



İSKENDERUN TEKNİK

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**RÜZGAR TÜRBİNİ KULESİ MONTAJI
İÇİN KALDIRMA APARATLARININ
TASARIM, ANALİZ VE İMALATI**

Başar HARBALİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

OCAK 2019





**RÜZGÂR TÜRBİNİ KULESİ MONTAJI İÇİN KALDIRMA
APARATLARININ TASARIM, ANALİZ VE İMALATI**

Başar HARBALİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2019

Başar HARBALİ tarafından hazırlanan "RÜZGÂR TÜRBİNİ KULESİ MONTAJI İÇİN KALDIRMA APARATLARININ TASARIM, ANALİZ VE İMALATI" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İskenderun Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ahmet YAPICI

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Başkan: Prof. Dr. Ahmet YAPICI

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Doç. Dr. Selçuk MISTIKOĞLU

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Doç. Dr. Memduh KARA

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Tez Savunma Tarihi: 21/01/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülediğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

Bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza

Başar HARBALİ

21/01/2019



RÜZGÂR TÜRBİNİ KULESİ MONTAJI İÇİN KALDIRMA APARATLARININ TASARIM, ANALİZ VE İMALATI

(Yüksek Lisans Tezi)

Başar HARBALİ

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2019

ÖZET

Günümüzde iş makinelerinde kaldırma ve iletmenin yeri oldukça önemlidir. Kaldırma-iletme makinelerinden olan vinçler ve aparatları liman hizmetleri, taşımacılık gibi yükleme ve boşaltmanın bulunduğu her alanda karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, spesifik imalatlar için güvenli kaldırma aparat tasarımı gerçekleştirilmiştir. 1 adet yönlendirme aparatı kulenin taban flanşına, 2 adet ana kaldırma aparatı birbiri ile karşılıklı gelecek şekilde kulenin tavan flanşına ve 1 adet kule, 1 adet mobil vinçle monte edilmiştir. Aparatlar 3D katı model tasarımında kullanılan SolidWorks paket programı ile tasarlanmıştır. Aparatların malzeme kalitesi St52-3 olarak kullanılmıştır. SolidWorks programında oluşturulan tasarımın, Ansys paket programı ile sonlu elemanlar analizi yapılmıştır. Aparatlar, 2 parçanın kaynaklı birleşiminden oluşmaktadır. Yönlendirme ve ana kaldırma aparatları alt ve üst parçaları sonlu eleman kalınlığı 10 mm, kaynakların sonlu eleman kalınlığı 3 mm belirlenmiştir. 60-70-80-90 mm kalınlığında parçalar ve 5-10-15-20 mm kalınlığında kaynak kalınlıkları sınır şart olarak her bir analizde incelenmiştir. Tasarım delik merkezlerinden montajlanarak yönlendirme aparatına 150 kN, ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Emniyetli tasarımlar 355 MPa akma mukavemeti değerine göre belirlenmiş ve analizler emniyetli – emniyetsiz şekilde sınıflandırılmıştır. Tasarlanan aparatlar kulelerin flanşları referans alınarak delik merkezlerinden montajlanacak şekilde optimize edilmiştir. İmalat sonrasında tahribatsız muayene yöntemlerinden TS EN 17638 / TS EN 23278 standartlarında manyetik partikül testleri yapılmış ve raporlanmıştır.

Anahtar Kelimeler : CAD, Mekanik Tasarım, Sonlu Elemanlar Analizi, Optimizasyon, Kaynak Analizi

Sayfa Adedi : 97

Danışman : Prof. Dr. Ahmet YAPICI

DESIGN, ANALYSIS AND MANUFACTURING OF LIFTING APPARATUS FOR WIND TURBINE TOWER ASSEMBLY

(M. Sc. Thesis)

Başar HARBALİ

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

Jan 2019

ABSTRACT

Nowadays, lifting and conveying are quite important for work machines. As one of the lifting-conveying machines, cranes and their apparatus are used in all fields where loading and unloading takes place, such as port services and transportation. In this study, a safe lifting apparatus was designed for specific manufacturing. 1 orientation apparatus is mounted on the base flange of the tower, 2 main lifting apparatus facing each other were mounted on the ceiling flange of the tower, and 1 tower was mounted with 1 mobile crane. The apparatus was designed with the SolidWorks package program used in 3D solid model design. The material quality of the apparatus used was St52-3. Finite element analysis of the design created in the SolidWorks program was carried out with Ansys package program. The apparatus consists of a welded combination of 2 parts. Finite element thickness of the lower and upper parts of the orientation and main lifting apparatus was determined as 10 mm, the finite element thickness of the welds was 3 mm. 60-70-80-90 mm and 5-10-15-20 mm welding thicknesses were investigated in each analysis as the limit condition. The design was assembled from the bore centers and 150 kN was applied to the guiding apparatus and 500 kN was applied to the main lifting apparatus. Safety designs were determined according to the yield strength of 355 MPa, and the analyses were classified as safe and unsafe. The designed apparatuses were optimized to be assembled from bore centers with reference to the flanges of the towers. After the manufacturing, magnetic particle tests were performed and reported according to TS EN 17638/TS EN 23278 standards as one of the non-destructive testing methods.

Key Words : CAD, Mechanical Design, Finite Element Analysis, Optimization, Welding Analysis

Page Number : 97

Supervisor : Prof. Dr. Ahmet YAPICI

TEŞEKKÜR

Çalışma konusunun belirlenmesinde ve bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde değerli bilgilerini, tecrübelerini ve zamanını esirgemeyerek her fırsatta benimle paylaşan, kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım saygıdeğer lisansüstü danışmanım Prof. Dr. Ahmet YAPICI hocama sonsuz teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum.

Yine çalışma konusunun belirlenmesi sürecinde işyerime yapmış olduğu ziyaret, değerli zamanını, bilgi ve tecrübelerini her fırsatta paylaşan bölüm hocalarımızdan Dr. Öğretim Üyesi Erdoğan KANCA hocama katkılarından dolayı teşekkürü borç bilirim.

