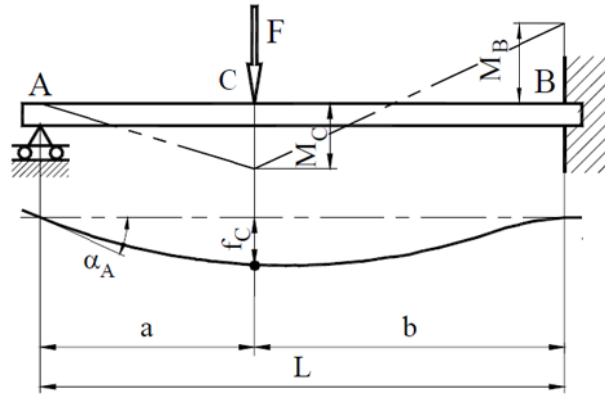
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{2378 \cdot 1425 \cdot 1625}{3050} \cdot \left(1 - \frac{1625}{2 \cdot 3050} \right) = 1324575,29 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{2378 \cdot 1425 \cdot 1625^2}{3050^2} \cdot \left(1 + \frac{1425}{2 \cdot 3050} \right) = 1186707,37 \text{ N}$$

Şekil 4.105'te yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.105 : Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_c = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

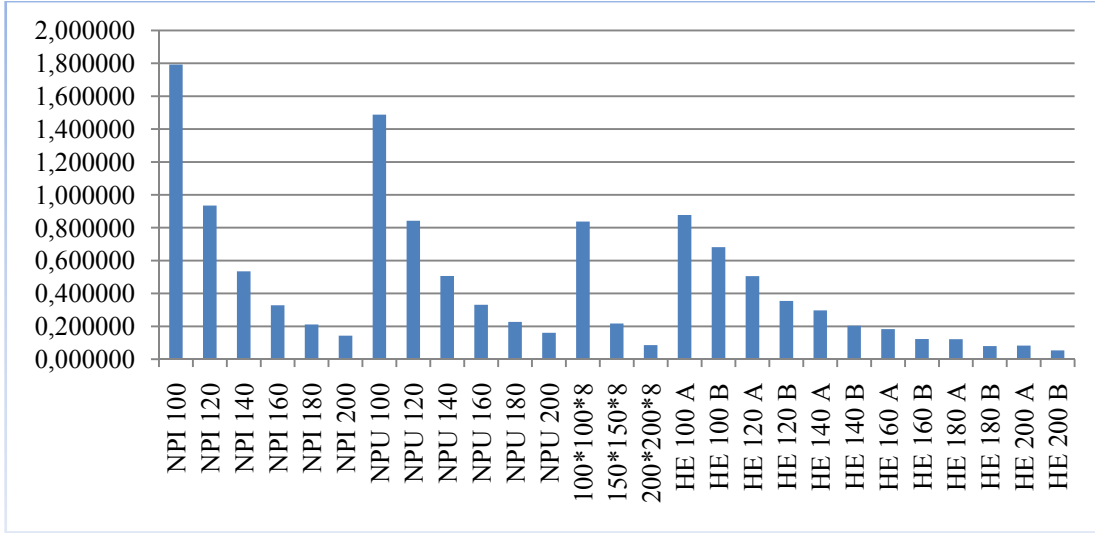
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

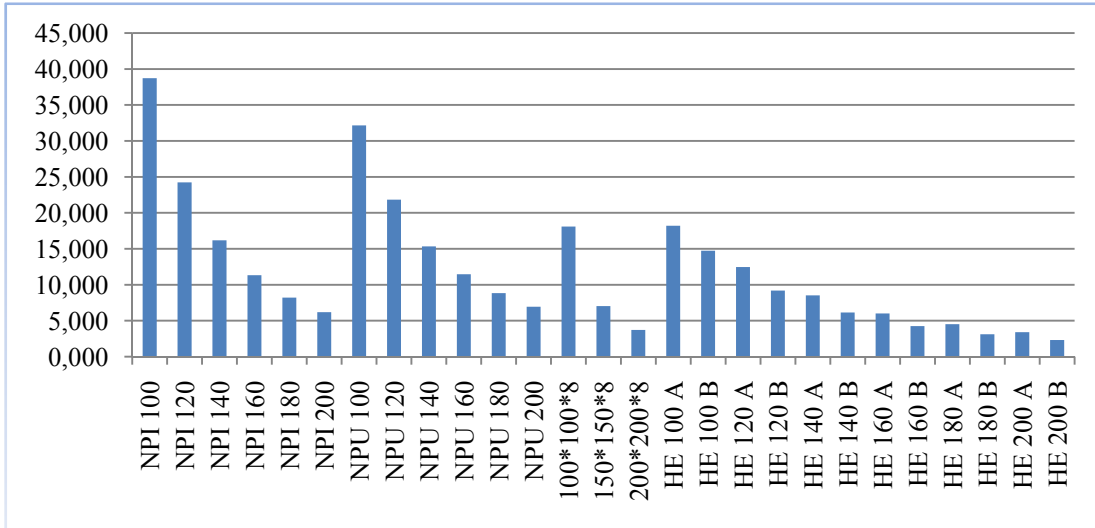
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.18’de, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.106, Şekil 4.107 ve Şekil 4.108’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.18 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

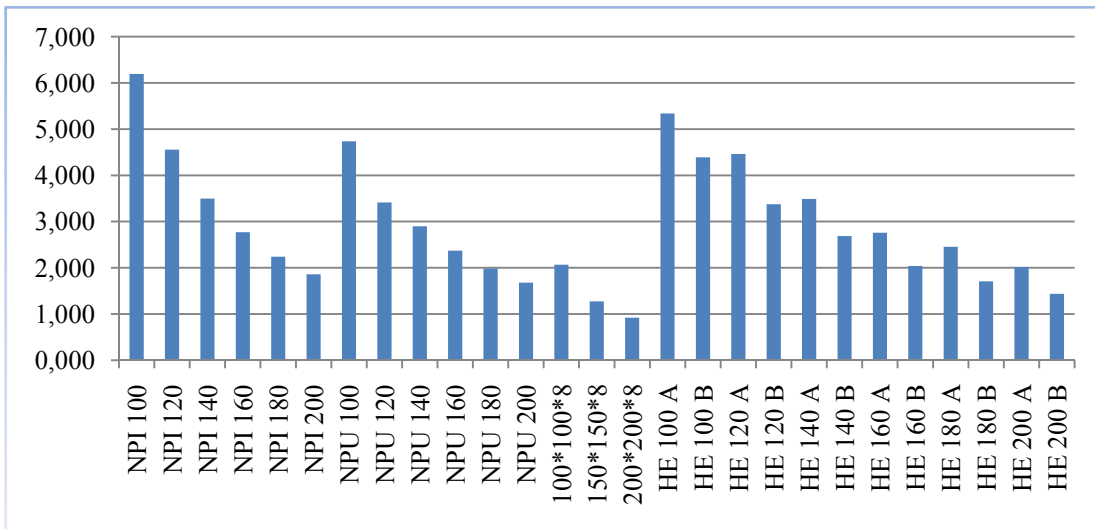
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	1,792335	38,730	6,194
NPI 120	0,934418	24,230	4,557
NPI 140	0,534885	16,182	3,498
NPI 160	0,327796	11,333	2,768
NPI 180	0,211372	8,222	2,239
NPI 200	0,143219	6,190	1,859
NPU 100	1,487812	32,150	4,735
NPU 120	0,842003	21,834	3,414
NPU 140	0,506594	15,326	2,898
NPU 160	0,331340	11,456	2,370
NPU 180	0,227029	8,831	1,982
NPU 200	0,160466	6,935	1,678
100*100*8	0,837402	18,095	2,068
150*150*8	0,217060	7,036	1,275
200*200*8	0,085948	3,714	0,922
HE 100 A	0,877690	18,207	5,339
HE 100 B	0,681845	14,734	4,391
HE 120 A	0,505591	12,455	4,463
HE 120 B	0,354569	9,194	3,375
HE 140 A	0,296698	8,527	3,488
HE 140 B	0,203107	6,144	2,686
HE 160 A	0,183197	6,017	2,758
HE 160 B	0,122989	4,252	2,038
HE 180 A	0,122107	4,512	2,454
HE 180 B	0,080002	3,112	1,707
HE 200 A	0,083014	3,408	2,016
HE 200 B	0,053808	2,325	1,438



Şekil 4.106 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



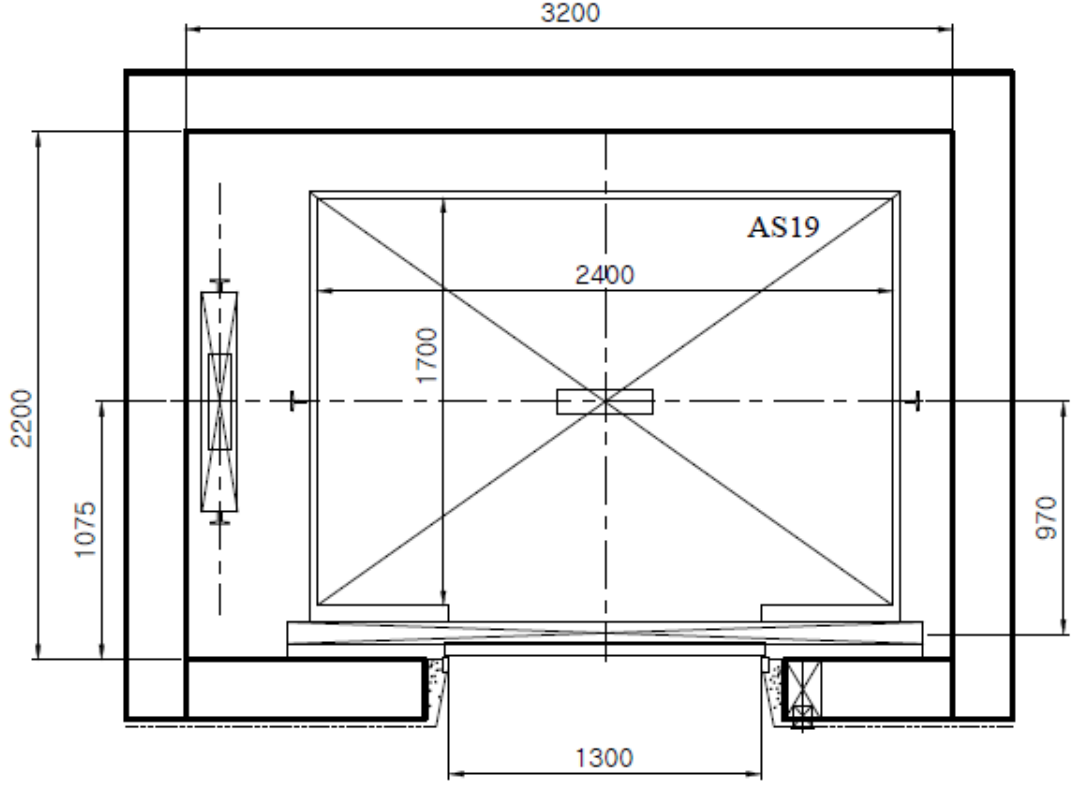
Şekil 4.107 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.108 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.19 Asansör-19 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-19'a ait kuyu yerleşimi Şekil 4.109'da gösterilmektedir.



Şekil 4.109 : Asansör-19'a ait kuyu yerleşimi.

$D_X = 1700$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

$D_Y = 2400$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

$Q = 2000$ kg Beyan yükü

$x_{QÖ} = 213$ mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{QÖ} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 300$ mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

$y_{QY} = 300$ mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	170	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	970	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	1700	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	232	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 2000 = 7848,00 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 170 + 1700 + 232 = 2101,540 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{170 \cdot 970 + 1700 \cdot 0 + 232 \cdot 0}{170 + 1700 + 232} = 78,466 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{170 \cdot 0 + 1700 \cdot 0 + 232 \cdot 0}{170 + 1700 + 232} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 213 + 2101,5 \cdot 78,5)}{2 \cdot 3465} = 2505,16 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2101,5 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 300 + 2101,5 \cdot 78,5)}{2 \cdot 3465} = 3248,34 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2101,5 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2101,5 \cdot 78,5)}{2 \cdot 3465} = 700,290 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 300 + 2101,5 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 5096,10 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 213 + 2101,5 \cdot 78,5)}{2 \cdot 3465} = 1002,06 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2101,5 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 300 + 2101,5 \cdot 78,5)}{2 \cdot 3465} = 1299,34 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2101,5 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2101,5 \cdot 78,5)}{2 \cdot 3465} = 280,116 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 300 + 2101,5 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 2038,44 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 2102 \cdot (0 + 7848,0 \cdot 970)}{2 \cdot 3465} = 1098,49 \text{ N}$$

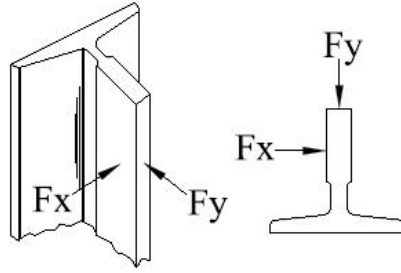
$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 2102 \cdot (0 + 7848,0 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.110'da belirtilmiştir.

$$F_{x,\max} = 3248,342 \text{ N}$$

$$F_{y,\max} = 5096,104 \text{ N}$$



Şekil 4.110 : Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 2200 \text{ mm}$$

$$a = 1075 \text{ mm}$$

$$b = 1125 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{5096 \cdot 1125^2}{2200^2} \cdot \left(1 + \frac{1075}{2 \cdot 2200}\right) = 1658,17 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 5096 - 1658,17 = 3437,933 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

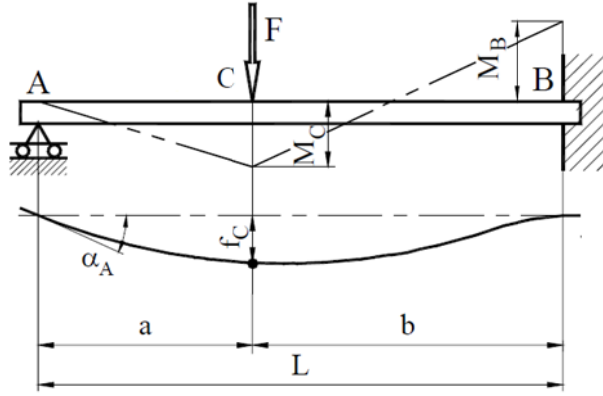
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{5096 \cdot 1075 \cdot 1125}{2200} \cdot \left(1 - \frac{1125}{2 \cdot 2200} \right) = 2085139,94 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{5096 \cdot 1075 \cdot 1125^2}{2200^2} \cdot \left(1 + \frac{1075}{2 \cdot 2200} \right) = 1782354,19 \text{ N}$$

Şekil 4.111’de yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.111 : Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_c = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

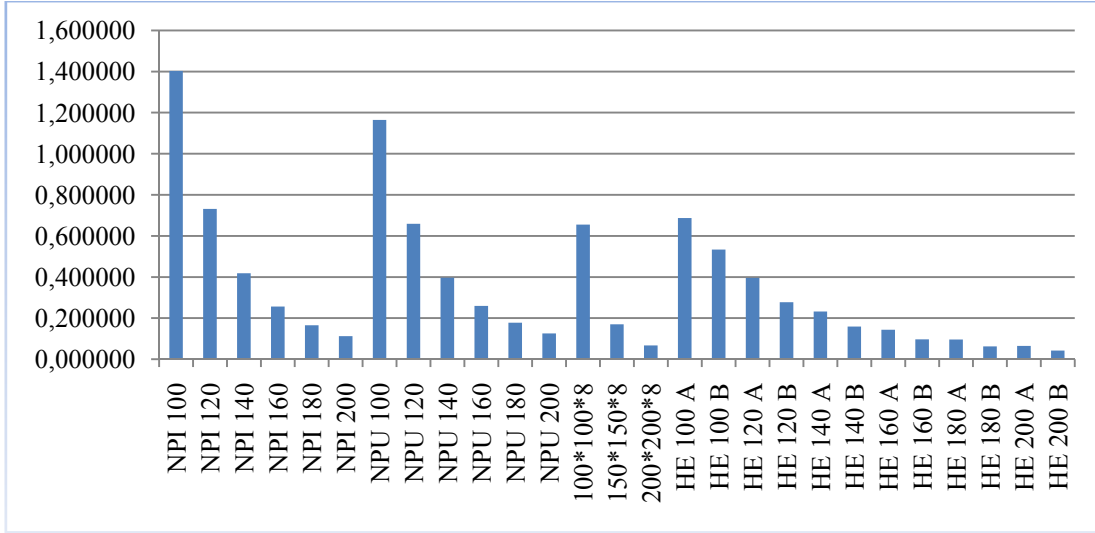
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

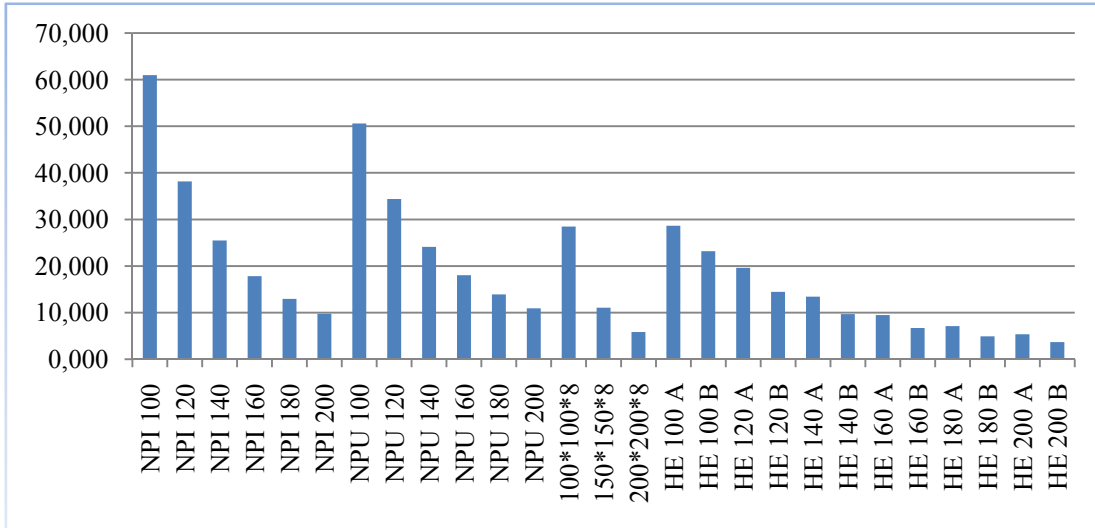
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.19’da, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.112, Şekil 4.113 ve Şekil 4.114’te belirtilmiştir.

