HACETTEPE Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü

Firma: Carrier Lift

CR1250 ve CR2500 Model Hareketli İskele Statik Analizleri Raporu

Hazırlayan:

Yük. Müh. Alireza SEYEDİ

12.2019

Kontrol eden:

Prof. Dr. Bora YILDIRIM

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ PROF. DR. BORA YILDIRIM

İçerik

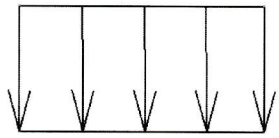
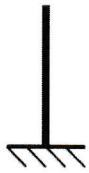
1 Tanımlar 4
1.1 Kabuller 4
1.2 Malzeme Özelikleri 4
2 CR1250-Tek Mast 3-3 Platform 5
2.1 Gerilme 5
2.2 Güvenlik faktörü 7
2.3 Deplasman 7
2.4 Yük tablosu 8
3 CR2500-Çift Mast 3-12-3 Platform 10
3.1 Gerilme 10
3.2 Güvenlik faktörü 12
3.3 Deplasman 12
3.4 Yük tablosu 14
4 CR1250-Mast 16
4.1 Gerilme 16
4.2 Güvenlik faktörü 17
4.3 Deplasman 18
5 CR1250-Şasi 19
5.1 Gerilme 19
5.2 Güvenlik faktörü 20
5.3 Deplasman 21
5.4 Fondasion 22
6 CR1250-Uzatma-01 23
6.1 Gerilme 23
6.2 Güvenlik Faktörü 25
6.3 Deplasman 26
7 CR2500-Uzatma-01 27
7.1 Gerilme 27
7.2 Güvenlik Faktörü 29
7.3 Deplasman 29
8 CR1250-Uzatma 02 31
8.1 Gerilme 31

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

8.2 Güvenlik Faktörü 32
8.3 Deplasman 33
9 CR2500-Uzatma-02 34
9.1 Gerilme 34
9.2 Güvenlik Faktörü 35
9.3 Deplasman 36
10 CR2500-Çift Mast 3-12-3 eğimli Platform 37
10.1 Gerilme 37
10.2 Güvenlik faktörü 38
10.3 Deplasman 39
11 CR1250-Tek Mast 3-3 Platform 200 metre 40
11.1 Gerilme 41
11.2 Güvenlik faktörü 42
11.3 Deplasman 43
12 Aşırı yük kullanılmadığında " f " katsayısı 44
12.1 CR1250-Tek Mast 3-3 Platform 44
12.2 CR2500-Çift Mast 3-12-3 Platform 44
13 Kaynaklar 45

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

1 Tanımlar

	Kuvvet		Yayılı yük
	Yerçekimi		Sabit

1.1 Kabuller

a. Yapılar üzerinde boşluk, çatlak gibi düzensizlikler hesaba katılmamaktadır.

b. Bütün malzemeler izotropik ve homojen özellik göstermektedir.

c. Kaynakların mükemmel yapıldığı varsayılmaktadır.

d. Isıl işlemlere bağlı kalıntı gerilmeler göz ardı edilmektedir.

e. Cıvatalardaki sıkma tork değerleri göz ardı edilmektedir, cıvatalarda kayma yoktur.

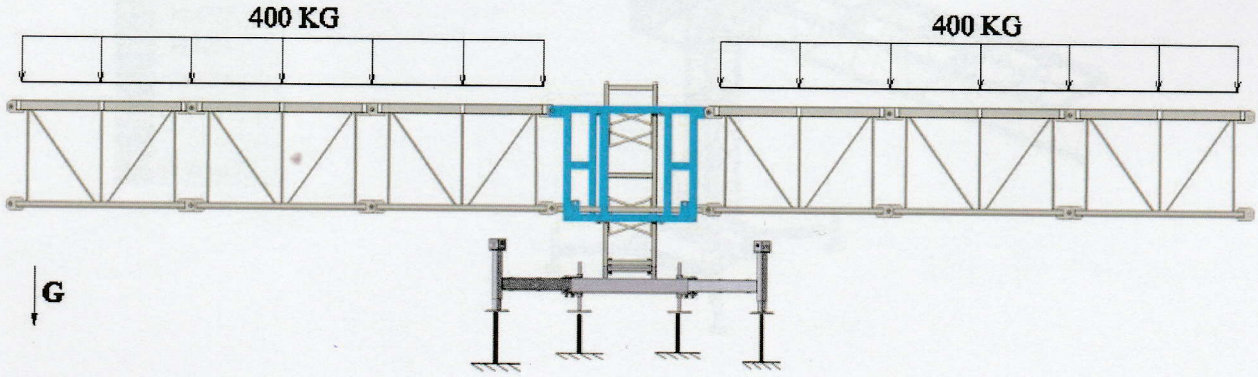
1.2 Malzeme Özelikleri

Parça Adı	Malzeme Bilgileri		
	Tür	Akma Mukavemeti	Kopma Mukavemeti
Şase	St37	250 (MPa)	360 (MPa)
Mast	St37	250 (MPa)	360 (MPa)
Ana Ünite	St37	250 (MPa)	360 (MPa)
Ayaklar	St37	250 (MPa)	360 (MPa)
Platform	St37	250 (MPa)	360 (MPa)
Kremayer Dişli	1040	353 (MPa)	519 (MPa)
Pinyon Dişli	4140	417 (MPa)	655 (MPa)

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM
B.Y.

2 CR1250-Tek Mast 3-3 Platform

Sistem, gerçek çalışma koşullarında olduğu şekilde sabitlenerek platformlar üzerine her iki tarafa 400'er kilogram olmak üzere toplam 800 kilogram yayılı yük uygulanmıştır sistemin şematik görüntüsü Şekil 1 de gösterilmiştir.



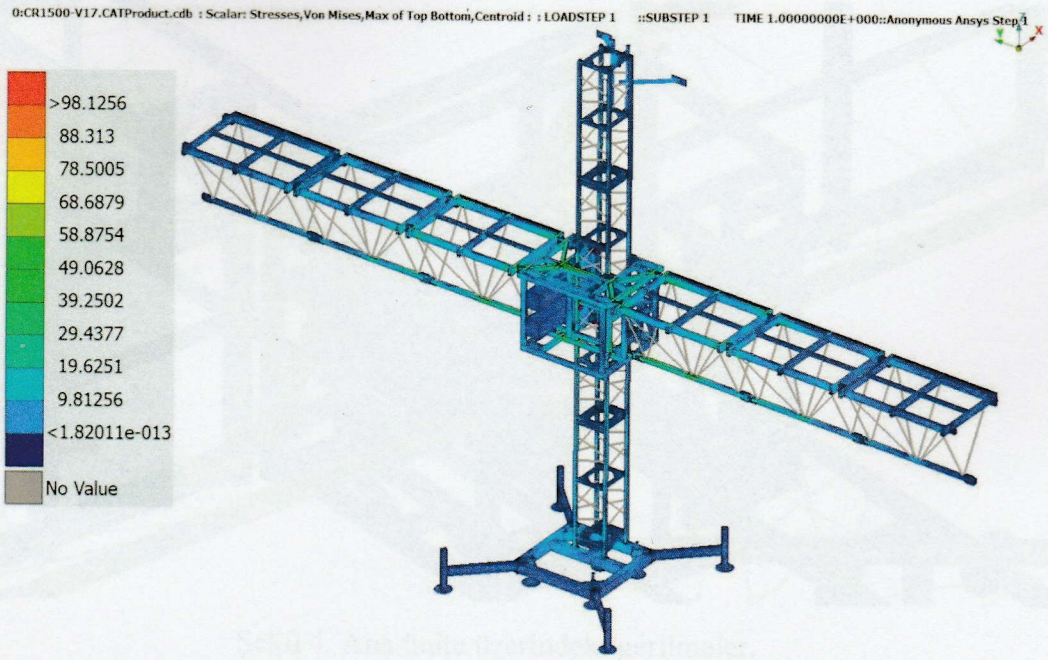
Şekil 1. Şematik bilgiler

2.1 Gerilme

Yapılan analiz sonucunda ortaya çıkan gerilmeler Von-Mises kriteri cinsinden hesaplanmış ve Şekil 2 de gösterilmiştir (Nodal Solution).

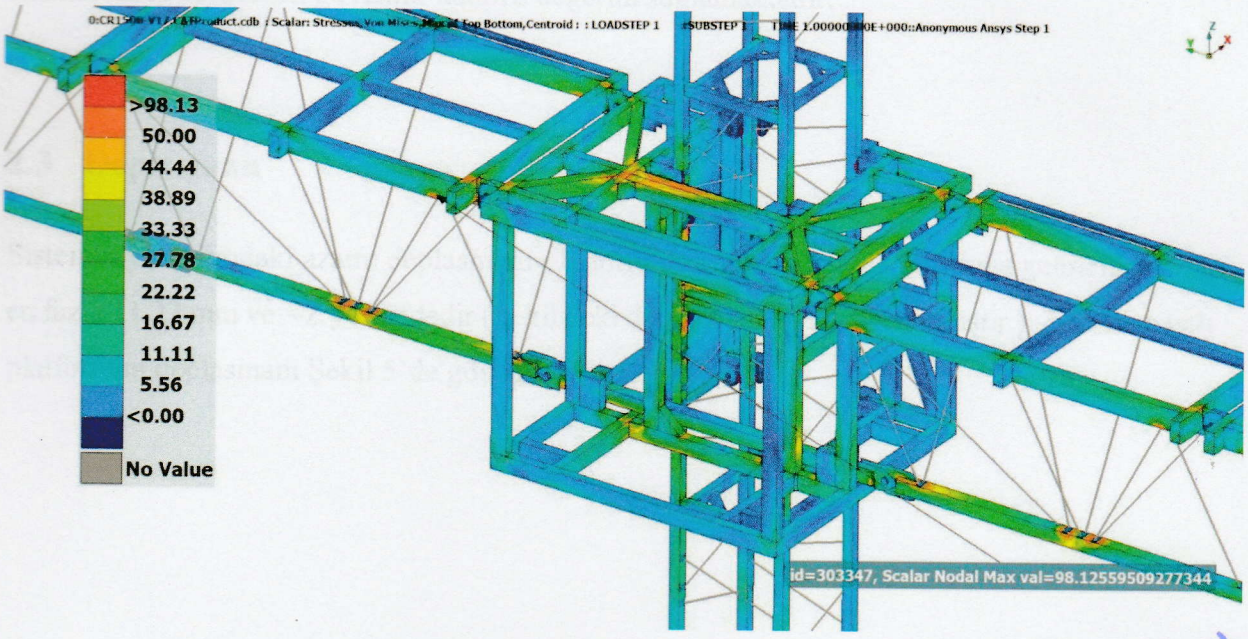
Sistem üzerinde oluşan maksimum gerilme98 MPa olarak hesaplanmıştır Şekil 2'de 80Mpa üstündeki gerilmeler kırmızı renkle gözükmektedir mavi renkle belirlenen kısımlar 15MPa altındaki bölgeleri göstermektedir.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM
B.Y.



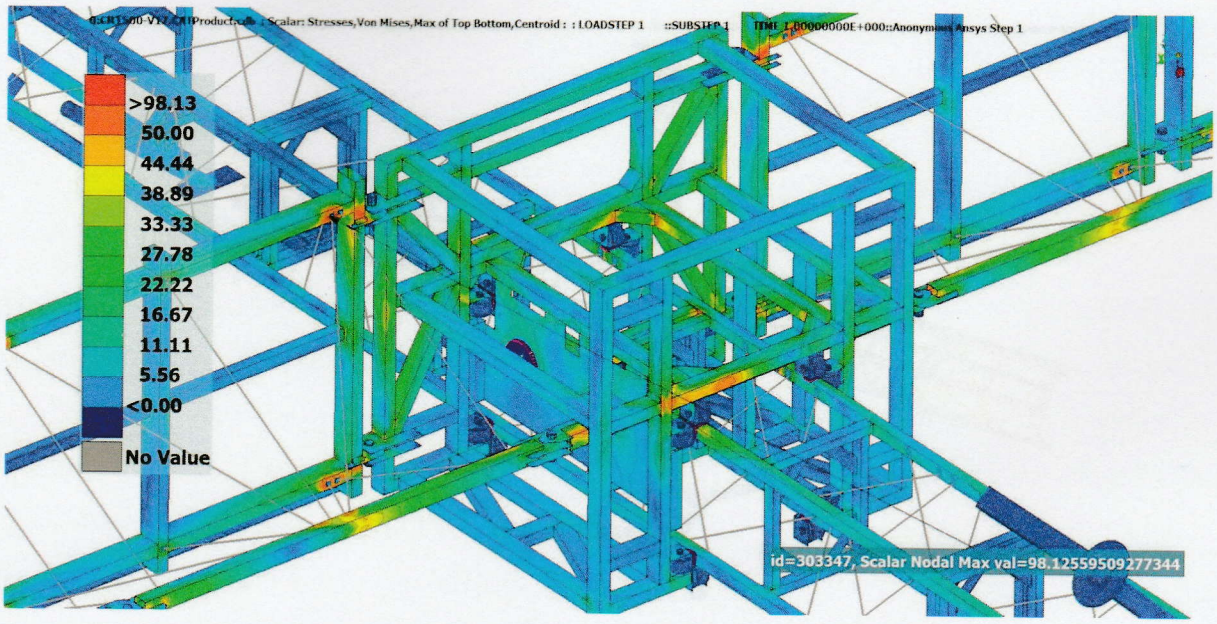
Şekil 2. Von-Mises gerilmesi sonucu.

Şekil 3 de gözüktüğü gibi 50 MPa üzerindeki gerilmeler genellikle ana ünitenin ve platformun üzerindeki kaynak kısımlarında ortaya çıkmıştır daha iyi ve güçlendirilmiş kaynaklar atılması önerilmektedir.



Şekil 3. Ana ünite üzerindeki gerilmeler.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM



Şekil 4. Ana ünite üzerindeki gerilmeler.

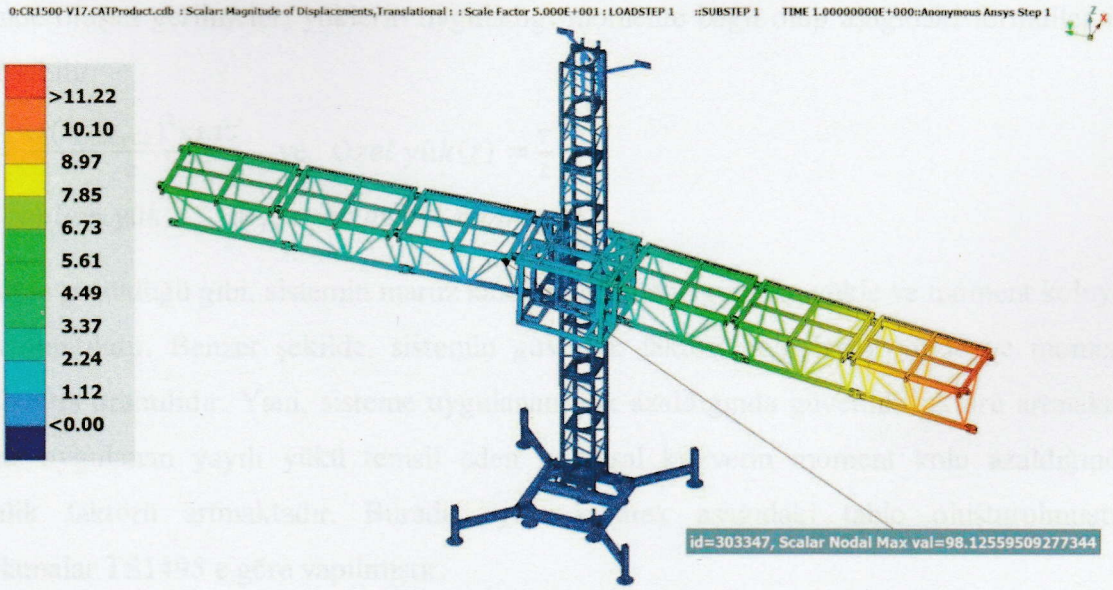
2.2 Güvenlik faktörü

CR1250 tek mastlı ve 3-3 platformlu yük iskelesinde uygulanan yük altındaki en düşük güvenlik faktörü 2.55 ve platformun ana üniteye bağlandığı kısımdadır. Buda TS-1495 standardında belirlenen güvenlik faktörü değerini sağlamaktadır.

2.3 Deplasman

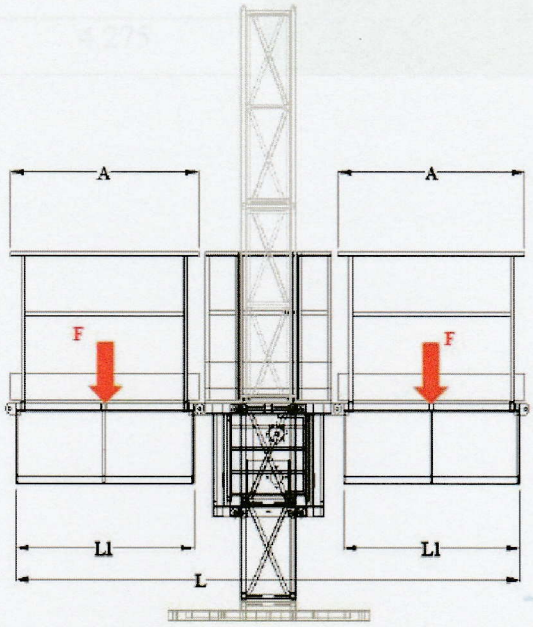
Sistemin yük altındaki azamı deplasmanı platformun üç noktalarında meydana gelmektedir ve en fazla 11.22 mm ve –Z yönündedir (Şekil deki deplasman 50 kat abartılmıştır). 3-3 tek mastlı platformun deplasmanı Şekil 5'de gösterilmiştir.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF.DR. BORA YILDIRIM
B.Y.