Bu çalışmayı hazırlarken geçirdiğim süreçte benden yardımlarını esirgemeyen Esmer Torna Şirketi çalışanlarına ve yönetimine, manevi desteğini her an yanımda hissettiğim babam Haşim HARBALİ, annem Neval HARBALİ'ye, fedakârlıkları, yardımları, sonsuz destekleri için Sn. Ali KORUKLU, Sn. Birkan SÜRMEİİÖĞLU ve Sn. Arş. Gör. Sevil MASAT'a canı gönülden teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
TABLoların LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xviii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	2
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
3.1. Materyal	7
3.2. Yöntem	9
3.2.1. Sonlu elemanlar yöntemi.....	11
3.2.2. Bilgisayar destekli tasarım paket programı (SolidWork).....	13
3.2.3. Ansys programı ile gerilme analizi	14
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	22
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	83
KAYNAKLAR	84
EK-1. St52-3 Malzemenin kimyasal analizi	90
EK-2. Ana kaldırma aparatı manyetik test raporu	91
EK-3. Yönlendirme aparatı manyetik test raporu	92

	Sayfa
EK-4. Kaynak Hesap Formülasyonu	93
ÖZGEÇMİŞ	94
DİZİN.....	96



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. St37-3, St44-3, St52-3 Yapı Çeliklerinin Kimyasal Bileşimi.....	8
Çizelge 3.2. St37-3, St44-3, St52-3 Yapı Çeliklerinin Mekanik Özellikleri.....	8



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Mühendislik Tasarım Döngüsü.....	9
Şekil 3.2. Linear ve Nonlinear Çözümleme.....	12
Şekil 4.33 Ana kaldırma Aparatı Gerilme Analiz Grafiği.....	57
Şekil 4.34 Ana kaldırma Aparatı Gerilme Analiz Grafiği.....	58
Şekil 4.51 Ana kaldırma Aparatı Gerilme Analiz Grafiği.....	77



TABLOLARIN LİSTESİ

Tablo	Sayfa
Tablo 4.1. YA-T1D-60-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	25
Tablo 4.2. YA-T1Y-60-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	26
Tablo 4.3. YA-T2D-70-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	27
Tablo 4.4. YA-T2Y-70-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	28
Tablo 4.5. YA-T3D-80-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	29
Tablo 4.6. YA-T3Y-80-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	30
Tablo 4.7. YA-T4D-90-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	31
Tablo 4.8. YA-T4Y-90-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	32
Tablo 4.9. YA-T1D-60-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	33
Tablo 4.10. YA-T1Y-60-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	34
Tablo 4.11. YA-T2D-70-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	35
Tablo 4.12. YA-T2Y-70-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	36
Tablo 4.13. YA-T3D-80-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	37
Tablo 4.14. YA-T3Y-80-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	38
Tablo 4.15. YA-T4D-90-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	39
Tablo 4.16. YA-T4Y-90-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	40
Tablo 4.17. YA-T1D-60-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	41
Tablo 4.18. YA-T1Y-60-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	42
Tablo 4.19. YA-T2D-70-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	43
Tablo 4.20. YA-T2Y-70-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	44
Tablo 4.21. YA-T3D-80-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	45
Tablo 4.22. YA-T3Y-80-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	46
Tablo 4.23. YA-T4D-90-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	47

Tablo	Sayfa
Tablo 4.24. YA-T4Y-90-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	48
Tablo 4.25. YA-T1D-60-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	49
Tablo 4.26. YA-T1Y-60-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	50
Tablo 4.27. YA-T2D-70-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	51
Tablo 4.28. YA-T2Y-70-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	52
Tablo 4.29. YA-T3D-80-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	53
Tablo 4.30. YA-T3Y-80-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	54
Tablo 4.31. YA-T4D-90-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	55
Tablo 4.32. YA-T4Y-90-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	56
Tablo 4.35. AKA-T1-60-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	61
Tablo 4.36. AKA-T2-70-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	62
Tablo 4.37. AKA-T3-80-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	63
Tablo 4.38. AKA-T4-90-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	64
Tablo 4.39. AKA-T1-60-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	65
Tablo 4.40. AKA-T2-70-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	66
Tablo 4.41. AKA-T3-80-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	67
Tablo 4.42. AKA-T4-90-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	68
Tablo 4.43. AKA-T1-60-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	69
Tablo 4.44. AKA-T2-70-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	70
Tablo 4.45. AKA-T3-80-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	71
Tablo 4.46. AKA-T4-90-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	72
Tablo 4.47. AKA-T1-60-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	73
Tablo 4.48. AKA-T2-70-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	74
Tablo 4.49. AKA-T3-80-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	75

Tablo**Sayfa**

Tablo 4.50. AKA-T4-90-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Sonuçları.....	76
---	----



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1 Kule Flanşlarına Yönlendirme Ve Ana Kaldırma Aparatı Montajı.....	10
Resim 3.2. Kulenin Kaldırılmasının Temsili Gösterimi	10
Resim 3.3. Yay Bağlantısı	11
Resim 3.4. Solidwork Programı İle Tasarlanmış, Photoview360 İle Fotoğrafi Oluşturulmuş Bir Tasarım.....	13
Resim 3.5. Ansys R15.0 Ara Yüzü	14
Resim 3.6. Ansys Workbench St52-3 Kalite Malzemenin Tanımlanması	15
Resim 3.7. Modelin Ansys Programına Aktarılması	15
Resim 3.8. Sınır Şartlarının Belirlenmesi	16
Resim 3.9. Ağ yapısının oluşturulması	16
Resim 3.10. Temsili Sabitleme Noktası Ataması Gösterimi	17
Resim 3.11. Yönlendirme aparatı y bileşeni kuvvet ataması.....	17
Resim 3.12. Yönlendirme Aparatı X Bileşeni Kuvvet Ataması	18
Resim 3.13. Ana Kaldırma Aparatı Kuvvet Ataması	18
Resim 3.14. Yönlendirme Aparatı Üst Parçası	19
Resim 3.15. Yönlendirme Aparatı Alt Parçası.....	19
Resim 3.16. Yönlendirme Aparatı Montajı.....	20
Resim 3.17. Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası	20
Resim 3.18. Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası.....	21
Resim 3.19. Ana Kaldırma Aparatı Montajı.....	21
Resim 4.1. YA-T1D-60-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	25
Resim 4.2. YA-T1Y-60-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	26
Resim 4.3. YA-T2D-70-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	27