Çizelge 4.19 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

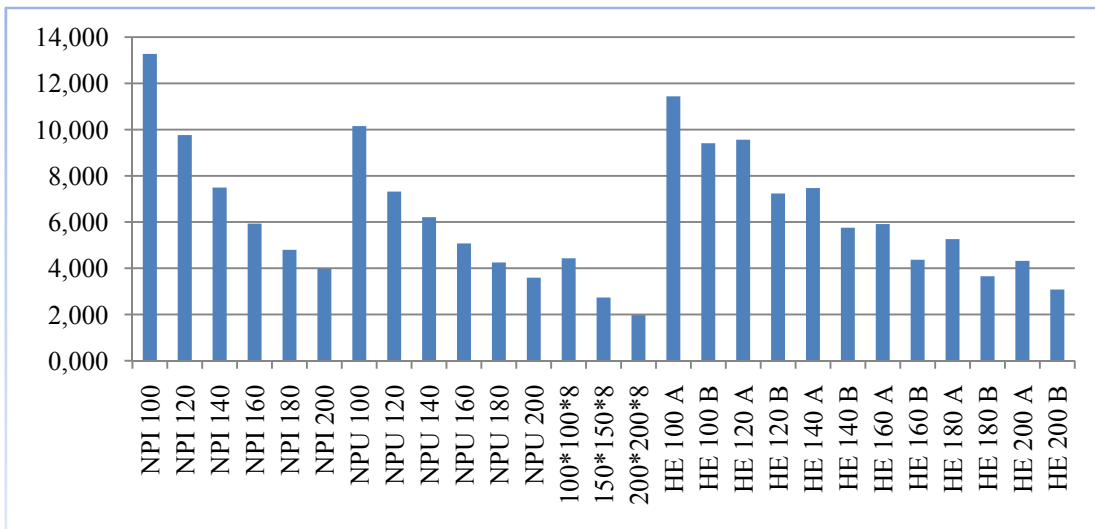
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	1,402576	60,969	13,274
NPI 120	0,731221	38,143	9,764
NPI 140	0,418570	25,473	7,495
NPI 160	0,256514	17,841	5,931
NPI 180	0,165407	12,942	4,797
NPI 200	0,112075	9,744	3,983
NPU 100	1,164274	50,610	10,147
NPU 120	0,658903	34,370	7,315
NPU 140	0,396431	24,126	6,209
NPU 160	0,259287	18,034	5,078
NPU 180	0,177660	13,901	4,248
NPU 200	0,125571	10,917	3,597
100*100*8	0,655302	28,486	4,431
150*150*8	0,169859	11,075	2,732
200*200*8	0,067258	5,847	1,977
HE 100 A	0,686829	28,662	11,441
HE 100 B	0,533572	23,194	9,410
HE 120 A	0,395646	19,606	9,564
HE 120 B	0,277465	14,473	7,233
HE 140 A	0,232179	13,423	7,474
HE 140 B	0,158940	9,673	5,755
HE 160 A	0,143360	9,472	5,911
HE 160 B	0,096244	6,694	4,367
HE 180 A	0,095554	7,103	5,259
HE 180 B	0,062605	4,899	3,657
HE 200 A	0,064962	5,365	4,321
HE 200 B	0,042107	3,661	3,082



Şekil 4.112 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



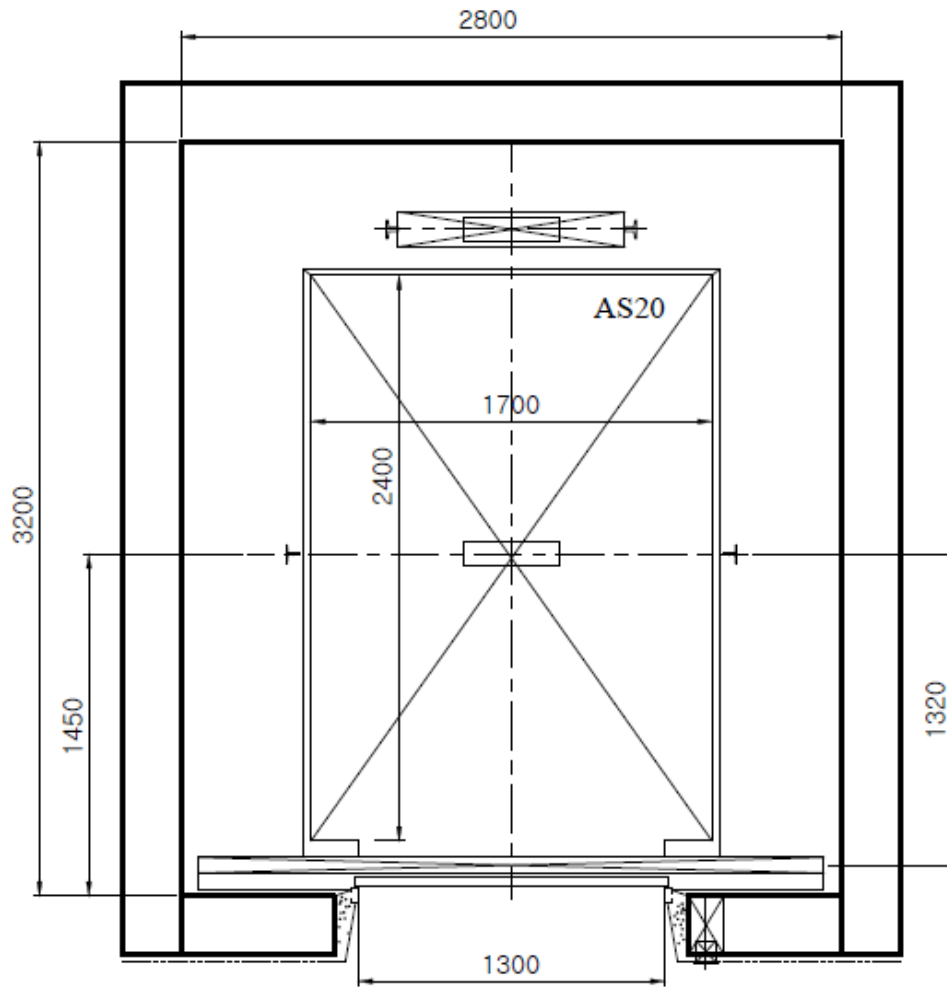
Şekil 4.113 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.114 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.20 Asansör-20 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-20'ye ait kuyu yerleşimi Şekil 4.115'te gösterilmektedir.



Şekil 4.115 : Asansör-20'ye ait kuyu yerleşimi.

$D_x = 2400$ mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

$D_Y = 1700$ mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

Q = 2000 kg Beyan yükü

$x_{Q\ddot{O}} = 300 \text{ mm}$ Yükleme dağılımı önde X-ekseni

$y_{Q\ddot{0}} = 0$ mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

$x_{QA} = 213 \text{ mm}$ Yük dağılımı arkada X-ekseni

$y_{QA} = 0$ mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

$x_{QY} = 0$ mm Yük dağılımını sağda X-ekseni

$y_{QY} = 213 \text{ mm}$ Yük dağılımını sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	170	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	1320	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	1700	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	202	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 2000 = 7878,00 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 170 + 1700 + 202 = 2071,860 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{170 \cdot 1320 + 1700 \cdot 0 + 202 \cdot 0}{170 + 1700 + 202} = 108,308 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{170 \cdot 0 + 1700 \cdot 0 + 202 \cdot 0}{170 + 1700 + 202} = 0 \text{ mm}$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 300 + 2071,9 \cdot 108,3)}{2 \cdot 3465} = 3501,02 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2071,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 213 + 2071,9 \cdot 108,3)}{2 \cdot 3465} = 2757,84 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2071,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2071,9 \cdot 108,3)}{2 \cdot 3465} = 952,971 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 213 + 2071,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 3609,74 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 300 + 2071,9 \cdot 108,3)}{2 \cdot 3465} = 1400,41 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2071,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 213 + 2071,9 \cdot 108,3)}{2 \cdot 3465} = 1103,14 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2071,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2071,9 \cdot 108,3)}{2 \cdot 3465} = 381,189 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 213 + 2071,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 1443,90 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 2072 \cdot (0 + 7878 \cdot 1320)}{2 \cdot 3465} = 1494,86 \text{ N}$$

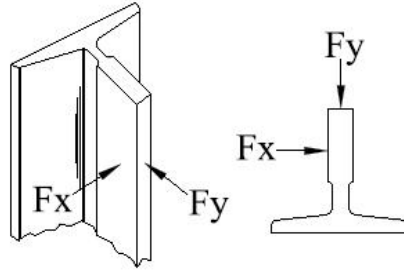
$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 2072 \cdot (0 + 7878 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.116'da belirtilmiştir.

$$F_{x,\max} = 3501,023 \text{ N}$$

$$F_{y,\max} = 3609,740 \text{ N}$$



Şekil 4.116 : Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 3200 \text{ mm}$$

$$a = 1450 \text{ mm}$$

$$b = 1750 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{3610 \cdot 1750^2}{3200^2} \cdot \left(1 + \frac{1450}{2 \cdot 3200}\right) = 1324,16 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 3610 - 1324,16 = 2285,84 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

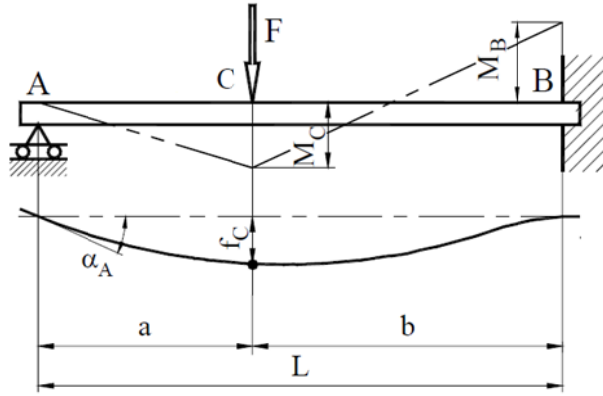
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{3610 \cdot 1450 \cdot 1750}{3200} \cdot \left(1 - \frac{1750}{2 \cdot 3200} \right) = 2079720,65 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{3610 \cdot 1450 \cdot 1750^2}{3200^2} \cdot \left(1 + \frac{1450}{2 \cdot 3200} \right) = 1920037,80 \text{ N}$$

Şekil 4.117’de yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.117 : Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_C = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

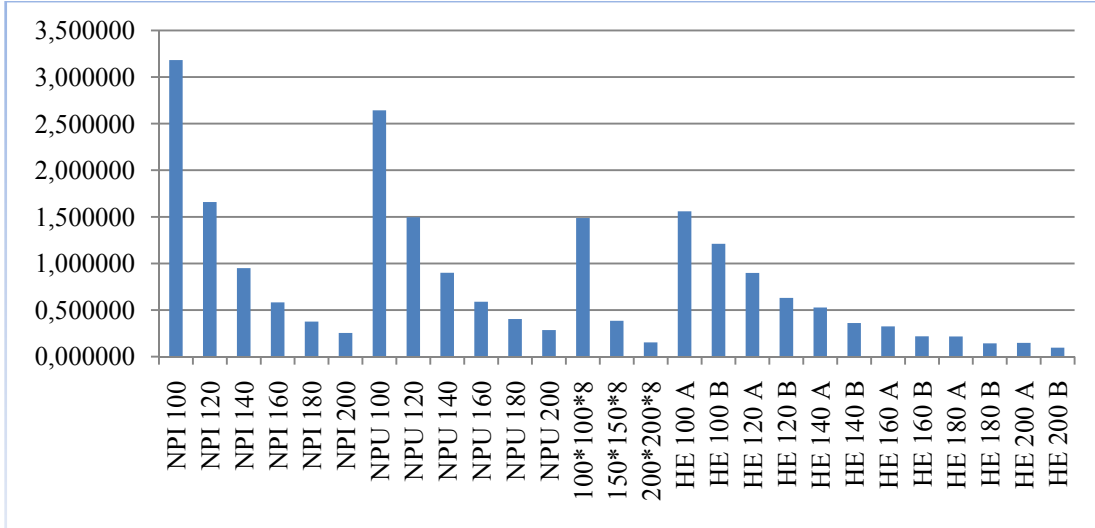
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

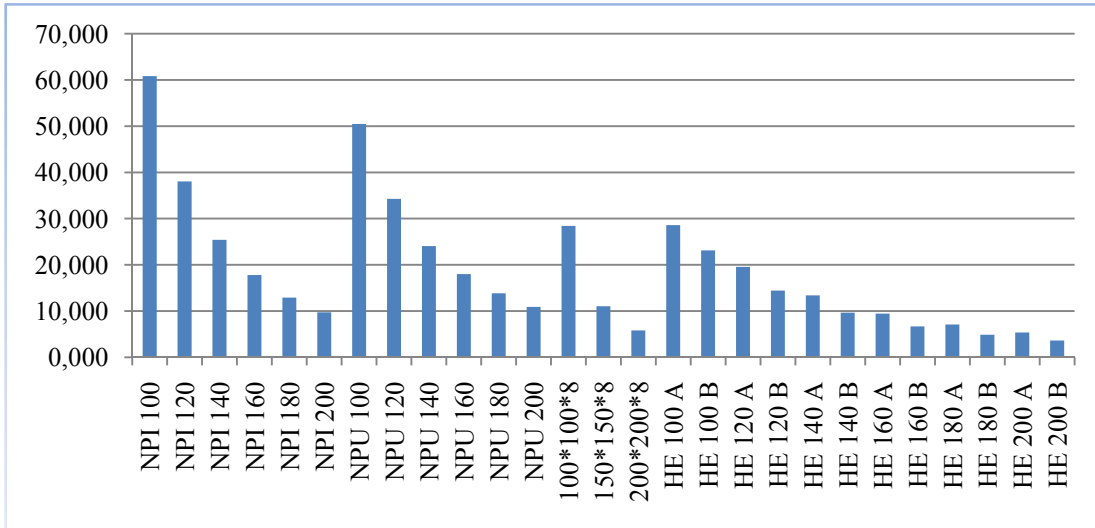
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.20’de, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.118, Şekil 4.119 ve Şekil 4.120’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.20 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

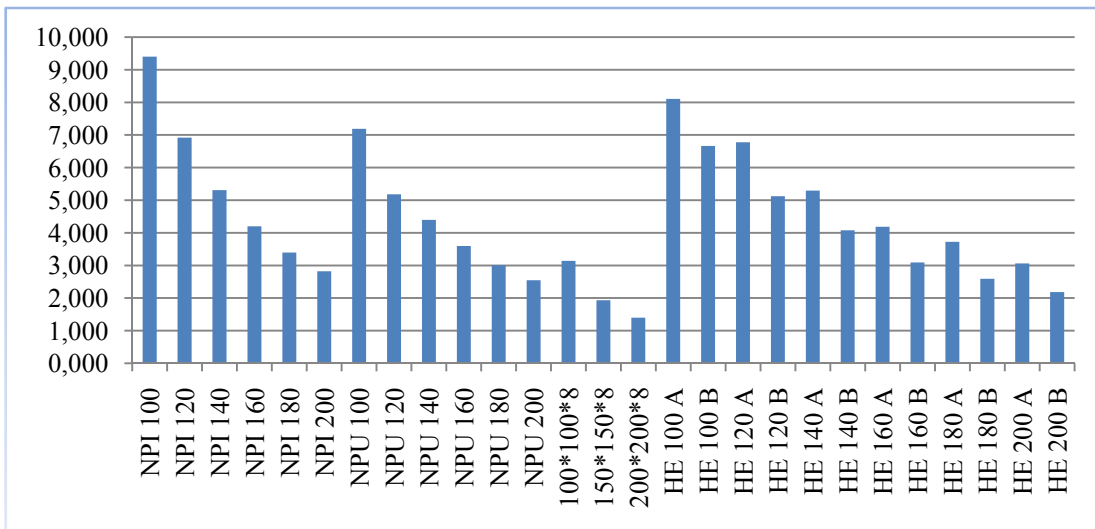
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	3,183038	60,811	9,402
NPI 120	1,659450	38,044	6,916
NPI 140	0,949912	25,407	5,309
NPI 160	0,582138	17,794	4,201
NPI 180	0,375379	12,909	3,398
NPI 200	0,254346	9,718	2,822
NPU 100	2,642230	50,479	7,188
NPU 120	1,495328	34,281	5,182
NPU 140	0,899669	24,063	4,398
NPU 160	0,588432	17,987	3,597
NPU 180	0,403185	13,865	3,009
NPU 200	0,284974	10,889	2,548
100*100*8	1,487157	28,411	3,138
150*150*8	0,385481	11,047	1,935
200*200*8	0,152636	5,832	1,400
HE 100 A	1,558704	28,587	8,104
HE 100 B	1,210900	23,134	6,665
HE 120 A	0,897888	19,555	6,774
HE 120 B	0,629685	14,436	5,123
HE 140 A	0,526911	13,388	5,294
HE 140 B	0,360702	9,647	4,077
HE 160 A	0,325343	9,448	4,187
HE 160 B	0,218419	6,676	3,093
HE 180 A	0,216852	7,084	3,725
HE 180 B	0,142078	4,886	2,591
HE 200 A	0,147427	5,351	3,061
HE 200 B	0,095558	3,651	2,183