Şekil 5. 3-3 tek mastlı platformun yük altındaki deplasmanı.

2.4 Yük tablosu



Şekil 6. Tek mastlı yük iskelesi.

Analiz sonucu (3-3 Platform)	
Verilen yük: 2F(kg)	Güvenlik faktörü
800	2.4

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM
B.Y.

Sistemde oluşan gerilmeler, yüklerin uyguladığı momente bağlı olup aşağıdaki formüller ile gösterilebilir:

$$M_{en} = \frac{t \times (L_{enbüyük})^2 \times 1.15}{2} \quad \text{ve} \quad Özel\ yük(t) = \frac{T}{L}$$

$$(T = toplam\ yük, \qquad M_{en} = en\ büyük\ moment\ )$$

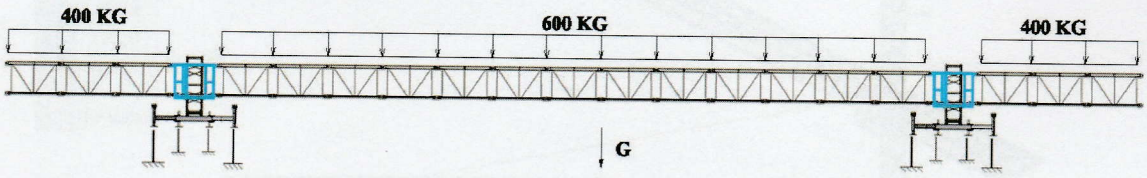
Formülde görüldüğü gibi, sistemin maruz kaldığı gerilme uygulanan yükle ve moment koluyla doğru orantılıdır. Benzer şekilde, sistemin güvenlik faktörü uygulanan yükle ve moment koluyla ters orantılıdır. Yani, sisteme uygulanan yük azaldığında güvenlik faktörü artmakta, sisteme uygulanan yayılı yükü temsil eden noktasal kuvvetin moment kolu azaldığında güvenlik faktörü artmaktadır. Buradan yola çıkarak aşağıdaki tablo oluşturulmuştur hesaplamalar TS1495 e göre yapılmıştır:

Platform sayısı	L(m)	T =Max taşıma kapasitesi (Kg)	Güvenlik faktörü
3-3	10.245	800	2.55
2-2	7.260	1129	2
1-1	4.275	1917	2

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ PROF. DR. BORA YILDIRIM

3 CR2500-Çift Mast 3-12-3 Platform

Sistem, gerçek çalışma koşullarında olduğu şekilde sabitlenerek platformlar üzerine 1200 kilogram yayılı yük Şekil 7 de gösterildiği gibi uygulanmıştır.



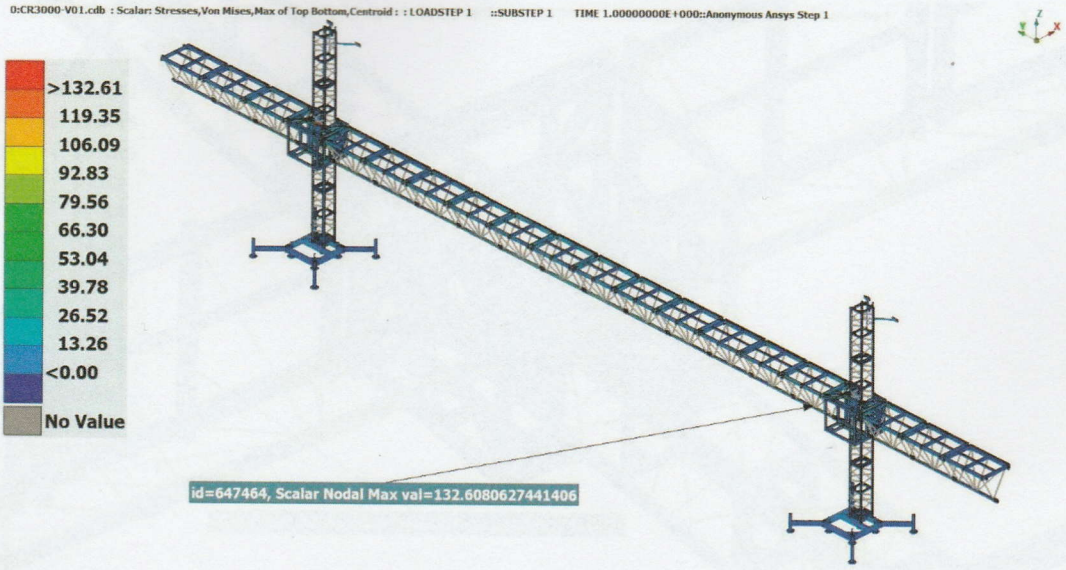
Şekil 7. Şematik bilgiler.

3.1 Gerilme

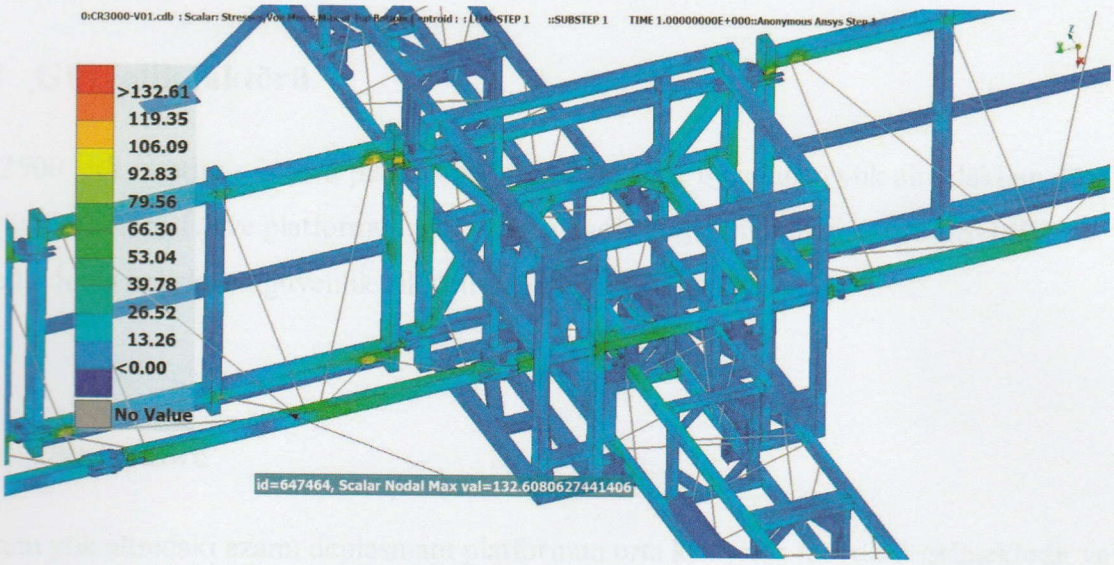
Yapılan analiz sonucunda ortaya çıkan gerilmeler Von-Mises kriteri cinsinden hesaplanmış ve Şekil 8'de gösterilmiştir.

Sistem üzerinde oluşan maksimum gerilme 132.6 MPa olarak hesaplanmıştır Şekil 9'da 110 Mpa üstündeki gerilmeler kırmızı renkle gösterilmekte, mavi ve yeşil renkle belirlenen kısımlar 50MPa altındaki gerilmeleri göstermektedir.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM
B.Y.

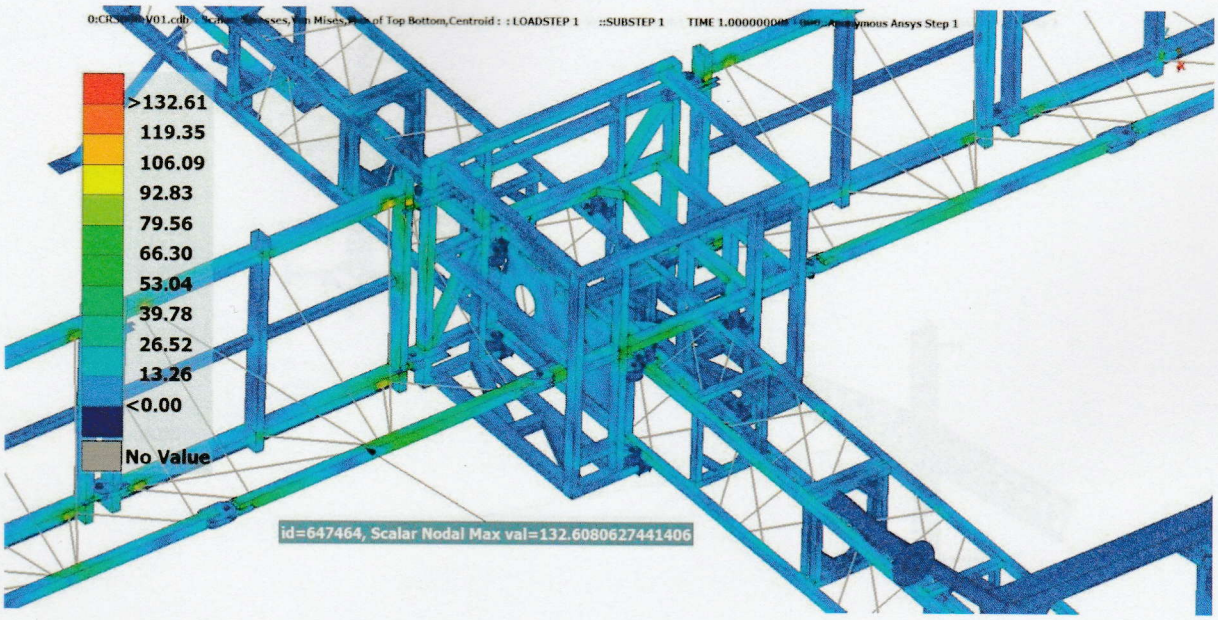


Şekil 8. Von-Mises gerilmeleri sonucu.



Şekil 9. Ana ünite üzerindeki gerilmeler.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM



Şekil 10. Ana ünite üzerindeki gerilmeler.

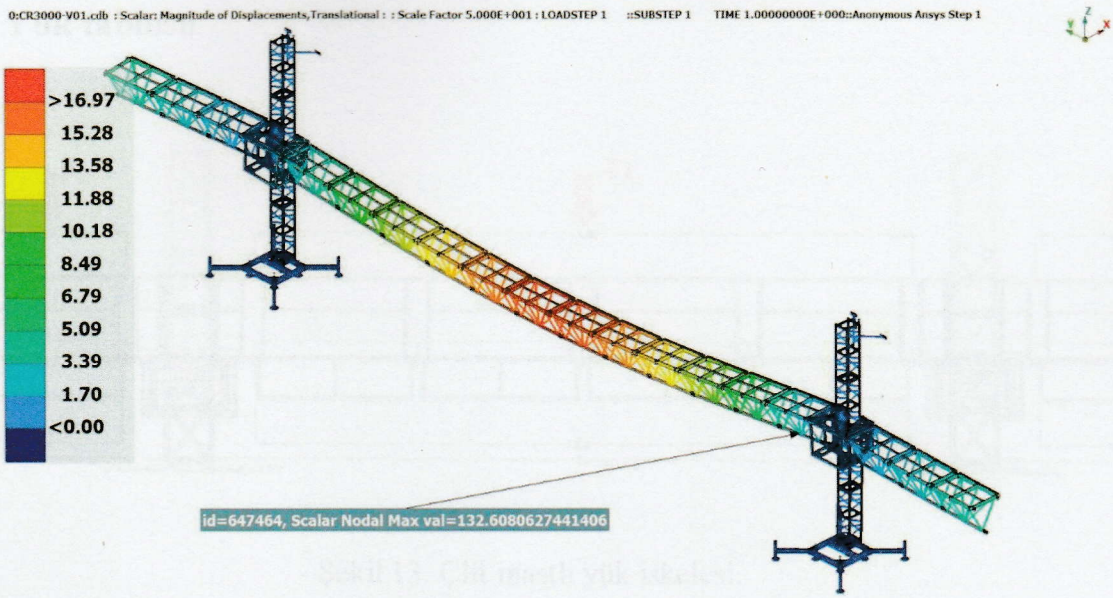
3.2 Güvenlik faktörü

CR2500 çift mastlı ve 3-12-3 platformlu yük iskelesinde uygulanan yük altındaki en düşük güvenlik faktörü 1.9 ve platformun ana üniteye bağlandığı kısımdadır. Buda TS-1495 standardında belirlenen güvenlik faktörü değerini sağlamaktadır.

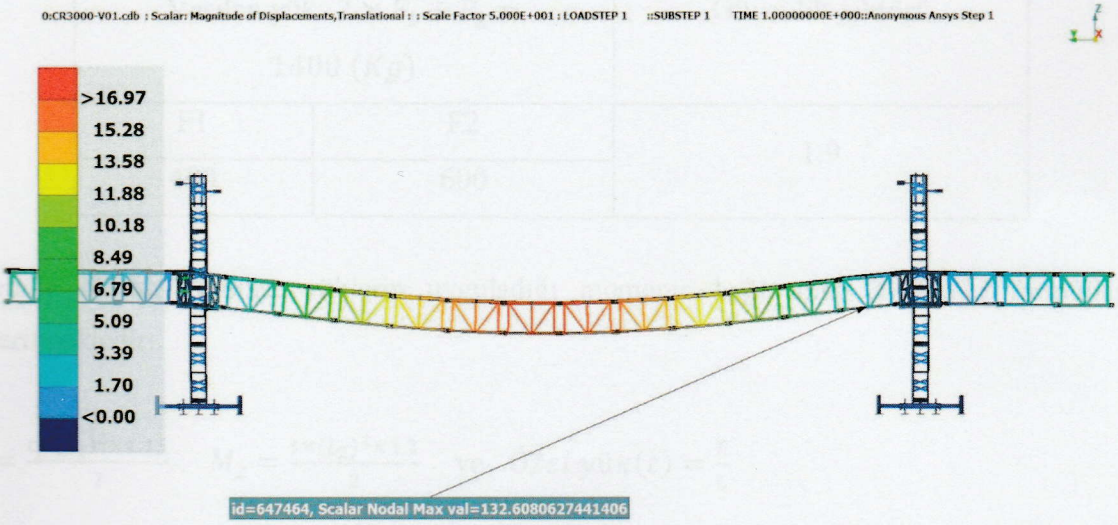
3.3 Deplasman

Sistem yük altındaki azamı deplasmanı platformun orta kısmında meydana gelmektedir ve en fazla 16.97 mm ve –Z yönündedir.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM
B.Y.



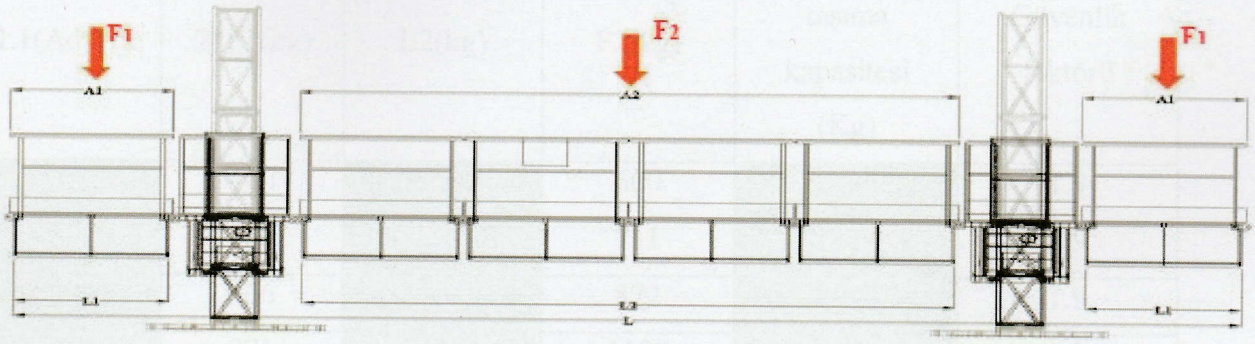
Şekil 11. 3-12-3 Çift mastlı platformun yük altındaki deplasmanı.



Şekil 12. 3-12-3 Çift mastlı platformun yük altındaki deplasmanı.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

3.4 Yük tablosu



Şekil 13. Çift mastlı yük iskelesi.