Resim	Sayfa
Resim 4.4. YA-T2Y-70-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	28
Resim 4.5. YA-T3D-80-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	29
Resim 4.6. YA-T3Y-80-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	30
Resim 4.7. YA-T4D-90-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	31
Resim 4.8. YA-T4Y-90-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	32
Resim 4.9. YA-T1D-60-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	33
Resim 4.10. YA-T1Y-60-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	34
Resim 4.11. YA-T2D-70-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	35
Resim 4.12. YA-T2Y-70-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	36
Resim 4.13. YA-T3D-80-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	37
Resim 4.14. YA-T3Y-80-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	38
Resim 4.15. YA-T4D-90-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	39
Resim 4.16. YA-T4Y-90-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	40
Resim 4.17. YA-T1D-60-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	41
Resim 4.18. YA-T1Y-60-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	42
Resim 4.19. YA-T2D-70-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	43
Resim 4.20. YA-T2Y-70-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	44
Resim 4.21. YA-T3D-80-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	45
Resim 4.22. YA-T3Y-80-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	46
Resim 4.23. YA-T4D-90-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	47
Resim 4.24. YA-T4Y-90-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	48
Resim 4.25. YA-T1D-60-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	49
Resim 4.26. YA-T1Y-60-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu	50
Resim 4.27. YA-T2D-70-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	51

Resim	Sayfa
Resim 4.28. YA-T2Y-70-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	52
Resim 4.29. YA-T3D-80-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	53
Resim 4.30. YA-T3Y-80-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	54
Resim 4.31. YA-T4D-90-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	55
Resim 4.32. YA-T4Y-90-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	56
Resim 4.33. AKA-T1-60-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	61
Resim 4.34. AKA-T2-70-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	62
Resim 4.35. AKA-T3-80-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	63
Resim 4.36. AKA-T4-90-5 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	64
Resim 4.37. AKA-T1-60-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	65
Resim 4.38. AKA-T2-70-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	66
Resim 4.39. AKA-T3-80-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	67
Resim 4.40. AKA-T4-90-10 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	68
Resim 4.41. AKA-T1-60-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	69
Resim 4.42. AKA-T2-70-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	70
Resim 4.43. AKA-T3-80-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	71
Resim 4.44. AKA-T4-90-15 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	72
Resim 4.45. AKA-T1-60-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	73
Resim 4.46. AKA-T2-70-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	74
Resim 4.47. AKA-T3-80-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	75
Resim 4.48. AKA-T4-90-20 Ansys (Von-Misses) Gerilme Analiz Simülasyonu.....	76
Resim 4.49. Ana Kaldırma Aparatı Prototip İmalatı-a	78
Resim 4.50. Ana Kaldırma Aparatı Prototip İmalatı-b	79
Resim 4.51. Yönlendirme Aparatına Manyetik Test Uygulaması	80

Resim	Sayfa
Resim 4.52. Boyandıktan Sonra Yönlendirme Aparatı	80
Resim 4.53. Ana Kaldırma Aparatı Prototip İmalatı (a).....	81
Resim 4.54. Ana Kaldırma Aparatı Prototip İmalatı (b).....	81
Resim 4.55. Ana Kaldırma Aparatına Manyetik Test Uygulaması	82
Resim 4.56. Boyandıktan Sonra Ana Kaldırma Aparatı.....	82
Resim 5.1. Kuvvet uygulanan kaynaklı parça	93



SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler

Açıklamalar

Hz

Hertz

Kg

Kilogram

kN

Kilo Newton

M

Metre

mm

Milimetre

mm³

Milimetreküp

MPa

Mega Pascal

Kısaltmalar

Açıklamalar

CAD

Bilgisayar Destekli Tasarım

DIN

Alman Standardizasyon Enstitüsü

EDS

Enerji Dağılımlı Spektrometre

FEM

Sonlu Elemanlar Yöntemi

IEC

Uluslararası Elektroteknik Komisyonu

SEM

Taramalı Elektron Mikroskobu

XRD

X-Işını Kırınım Cihazı

1. GİRİŞ

Sözlük karşılığı; sandık, sapan, çelik halat, özel kaldırma aparatlarına bağlı yükleri kaldırmaya yarayan araçlardan olan vinçler, kaldırma aparatına asılı olan yükü, parçayı, malzemeyi taşımaya ve farklı yönlere iletmeye yarayan kaldırma makineleridir. Vinçler sandık, balya, makine parçası gibi yükleri kaldırıp sadece bir yöne ileten basit yapılı makineler; krenler ise yükleri kaldırıp iletmenin yanında, öteleme ve dönme hareketi de yapabilecek şekilde yükleri limitleri doğrultusunda istenilen her yöne aktarabilen kaldırma makineleridir. Ancak genel olarak baktığımızda krenler de vinç sınıfına girmektedir [1]. Vinçler; kullanılacağı yerdeki yapının, kaldıracağı yükün özelliklerine ve kaldırma amaçlarına göre değişik tasarımlarda üretilebilmektedirler. Hareket ve kaldırma gibi kabiliyetlerine göre sınıflandırılabilirler. Hareket kabiliyetine göre; sabit, paletli, lastik tekerlekli, köprülü, monoray, kule vinçler olarak tanımlanabilir. Kaldırma kabiliyetine göre ise; halatlı, hidrolik halatlı olarak tanımlanabilir.