Şekil 4.118 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



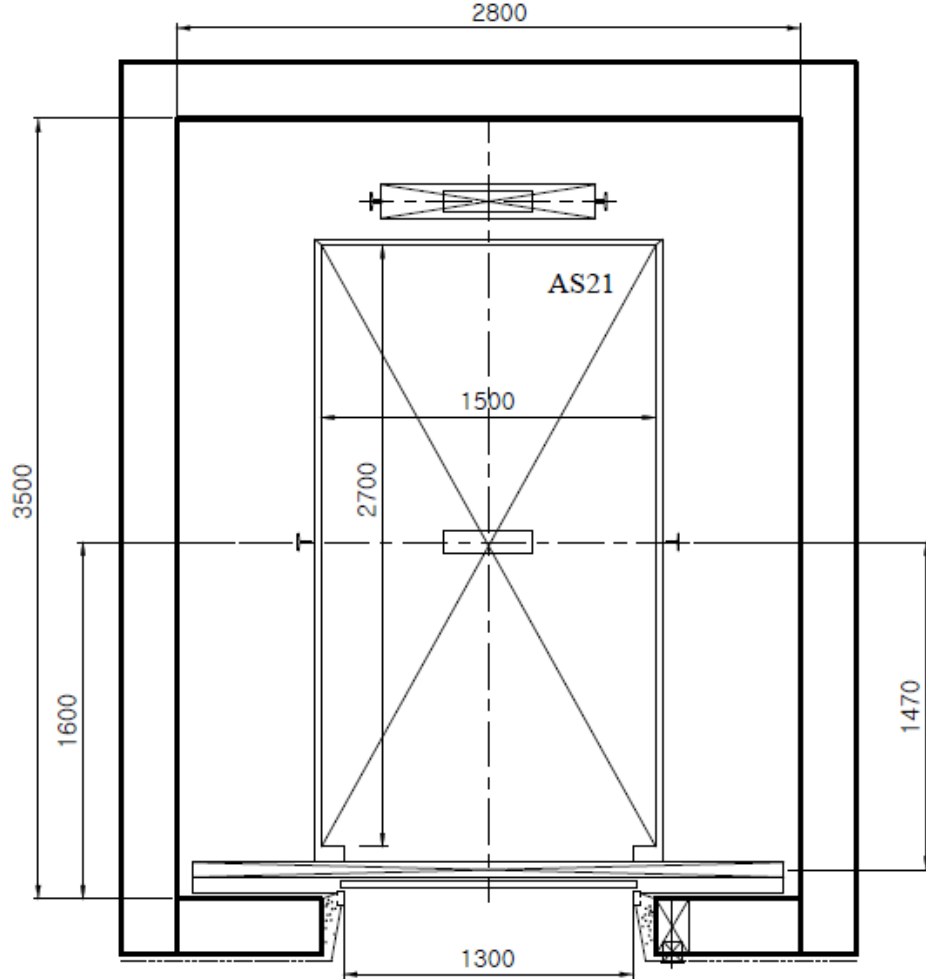
Şekil 4.119 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.120 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

4.21 Asansör-21 İçin Yapılan Hesaplamalar

Asansör-21'e ait kuyu yerleşimi Şekil 4.121'de gösterilmektedir.



Şekil 4.121 : Asansör-21'e ait kuyu yerleşimi.

D_X = 2700 mm Kabin ölçüsü X-ekseni - Derinlik

D_Y = 1500 mm Kabin ölçüsü Y-ekseni - Genişlik

Q = 2000 kg Beyan yükü

$y_{QÖ}$ = 338 mm Yük dağılımı önde X-ekseni

$y_{QÖ}$ = 0 mm Yük dağılımı önde Y-ekseni

x_{QA} = 188 mm Yük dağılımı arkada X-ekseni

y_{QA} = 0 mm Yük dağılımı arkada Y-ekseni

x_{QY} = 0 mm Yük dağılımı sağda X-ekseni

y_{QY} = 188 mm Yük dağılımı sağda Y-ekseni

F_{D1}	=	170	kg	Kabin kapı ağırlığı
x_{D1}	=	1470	mm	Kabin kapı dağılımı X-ekseni
y_{D1}	=	0	mm	Kabin kapı dağılımı Y-ekseni
F_C	=	1700	kg	Boş kabin ağırlığı
x_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı X-ekseni
y_C	=	0	mm	Boş kabin ağırlık dağılımı Y-ekseni
F_{Fr}	=	193	kg	Süspansiyon ağırlığı
x_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı X-ekseni
y_{Fr}	=	0	mm	Süspansiyon ağırlık dağılımı Y-ekseni
n	=	2		Ray adedi

Eşik kuvveti:

$$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 2000 = 7878,00 \text{ N} \quad (4.1)$$

$h = 3465 \text{ mm}$ Patenler arası düşey mesafe

Kabin toplam ağırlığı:

$$P = F_{D1} + F_C + F_{Fr} = 170 + 1700 + 193 = 2063,380 \text{ kg} \quad (4.2)$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı X-ekseni:

$$x_P = \frac{F_{D1} \cdot x_{D1} + F_C \cdot x_C + F_{Fr} \cdot x_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.3)$$

$$x_P = \frac{170 \cdot 1470 + 1700 \cdot 0 + 193 \cdot 0}{170 + 1700 + 193} = 121,112 \text{ mm}$$

Kabin toplam ağırlık dağılımı Y-ekseni:

$$y_P = \frac{F_{D1} \cdot y_{D1} + F_C \cdot y_C + F_{Fr} \cdot y_{Fr}}{F_{D1} + F_C + F_{Fr}} \quad (4.4)$$

$$y_P = \frac{170 \cdot 0 + 1700 \cdot 0 + 193 \cdot 0}{170 + 1700 + 193} = 0$$

Güvenlik ekipmanı çalışması durumunda:

$k_1 = 3$ darbe katsayısı “Ani frenlemeli makaralı güvenlik tertibatı” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 338 + 2063,4 \cdot 121,1)}{2 \cdot 3465} = 3927,82 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2071,9 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 188 + 2063,4 \cdot 121,1)}{2 \cdot 3465} = 2653,80 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2063,4 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.5)$$

$$F_x = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2063,4 \cdot 121,1)}{2 \cdot 3465} = 1061,26 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.6)$$

$$F_y = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 188 + 2063,4 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 3185,06 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Hareket:

$k_2 = 1,2$ darbe katsayısı “Hareket ederken meydana gelen” (EN 81-1+A3).

Yük dağılımı önde:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 338 + 2063,4 \cdot 121,1)}{2 \cdot 3465} = 1571,13 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2063,4 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı arkada:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 188 + 2063,4 \cdot 121,1)}{2 \cdot 3465} = 1061,52 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2063,4 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Yük dağılımı sağda:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (4.7)$$

$$F_x = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 0 + 2063,4 \cdot 121,1)}{2 \cdot 3465} = 424,505 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n/2 \cdot h} \quad (4.8)$$

$$F_y = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot (2000 \cdot 188 + 2063,4 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 1274,03 \text{ N}$$

Normal kullanımda – Yükleme:

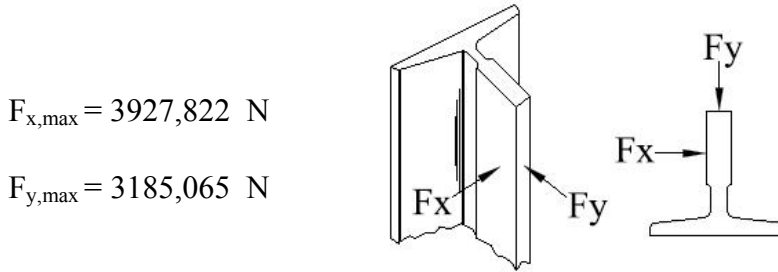
$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot (x_P - x_S) + F_S \cdot (x_i - x_S)}{n \cdot h} \quad (4.9)$$

$$F_x = \frac{9,81 \cdot 2063 \cdot (0 + 7878 \cdot 1470)}{2 \cdot 3465} = 1664,73 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot (y_P - y_S) + F_S \cdot (y_i - y_S)}{n/2 \cdot h} \quad (4.10)$$

$$F_y = \frac{9,81 \cdot 2063 \cdot (0 + 7878 \cdot 0)}{1 \cdot 3465} = 0$$

Kabin kılavuz raylarına etkiyen maksimum yükler Şekil 4.122’de belirtilmiştir.



$$F_{x,\max} = 3927,822 \text{ N}$$

$$F_{y,\max} = 3185,065 \text{ N}$$

Şekil 4.122 : Raya etki eden yükler.

Çelik Profil Kirişin Boyu:

$$L = 3500 \text{ mm}$$

$$a = 1600 \text{ mm}$$

$$b = 1900 \text{ mm}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastisite modülü}$$

Yatak kuvvetleri

$$F_A = \frac{F \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L}\right) \quad (4.11)$$

$$F_A = \frac{3185 \cdot 1900^2}{3500^2} \cdot \left(1 + \frac{1600}{2 \cdot 3500}\right) = 1153,16 \text{ N}$$

$$F_B = F - F_A = 3185 - 1153,16 = 2031,904 \text{ N} \quad (4.12)$$

Momentler

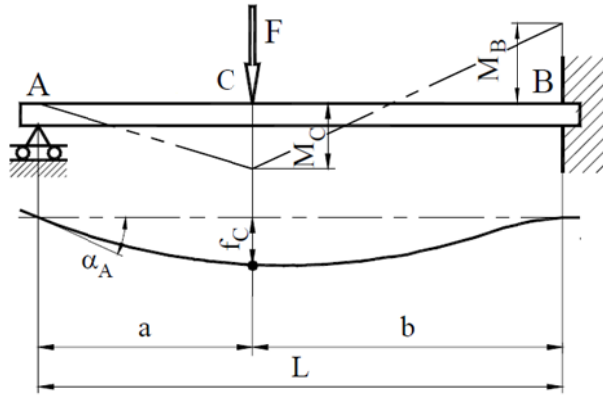
$$M_B = \frac{F \cdot a \cdot b}{L} \cdot \left(1 - \frac{b}{2 \cdot L} \right) \quad (4.13)$$

$$M_B = \frac{3185 \cdot 1600 \cdot 1900}{3500} \cdot \left(1 - \frac{1900}{2 \cdot 3500} \right) = 2015561,09 \text{ N}$$

$$M_C = \frac{F \cdot a \cdot b^2}{L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \right) \quad (4.14)$$

$$M_C = \frac{3185 \cdot 1600 \cdot 1900^2}{3500^2} \cdot \left(1 + \frac{1600}{2 \cdot 3500} \right) = 1845057,04 \text{ N}$$

Şekil 4.123'te yük altındaki kirişe ait şablon belirtilmiştir.



Şekil 4.123 : Yük altındaki kirişe ait şablon.

Sehim

$$f_C = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^3}{4 \cdot E \cdot I_y \cdot L^2} \cdot \left(1 + \frac{a}{3 \cdot L} \right) \quad (4.15)$$

Eğilme Gerilmesi

$$\sigma = \left(\frac{M_B}{I_y} \right) \cdot \left(\frac{h}{2} \right) \quad (4.16)$$

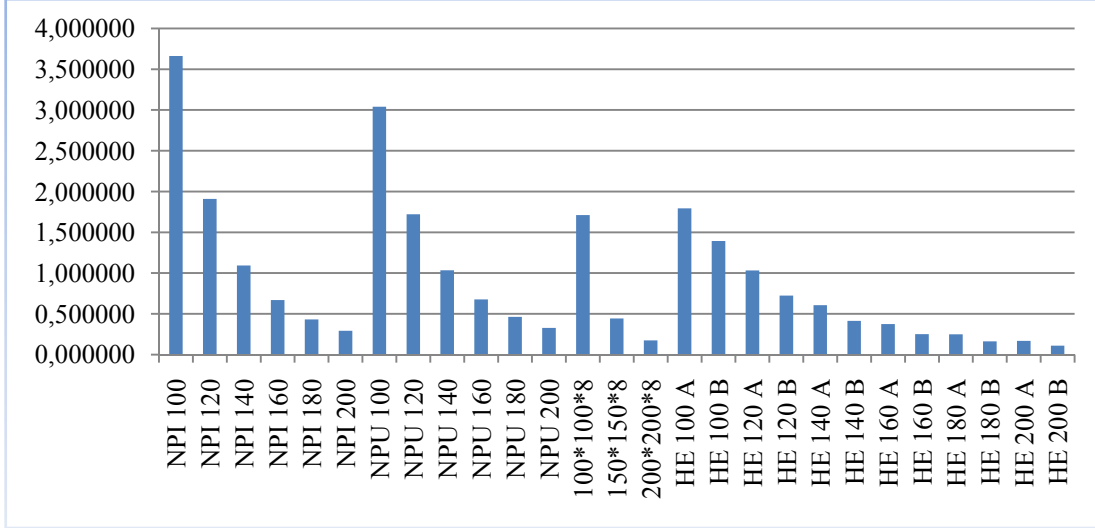
Kayma Gerilmesi

$$T = \frac{F_{\max} \cdot S_{\max}}{b_{\min} \cdot I_y} \quad (4.17)$$

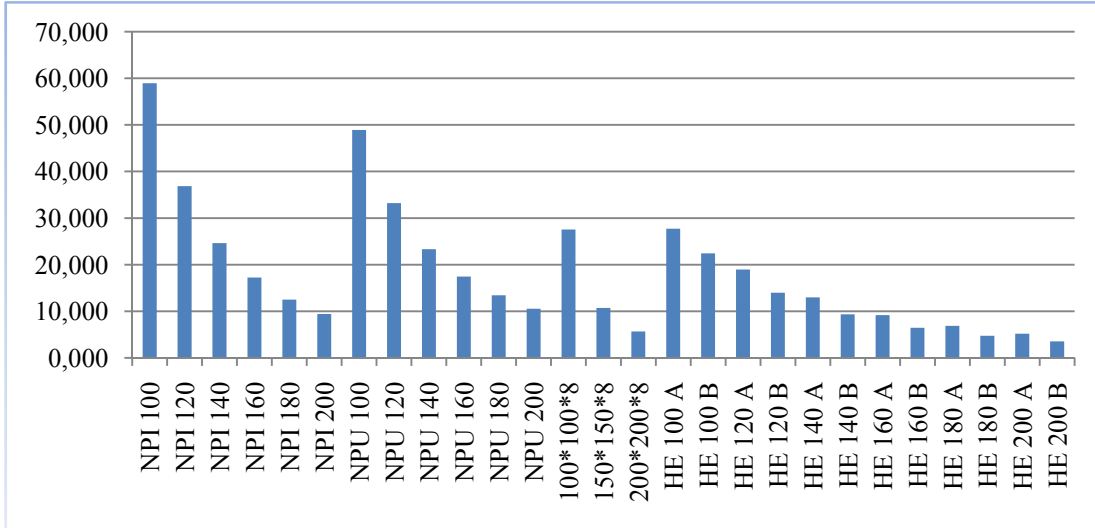
Sehim, eğilme gerilmesi ve kayma gerilmesi sonuçları Çizelge 4.21’de, karşılaştırma grafikleri Şekil 4.124, Şekil 4.125 ve Şekil 4.126’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.21 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim, eğilme ve kayma gerilmesi.

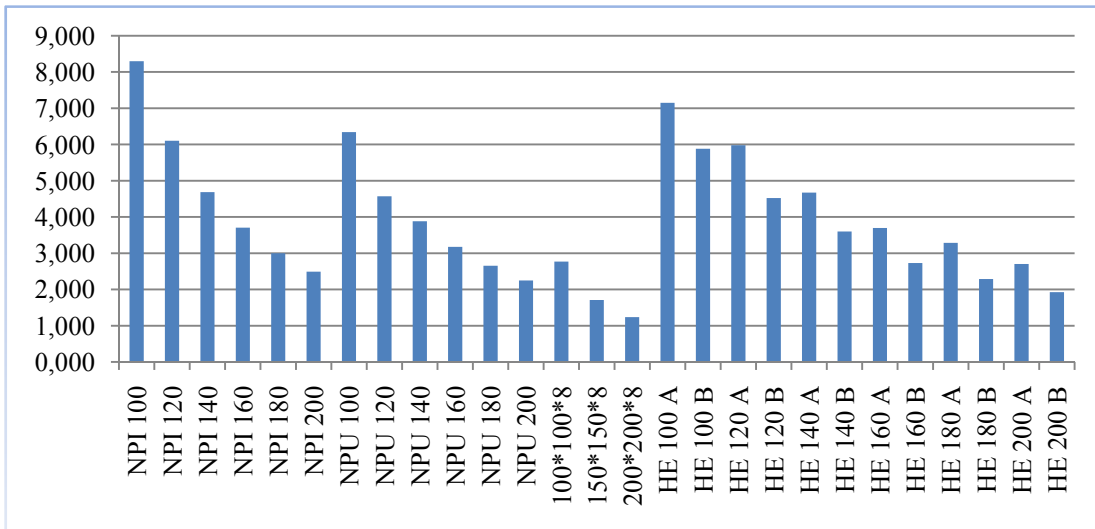
Çelik Profil Tipleri	Sehim (mm)	Eğilme Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi (N/mm ²)
NPI 100	3,662719	58,935	8,296
NPI 120	1,909527	36,870	6,103
NPI 140	1,093063	24,623	4,684
NPI 160	0,669866	17,245	3,707
NPI 180	0,431948	12,510	2,998
NPI 200	0,292675	9,419	2,490
NPU 100	3,040413	48,921	6,342
NPU 120	1,720673	33,224	4,572
NPU 140	1,035248	23,321	3,881
NPU 160	0,677108	17,432	3,174
NPU 180	0,463944	13,437	2,655
NPU 200	0,327919	10,553	2,248
100*100*8	1,711271	27,535	2,769
150*150*8	0,443573	10,706	1,707
200*200*8	0,175638	5,652	1,235
HE 100 A	1,793600	27,705	7,151
HE 100 B	1,393382	22,420	5,881
HE 120 A	1,033199	18,952	5,977
HE 120 B	0,724578	13,990	4,520
HE 140 A	0,606317	12,975	4,671
HE 140 B	0,415060	9,350	3,597
HE 160 A	0,374372	9,156	3,694
HE 160 B	0,251334	6,471	2,729
HE 180 A	0,249532	6,866	3,287
HE 180 B	0,163489	4,735	2,286
HE 200 A	0,169644	5,186	2,701
HE 200 B	0,109959	3,539	1,926



Şekil 4.124 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki sehim grafikleri.