Analiz sonucu (3-12-3 Platform)		
Verilen yük: $2 \times F_1 + F_2 = 1400\ (Kg)$		Güvenlik faktörü
F1	F2	1.9
400	600	

Sistemde oluşan gerilme, yüklerin uyguladığı momente bağlı olup aşağıdaki formüllerde gösterilmektedir:

$$M_1 = \frac{t \times (L_1)^2 \times 1.15}{2} \quad M_2 = \frac{t \times (L_2)^2 \times 1.2}{2} \quad \text{ve} \quad \text{Özel yük}(t) = \frac{T}{L}$$

$$(T = \text{toplam yük}, \qquad M_{en} = \text{en büyük moment})$$

Formülde görüldüğü gibi, sistemin maruz kaldığı gerilme, uygulanan yük ve moment koluyla doğru orantılıdır. Benzer şekilde, sistemin güvenlik faktörü uygulanan yük ve moment koluyla ters orantılıdır. Yani, sisteme uygulanan yük azaldığında güvenlik faktörü artmakta, sisteme uygulanan yayılı yükü temsil eden noktasal kuvvetin moment kolu azaldığında güvenlik faktörü artmaktadır. Buradan yola çıkarak aşağıdaki tablo oluşturulmuştur hesaplamalar TS1495 e göre yapılmıştır:

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

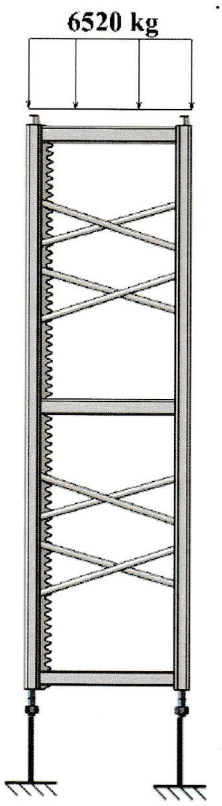
L1(Ad)=m	2*F1(kg)	L2(kg)	F2(kg)	T =Max taşıma kapasitesi (Kg)	Güvenlik faktörü
3=5.1m	400	12=19.2m	600	1400	1.9
2=3.6m	566	10=16.2m	711	1840	1.9
2=3.6m	566	8=13.2m	872	2004	1.9
1=2.1m	971	6=10.2m	1129	3071	1.9
1=2.1m	971	5=8.7m	1324	3266	1.9
1=2.1m	971	4=7.2m	1600	3542	1.9

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

4 CR1250-Mast

Sistemin maksimum 150 m kadar çıktığında en kritik masta yani en alttaki masta en kötü koşullarda 6520 kg yük biniyor bu yük aşağıdaki formülde verilmiştir. Bu hesaplamalar mast tamamen yere dik bir şekilde mont edildiğini ve mastların kendi ağırlıklarının %40'nın bağlantılar vasıtasıyla duvara aktardığı varsayarak yapılmıştır.

En alttaki mast üzerindeki azami yük = 900 kg(Makina)+1900 kg (Azami taşıma kapasitesi)+3720 kg (100 adet mastın ağırlığının %60, her mast 1.5 m ve 62kg)

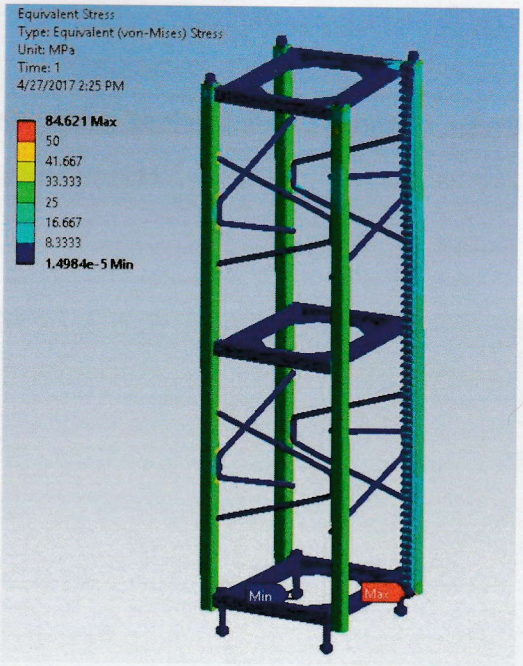


Şekil 14. Şematik bilgiler.

4.1 Gerilme

Yapılan analiz sonucunda ortaya çıkan gerilmeler Von-Mises kriteri cinsinden hesaplanmış ve Şekil 'de verilmiştir. Sistem üzerinde oluşan maksimum gerilme 84.62 MPa olarak hesaplanmıştır.

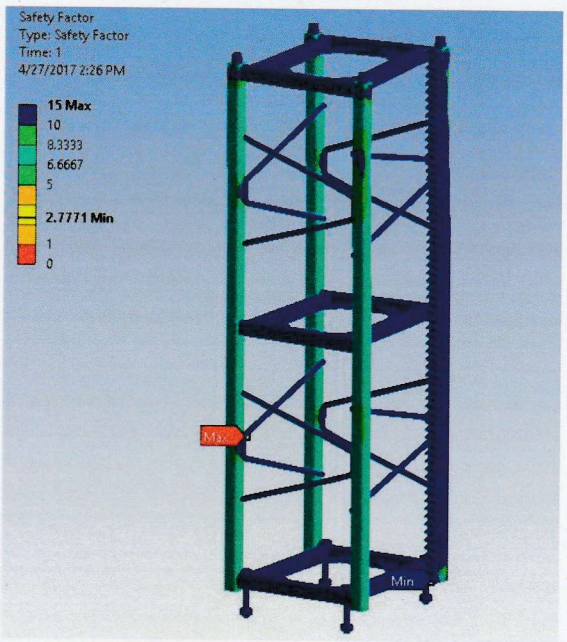
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM



Şekil 15. Von-Mıses gerilme sonucu.

4.2 Güvenlik faktörü

Şekil de sistemin uygulanan yük altındaki güvenlik faktörünü göstermektedir. Şekil 16 da gözüktüğü gibi CR1250 mastının verilen yük altındaki en düşük güvenlik faktörü 2.7 dir. Buda TS-1495 standardında belirlenen güvenlik faktörü değerini sağlamaktadır.

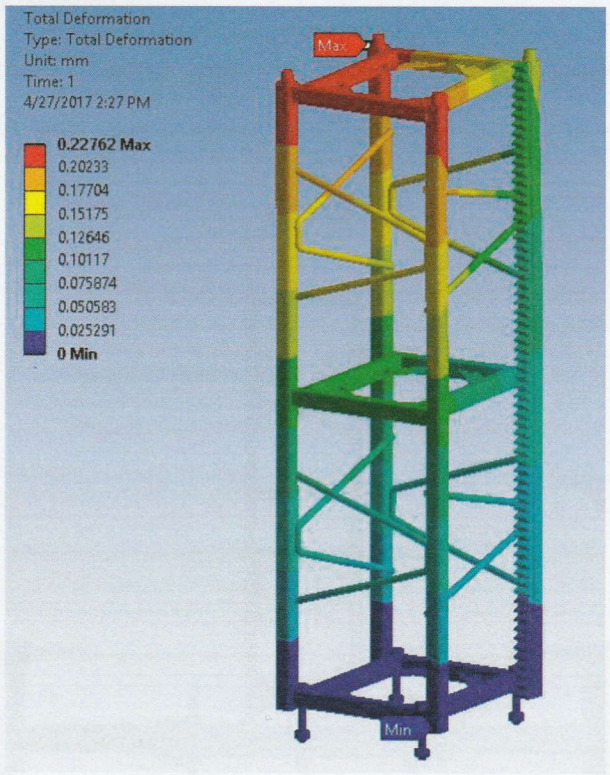


Şekil 16. Güvenlik faktörü.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

4.3 Deplasman

En Alttaki mast yük altındaki azamı deplasmanı 0.32 mm ve –Z yönündedir yani verilen yük altında mast 0.23 mm kadar kısalmakta.



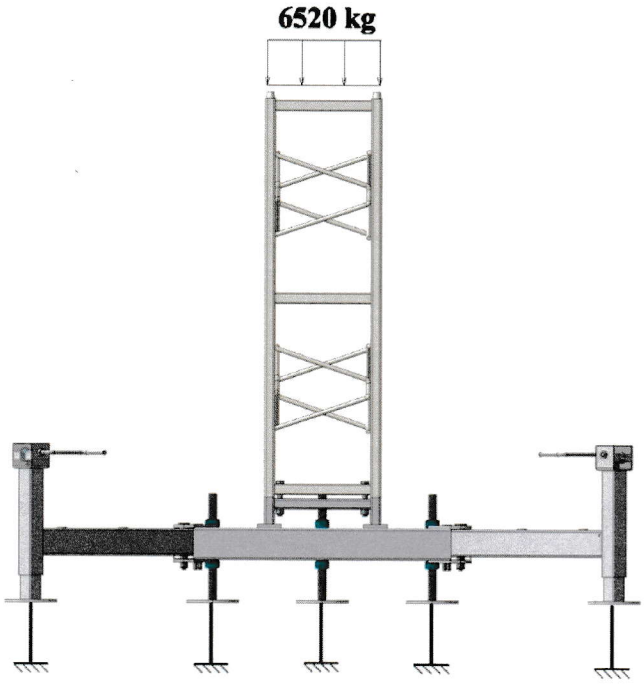
Şekil 4. Deplasman.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

5 CR1250-Şasi

Sistemin maksimum 150 m kadar çıktığında Alt şasi en kötü koşullarda 6520 kg yük biniyor bu yük aşağıdaki formülde verilmiştir. Bu hesaplamalar mast tamamen yere dik bir şekilde monte edildiğini ve mastların kendi ağırlıklarının % 40'nın bağlantılar vasıtasıyla duvara aktardığı varsayarak yapılmıştır.

En alttaki mast üzerindeki azami yük = 900 kg(Makina)+1900 kg (Azami taşıma kapasitesi)+3720 kg (100 adet mastın ağırlığının %60,her mast 1.5 m ve 62kg)



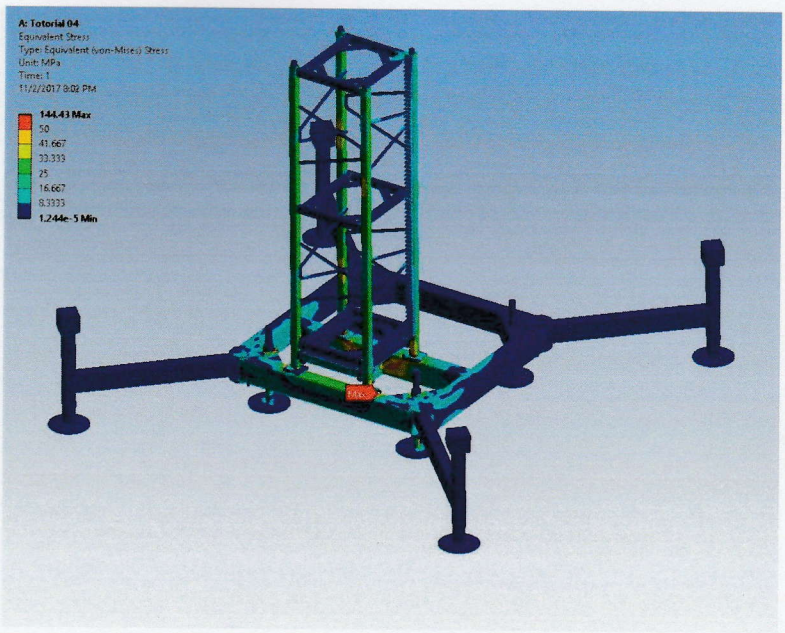
Şekil 5. Şematik bilgiler.

5.1 Gerilme

Yapılan analiz sonucunda ortaya çıkan stresler Von-Mises kriteri cinsinden hesaplanmış ve Şekil 'da verilmiştir.

Sistem üzerinde oluşan maksimum stres 144.43 MPa olarak hesaplanmıştır Şekil 19'da 50Mpa üstündeki stresler kırmızı renkle gözükmektedir mavi renkle belirlenen kısımlar 15MPa altındaki stresleri göstermektedir.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

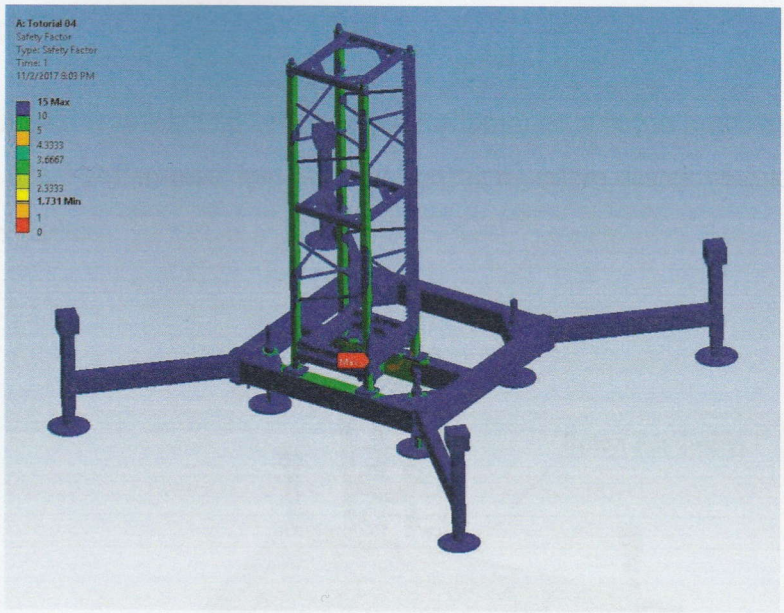


Şekil 19. Von-Mıses gerilme sonucu.

5.2 Güvenlik faktörü

Şekil 6'de sistemin uygulanan yük altındaki güvenlik faktörünü göstermektedir. Şekil 20'de gözüktüğü gibi CR1250 Alt şasinin verilen yük altındaki en düşük güvenlik faktörü 1.73dur. Buda TS-1495 standardında belirlenen güvenlik faktörü değerini sağlamaktadır.

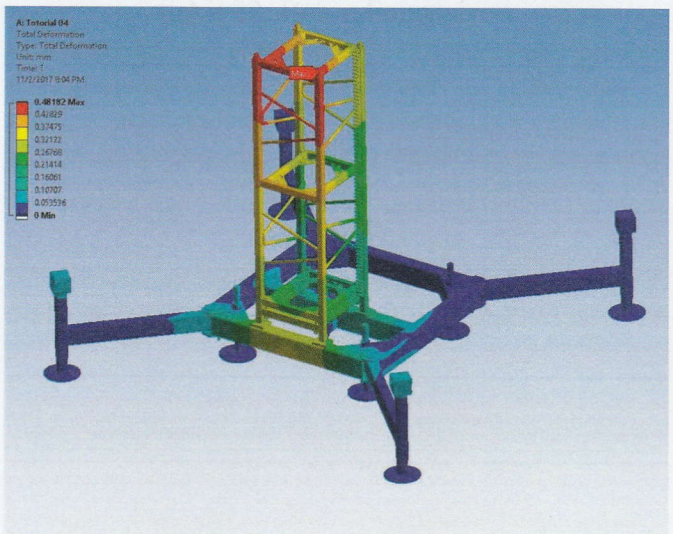
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM



Şekil 6. Güvenlik faktörü.

5.3 Deplasman

Alt şasi yük altındaki azamı deplasmanı 0.48 mm ve –Z yönündedir.

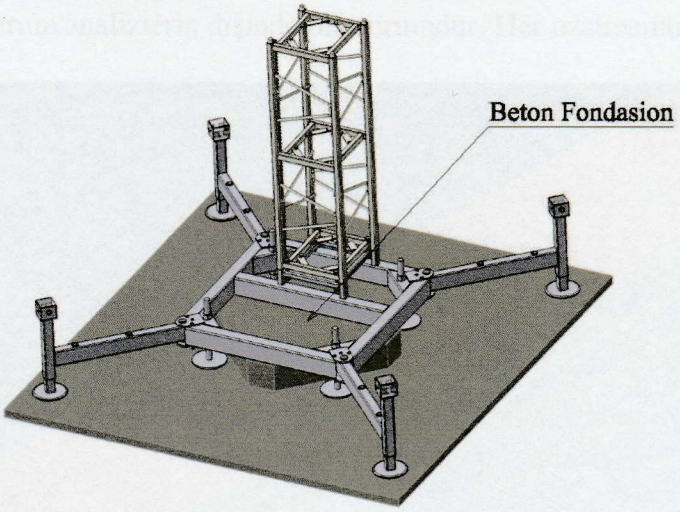


Şekil 21. Deplasman.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM
B.Y.

5.4 Fondasion

CR1250 hareketli kaldırma iskelesi 135m ve altı kullanımlarda beton fondasiyona gerek yoktur. 135m ve üzeri kullanımlar için Şekil 'de görülen yerlere destek olarak beton fondasion olması şarttır.