Temiz ve yenilenebilir enerji çeşitlerinden olan rüzgâr enerjisi kullandığında kaynak tüketimi gerçekleşmemektedir. Elektrik üretiminde rüzgâr türbinleri önemli bir yere sahiptir. Rüzgâr türbinleri 60 – 90 m aralığında büyük yapılardır. Kule uzunluğuna bir de kanatlar eklendiği zaman boyları 120 m ulaşmaktadır. Rüzgâr türbinleri birçoğumuzun evlerinde bulunan vantilatörün tam tersi mantığı ile çalışmaktadır. Elektrik ile bir nevi rüzgâr üreten vantilatörümüz, rüzgâr türbinlerinde rüzgâr girdisiyle türbin içerisindeki mili döndürür. Bu mil büyüktür ve daha küçük yapılara dişliler vasıtası ile aktarılır. Türbin içerisinde bu gücü elektriğe dönüştüren ekipmanlar bulunmaktadır ve temiz enerji üretilmiş olunur.

Bu çalışmada, spesifik imalatlar için güvenli kaldırma aparatı tasarımı gerçekleştirilmiştir. Standart dışı bir yükü kaldırmak için başvuru bir dizi yöntemler, çözümler ve tasarımlar incelenmiştir. Rüzgâr türbini kulelerini kaldırma aşamasında, Ana Kaldırma ve Yönlendirme Aparatı tasarlanmıştır. Kulenin ağırlığı yaklaşık 65853 kg olup, 1 adet kule ve mobil vinç yardımıyla [2], 2 adet Ana Kaldırma, 1 adet Yönlendirme Aparatı ile kaldırılmıştır. Kaldırma aparatları 3D katı model tasarımında kullanılan SolidWorks programı ile tasarlanmıştır [3-12]. Ansys ile sonlu elemanlar analizi yapılarak toplam deformasyon ve gerilme analizleri gerçekleştirilmiş olup, sonuçlar irdelenmiştir [13-20].

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Sainath Ansys (FEM) paket programı kullanılarak kule vinç bileşenlerini statik ve dinamik yükler uygulanarak analiz etmiştir. Sonuç olarak kule vinç tasarımında rüzgâr kuvvetinin önemli bir yere sahip olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analitik hesaplamalar ile sonlu elemanlar analiz sonuçları birbirine yakın çıkmıştır [21].

Miller, kaplinler ve dişli çarklar, iş hayatında daima karşılaşılan makinelerin temel yapılarıdır. Bu makine ekipmanları sağlıklı bir şekilde görevini yerine getirmeli ve mekanik yüklere karşı dayanıklı olmalıdır. Bu ekipmanların bütünlüğü, fazla yükleri ve deformasyonu engellemek için yeterli mukavemet tasarımıyla sağlanmalıdır. Farklı yüklere maruz kalan miller, kaplinler, dişli çarklar vb. bileşen parçalarının sonlu eleman analizlerinin nasıl yapıldığını göstermektir. Sonlu eleman analizlerinin sonuçlarının geçerliliği, deneyler veya esneklik teorisi ile elde edilen sonuçların karşılaştırılmasıyla tartışılmıştır [22].

Kule vinci tasarımı ve analizi çalışmasında, ilk etapta kule tip vinçler ve özellikleriyle ilgili araştırmalara yer verilmiştir. Kule tip vinçlerin bütün bileşenleri bilgisayar destekli tasarım programlarından olan SolidWorks ile tasarlanıp, modellenmiştir. Sonrasında Ansys paket programıyla kule tip vinci önem arz eden parçalarının total deformasyon ve gerilme analizleri yapılmıştır. Vinç kolunun başına, ortasına ve ucuna değişik zamanlarda takılan, değişik ağırlıktaki yüklerle vinç kolunun sağlamlığı ölçülmüştür. Vinci dengede tutan arka kısımda yer alan denge taşlarına karşı dayanıklılığı analiz edilmiştir. Vinç kancasının yüke dayanımı ölçülmüştür [23].

Tek katlı yaprak yaylarda sonlu elemanlar yöntemi ile yorulma analizi yapılması çalışmasında, yaprak yay imalatları için en az prototip üretilerek ARGE çalışmalarının tamamlanıp seri imalata kısa sürede geçilmesini sağlayacak yöntemlerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Yaprak yayların yorulma dayanımı belirlemeden önce parabolik yaprak yay tasarımına ve yorulma dayanımına etki eden faktörler incelenmiştir. Tek katlı parabolik yaprak yaylar Ansys Workbench programı ile tasarım üzerinden gerilme ve yorulma analizleri yapılmıştır. Ulaşılan veriler yorumlanmış ve fiziksel test değerleri ile karşılaştırılmıştır. Gerçekleştirilen yorulma dayanımı çalışması sayesinde ağır ve hafif

ticari araçlarda kullanılan yaprak yaylar, daha az prototip imal edilerek hem zamandan hem maliyetten kazanç sağlamıştır. Böylece yorulma dayanımı çalışması sonlu elemanlar analizleri ile gerçeğe yakın verilere ulaşılmanın mümkün olduğunu göstermiştir [24].

Ansys, bilgisayar destekli mühendislik alanlarında kullanılan bir analiz ve simülasyon programıdır [25-26]. Ansys programı ile tasarımı yapılmış modeller prototip üretilmeden, bilgisayar ortamında test edilmiştir. Bilgisayar ortamında yapılan kaynak simülasyonu, kaynak yapılan parçaya yönelik incelemelerin en önemli konularından birisidir. Bu çalışmada; Ansys paket programı ile sayısal analiz ve matematiksel modeller kullanarak bilgisayarlar yardımıyla kaynaklı parçalarda karşılaşılan karmaşık durumlar çözülmeye çalışılmıştır. Yapılan toz altı kaynağı sonrasında parçaların radyografik incelemesi, mekanik özellikleri ve mikro yapıları; çekme testi, optik mikroskop ve SEM ile incelenmiş, kaynak bölgesinde Vickers sertlik skalası ile sertlik dağılımı belirlenmiştir. Parçaların kaynak bölgesinde özellik gösteren yapılar için SEM-EDS-XRD analizleri yapılmıştır. Kaynaklı birleştirmelerin çekme testi uygulanan örneklerin kırık yüzeyleri SEM ile incelenerek kırılma tipi belirlenmiştir. Ansys paket programında kaynakla birleştirilen parçaların modeli oluşturularak termal ve mekanik analizler yapılmıştır [27].