Şekil 4.125 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki eğilme gerilmesi grafikleri.



Şekil 4.126 : Çelik profil tiplerinin, etkiyen yük altındaki kayma gerilmesi grafikleri.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

8 farklı beyan yükü ile 21 adet asansörün, raylarına etkiyen kuvvetler hesaplanmış ve çıkan sonuçlardaki en büyük kuvvetin, 27 farklı tip çelik profile iletilmesi ile kirişlerde meydana gelebilecek olası gerilme ve sehimler hesaplanmıştır.

Yapılan mukavemet hesaplarında, sehim miktarı 0.1 mm'yi aşmayan ve en düşük kesit alanına/birim ağırlığa sahip olan çelik profilin, ray tespitinde kullanılması uygun görülmüş ve yapılan seçimler Çizelge 5.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 5.1 : Çelik profil tipi seçimi.

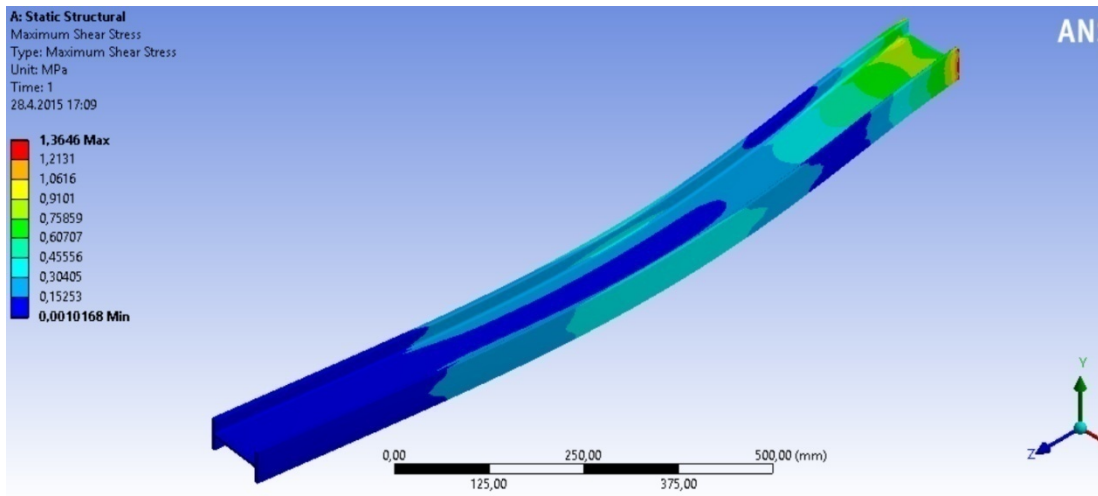
Asansör No.	Beyan Yüğü Q (kg)	Etkiyen Kuvvet F_{max} (N)	Çelik Profil Tipleri	Birim Ağırlık G (kg/m)	Sehim f_c (mm)	Eğilme Gerilmesi σ (N/mm ²)	Kayma Gerilmesi T (N/mm ²)
AS1	320	339,740	NPI 100	8,3	0,018	2,449	0,885
AS2	320	305,766	NPI 100	8,3	0,037	2,615	0,796
AS3	400	467,143	NPI 100	8,3	0,031	3,624	1,217
AS4	400	382,208	NPI 100	8,3	0,065	3,693	0,996
AS5	630	936,409	NPI 100	8,3	0,078	7,778	2,439
AS6	630	735,750	NPI 120	11,1	0,089	4,957	1,410
AS7	800	1443,896	NPI 120	11,1	0,062	7,503	2,767
AS8	800	1146,623	NPI 140	14,3	0,079	5,160	1,686
AS9	800	934,286	NPI 140	14,3	0,097	4,851	1,374
AS10	1000	1698,701	NPI 140	14,3	0,073	7,063	2,498
AS11	1000	1380,195	NPI 160	17,9	0,088	5,019	1,606
AS12	1000	1167,857	NPI 180	21,9	0,076	3,628	1,099
AS13	1250	2256,088	NPI 160	17,9	0,095	7,657	2,626
AS14	1250	1857,955	NPI 180	21,9	0,109	5,554	1,749
AS15	1250	1658,888	NPI 200	26,2	0,090	4,172	1,297
AS16	1600	3567,273	NPI 180	21,9	0,097	8,783	3,358
AS17	1600	2887,792	HE180 A	35,5	0,109	4,923	2,980
AS18	1600	2378,182	HE200 A	42,3	0,083	3,408	2,016
AS19	2000	5096,104	HE180 A	35,5	0,095	7,103	5,259
AS20	2000	3609,740	HE200 B	61,3	0,096	3,651	2,183
AS21	2000	3185,065	HE200 B	61,3	0,110	3,539	1,926

5.2 ANSYS Programı ile Yapılan Gerilme Analizleri

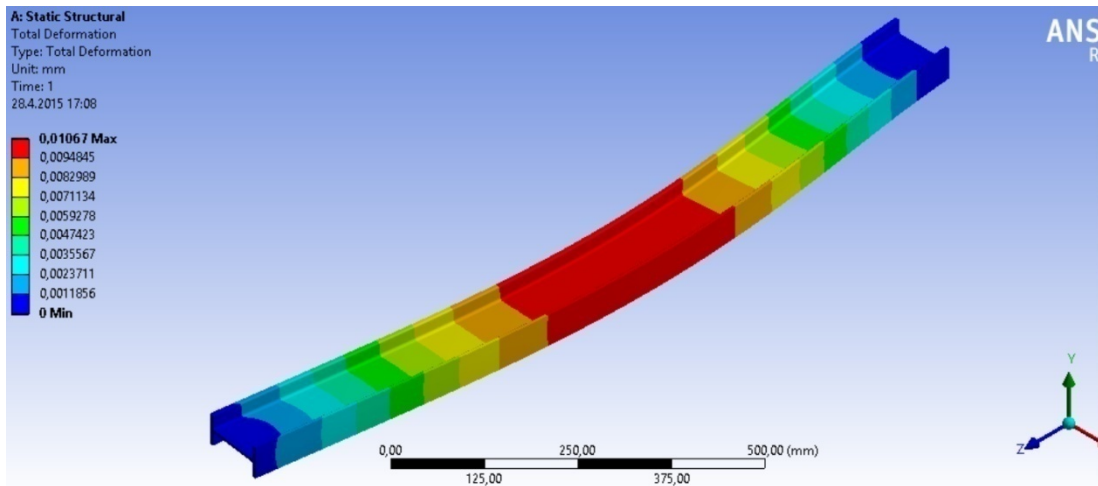
Seçilen sonuç çizelgesinde belirtilen elik profil kirişleri Solidworks programında çizilmiş, raylar tarafından etkiyen kuvvetlerden kaynaklanan gerilme ve toplam deformasyonlar ANSYS R15.0 programı ile analiz edilmiştir.

5.2.1 Asansör-1 için yapılan gerilme analizi

şekil 5.1’de, Asansör-1 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

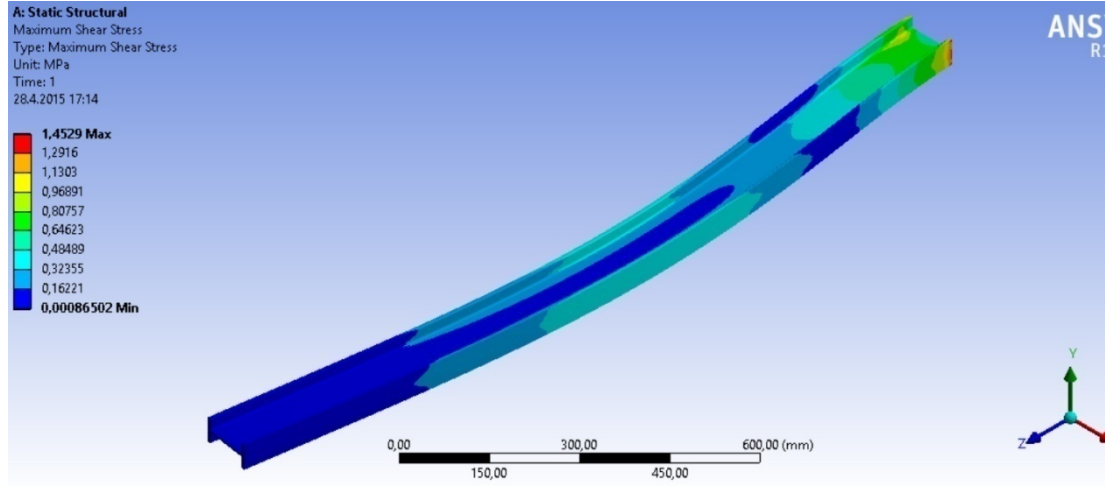


(b)

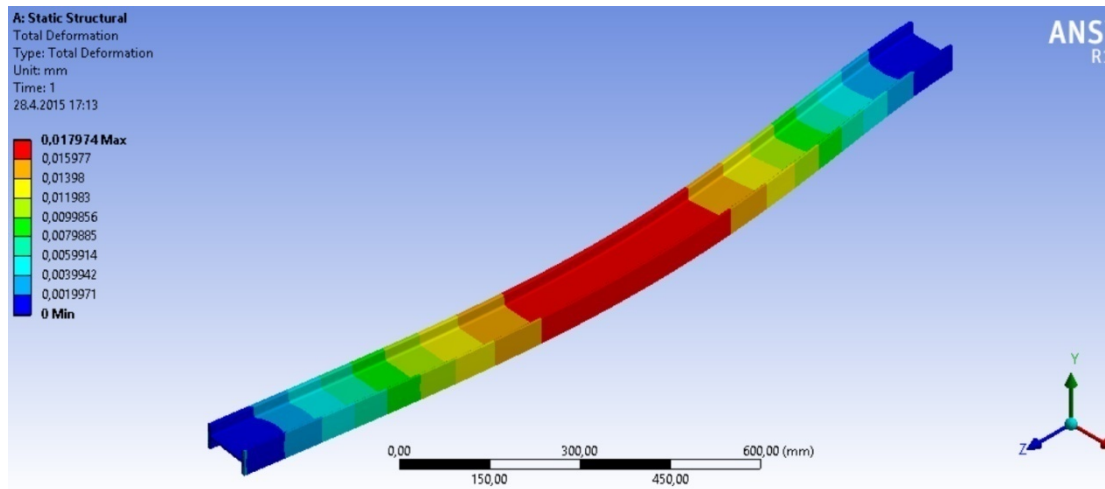
şekil 5.1 : Asansör-1 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.2 Asansör-2 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.2’de, Asansör-2 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

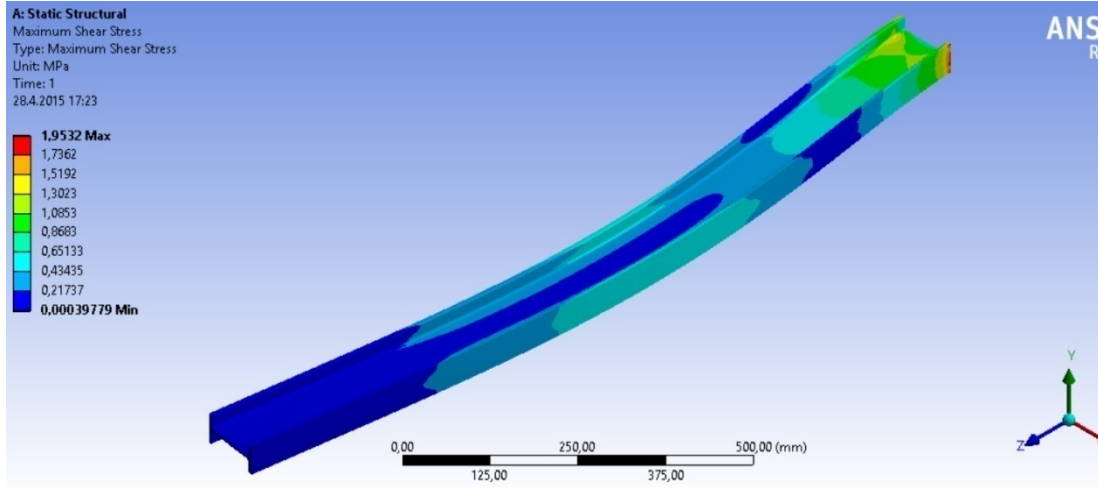


(b)

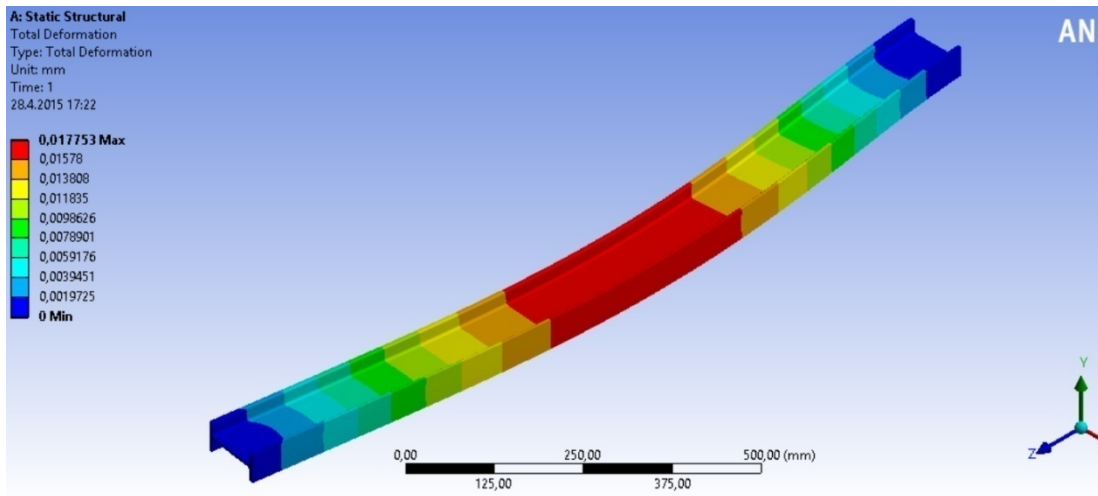
Şekil 5.2 : Asansör-2 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.3 Asansör-3 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.3'te, Asansör-3 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

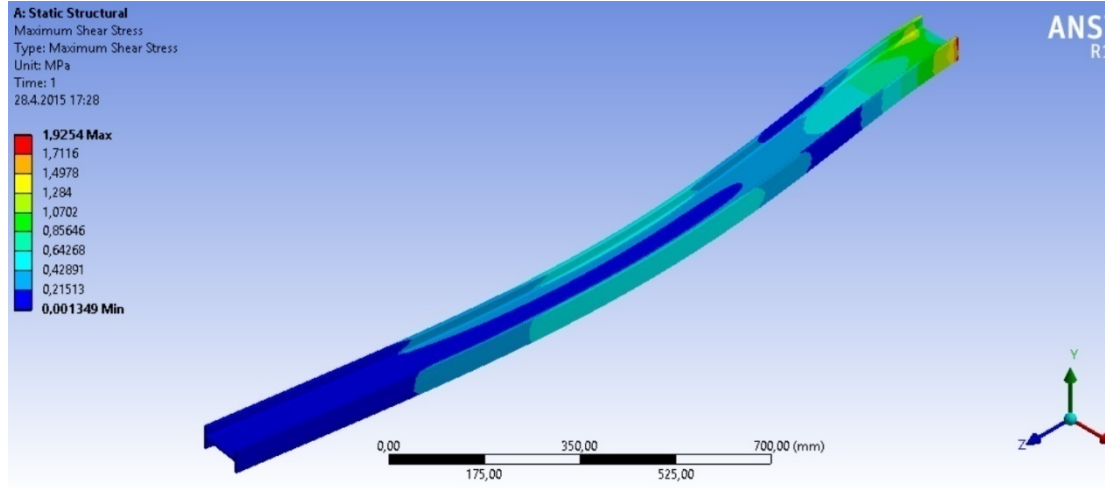


(b)

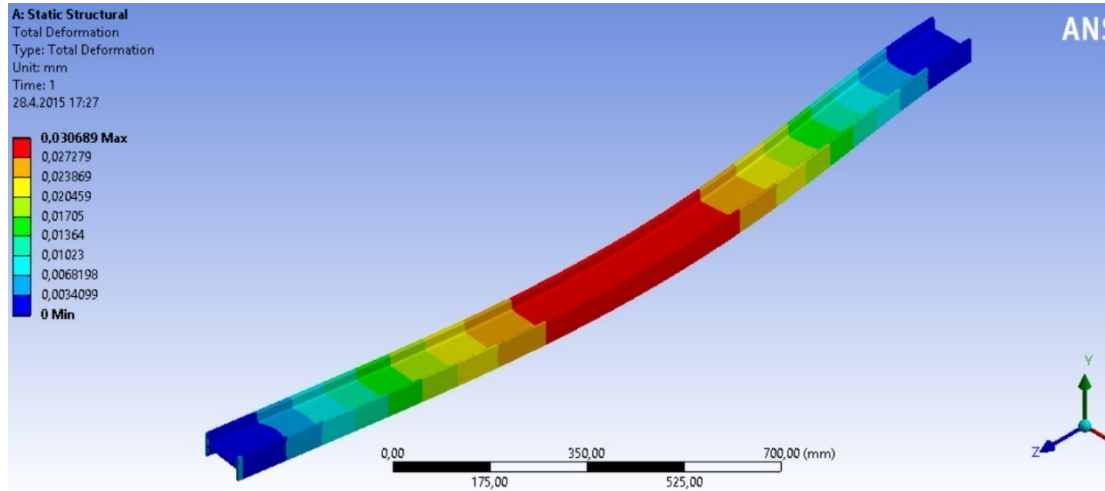
Şekil 5.3 : Asansör-3 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.4 Asansör-4 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.4'te, Asansör-4 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