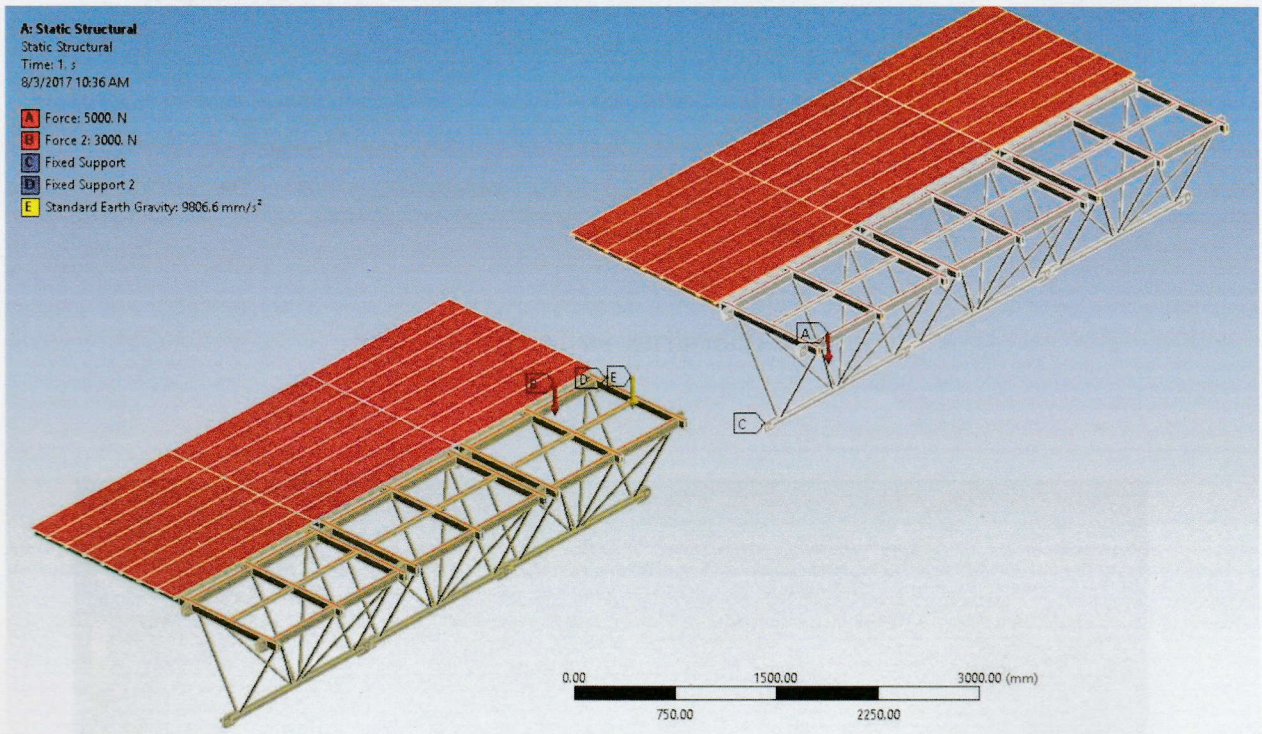


Şekil 22. Beton Fondasiyon.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

6 CR1250-Uzatma-01

Sistem C ve D konumlarından sabitlenerek ana platformlar üzerine her iki tarafa 250'er kilogram olmak üzere toplam 500 kilogram ve uzatmalar üstüne 150'er kilogram olmak üzere toplam 300 kilogram yayılı yük uygulanmıştır sistemin şematik görüntüsü Şekil 'de gösterilmiştir. Verilen yükler yayılı yüklerdir ve tek platform veya tek uzatma üzerine verilmemiştir ve bu durum analizlerin dışında bir durumdur. Her uzatmanın eni 1.5 m'dir.



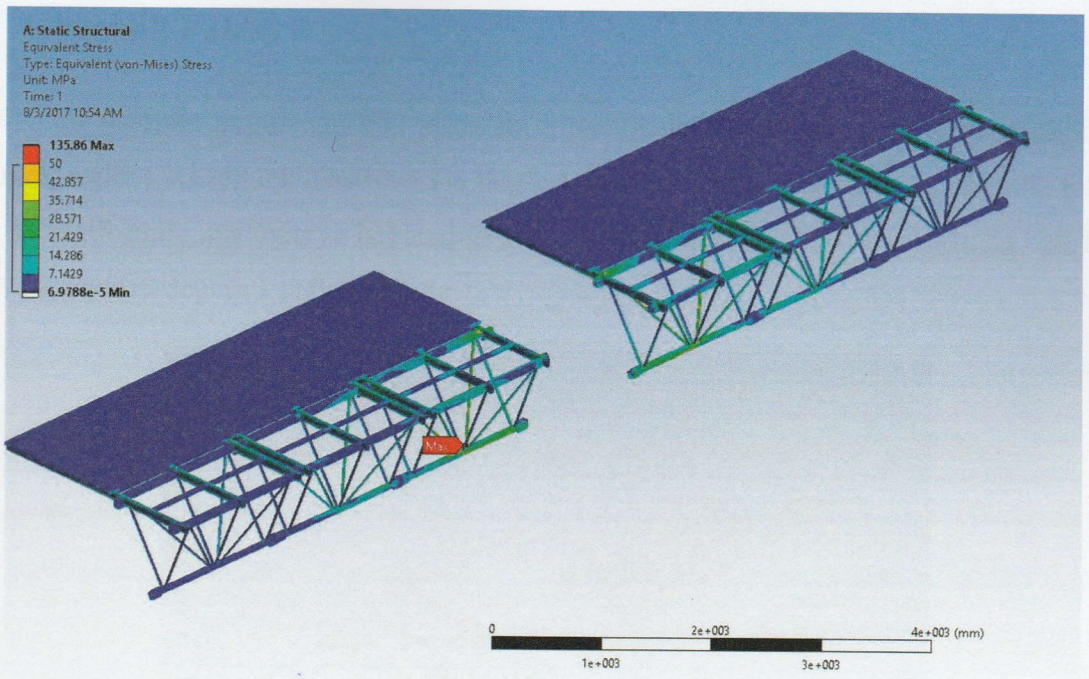
Şekil 23. Şematik bilgiler.

6.1 Gerilme

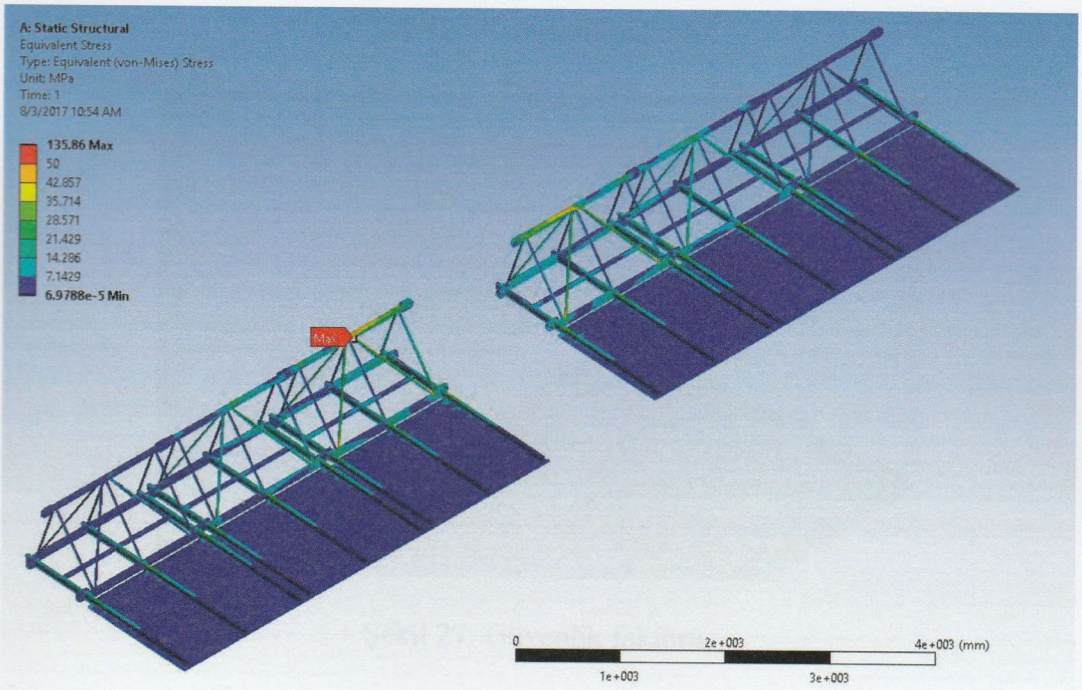
Yapılan analiz sonucunda ortaya çıkan gerilmeler Von-Mises kriteri cinsinden hesaplanmış ve Şekil 24'de verilmiştir.

Sistem üzerinde oluşan maksimum stres 135.86 MPa olarak hesaplanmıştır Şekil 24'de 50Mpa üstündeki stresler kırmızı renkle gözükmektedir mavi renkle belirlenen kısımlar 15MPa altındaki stresleri göstermektedir.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM



Şekil 24. Von-Mıses gerilmeleri sonucu.

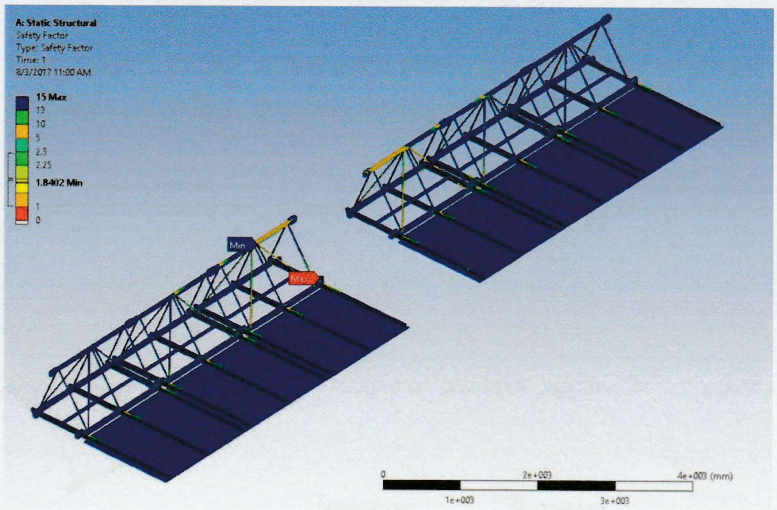


Şekil 25. Von-Mises gerilmeleri sonucu.

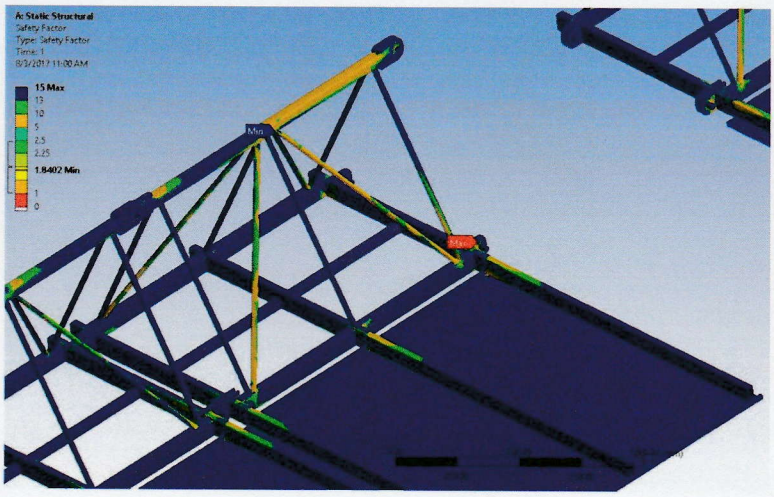
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM
B.Y.

6.2 Güvenlik Faktörü

Şekil26'da sistemin uygulanan yük altındaki güvenlik faktörünü göstermektedir. Şekilde de gözüktüğü gibi CR1250 tek mastlı ve 3-3 platformlu yük iskelesinde en düşük güvenlik faktörü 1.85 ve platformun ana üniteye bağlandığı kısımdadır. Buda TS-1495 standardında belirlenen güvenlik faktörü değerini sağlamaktadır.



Şekil 26. Güvenlik faktörü.

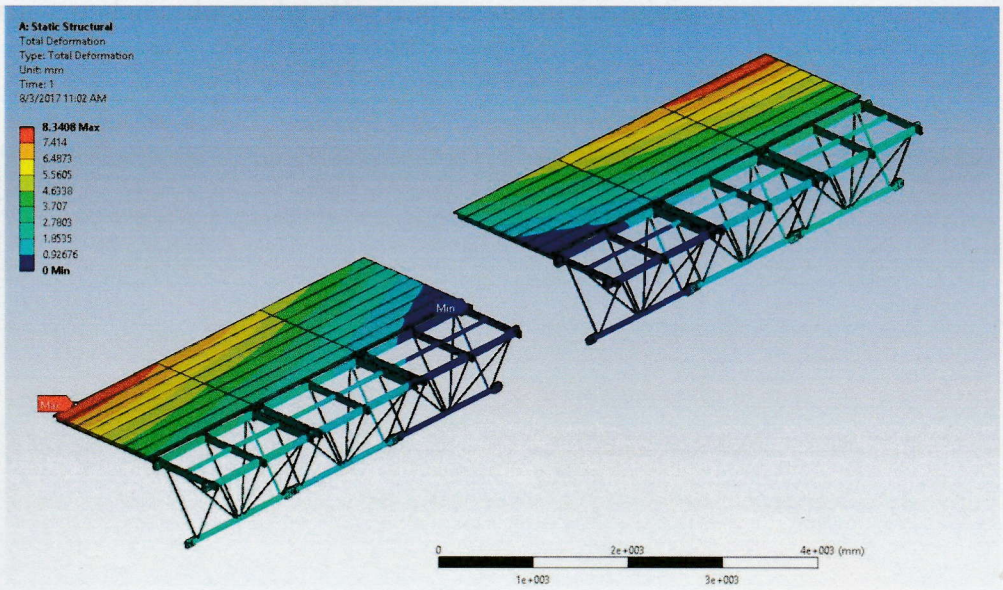


Şekil 27. Güvenlik faktörü.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

6.3 Deplasman

Sistem yük altındaki azamı deplasmanı platform bağlantı noktaları rigit varsayımıyla, platformun uzatmasının üç noktalarında meydana gelmektedir ve en fazla 8.3 mm ve –Z yönündedir.

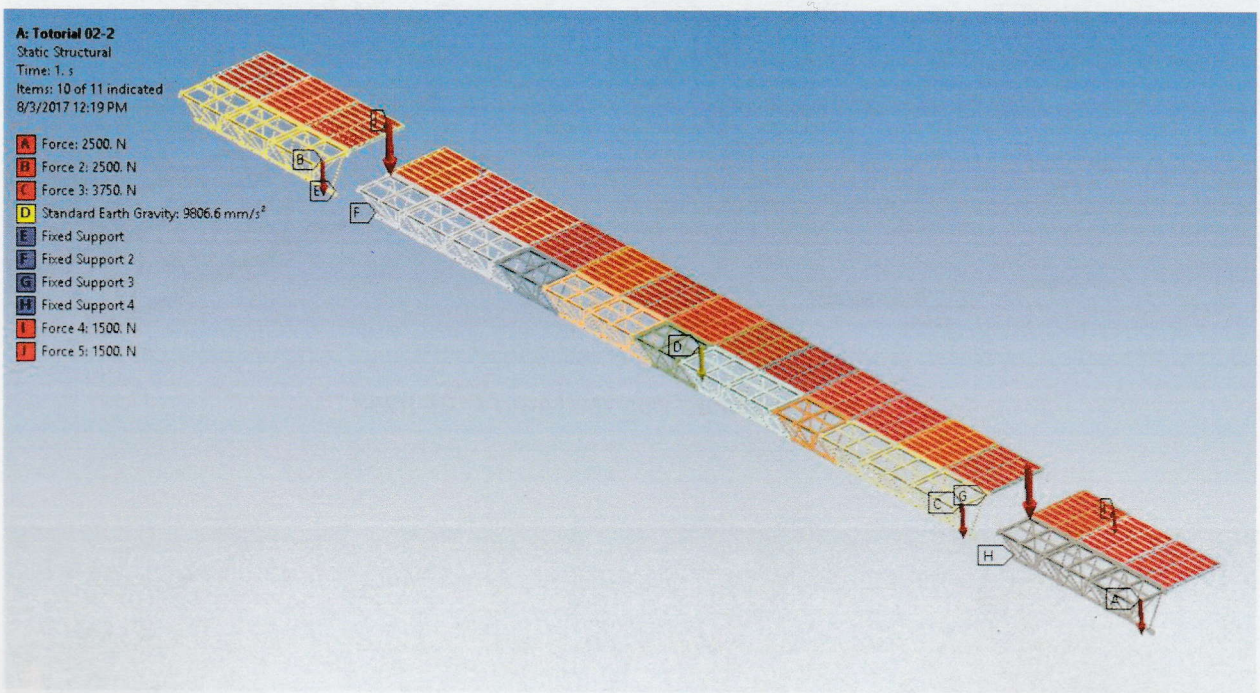


Şekil 7. Deplasman.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

7 CR2500-Uzatma-01

Sistem E,F,G ve H konumlarından sabitlenerek ana platformlar ve uzatmalar üzerine Şekil ' da gözüken yayılı yük uygulanmıştır sistemin şematik görüntüsü Şekil 'da gösterilmiştir. Verilen yükler yayılı yüklerdir ve tek platform veya tek uzatma üzerine verilmemiştir ve bu durum analizlerin dışında bir durumdur. Her uzatmanın eni 1.5 m'dir.