Ticari, binek, hafif veya ağır vb. vasıtalarda kullanılan jantlara etkiyen statik ve dinamik yükler, jantların yapılarında çatlama ve kırılma gibi deformasyonların oluşmasında önemli bir yere sahiptir. Belli aralıklarla tekrarlanan gerilmeler altında çalışan jantlar, kullanım süresine bağlı olarak, jantlarda deformasyonlara sebep olmuştur. Deformasyonlar çatlak şeklinde ortaya çıkmış ve bunların ilerlemesi sonucunda da jantlarda kırılmalar olmuştur. Bu çalışmada, ticari, binek vb. vasıtaların jantlarının mevcut standartlara uygun olacak şekilde yorulma dayanım testleri yapılmıştır. Aynı zamanda ANSYS paket programı ile bilgisayar ortamında jantların simülasyonu hazırlanmış ve yorulma dayanımı analizi yapılmıştır. Ansys ile yapılan yorulma analizi sonuçları ile test makinesinden elde edilen veriler karşılaştırılmış ve bilgisayar destekli analiz sonuçları gerçeğe yakın çıkmıştır [28].

İmalat bölümünde sıkça kullanılan sökülemez birleştirme yöntemlerinden biri olan, korniş usulü toz altı kaynak işlemi ile kaynak edilen St37 malzemenin termal analizi ANSYS paket programı kullanılarak incelenmiştir. Malzeme olarak St37 yapı çeliği kullanılan çalışmada toz altı ark kaynağı yöntemi korniş usulü uygulanmıştır. Ansys programı vasıtasıyla iki boyutlu geometride parça içerisindeki sıcaklık dağılımları incelenmiştir.

Metalin esas bölgesi ve ısıya maruz kalan bölgenin birleşiminden oluşan parçanın kaynak bölgesini kapsayan totalde altı değişik noktadaki zamana bağlı sıcaklık değişimini gösteren eğriler elde edilmiştir. Bu sayede korniş usulü toz altı ark kaynağı ile kaynağı yapılan St37 yapı çeliğinin bir parçanın içerisindeki termal dağılımı zamana bağlı olarak elde edilmiştir. Böylece sıcaklıktan fazla etkilenen bölgelerde malzeme içyapısında daha yüksek artık gerilmeler ve distorsiyonlar olabileceği düşünülerek, bu bölgeler bu çalışma ile önceden tespit edilmiştir [29].

Günümüzde farklı özelliklere sahip malzemelerin zorunlu birleştirilmesi konusunda değişik metotlar kullanılmaktadır. St37 yapı çeliği ve elektrolitik bakır lamaların birleştirilmesi sonrasında parçaların ara yüzeylerinde değişik bölgelerde oluşan çatlakların lineer elastik kırılma mekaniği ile analizi yapılmış çatlakların birleşme performansına etkileri incelenmiştir. Birleştirmeden doğan sorun sonlu elemanlar yöntemi ile modellenmiştir. Çatlak ilerleme doğrultusu maksimum teğet sel gerilme teorisi yardımıyla belirlenmiştir. Tespit edilen problemin çözümüne yönelik lineer elastik ve elasto-plastik kırılma mekaniği analizi yapabilen FRANC2D sonlu elemanlar programı kullanılmıştır. Yapılan çözümler sonucunda plakaların ara yüzeyinde gerilme dağılımı elde edilmiştir. Ara yüzeyde meydana gelen maksimum gerilmeler Von-Mises akma kriterine göre araştırılmıştır. Bu çalışmada elektrolit bakır ve St37 yapı çeliği lamaların birleştirilmesi sonrasında ara yüzeyinin değişik bölgelerinde oluşan çatlakların lineer elastik kırılma mekaniği ile analizi yapılmıştır [30].

Zincirler, döndüren veya döndürülen dişli çarklar arasında hareket iletmeye yarayan mekanizmalardır. Dişli çarklar arasında çalışan zincirler değişken mekanik zorlamalara, aşınmalara maruz kaldıkları için mekanizma içerisinde kritik öneme sahiptir. Çalışan mekanizma içerisinde zincir baklaları üzerine binen yük sonucu oluşan gerilmelerle ilgili araştırmacılar çeşitli yaklaşımlarda bulunmuştur. Bu çalışmada, zincir baklası üzerine binen yük sonucu oluşan gerilme dağılımlarıyla ilgili çalışmalar yapılmakta ve hemen sonrasında zincir baklasının 3D modeli tasarlanıp sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmiştir. Zincir üzerine uygulanan kuvvetin yönü radyal pozisyonda, pim deliği içerisindeki basınç dağılımı ise uniform kabul edilmiş ve analizler sınır şartları doğrultusunda yapılmıştır. Sınır şartları içerisinde konveyör zincirinin sonlu elemanlar metodu ile analizi yapılmıştır. Analizler, zincirin çekme kuvvetine zorlanan yüklenici elemanı yani zincir baklası üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu sayede zincir baklası üzerinde

oluşan gerilme ve deformasyon verileri değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen analizde zincir baklası 24782 adet 10 düğüm noktasına sahip tetrahedral elemana bölünerek meshlenmiş, buna göre sonlu elemanlar analizleri yapılmıştır. Sonlu elemanlar yönteminin kullanılması ile zincir baklası üzerinde gerçekleştirilen analizlerden elde edilen sonuçların irdelenmesi kullanıcılar için çeşitli önerileri ortaya koyabilme imkânı sağlamıştır [31].