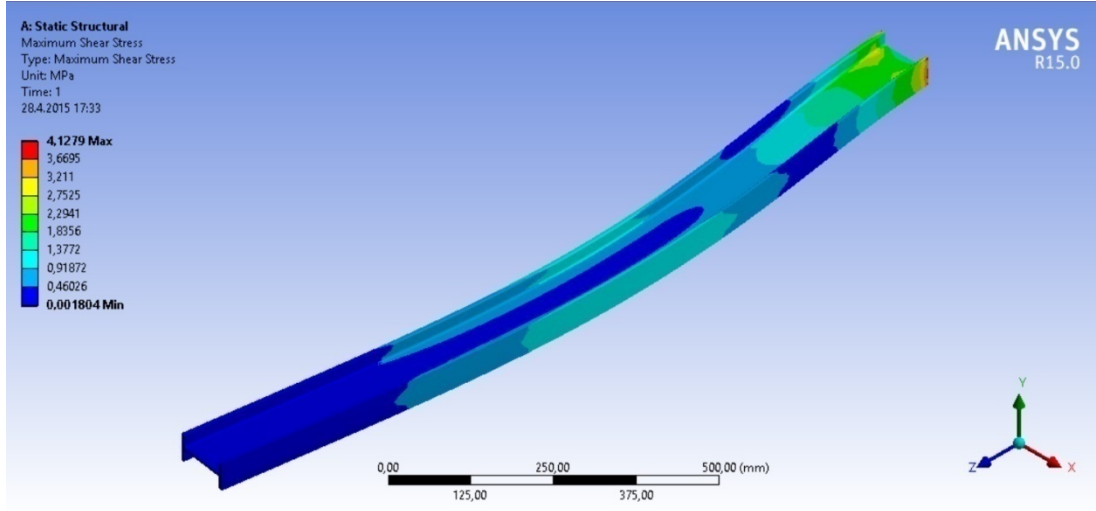


(b)

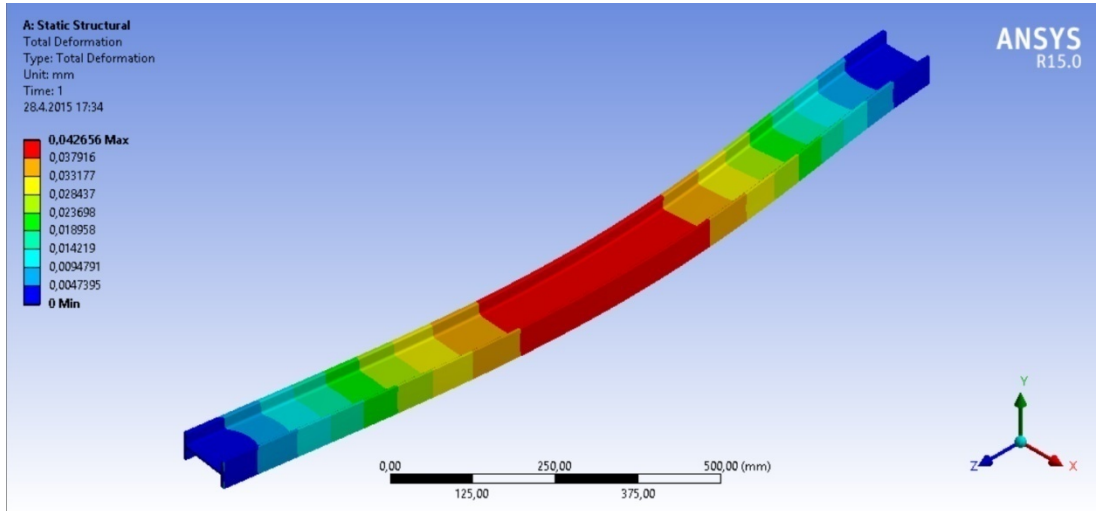
Şekil 5.4 : Asansör-4 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.5 Asansör-5 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.5'te, Asansör-5 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

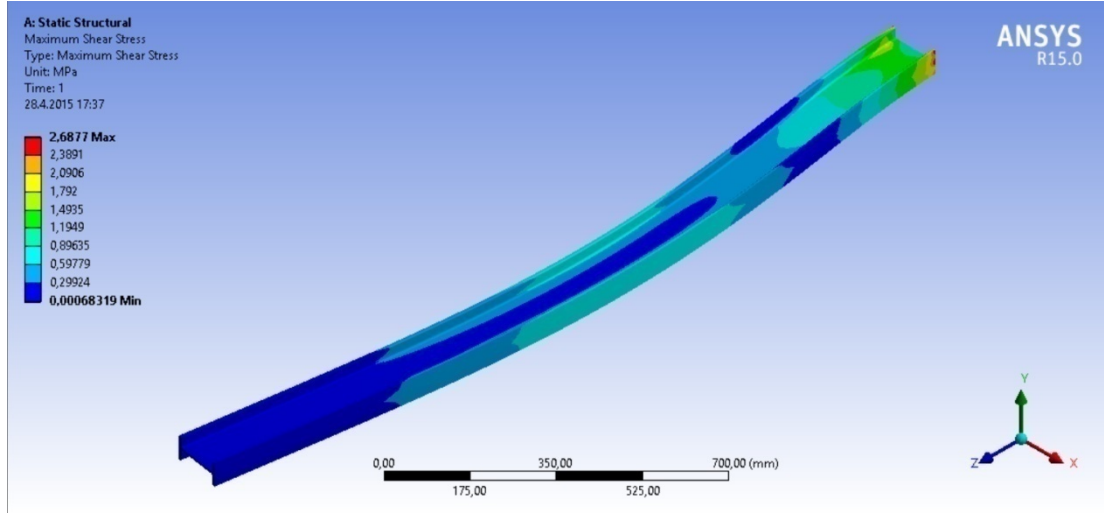


(b)

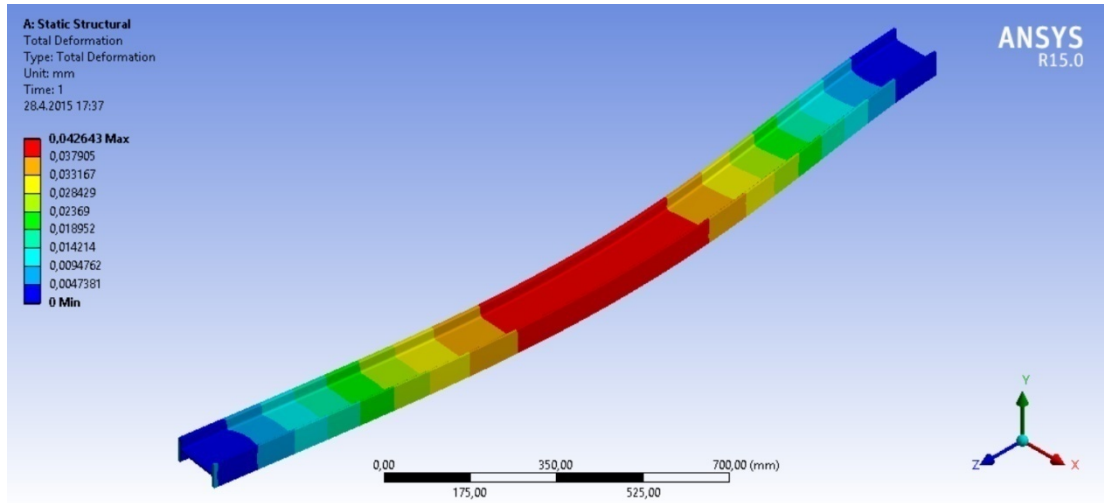
Şekil 5.5 : Asansör-5 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.6 Asansör-6 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.6’da, Asansör-6 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

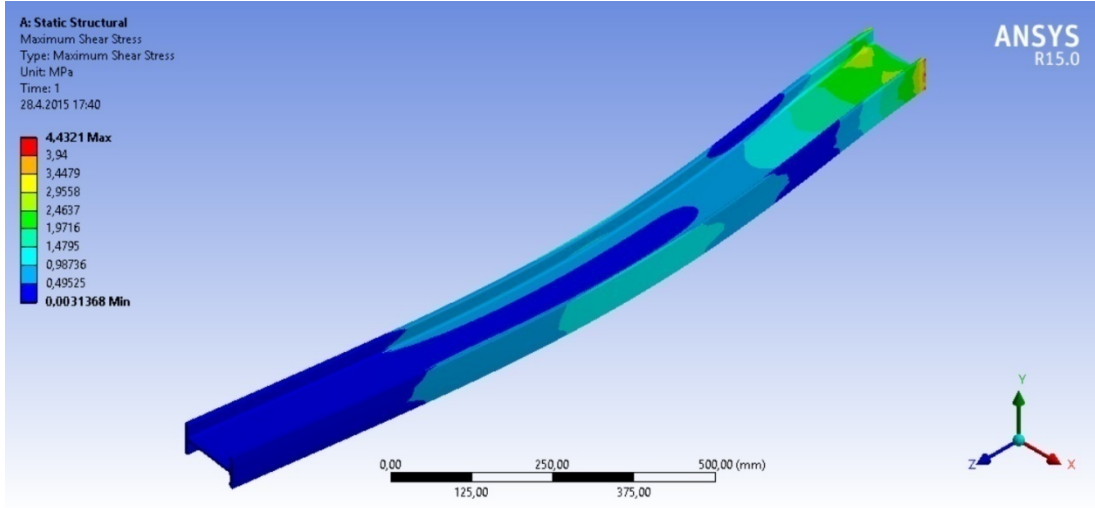


(b)

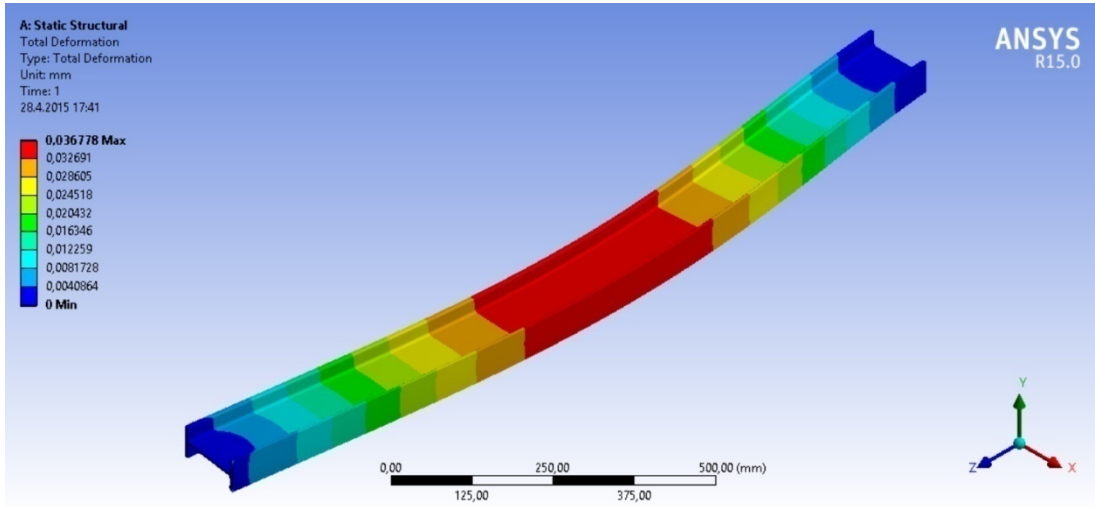
Şekil 5.6 : Asansör-6 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.7 Asansör-7 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.7’de, Asansör-7 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

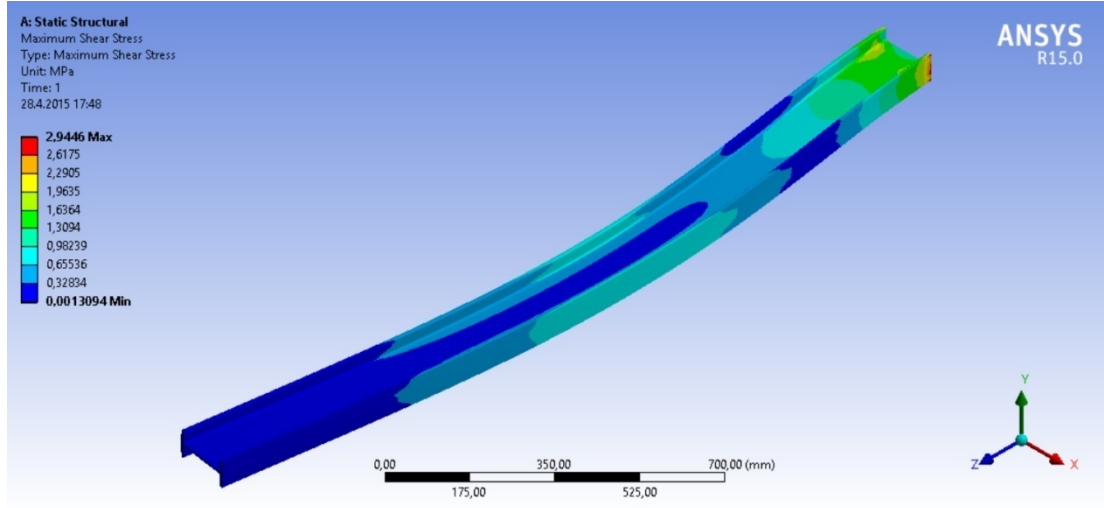


(b)

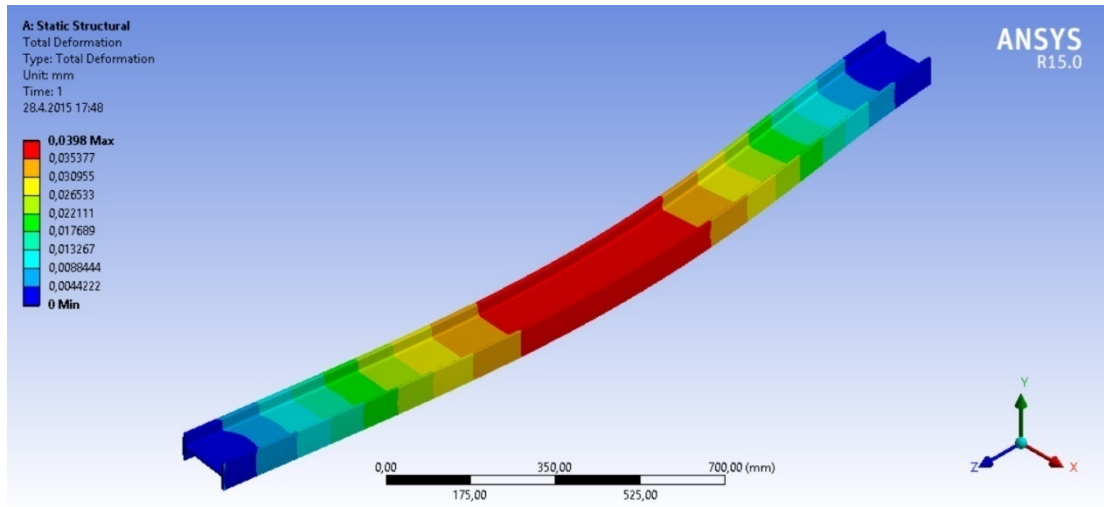
Şekil 5.7 : Asansör-7 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.8 Asansör-8 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.8’de, Asansör-8 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

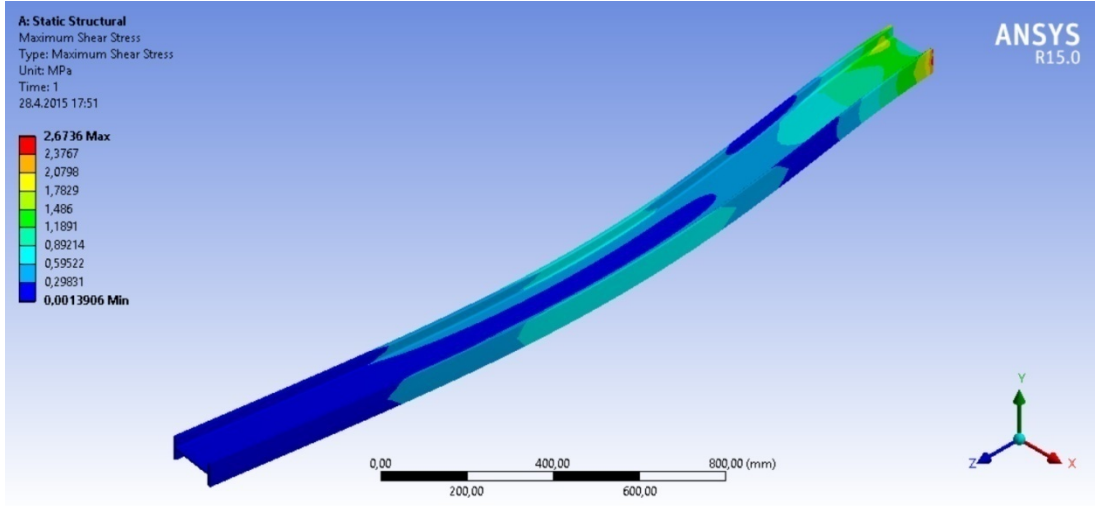


(b)

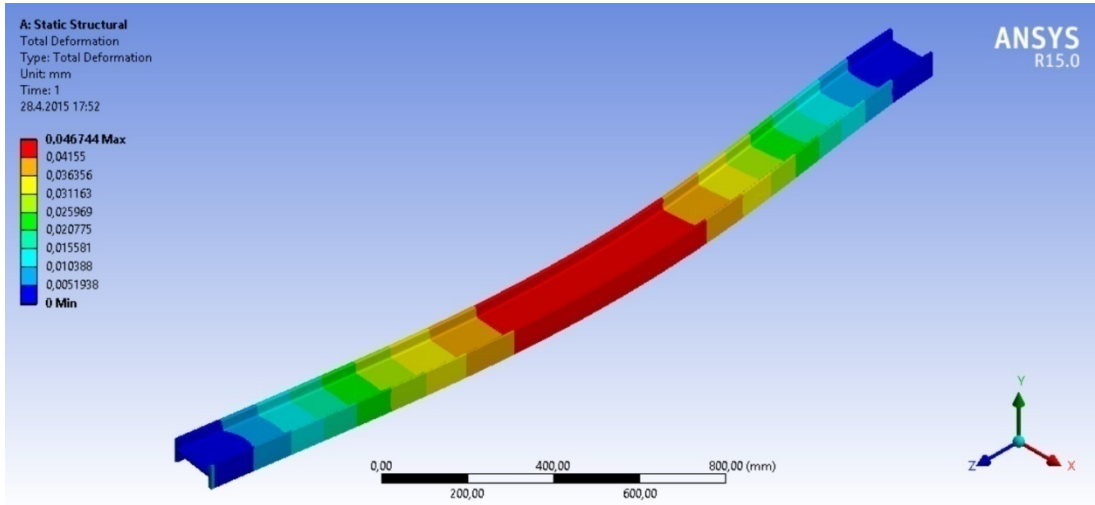
Şekil 5.8 : Asansör-8 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.9 Asansör-9 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.9'da, Asansör-9 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