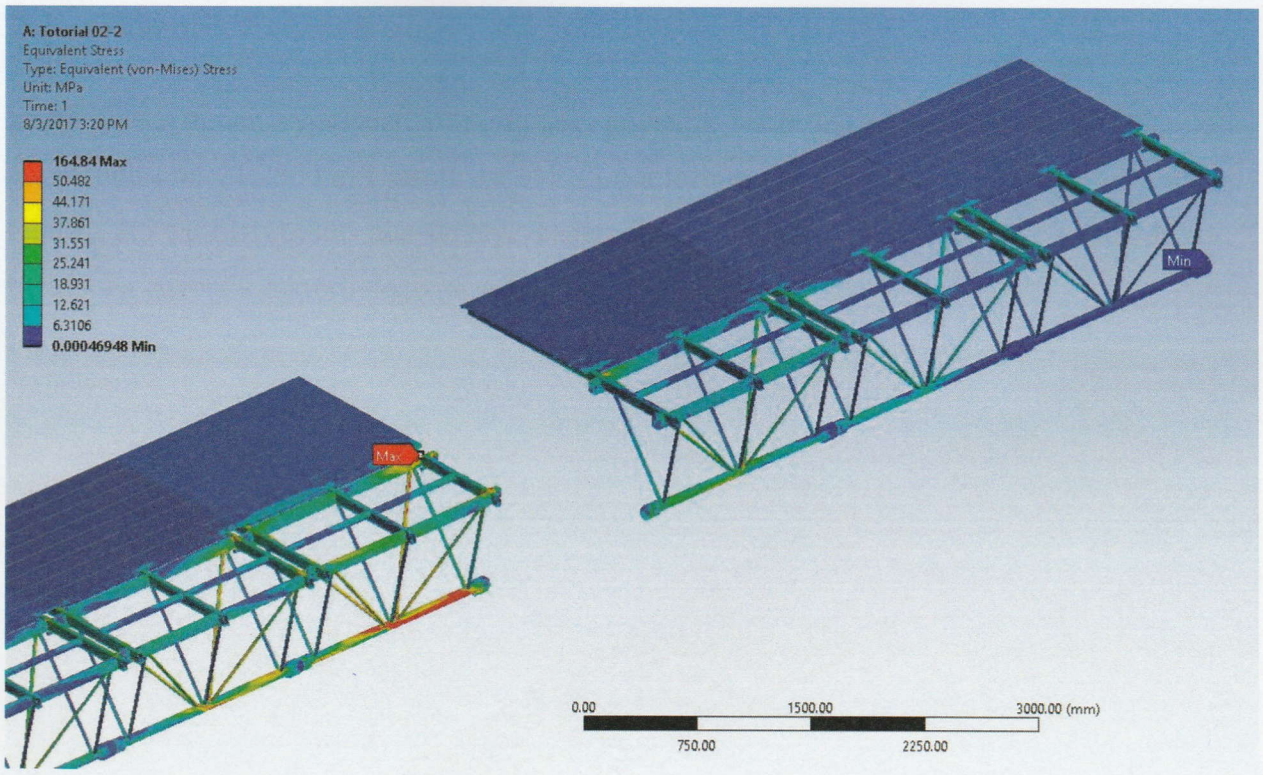
Şekil 29. Şematik bilgiler.

7.1 Gerilme

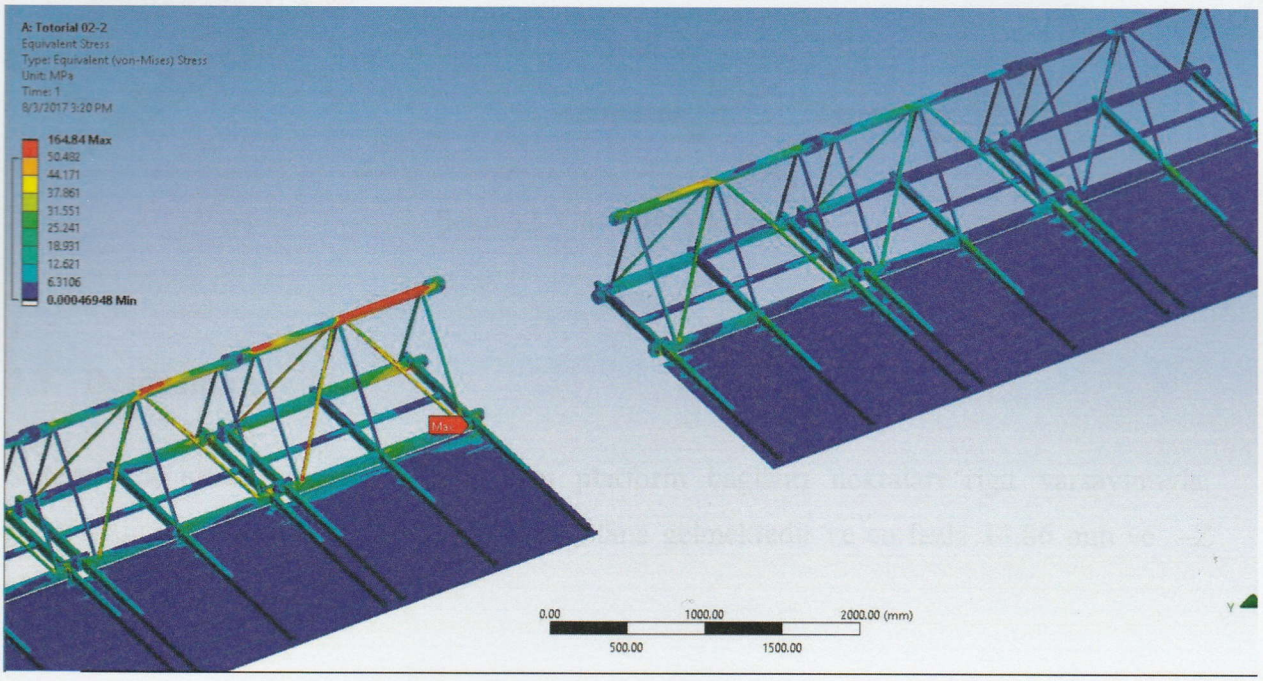
Yapılan analiz sonucunda ortaya çıkan gerilmeler Von-Mises kriteri cinsinden hesaplanmış ve Şekil 'da gösterilmiştir.

Sistem üzerinde oluşan maksimum gerilme 164.84 MPa olarak hesaplanmıştır Şekil 30'da 50Mpa üstündeki stresler kırmızı renkle gözükmektedir mavi renkle belirlenen kısımlar 15MPa altındaki gerilmeleri göstermektedir.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM



Şekil 30. Von-Mıses gerilmeleri sonucu.

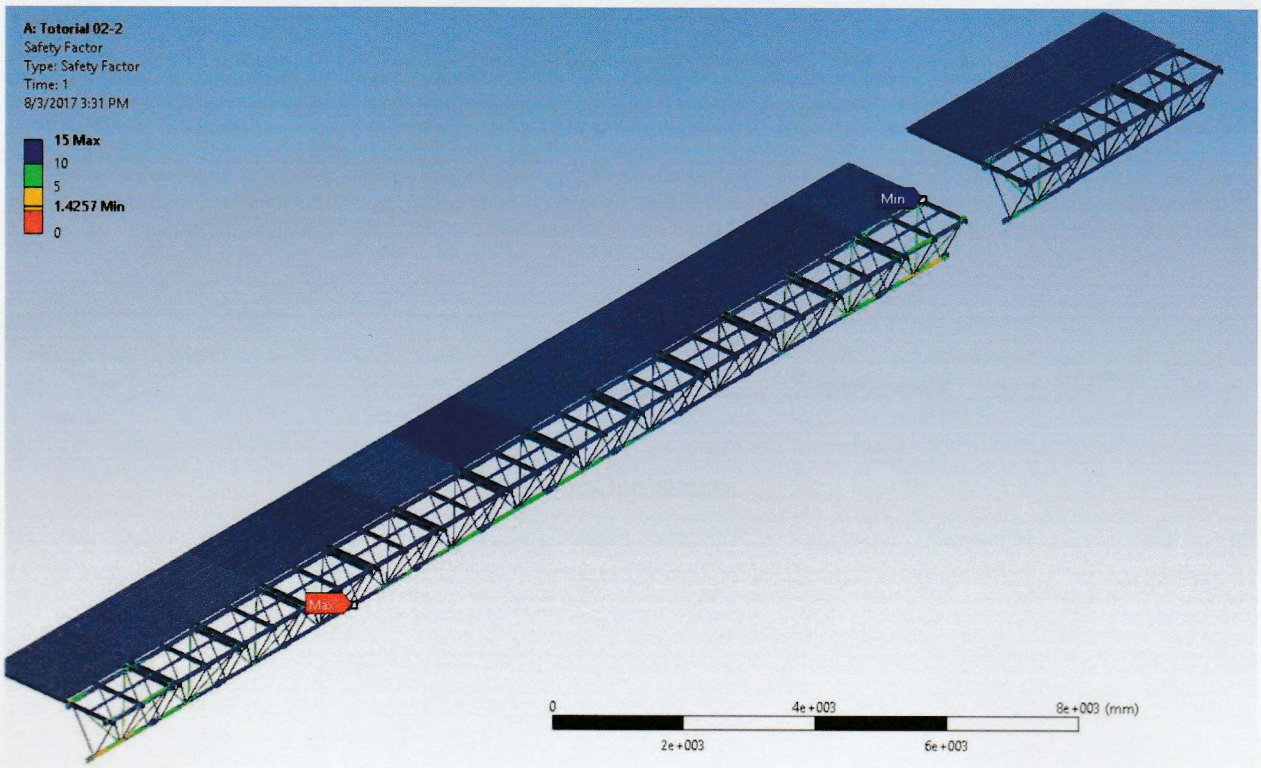


Şekil 31. Von-Mıses gerilmeleri sonucu.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM
B.Y.

7.2 Güvenlik Faktörü

Şekil32'de sistemin uygulanan yük altındaki güvenlik faktörünü göstermektedir. Şekilde de gözüktüğü gibi CR2500 çift mastlı ve 3-12-3 platformlu yük iskelesinde en düşük güvenlik faktörü 1.5 ve platformun ana üniteye bağlandığı kısımdadır. Buda TS-1495 standardında belirlenen güvenlik faktörü değerini sağlamaktadır.

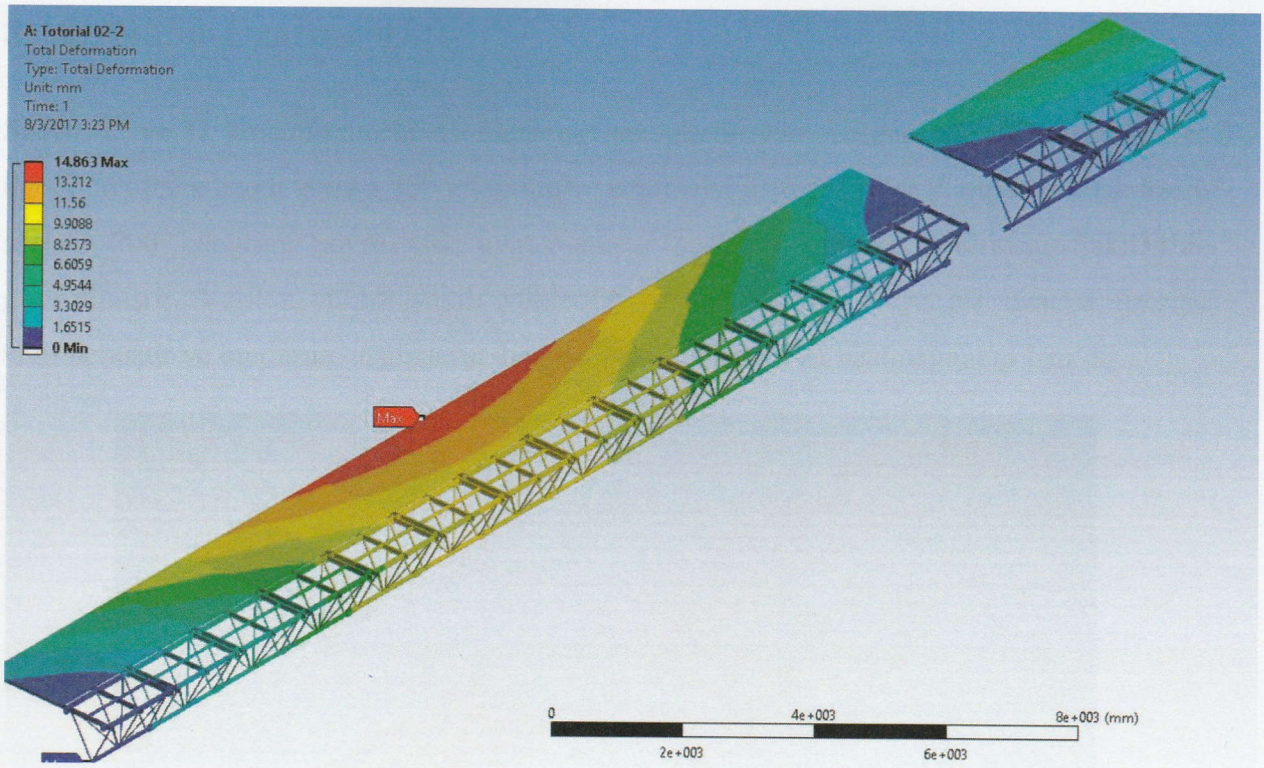


Şekil 32. Güvenlik faktörü.

7.3 Deplasman

Sistem yük altındaki azamı deplasmanı platform bağlantı noktaları rigit varsayımıyla, platformun uzatmasının üç noktalarında meydana gelmektedir ve en fazla 14.86 mm ve –Z yönündedir.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

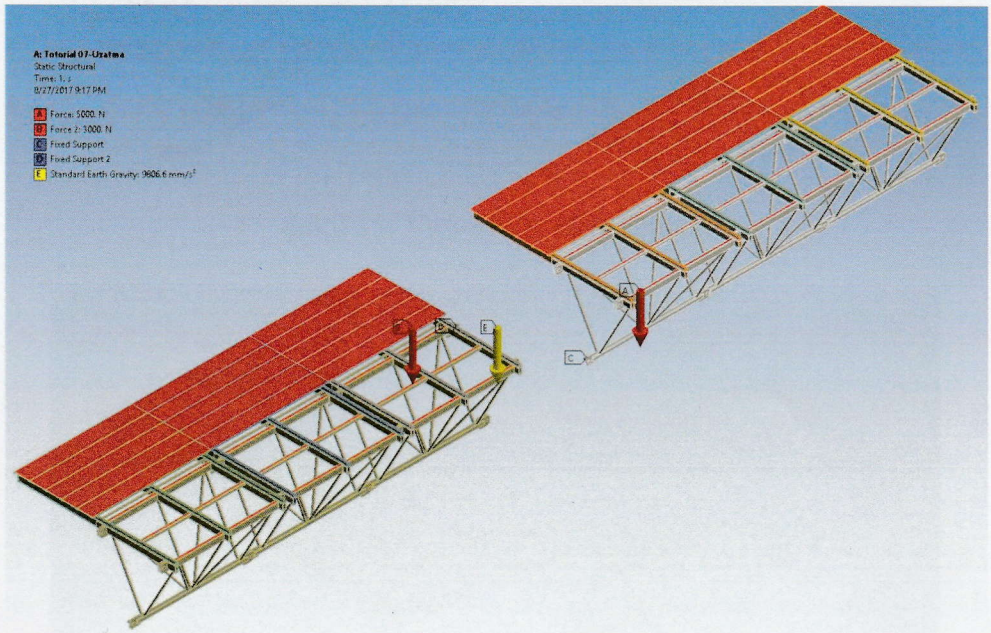


Şekil 33. Deplasman.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

8 CR1250-Uzatma 02

Sistem C ve D konumlarından sabitlenerek ana platformlar üzerine her iki tarafa 250'er kilogram olmak üzere toplam 500 kilogram ve uzatmalar üstüne 150'er kilogram olmak üzere toplam 300 kilogram yayılı yük uygulanmıştır sistemin şematik görüntüsü Şekil34'de gösterilmiştir. Verilen yükler yayılı yüklerdir ve tek platform veya tek uzatma üzerine verilmemiştir ve bu durum analizlerin dışında bir durumdur. Her uzatmanın eni 1 m'dir.

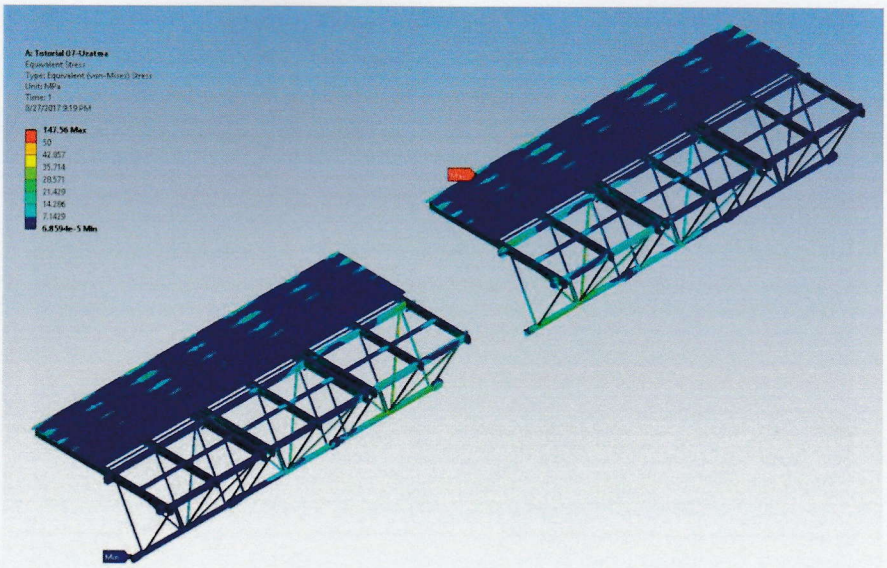


Şekil 34. Şematik bilgiler.