Sökülemez birleştirme yöntemlerinden olan kaynaklı proseslerde imalat esnasında kaynaklanan parçalarda oluşan ani ısı girdisi sonucunda hızlı ısınmalar ve malzemelerde çarpılmalar olmuştur. Hemen sonrasında ortamın sıcaklığından dolayı hızlı farklılık gösteren soğuma meydana gelmiştir. Bunun akabinde kaynak yapılan malzemenin özelliklerinde ve yapısında çeşitli değişimler meydana gelmiştir. Kaynaklı birleştirme sonrasında kaynak dolgu metali ve ana malzeme bölgelerinde oluşan en önemli sonuçlardan birkaçı şu şekildedir; kaynak bölgesinde meydana gelen faz değişiklikleri, kalıntı gerilmeler, haz bölgesinin genişliği, parçalardaki nüfuziyet değerleri ve kaynaklanan parçalardaki deformasyon değerleridir. Kaynak proses sonuçlarını sonlu elemanlar yöntemini kullanarak, kaynak işlemi öncesinde öngörülmüştür. Gerçek kaynak parametrelerini kullanarak, sonlu elemanlar yazılımı ile kaynak simülasyonları yapılmıştır. Simülasyon sonrasında edinilen bilgilerle gerçek kaynak işleminde nasıl sorunlarla karşılaşabileceğine yönelik öngörüye sahip olunur. Sonuçlardan yola çıkarak proses öncesi parametreleri tekrar kontrol edilebilir. Bu sayede istenilen kaynak kalitesini yakalanması daha basit olacaktır. Bu çalışmada kaynak prosesi için Sysweld simülasyon yazılımı kullanılmıştır. Parça kalınlığına göre değişen sonuçları görmek için farklı kalınlıklarda parçalar kullanılmıştır. Simülasyon sonuçlarından bazıları gerçek kaynak prosesi sonuçları ile karşılaştırılmış ve yapılan bu karşılaştırma sonuçları incelenmiştir [32].

Bu çalışmada, özel bir yükü iş sağlığı ve işçi güvenliğini göz önünde bulundurarak kaldırma aparatları tasarlanmıştır [33-39]. Standart dışı bir imalat olan rüzgâr türbini kuleleri 3 parçadan oluşmuştur. 3 adet kule birbirine, ön ve arka yüzeylerinde bulunan flanşlara takılan cıvatalar ile montajlanmıştır. Montajın sağlıklı gerçekleştirilebilmesi için özel kaldırma aparatlarının tasarlanması gerekmektedir. Tasarımlar 3D çizim programlarından SolidWorks ile gerçekleştirilmiştir. SolidWorks programıyla ana kaldırma aparatı ve yönlendirme aparatları tasarlanmıştır. Tasarlanan bu aparatların yükü sağlıklı kaldırabilmesi için gerekli olan kaynak kalınlığının ve parça kalınlığının tespitinde Ansys paket programından faydalanılmıştır. Yapılan sonlu elemanlar analizi sonrasında

toplam deformasyon ve gerilme analizleri sonuçları değerlendirilmiştir. Sonuçlar doğrultusunda prototipler imal edilmiş ve montaj işleminde kullanılmıştır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

İmalatta, ürün tasarlama ve CAD iki farklı adımda değerlendirilmiştir [40-41]. Bilgisayar destekli tasarım programları bu süreci kolaylaştırmak için kullanılmıştır. Paket programlar ürün tasarımı ve analiz sürecinde hedeflere ulaşmada bizlere ışık tutmuştur. Bu programlar sayesinde, numuneler imal etmeden sanal ortamda tasarımlar yapılmıştır. Ayrıca modeller analiz edilip güvenli olup olmadıkları test edilmiştir. Bu çalışmada; ürün tasarlama sürecinde SolidWorks paket programı kullanılmıştır. SolidWorks programı ile ana kaldırma ve yönlendirme aparatları tasarlanmıştır. Farklı sınır şartları altında, 60-70-80-90 mm parça kalınlıkları ile 5-10-15-20 mm kaynak kalınlıkları tek tek ele alınarak SolidWorks paket programıyla 3D katı model tasarımları yapılmıştır. Tasarlanan ürünlerin testleri Ansys paket programı ile sonlu elemanlar analizleri yapılmıştır. Güvenlik katsayısı, işçi sağlığı ve iş güvenliği tüzüğü 376. maddeye (Kaldırma makinaları, kabul edilen en ağır yükün en az 1,5 katını, etkili ve güvenli bir şekilde kaldıracak ve askıda tutabilecek güçte olacaktır) göre belirlenmiştir.

3.1. Materyal

Tasarımın imalatı için malzeme seçilirken, mekanik, kimyasal, termal, elektrik iletkenliği, ısı işlem, manyetiklik, optiklik, ekonomiklik özellikleri gibi malzeme ayırt etme özelliklerinden, önemli olan mekanik, kimyasal, ısı işlem ve ekonomiklik özellikleri üzerine yoğunlaşmıştır. Kaynak edilebilirliği, ekonomik özellikleri, kolay ve hızlı temin edilebilmesi bakımından yapı çelikleri sınıfında yer alan St37-3, St44-3 ve St52-3 malzemeler tasarım için uygun mekanik ve ısı işlem özelliğine sahiptir. Ana kaldırma ve yönlendirme aparatlarında kullanılan çeliklerin kimyasal bileşimi ve mekanik özellikleri Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de verilmiştir. Bu malzeme çeşitlerinden St37-3 235-215 MPa akma dayanımına, St44-3 275-235 MPa akma dayanımına, St52-3 355-315 MPa akma dayanımına sahiptir.

Çizelge 3.1. St37-3, St44-3, St52-3 Yapı çeliklerinin kimyasal bileşimi [42]

KİMYASAL BİLEŞİM					
Sembol	C	N max	Al max	P max	S max
St37-3	0,17 (max)	-	0,02	0,04	0,04
St44-3	0,20 (max)	-	0,02	0,04	0,04
St52-3	0,20 (max)	-	0,02	0,04	0,04

Yapı çeliklerinden olan St52-3 malzemenin seçilme nedeni üstün akma dayanımına (Çizelge 3.2) sahip olmasıdır. Ayrıca sökülemez bağlantı çeşitlerinden olan kaynaklı birleştirmeye elverişlidir. Malzemenin normalizasyonlu olması ise, iri taneli yapının ince taneli yapıya getirilerek malzemenin normal yapısını kazanmasını sağlamıştır.