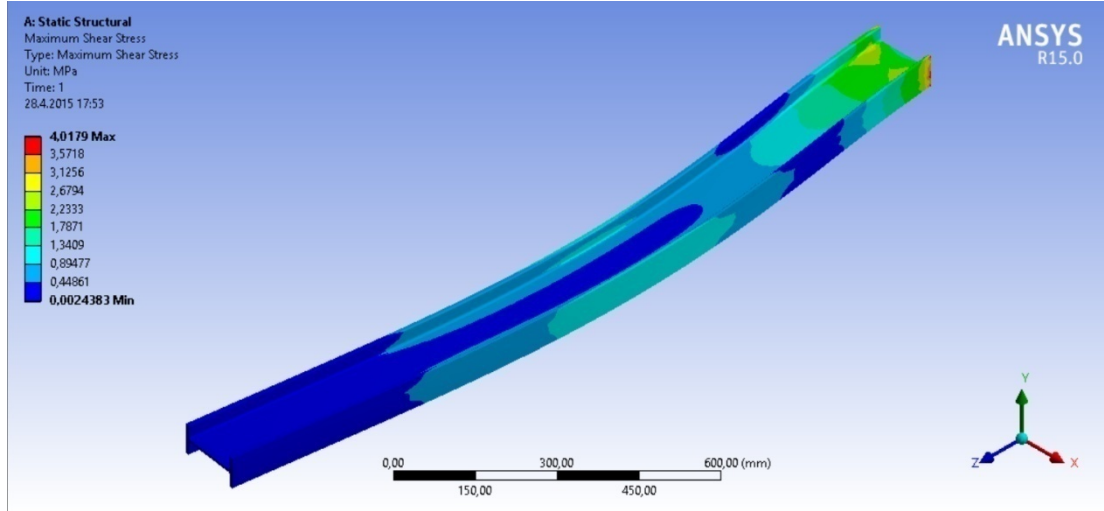


(b)

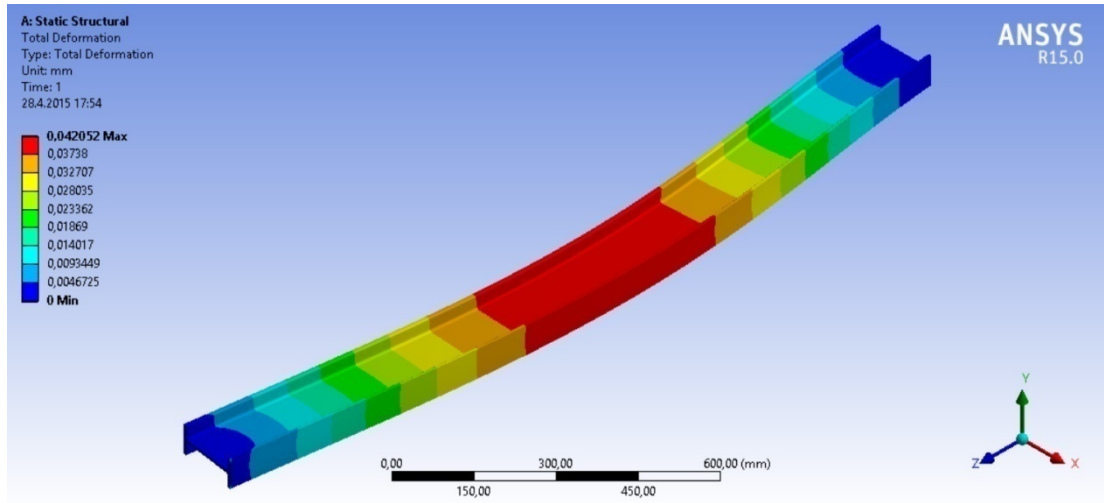
Şekil 5.9 : Asansör-9 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.10 Asansör-10 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.10'da, Asansör-10 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

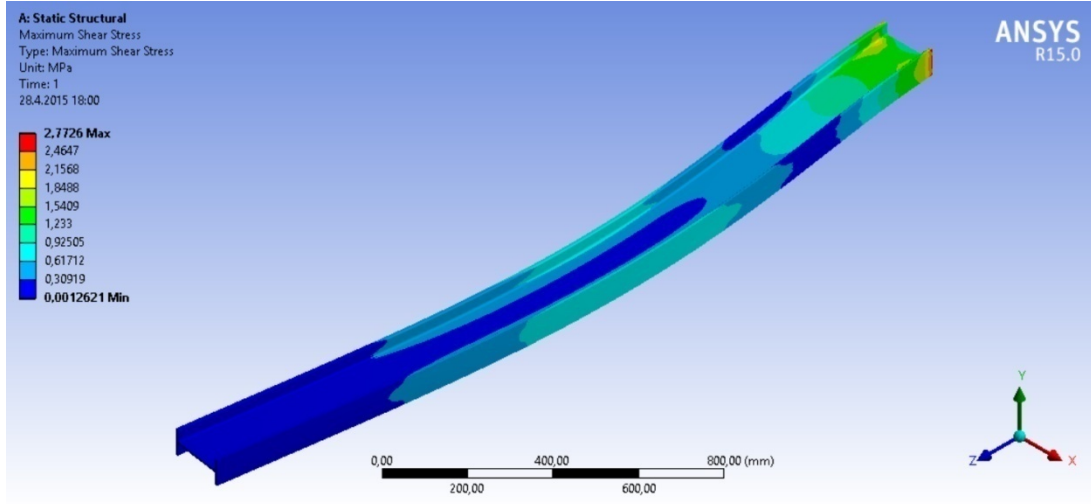


(b)

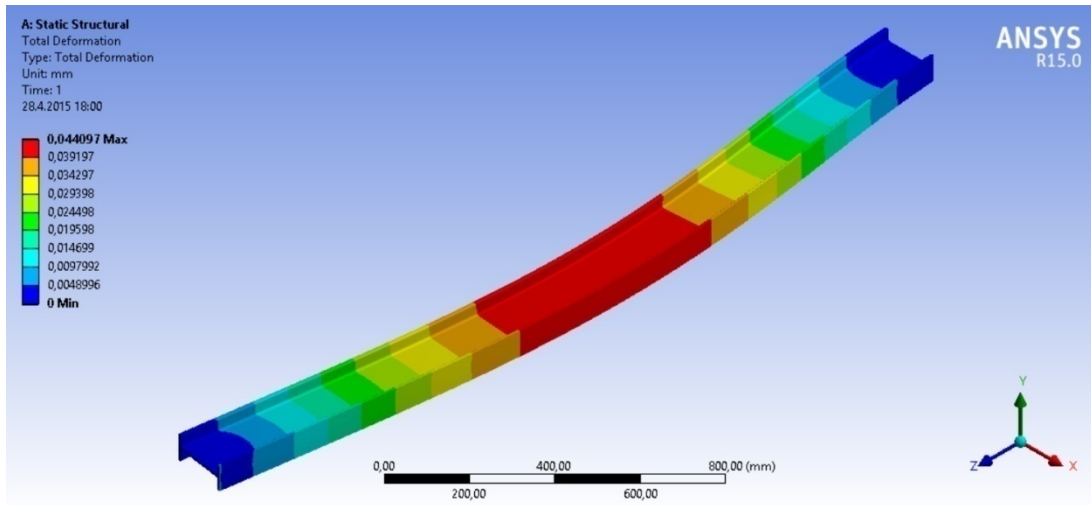
Şekil 5.10 : Asansör-10 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.11 Asansör-11 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.11’de, Asansör-11 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

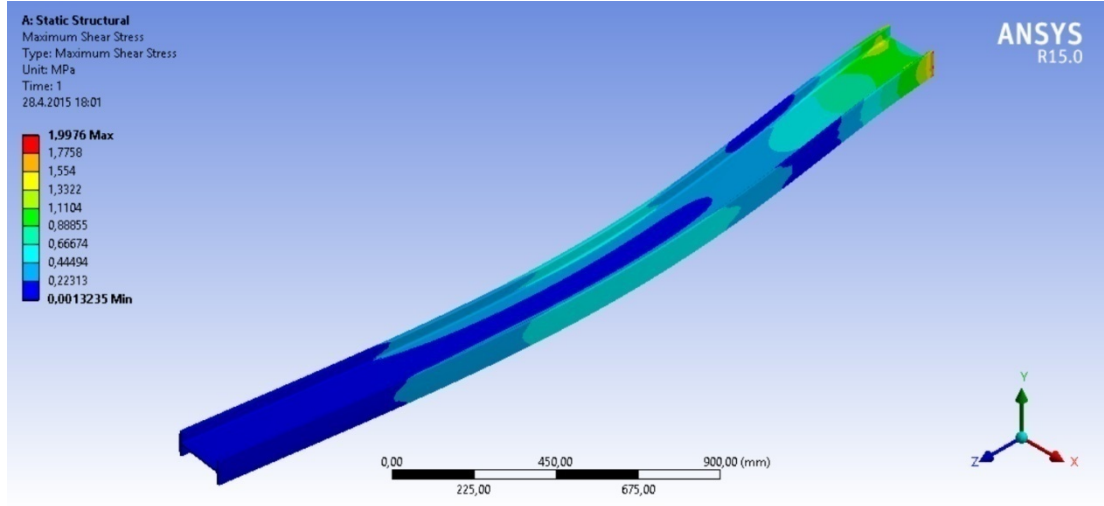


(b)

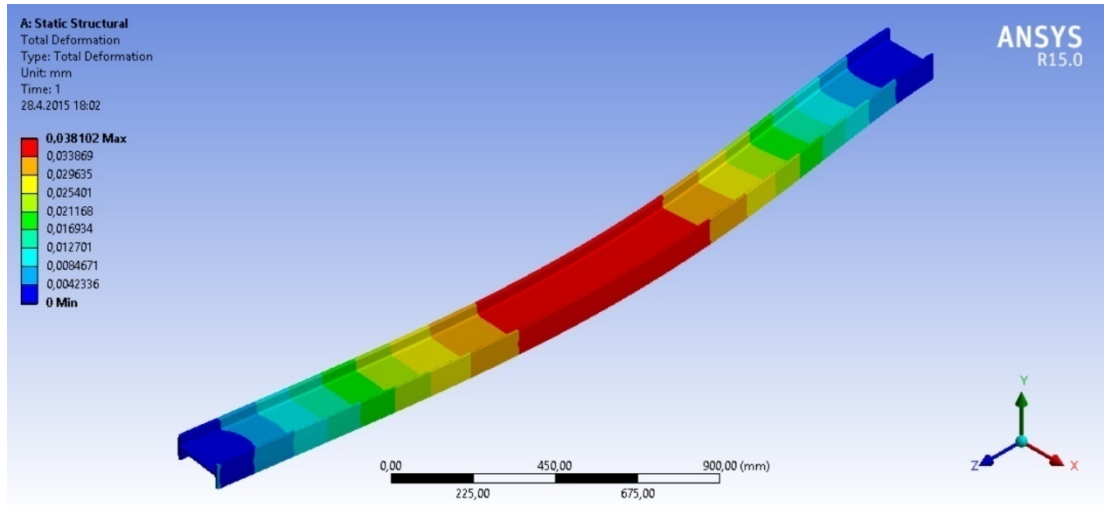
Şekil 5.11 : Asansör-11 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.12 Asansör-12 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.12’de, Asansör-12 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

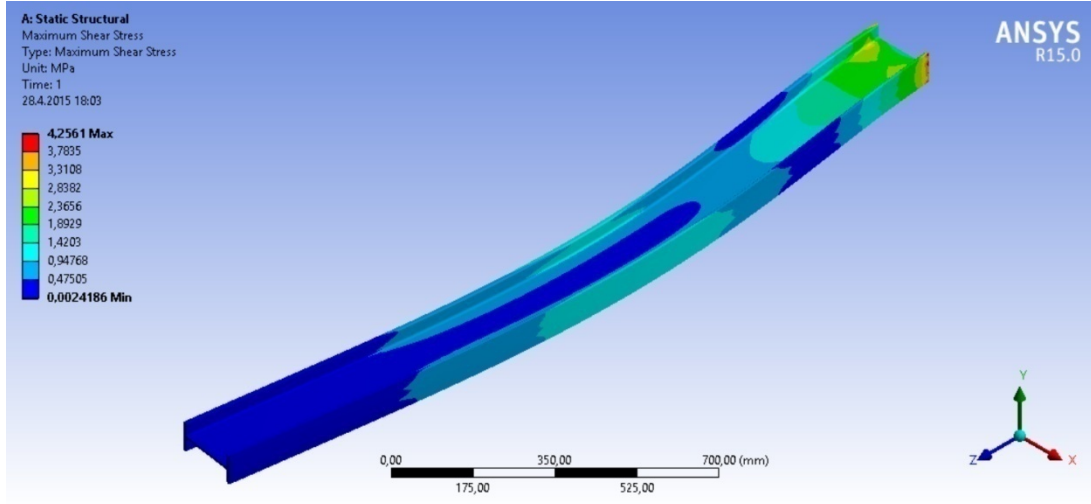


(b)

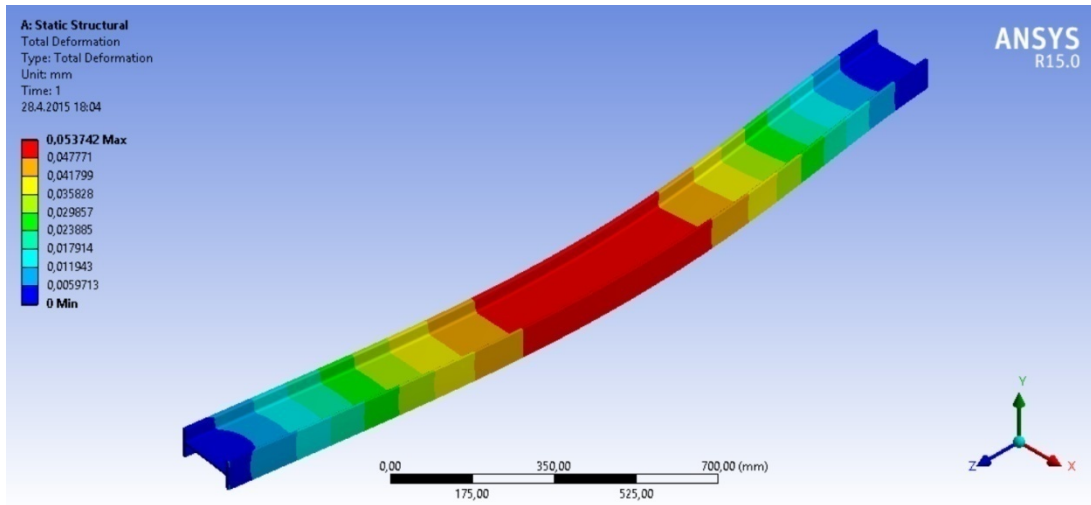
Şekil 5.12 : Asansör-12 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.13 Asansör-13 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.13'te, Asansör-13 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

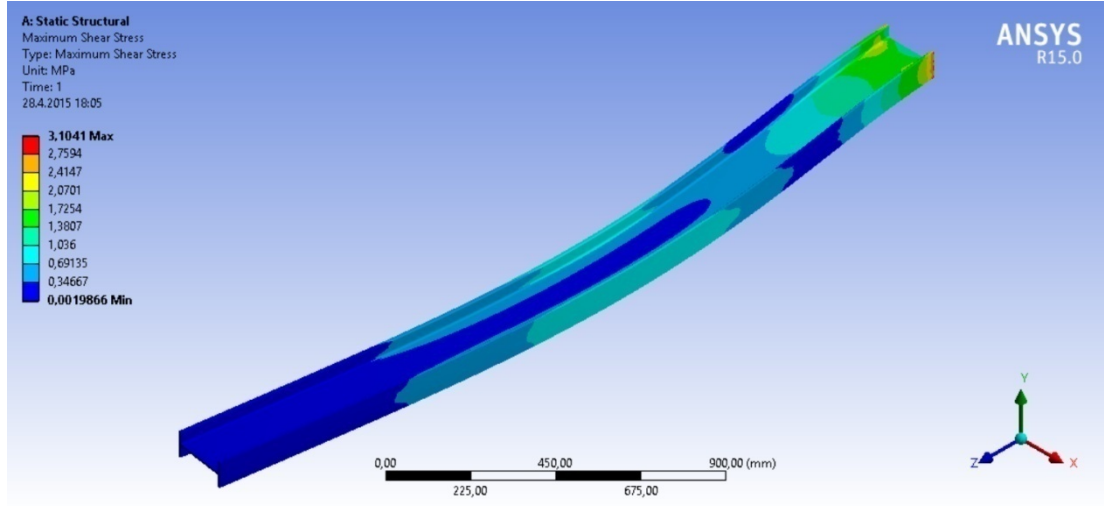


(b)