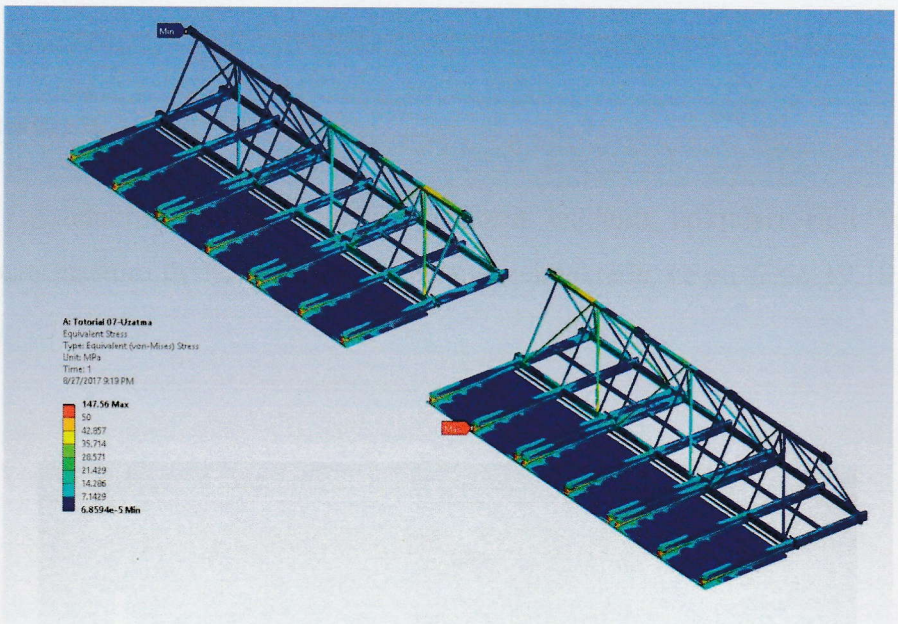
8.1 Gerilme

Yapılan analiz sonucunda ortaya çıkan gerilmeler Von-Mises kriteri cinsinden hesaplanmış ve Şekil35'de gösterilmiştir. Sistem üzerinde oluşan maksimum gerilme 147.56 MPa olarak hesaplanmıştır Şekil'de 50Mpa üstündeki stresler kırmızı renkle gözükmektedir mavi renkle belirlenen kısımlar 15MPa altındaki stresleri göstermektedir.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM



Şekil 35: Von-Mıses stres sonucu



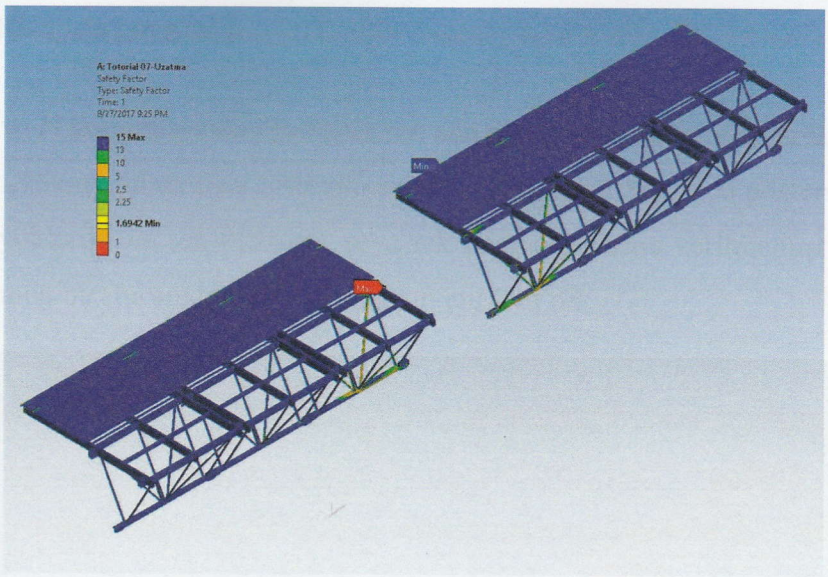
Şekil 36. Von-Mıses stres sonucu.

8.2 Güvenlik Faktörü

Şekil 37' de sistemin uygulanan yük altındaki güvenlik faktörünü göstermektedir. Şekilde de gözüktüğü gibi CR1250 tek mastlı ve 3-3 platformlu yük iskelesinde en düşük güvenlik faktörü 1.69 ve platformun uzatma kısmındadır. Buda TS-1495 standardında belirlenen güvenlik faktörü değerini sağlamaktadır.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM
B.Y.

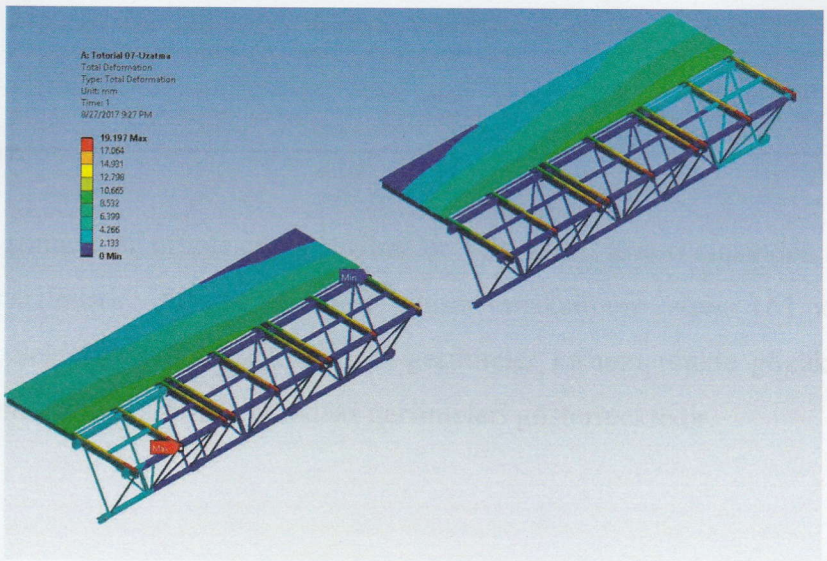
A5



Şekil 37. Güvenlik faktörü.

8.3 Deplasman

Sistem yük altındaki azamı deplasmanı platform bağlantı noktaları rigit varsayımıyla, platformun uzatmasının üç noktalarında meydana gelmektedir ve en fazla 19.19 mm ve –Z yönündedir.

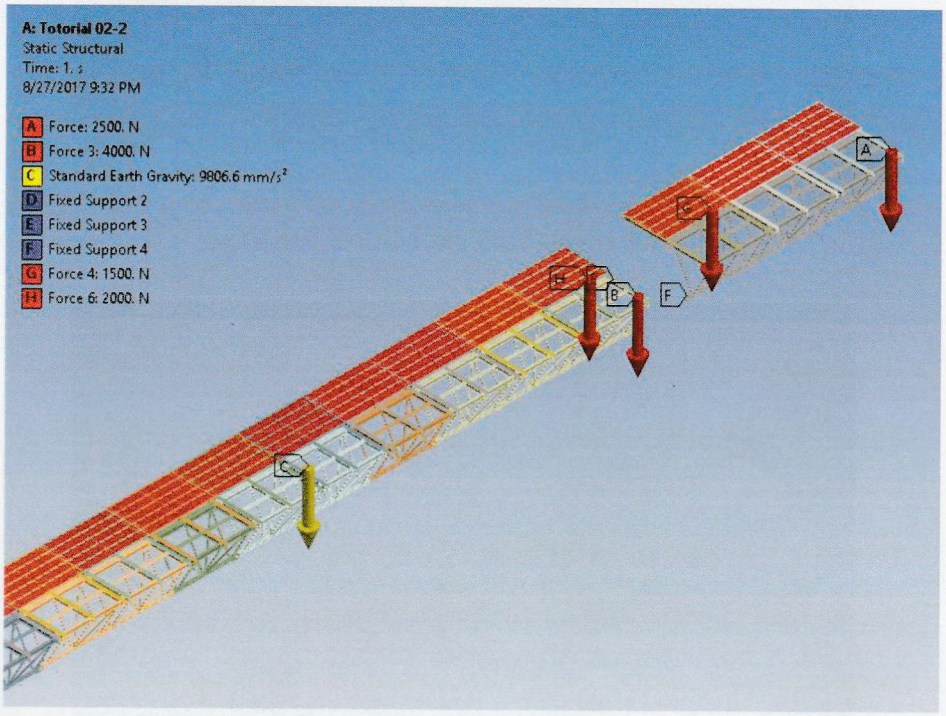


Şekil 38. Deplasman.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

9 CR2500-Uzatma-02

Sistem E,F,G ve H konumlarından sabitlenerek ana platformlar ve uzatmalar üzerine Şekil 'da gözüken yayılı yük uygulanmıştır sistemin şematik görüntüsü Şekil 'da gösterilmiştir. Verilen yükler yayılı yüklerdir ve tek platform veya tek uzatma üzerine verilmemiştir ve bu durum analizlerin dışında bir durumdur. Her uzatmanın eni 1 m'dir.

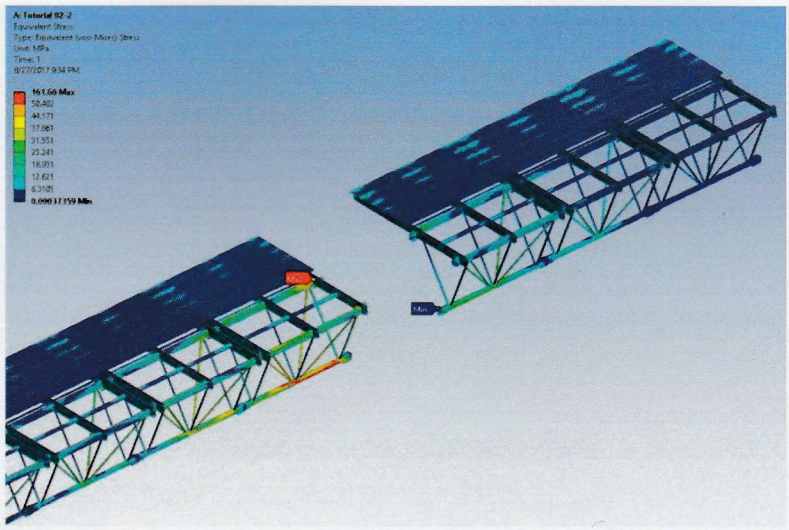


Şekil 39. Şematik bilgiler.

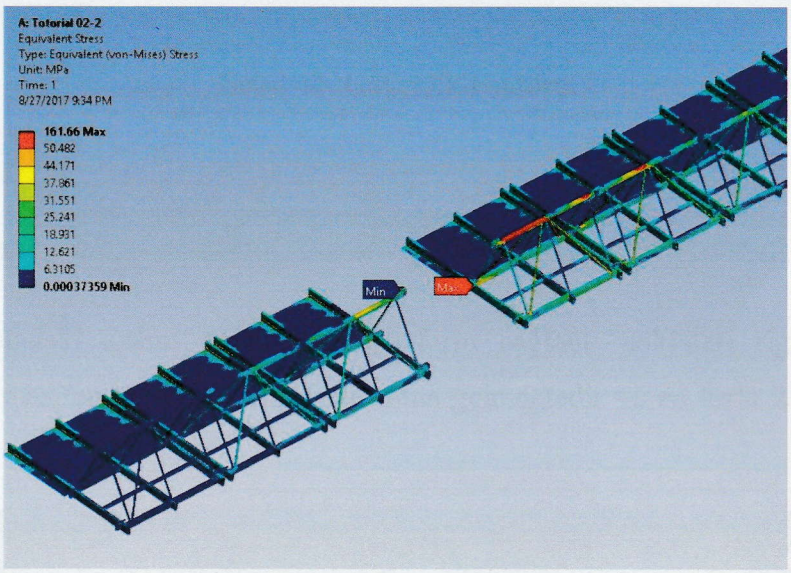
9.1 Gerilme

Yapılan analiz sonucunda ortaya çıkan gerilmeler Von-Mises kriteri cinsinden hesaplanmış ve Şekil 40'da verilmiştir. Sistem üzerinde oluşan maksimum stres 161.66 MPa olarak hesaplanmıştır Şekil40'da 50Mpa üstündeki gerilmeler kırmızı renkle gözükmektedir mavi renkle belirlenen kısımlar 15MPa altındaki gerilmeleri göstermektedir.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM



Şekil 40. Von-Mises gerilmeleri sonucu.

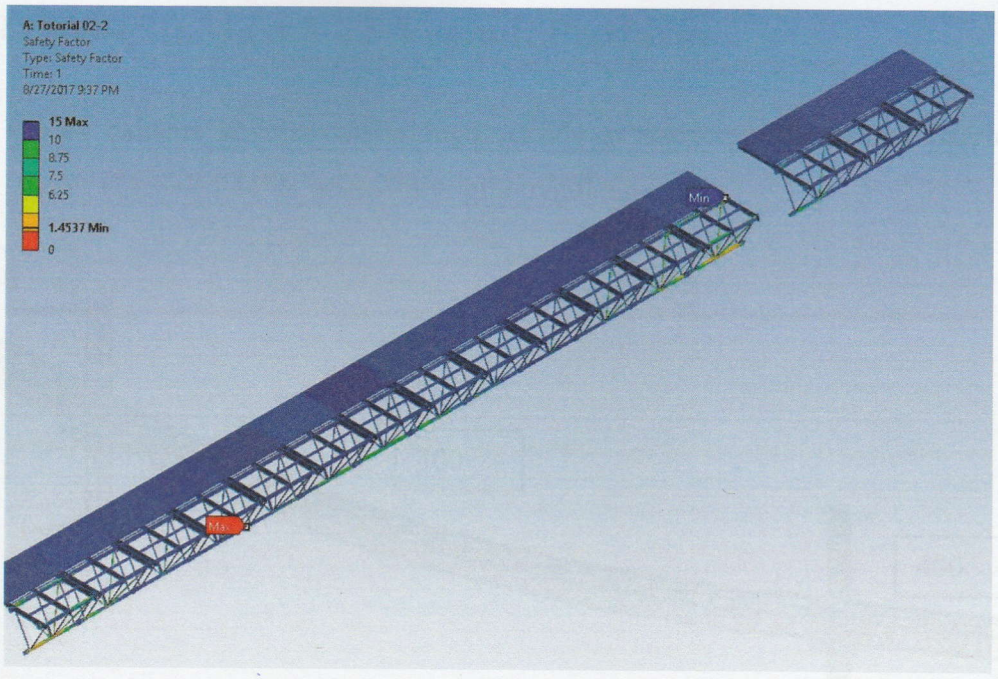


Şekil 41. Von-Mises gerilmeleri sonucu.

9.2 Güvenlik Faktörü

Şekil42'de sistemin uygulanan yük altındaki güvenlik faktörünü göstermektedir. Şekil 42'de gözüktüğü gibi CR2500 çift mastlı ve 3-12-3 platformlu yük iskelesinde en düşük güvenlik faktörü 1.5 ve platformun ana üniteye bağlandığı kısımdadır. Buda TS-1495 standardında belirlenen güvenlik faktörü değerini sağlamaktadır.

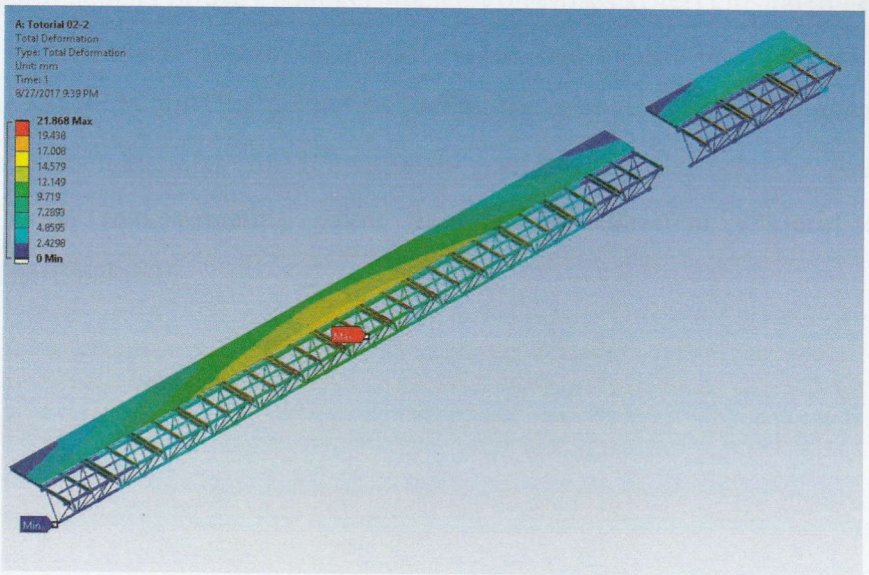
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM



Şekil 42. Güvenlik Faktörü.

9.3 Deplasman

Sistem yük altındaki azamı deplasmanı platform bağlantı noktaları rigit varsayımıyla, platformun uzatmasının üç noktalarında meydana gelmektedir ve en fazla 21.86 mm ve –Z yönündedir.