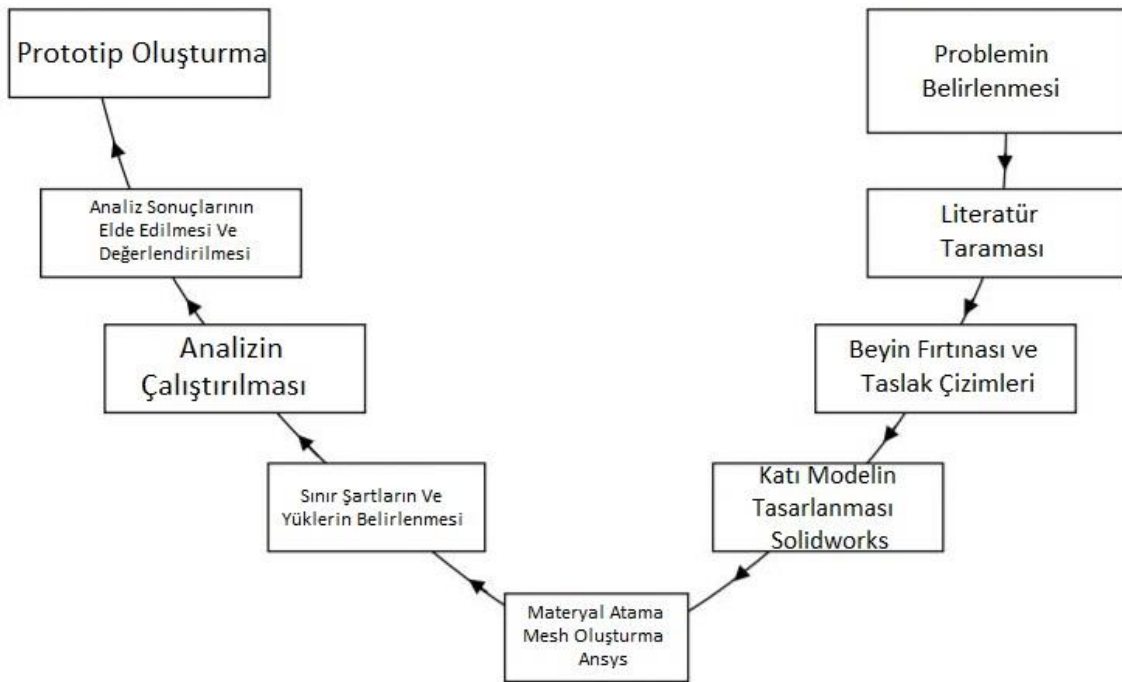
Çizelge 3.2. St37-3, St44-3, St52-3 Yapı çeliklerinin mekanik özellikleri [42]

Miz.no	Sembol	Çekme day(Rm)		Akma sınırı (Re)					Kopma uzaması (A)	Katlama ** (180°)			ISO ısıtım işlem	°C	≥10 ≤16 mm	≥16 ≤63 mm	≥63 ≤100 mm		
		< 3 mm	≥3 ≤100 mm	≤16 mm	≥16 ≤40 mm	≥40 ≤43 mm	≥63 ≤80 mm	≥80 ≤100 mm		≥3 ≤40 mm	≥40 ≤43 mm	≥63 ≤80 mm						≤3 mm	≥3 ≤63 mm
		Mpa		≥ Mpa					yön*	≥ %			***						
1.0116	St37-3	360 510	340 470	235	225	215	215	215	→ ↑	26 25	25 24	24 23	0,5a 1,5a	1a 2a	1,5a 2,5a	U N	0 -20	27 27	27 23
1.0144	St44-3	430 580	410 540	275	265	255	245	235	→ ↑	22 20	21 19	20 18	2a 2,5a	2,5a 3a	3a 3,5a	U N	0 -20	27 27	27 23
1.0570	St52-3	510 680	490 630	355	345	335	325	315	→ ↑	22 20	21 19	20 18	2a 2,5a	2,5a 3a	3a 3,5a	U N	0 -20	27 27	27 23

St52-3 (EK-1) malzeme toz altı ve gaz altı kaynaklı birleştirme yöntemleriyle imal edilmeye uygun bir malzeme olması, imalatın seri ve ekonomik gerçekleşmesini sağlamaktadır.