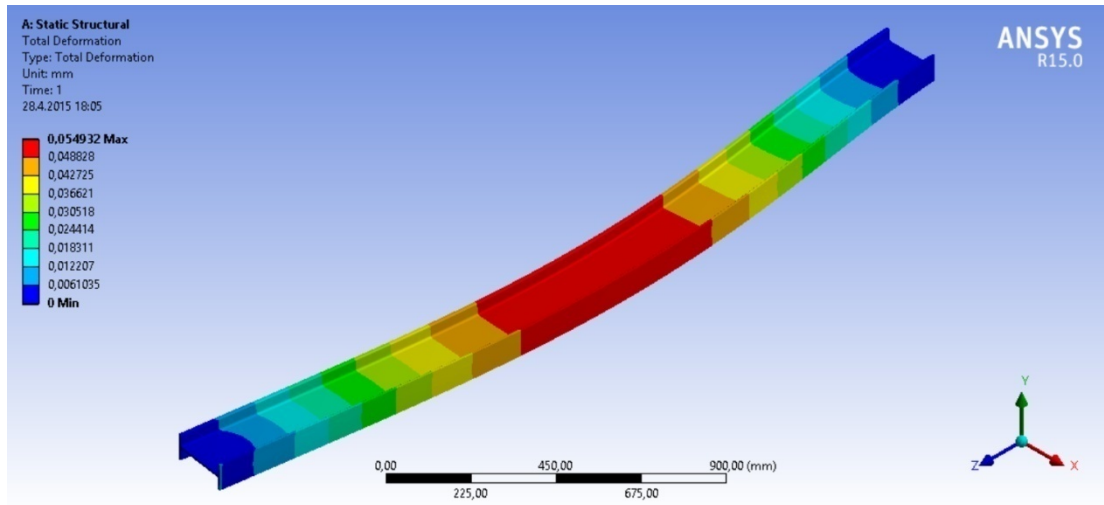
Şekil 5.13 : Asansör-13 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.14 Asansör-14 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.14'te, Asansör-14 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

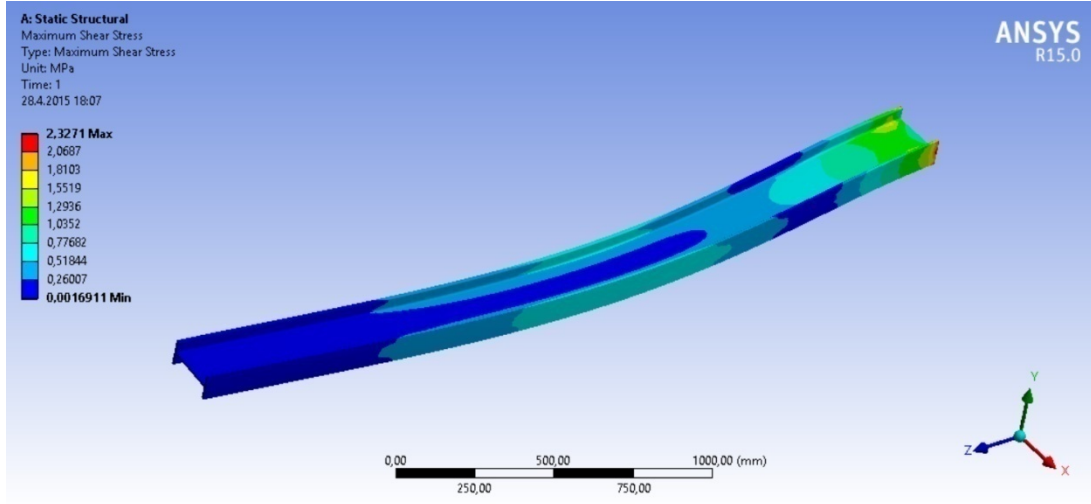


(b)

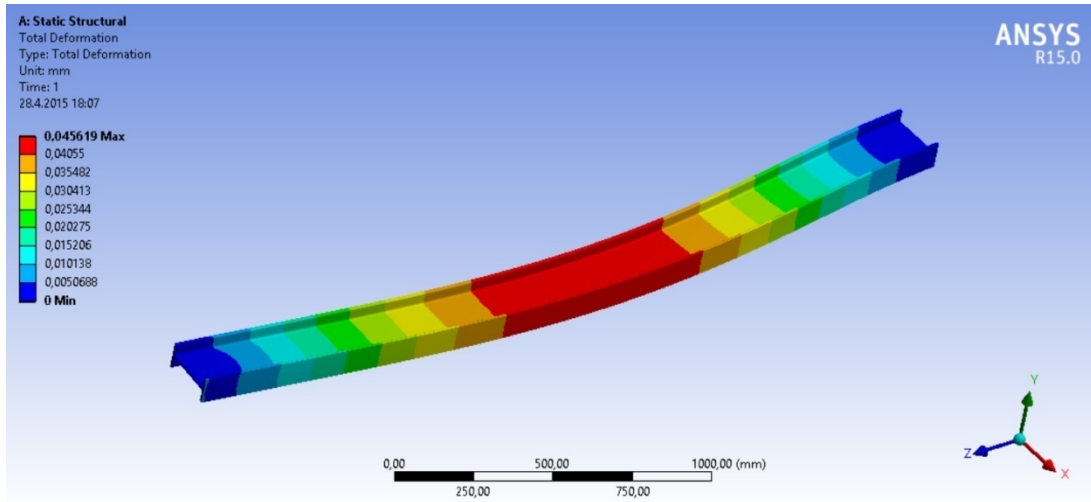
Şekil 5.14 : Asansör-14 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.15 Asansör-15 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.15'te, Asansör-15 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

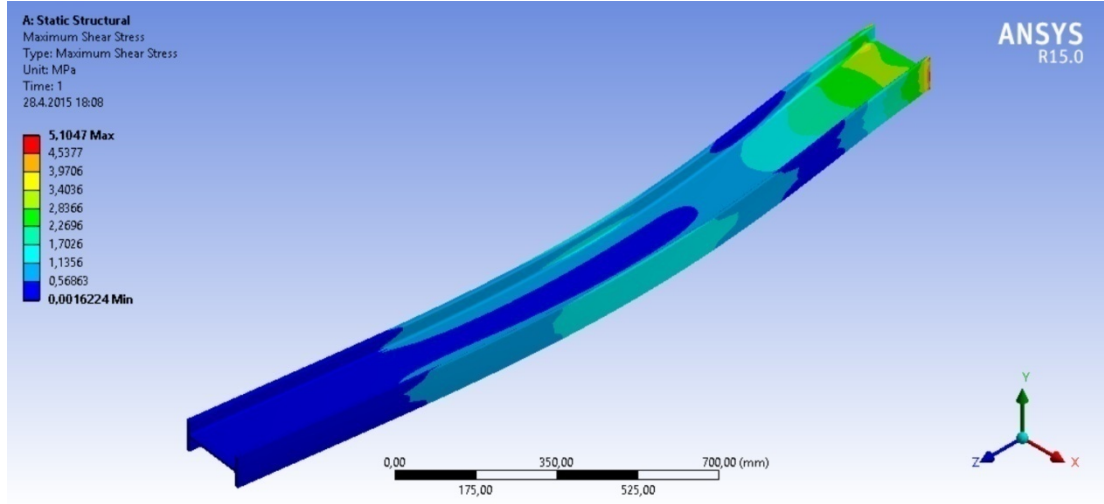


(b)

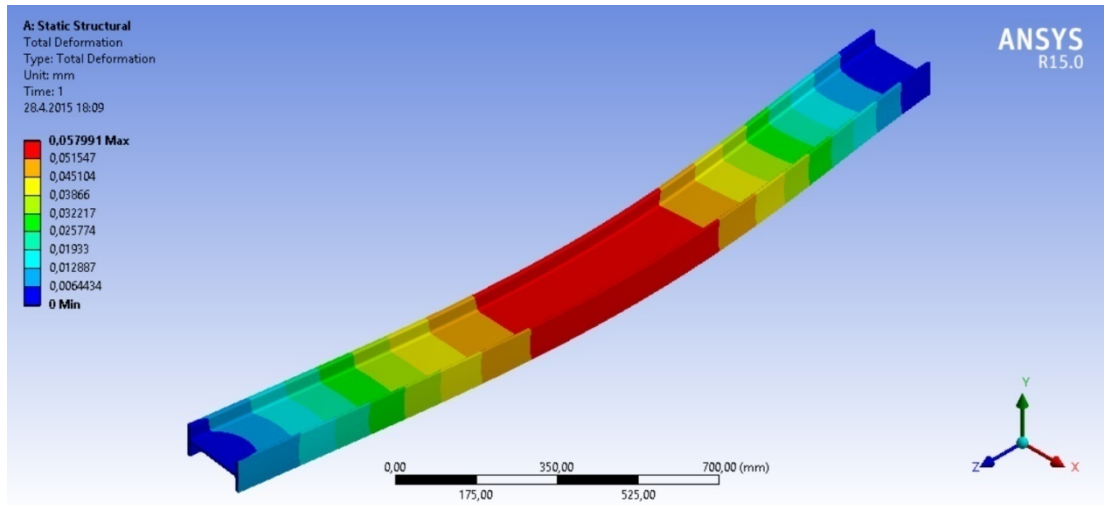
Şekil 5.15 : Asansör-15 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.16 Asansör-16 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.16'da, Asansör-16 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

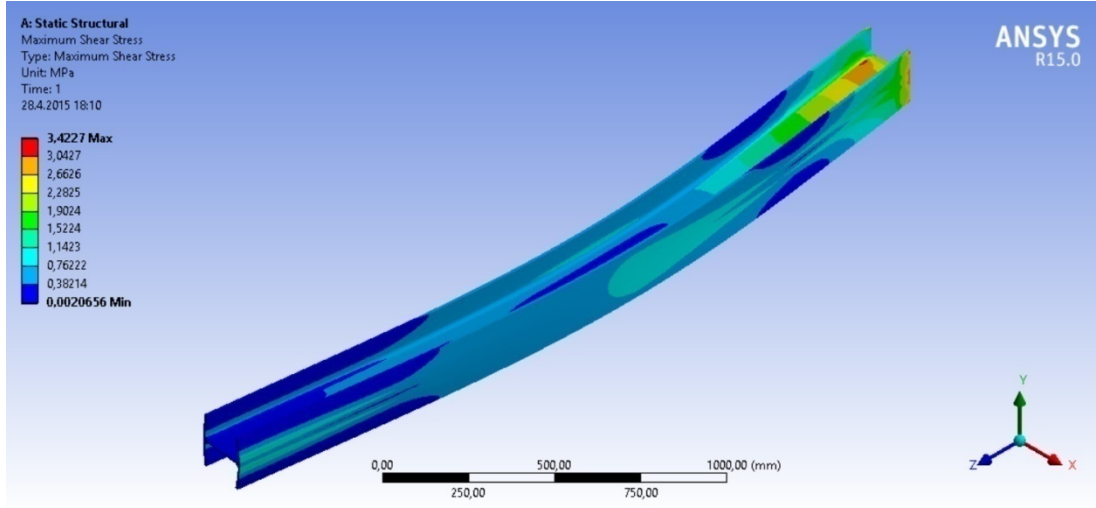


(b)

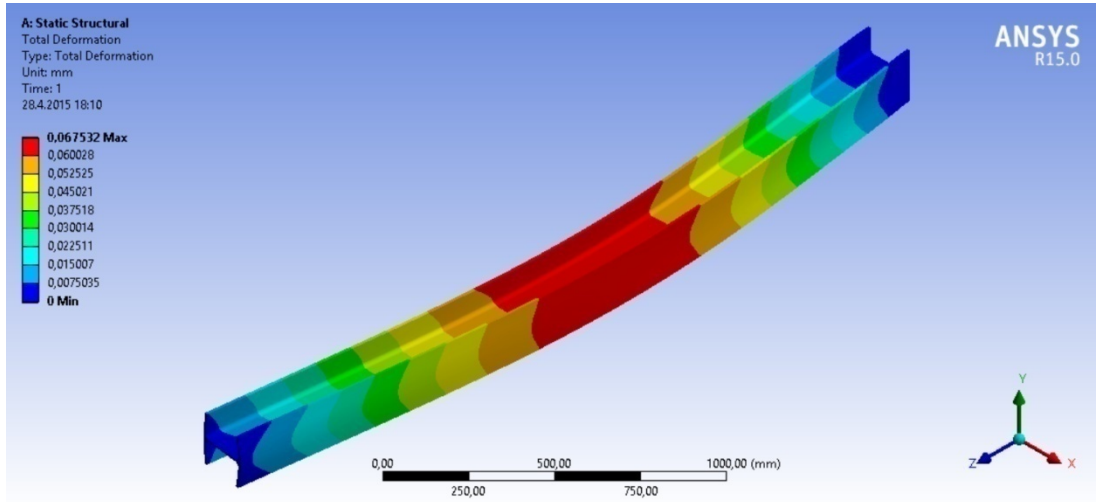
Şekil 5.16 : Asansör-16 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.17 Asansör-17 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.17’de, Asansör-17 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

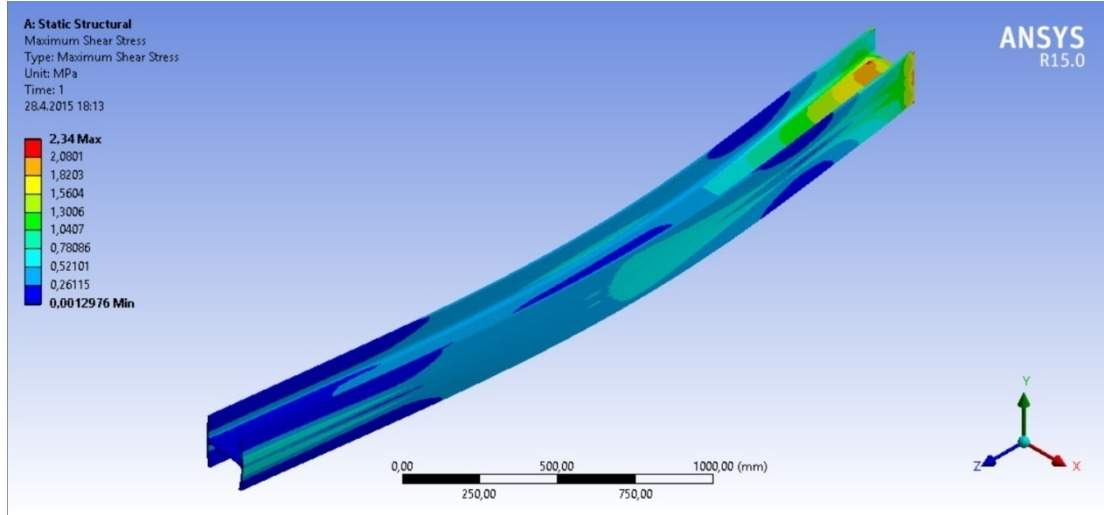


(b)

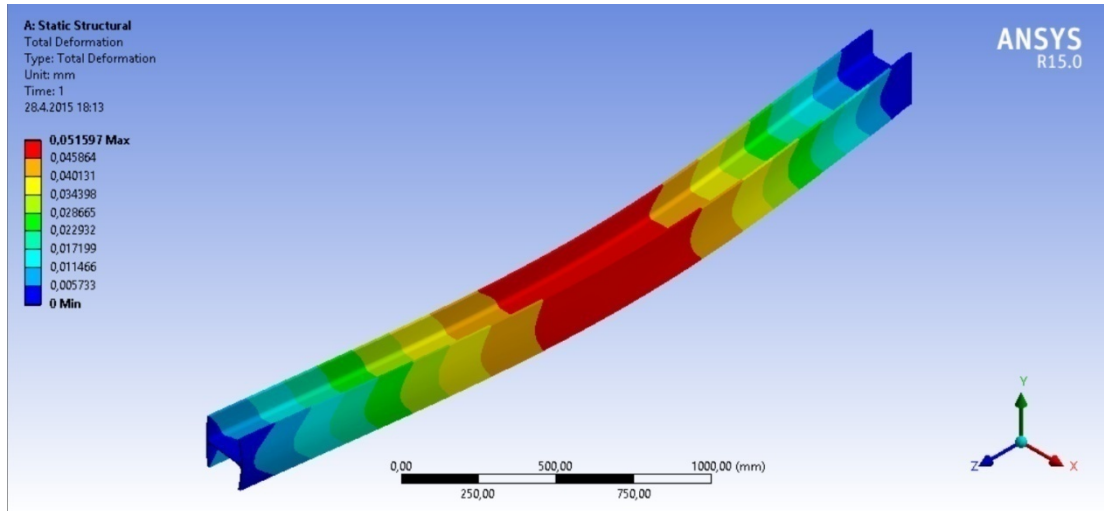
Şekil 5.17 : Asansör-17 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.18 Asansör-18 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.18’de, Asansör-18 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

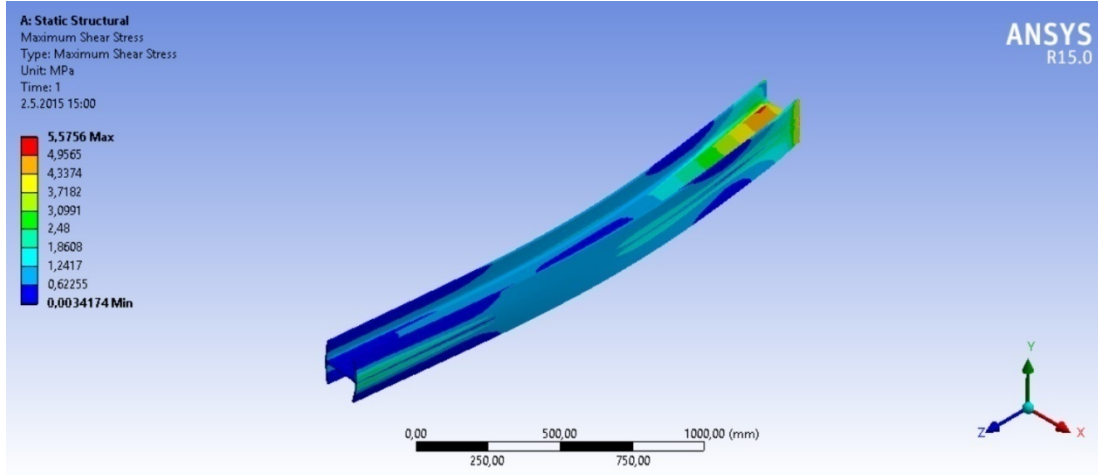


(b)