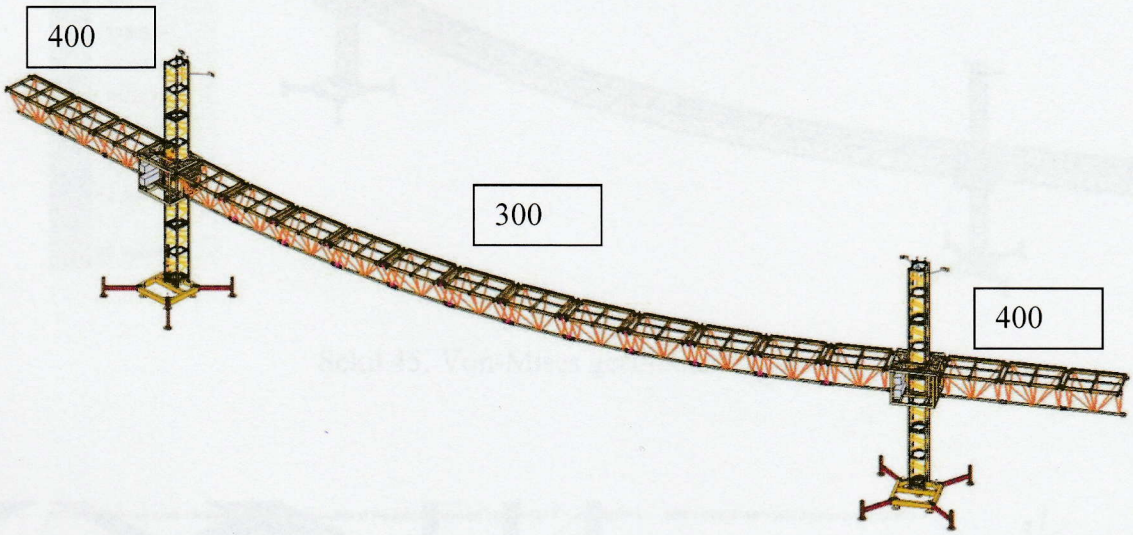


Şekil 43. Deplasman.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

10 CR2500-Çift Mast 3-12-3 eğimli Platform

Sistem, gerçek çalışma koşullarında olduğu şekilde sabitlenerek platformlar üzerine 1100 kilogram yayılı yük Şekil 44'de gösterildiği gibi uygulanmıştır.

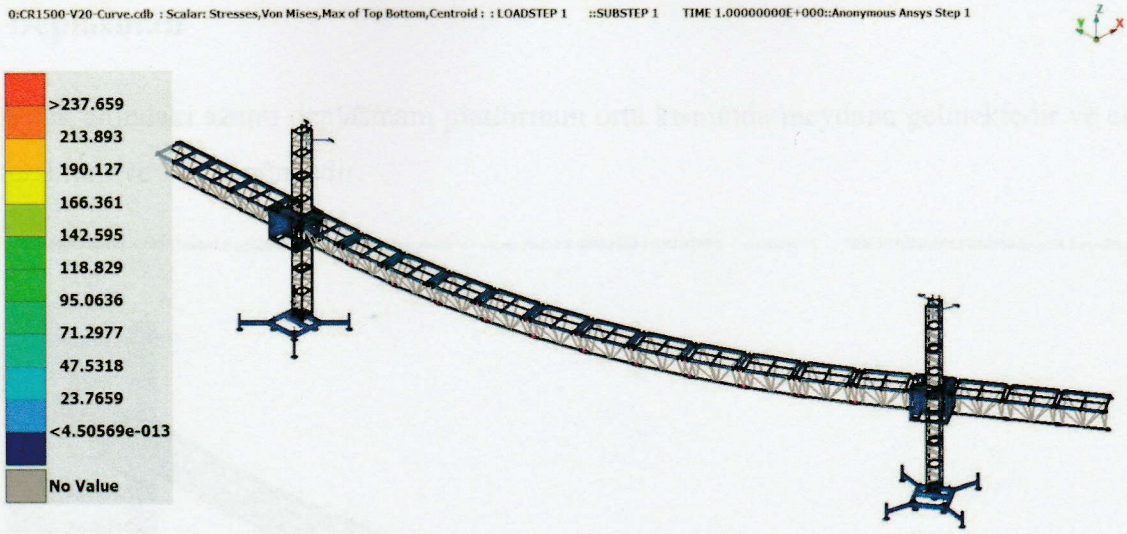


Şekil 44. Şematik bilgiler.

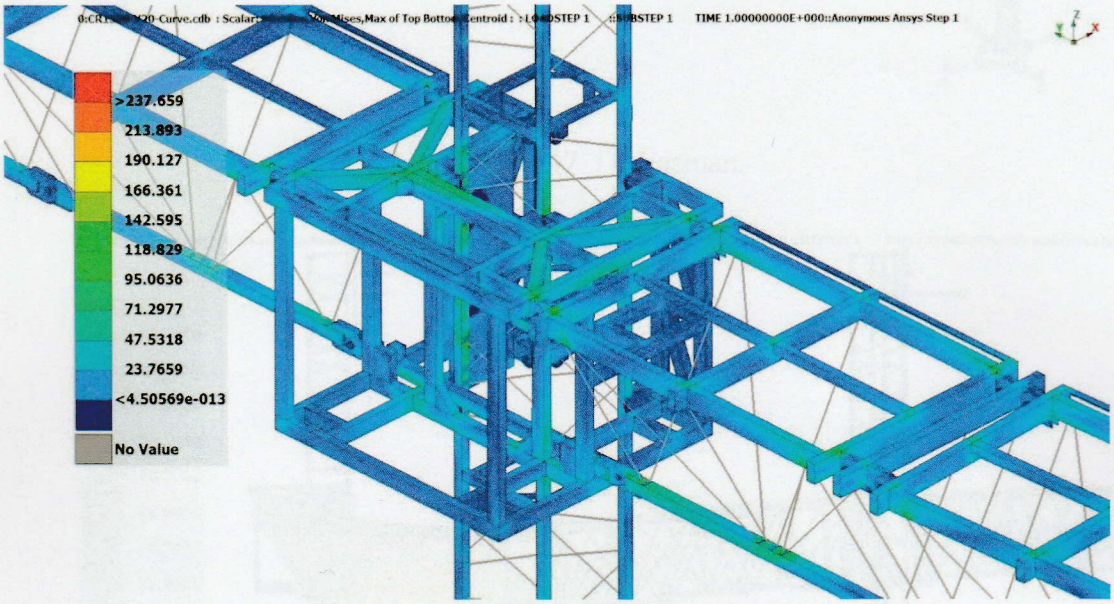
10.1 Gerilme

Yapılan analiz sonucunda ortaya çıkan gerilmeler Von-Mises kriteri cinsinden hesaplanmış ve Şekil 45'de gösterilmiştir. Sistem üzerinde oluşan maksimum gerilme 237 MPa olarak hesaplanmıştır Şekil 'de 200Mpa üstündeki gerilmeler kırmızı renkle gözükmektedir mavi ve yeşil renkle belirlenen kısımlar 150MPa altındaki gerilmeleri göstermektedir. Analiz sonuçları malzemenin akma mukavemetine yakın olduğundan belirlenen yüklerin daha altında kullanılması önerilmektedir.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM
B.Y.



Şekil 45. Von-Mises gerilmeleri sonucu.



Şekil 46. Ana ünite üzerindeki gerilmeler.

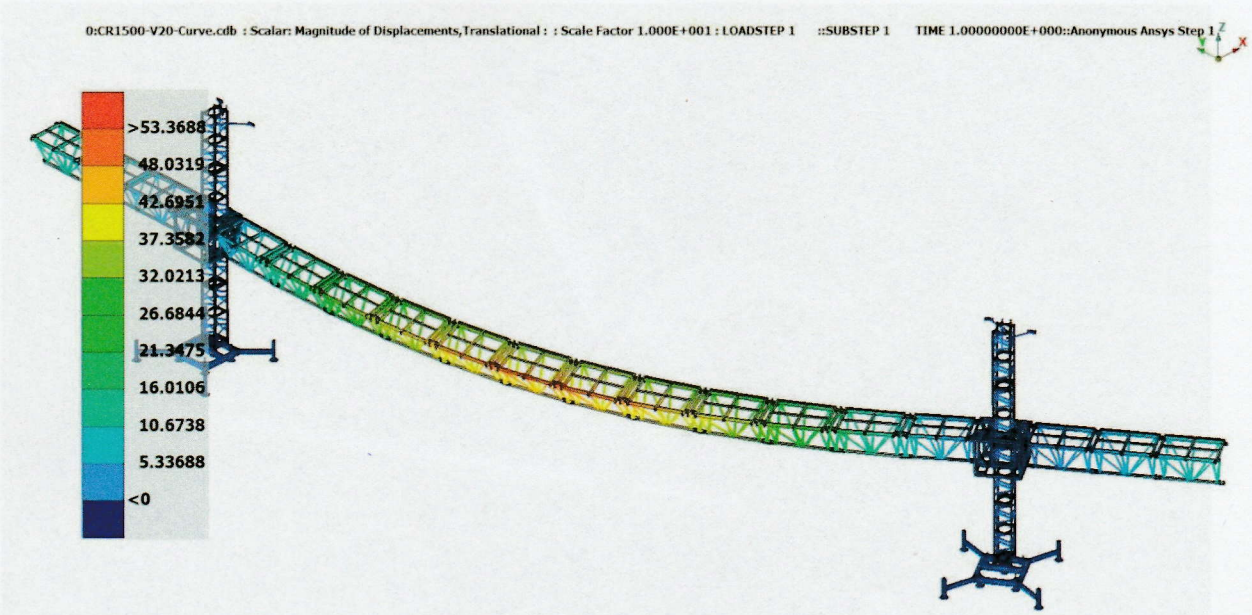
10.2 Güvenlik faktörü

Uygulanan yükleme sonucunda. CR2500 çift mastlı ve 3-12-3 eğimli platformlu yük iskelesinde en düşük güvenlik faktörü 1.05 ve platformun ana ünitesinin üst kısımdadır.

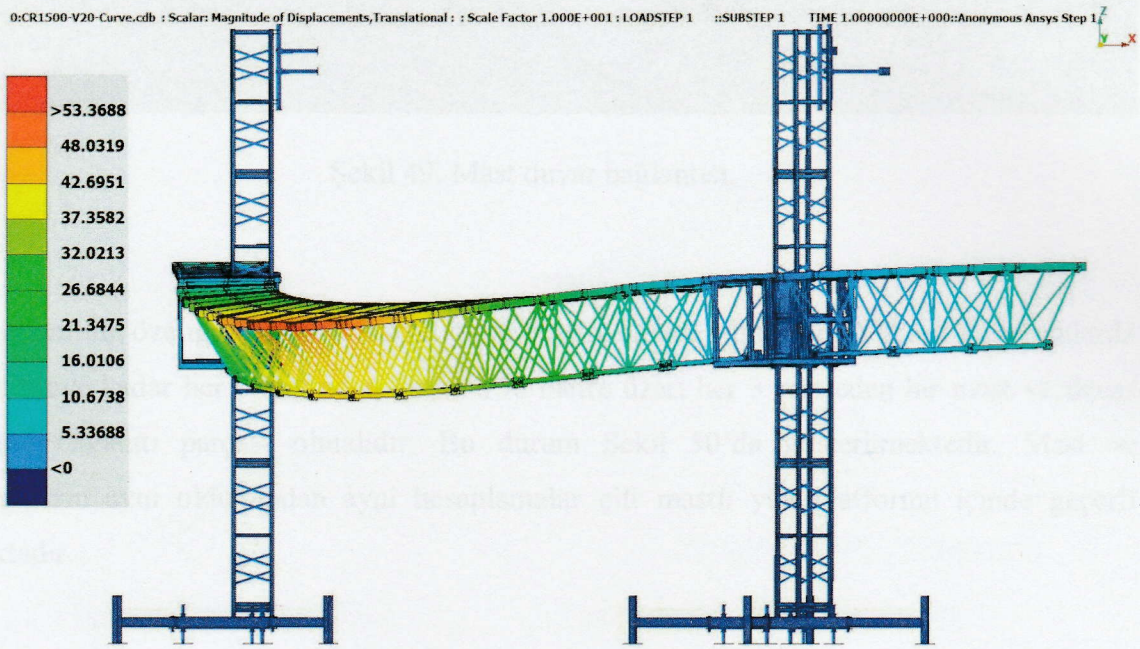
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

10.3 Deplasman

Sistem yük altındaki azamı deplasmanı platformun orta kısmında meydana gelmektedir ve en fazla 53.3 mm ve –Z yönündedir.



Şekil 47. Deplasman.

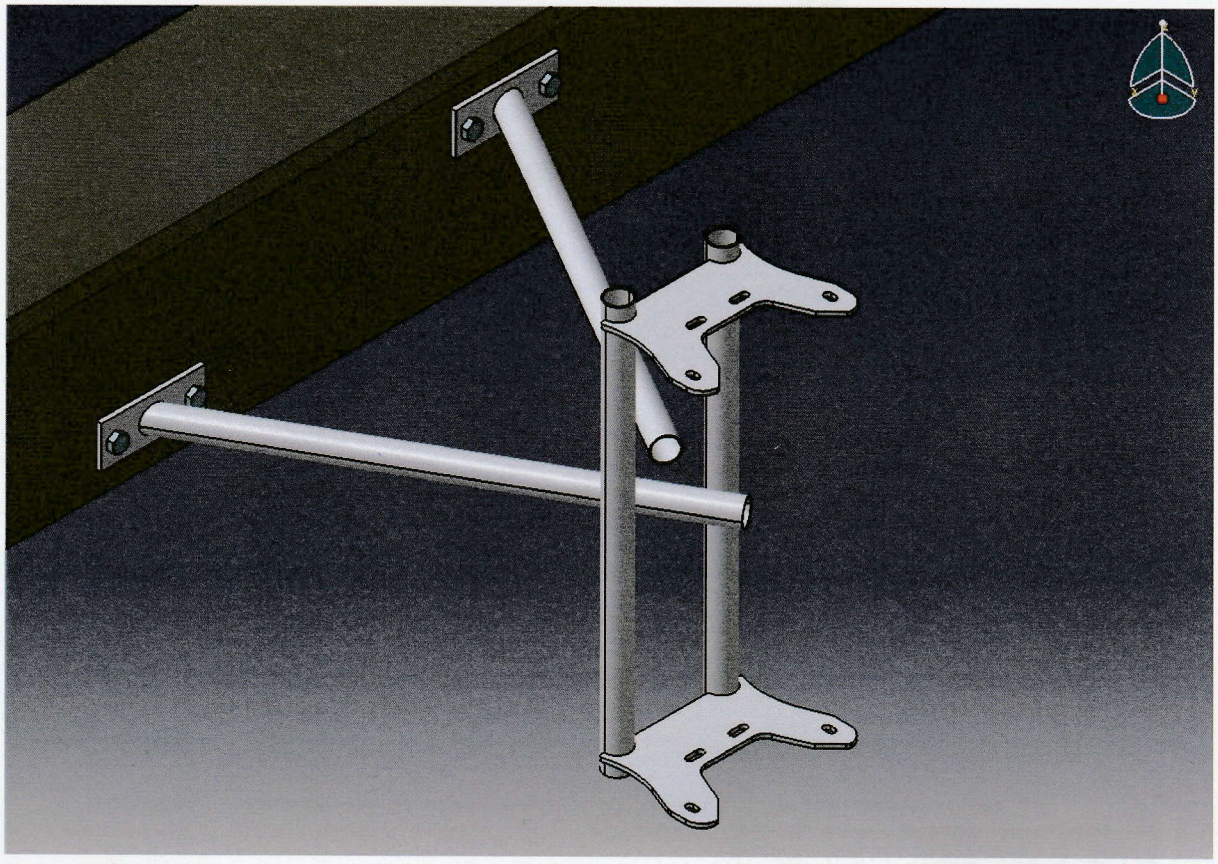


Şekil 48. Deplasman.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

11 CR1250-Tek Mast 3-3 Platform 200 metre

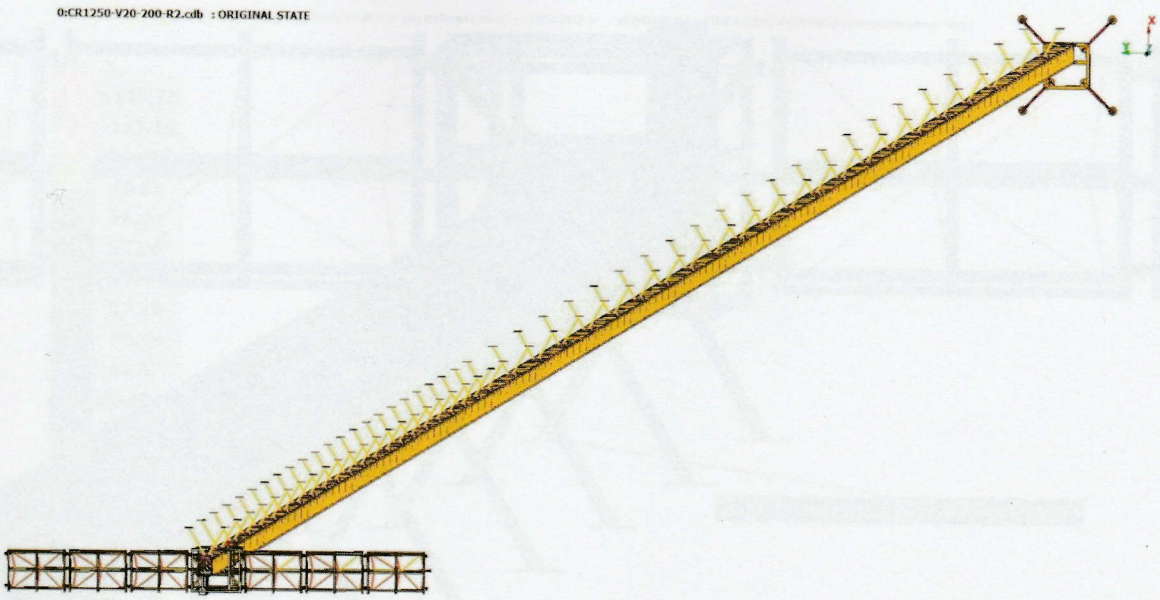
Normal bağlantı kullanılarak makine en yüksek 150 metreye çıka bilmekte. Şekil 49'da gösterilmekte olan bağlantı kullanılarak makine 200 metreye çıka bilmektedir.



Şekil 49. Mast duvar bağlantısı.

Bu Bağlantının özeliği mastın tüm ağırlığının duvara aktara bilmesidir. Yüksek kullanımlarda 150 metreye kadar her 6 metreden bir ve 150 metre üzeri her 3 metreden bir mast ve duvar arasında bağlantı parçası olmalıdır. Bu durum Şekil 50'da gösterilmektedir. Mast ve bağlantıların ayni olduğundan ayni hesaplamalar çift mastlı yük platformu içinde geçerli olmaktadır.

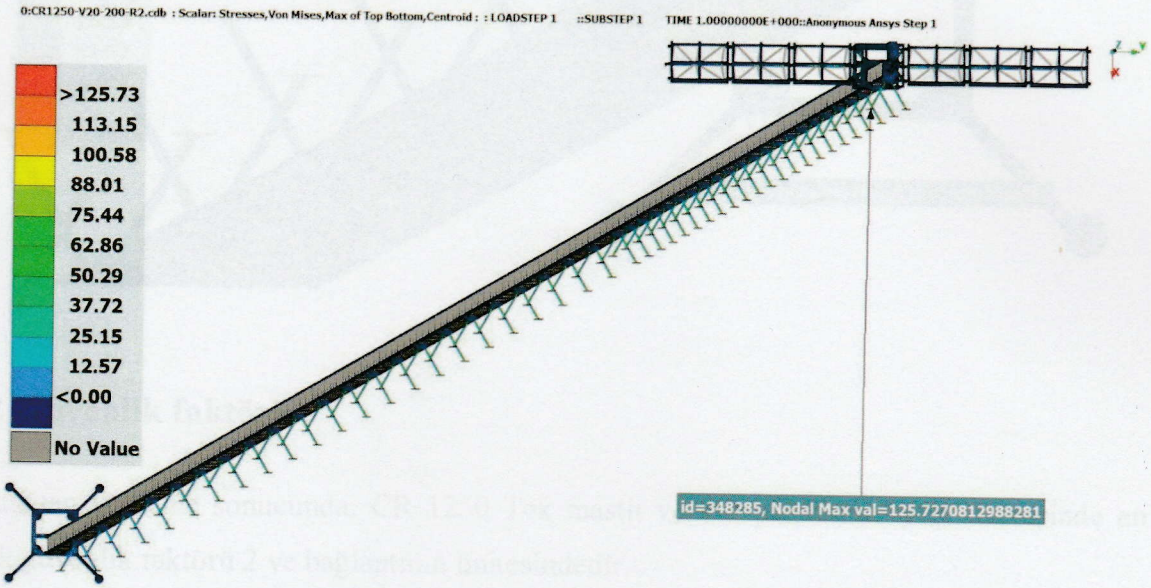
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM



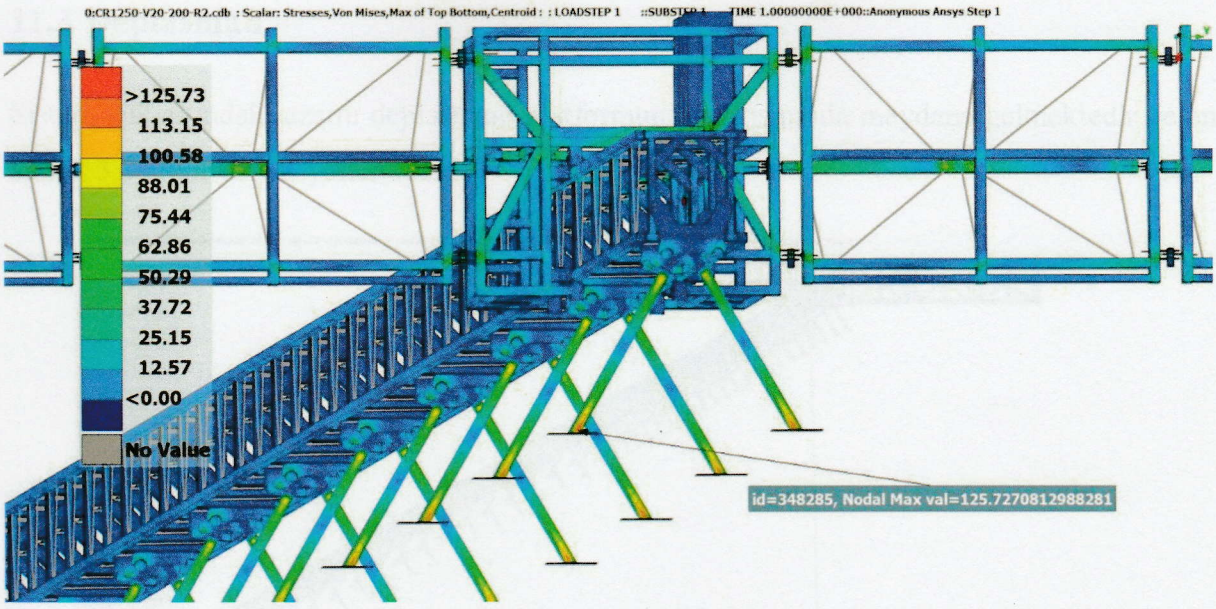
Şekil 50. 200 metre cephe platformu analiz modeli.

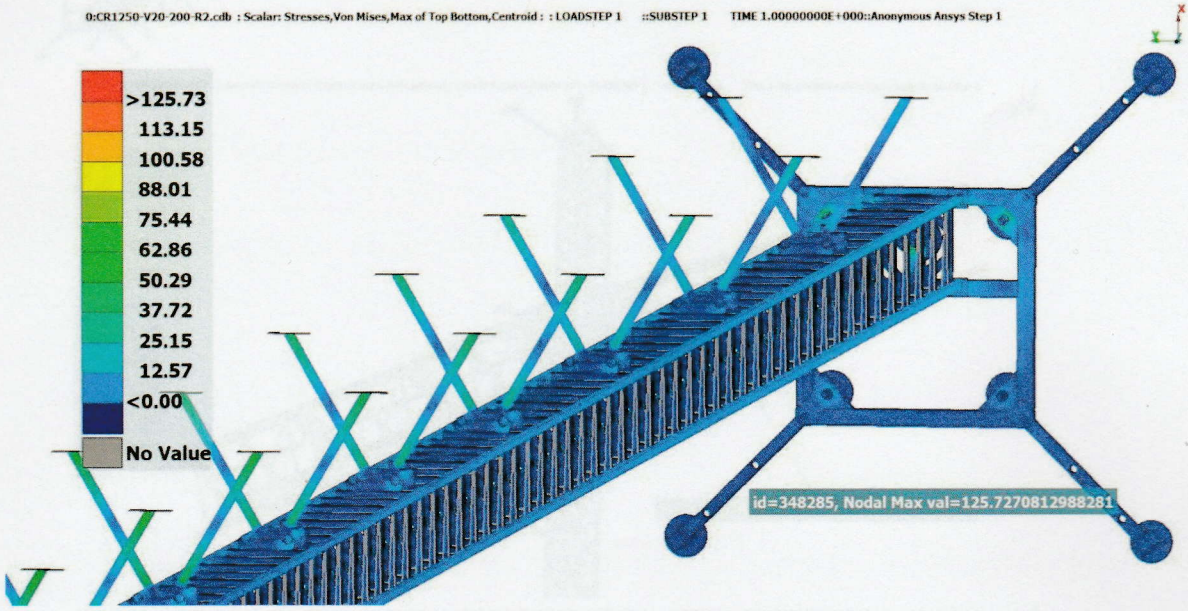
11.1 Gerilme

Yapılan analiz sonucunda ortaya çıkan gerilmeler Von-Mises kriteri cinsinden hesaplanmış ve Şekil 51-53 de gösterilmiştir. Sistem üzerinde oluşan maksimum gerilme 125 MPa olarak hesaplanmıştır.



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM





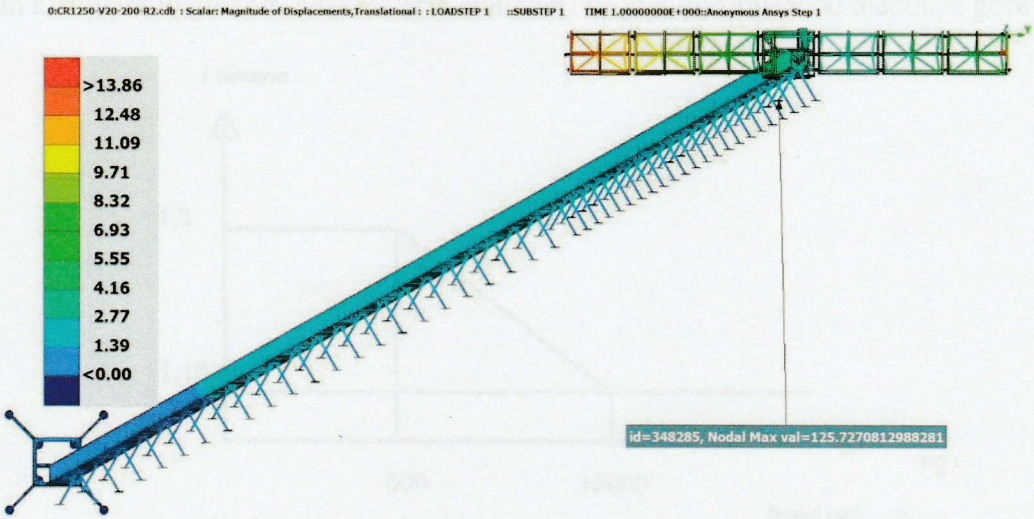
11.2 Güvenlik faktörü

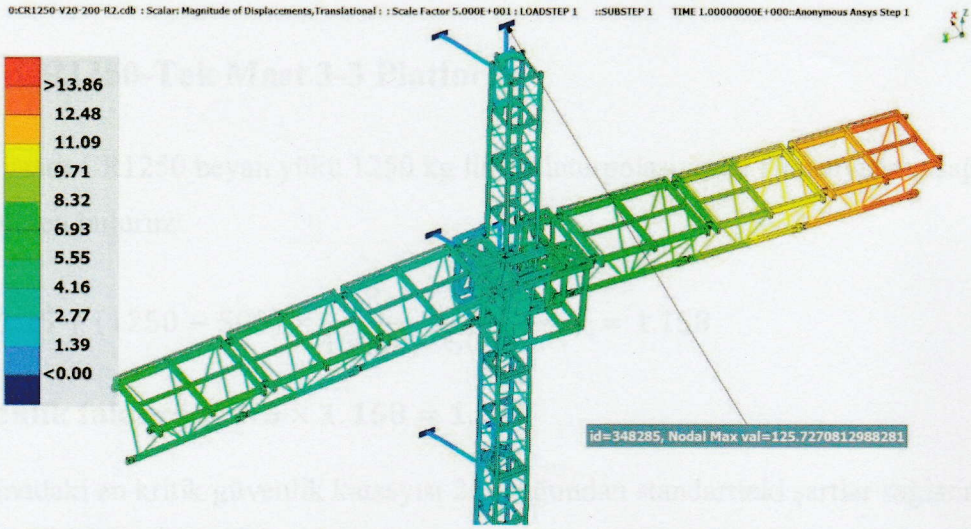
Uygulanan yükleme sonucunda. CR 1250 Tek mastlı ve 3-3 platformlu yük iskelesinde en düşük güvenlik faktörü 2 ve bağlantının ünitesindedir.

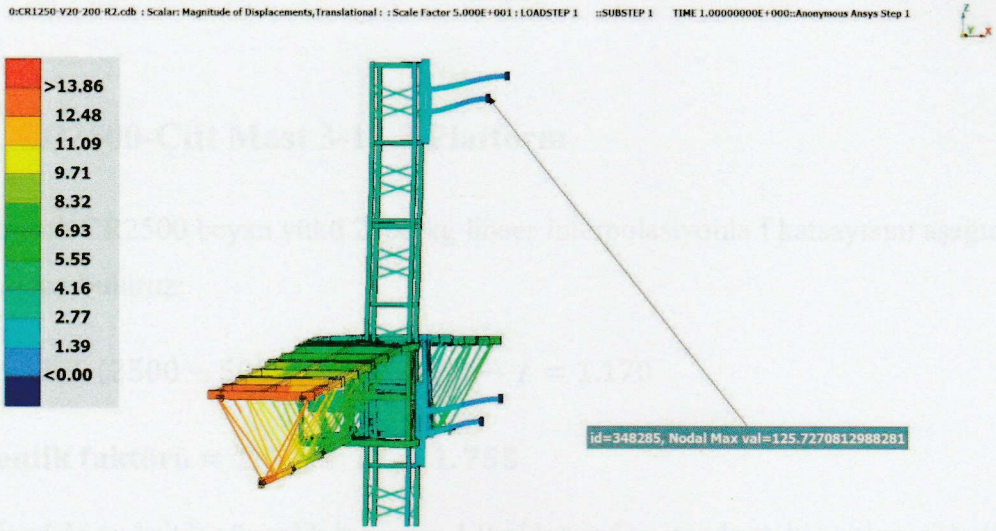
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

11.3 Deplasman

Sistem yük altındaki azamı deplasmanı platformun yan kısmında meydana gelmektedir ve en fazla 13.86 mm ve –Z yönündedir.



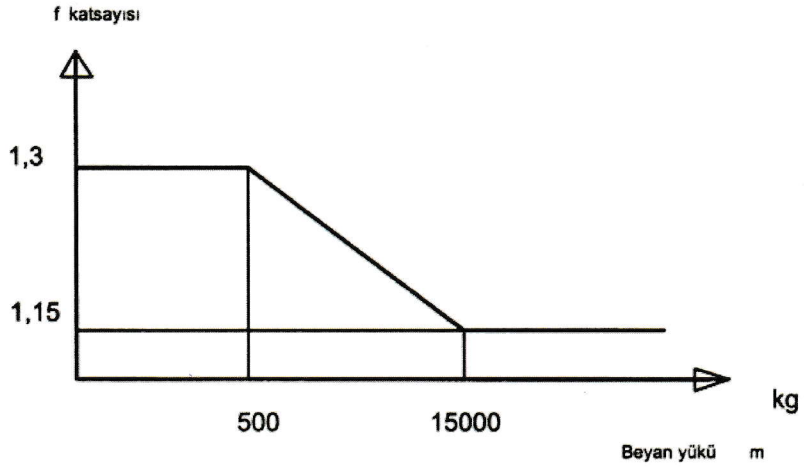




HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM

12 Aşırı yük kullanılmadığında " f " katsayısı

Standarda göre makinalar bir aşırı yük ve momenti saptayan ve bunu gösteren cihazla donatılmalıdır. İstisna için TS 1495 madde 5.7.16 sağlamak zorundadır. Bu madde hareketli tüm kısımlara uygulanır. Makinelerin analizleri ve yük durumları bu maddeye göre yapılmıştır.



12.1 CR1250-Tek Mast 3-3 Platform

Tek mastlı CR1250 beyan yükü 1250 kg lineer interpolasiyonla f katsayısını aşağıdaki formülden buluruz:

$$f = 1.15 + (1250 - 500) \times \frac{1.3 - 1.15}{15000 - 500} \quad \rightarrow f = 1.158$$

Güvenlik faktörü $= 1.5 \times 1.158 = 1.737$

Makinadaki en kritik güvenlik katsayısı 2 olduğundan standarttaki şartlar sağlanmaktadır.

12.2 CR2500-Çift Mast 3-12-3 Platform

Çift mastlı CR2500 beyan yükü 2500 kg lineer interpolasiyonla f katsayısını aşağıdaki formülden buluruz:

$$f = 1.15 + (2500 - 500) \times \frac{1.3-1.15}{15000-500} \quad \rightarrow f = 1.170$$

Güvenlik faktörü $= 1.5 \times 1.17 = 1.755$

Makinadaki en kritik güvenlik katsayısı 1.9 olduğundan standarttaki şartlar sağlanmaktadır.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ PROF. DR. BORA YILDIRIM

13 Kaynaklar

STANDARDI, T. (2010, Mart). TS EN 1495-Kaldırma platformları - Sütunlu çalışma platformları. Türkiye.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
PROF. DR. BORA YILDIRIM