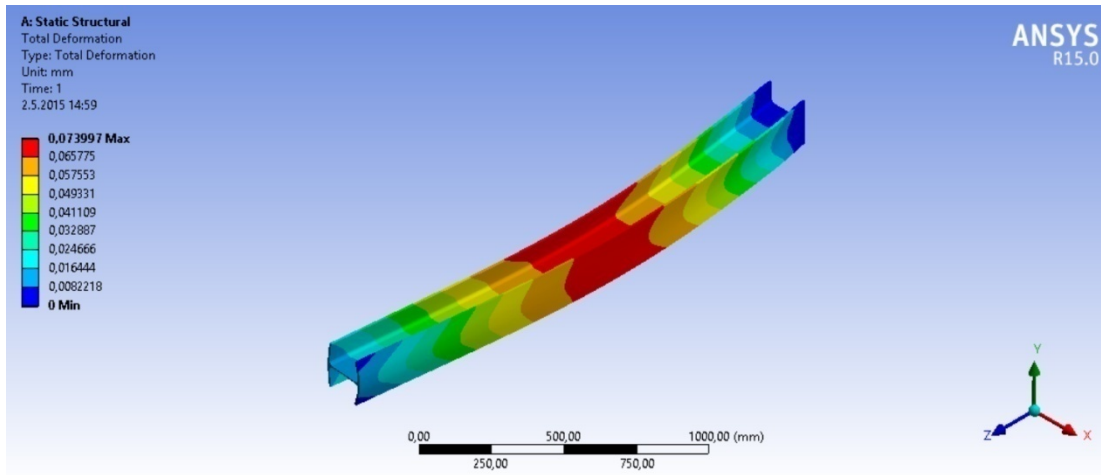
Şekil 5.18 : Asansör-18 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.19 Asansör-19 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.19’da, Asansör-19 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

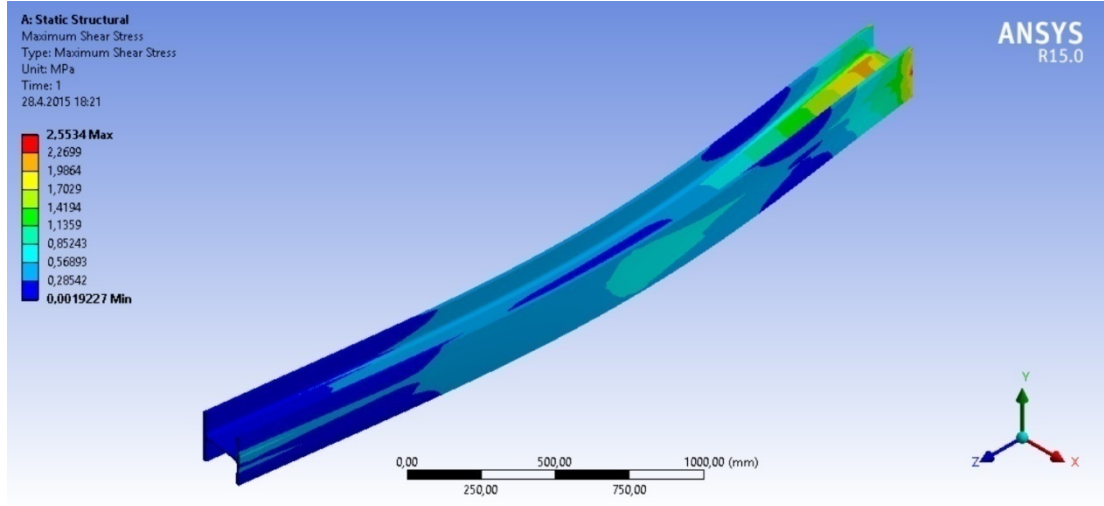


(b)

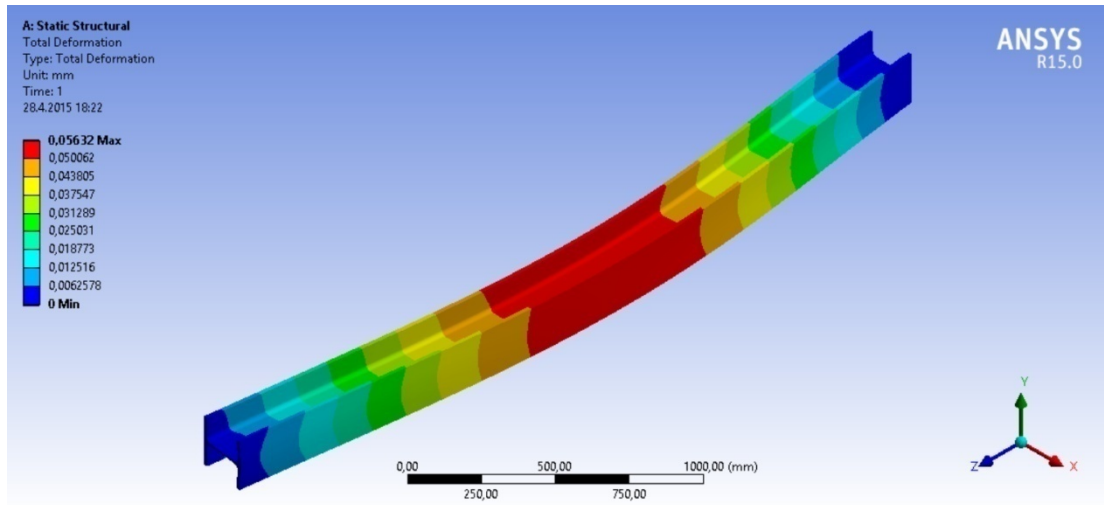
Şekil 5.19 : Asansör-19 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.20 Asansör-20 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.20’de, Asansör-20 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)

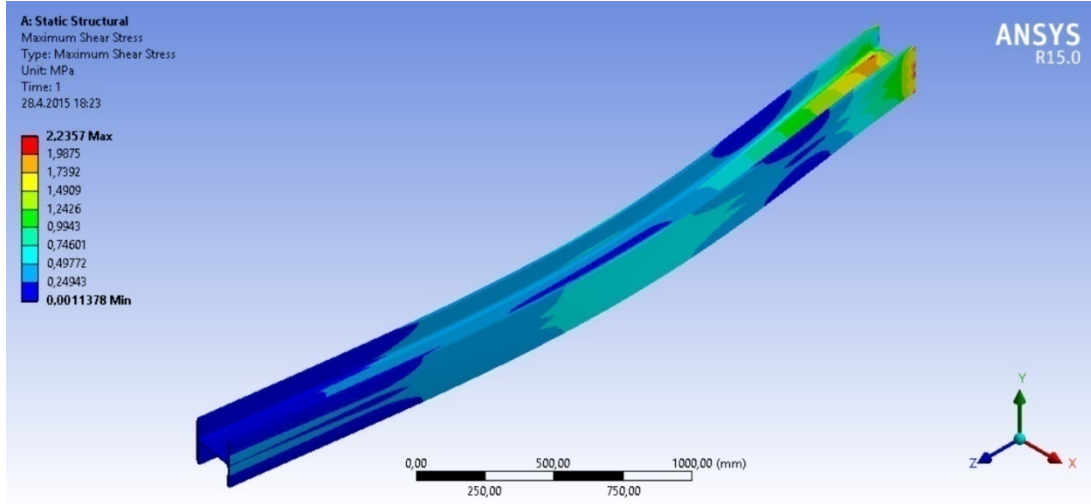


(b)

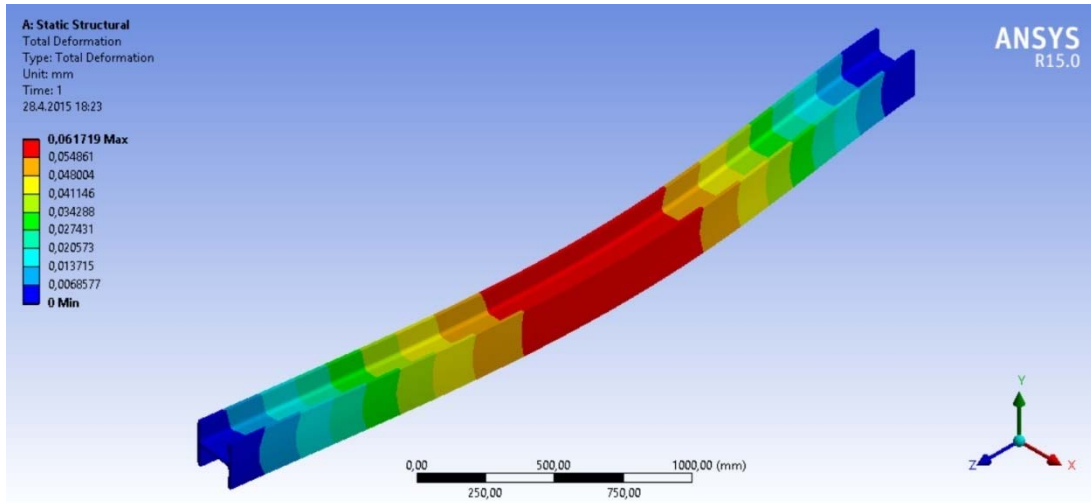
Şekil 5.20 : Asansör-20 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.2.21 Asansör-21 için yapılan gerilme analizi

Şekil 5.21’de, Asansör-21 için yapılan gerilme ve toplam deformasyon analiz sonuçları gösterilmektedir.



(a)



(b)

Şekil 5.21 : Asansör-21 için yapılan analizler. a) Gerilme. b) Toplam deformasyon.

5.3 Öneriler

Yapılan hesaplamalar ve alınan sonuçlara göre; asansör kuyularında, kılavuz ray tespiti için kullanılacak çelik profil tipi seçiminde, asansör beyan yükü ve yaklaşık kiriş uzunluğuna (kuyu derinlik ölçüsü [mm]) bağlı olarak Çizelge 5.2'den yararlanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 5.2 : Asansör kapasitesi ve yaklaşık kiriş uzunluğuna göre çelik profil tipi seçimi.

Çelik Profil						
HE200 B						3500
HE200 A					3050	3200
HE180 A					2750	2200
NPI 200				2950	2450	
NPI 180			2750	2650	2200	
NPI 160			2350	2100		
NPI 140			2350	1800		
NPI 120		2050	1500			
NPI 100	1650	1850	1500			
	320	400	630	800	1000	1250
						1600

**Beyan Yüğü
(kg)**

KAYNAKLAR

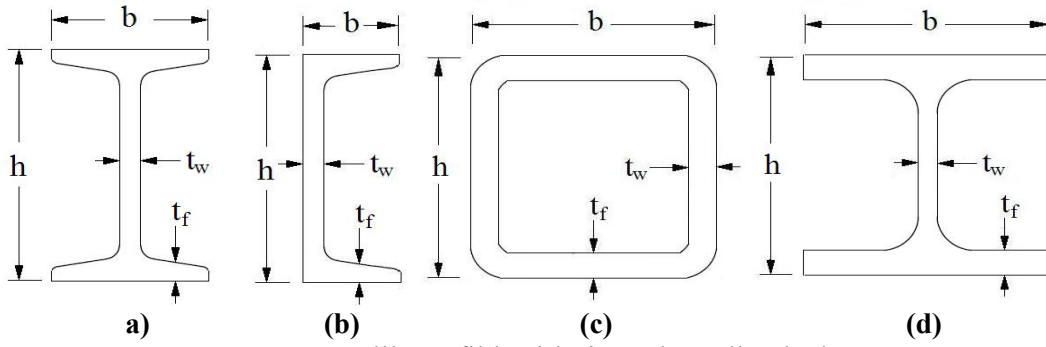
- [1] **Kutay, M. E.** (2010). Miller ve Kirişler (Özet), 2010 Ağustos.
- [2] **Gemici, E.** (2005). European Statistics of the Lift Industry, Sunum, *9th International Lift Technology & By-industries Fair*, 15 Nisan, İstanbul.
- [3] **Janovsky, L.** (1993). Elevator Mechanical Design, Second Edition, *Ellis Horwood Limited*, Great Britain.
- [4] **MMO/208/7.** (2012). Asansör Avan ve Uygulama Projeleri Hazırlama Teknik Hesapları, *TMMOB Makina Mühendisleri Odası*, İzmir.
- [5] **TS EN 81-1+A3.** (2008). Asansörler – Yapım ve Montaj İçin Güvenlik Kuralları – Bölüm 1: Elektrikli Asansörler, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [6] **Hymans, F.** (1992). Electric Elevators, Book 1, Electric Traction Elevators, Elevator Hatchway Equipment, *An Elevator World Limited Edition*, Alabama, USA.
- [7] **Arıkan, A. S.** (t.y.). Sonlu Elemanlar Metodunun Mühendislikte Uygulamaları, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü*, Ankara.
- [8] **Pençe, E.** (2007). Eğitim Amaçlı ANSYS Paket Programının Tanıtılması, ANSYS Öğretimi ve Uygulama Örnekleri, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitim Bölümü*, (mezuniyet tezi). Zonguldak.
- [9] **URL-1** <[http:// http://www.celikprofil.org/](http://www.celikprofil.org/)>, alındığı tarih: 05.01.2015

EKLER

EK A: Çelik profil tipleri ve özellikleri

Çizelge A.1 : Çelik profillere ait ölçüsel bilgiler.

Çelik Profil Tipleri	Profil Ölçüleri (mm)					Birim Ağırlık G (kg/m)	Kesit Alanı A (mm ²)
	h	b	t _w	t _f	ŷ		
NPI 100	100	50	4,5	6,8	33,55	8,3	1.060
NPI 120	120	58	5,1	7,7	39,07	11,1	1.420
NPI 140	140	66	5,7	8,6	44,63	14,3	1.830
NPI 160	160	74	6,3	9,5	50,42	17,9	2.280
NPI 180	180	82	6,9	10,4	55,99	21,9	2.790
NPI 200	200	90	7,5	11,3	61,76	26,2	3.340
NPU 100	100	50	6,0	8,5	33,08	10,6	1.350
NPU 120	120	55	7,0	9,0	37,64	13,4	1.700
NPU 140	140	60	7,0	10,0	40,91	16	2.040
NPU 160	160	65	7,5	10,5	45,09	18,8	2.400
NPU 180	180	70	8,0	11,0	49,04	22	2.800
NPU 200	200	75	8,5	11,5	53,15	25,3	3.220
100*100*8	100	100	8,0	8,0	53,13	21,4	2.720
150*150*8	150	150	8,0	8,0	77,90	33,9	4.320
200*200*8	200	200	8,0	8,0	102,79	46,5	5.920
HE 100 A	96	100	5,0	8,0	56,13	16,7	2.120
HE 100 B	100	100	6,0	10,0	56,37	20,4	2.600
HE 120 A	114	120	5,0	8,0	68,29	19,9	2.530
HE 120 B	120	120	6,5	11,0	68,46	26,7	3.400
HE 140 A	133	140	5,5	8,5	80,94	24,7	3.140
HE 140 B	140	140	7,0	12,0	80,47	33,7	4.300
HE 160 A	152	160	6,0	9,0	91,91	30,4	3.880
HE 160 B	160	160	8,0	13,0	92,09	42,6	5.430
HE 180 A	171	180	6,0	9,5	103,58	35,5	4.530
HE 180 B	180	180	8,5	14,0	104,24	51,2	6.530
HE 200 A	190	200	6,5	10,0	114,76	42,3	5.380
HE 200 B	200	200	9,0	15,0	115,12	61,3	7.810



Şekil A.1 : Çelik profil kesitleri ve ölçü adlandırılması.
a) NPI. b) NPU. c) Kutu. d) HEA & HEB.

Çizelge A.2 : Çelik profillere ait mukavemet bilgileri.

Çelik Profil Tipleri	Atalet Momenti		Mukavemet Momenti	
	I_y (mm ⁴)	I_z (mm ⁴)	S_y (mm ⁴)	S_z (mm ⁴)
NPI 100	1.710.000	122.000	20.043	13.095
NPI 120	3.280.000	215.000	32.052	20.586
NPI 140	5.730.000	352.000	48.036	30.469
NPI 160	9.350.000	547.000	68.557	43.074
NPI 180	14.500.000	813.000	94.177	58.730
NPI 200	21.400.000	1.170.000	125.458	77.766
NPU 100	2.060.000	293.000	24.611	9.301
NPU 120	3.640.000	432.000	36.576	12.754
NPU 140	6.050.000	627.000	51.600	16.738
NPU 160	9.250.000	853.000	69.130	21.347
NPU 180	13.500.000	1.140.000	90.029	26.459
NPU 200	19.100.000	1.480.000	114.578	32.482
100*100*8	3.660.000	3.660.000	50.912	50.912
150*150*8	14.120.000	14.120.000	121.112	121.112
200*200*8	35.660.000	35.660.000	221.312	221.312
HE 100 A	3.492.000	1.338.000	39.200	39.000
HE 100 B	4.495.000	1.673.000	49.800	47.560
HE 120 A	6.062.000	2.309.000	56.883	56.975
HE 120 B	8.644.000	3.175.000	79.743	75.750
HE 140 A	10.330.000	3.893.000	83.329	84.556
HE 140 B	15.090.000	5.497.000	119.294	112.798
HE 160 A	16.730.000	6.156.000	116.427	119.508
HE 160 B	24.920.000	8.892.000	170.836	164.672
HE 180 A	25.100.000	9.246.000	155.411	156.294
HE 180 B	38.310.000	13.630.000	233.708	224.189
HE 200 A	36.920.000	13.360.000	203.481	206.909
HE 200 B	56.960.000	20.030.000	310.013	296.115

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Ahmet Buğra ESENLİ

Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul – 18.11.1989

E-Posta : bugraesenli@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2011, Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü
- **Yüksek lisans** : 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Konstrüksiyon Programı

MESLEKİ DENEYİMLER:

- **Modül Çelik Yapı** : 2010-2011, Kalite Kontrol Departmanı, Dokümantasyon Sorumlusu
- **Hyundai Asansör** : 2012- ... , Proje Tasarım Departmanı, Proje Uzmanı