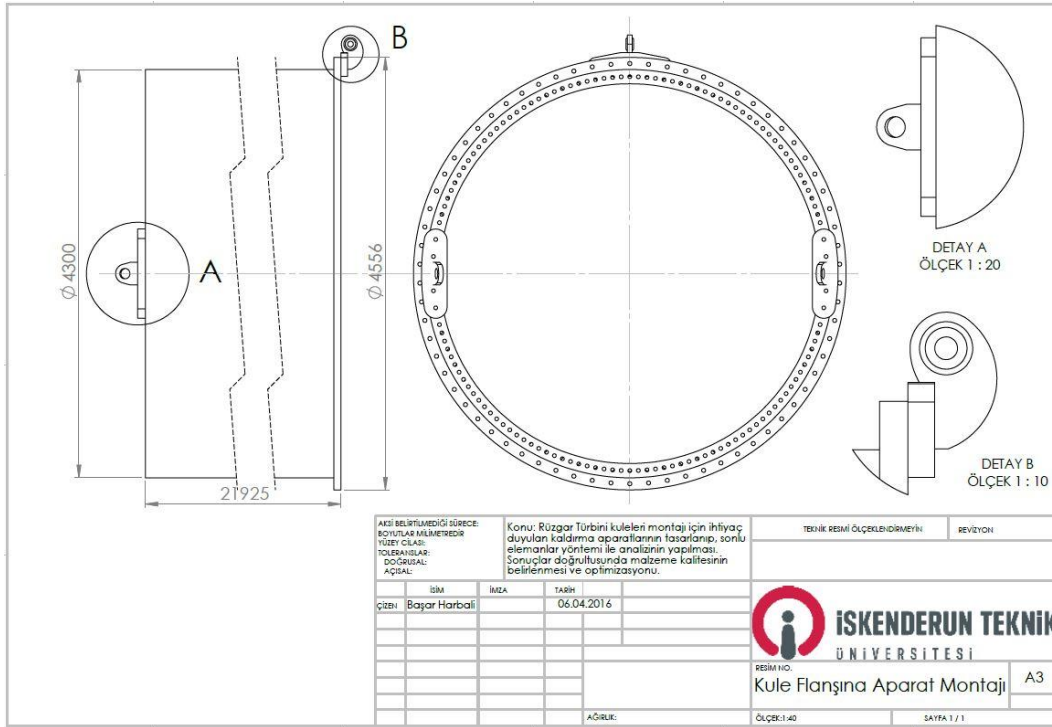
3.2. Yöntem

Çalışmada özet olarak Şekil 3.1’de gösterilen adımlar sırasıyla gerçekleştirilmiştir. Standart dışı bir yükün kaldırılabilmesi problem olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda literatür araştırması yapılmıştır. SolidWorks ve Ansys programlarıyla çözülen problemler incelenmiştir. Önceki çalışmaların incelenmesi sonucunda SolidWorks ve Ansys programlarının problemi çözmeye yardımcı olacağı anlaşılmıştır. 3D katı model SolidWorks ile tasarlanmıştır. 3D katı model Ansys programına aktarılmıştır. Materyal seçimi yapılmıştır ve ağ örgüsü oluşturulmuştur. Sınır şartları belirlenmiş ve ana kaldırma aparatına 500 kN, yönlendirme aparatına 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programında gerilme analizi çalıştırılmıştır. Optimizasyonların sonunda sonuçlar değerlendirilmiş ve prototip imalatı gerçekleştirilmiştir.



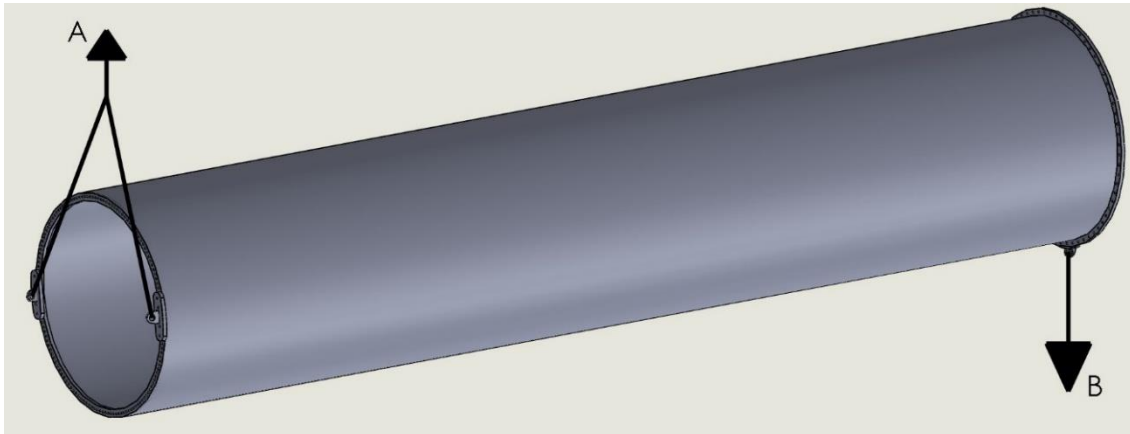
Şekil 3.1. Mühendislik tasarım döngüsü

Rüzgâr türbini kulesi Resim 3.1’de görüldüğü gibi teknik olarak resmedilmiştir. Ana kaldırma aparatları A detayında, yönlendirme aparatı B detayında gösterilmiştir (Resim 3.1). Ana kaldırma aparatları $\varnothing 4300$ mm olan flanşa, yönlendirme aparatı $\varnothing 4556$ mm olan flanşa montaj edilmiştir. Boru koniktir ve 21925 mm uzunluğundadır.



Resim 3.1. Kule flanşlarına yönlendirme ve ana kaldırma aparatı montajı

Resim 3.2’de belirtilen A ve B noktalarında bulunan temsili çelik halatların 1 adet kule vinç, 1 adet mobil vinç yardımı ile kaldırılıp kulenin yerine montajı gerçekleştirilmiştir. Kule vinç; Resim 3.1’de bulunan A detayında gösterilen 2 adet ana kaldırma aparatından, Resim 3.2’de belirtilen A noktasındaki ok doğrultusunda kaldırılmıştır. Bu sırada mobil vinç yardımı ile Resim 3.1’de bulunan B detayında gösterilen 1 adet yönlendirme aparatından, Resim 3.2’de belirtilen B noktasındaki ok doğrultusunda yönlendirme yapılmıştır. Tüm bu çalışmaların beyin fırtınası yapılmış sonrasında modeller bu yönde tasarlanmış ve optimize edilmiştir.



Resim 3.2. Kulenin kaldırılmasının temsili gösterimi

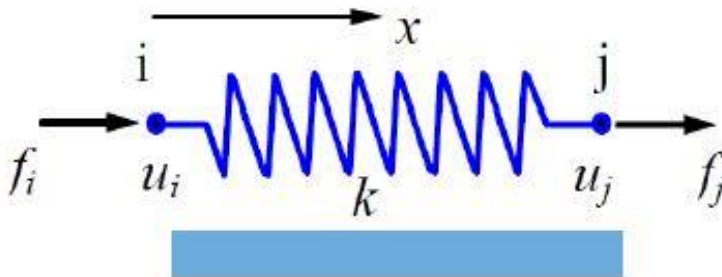
3.2.1. Sonlu Elemanlar Yöntemi

Sonlu elemanlar metodu, karmaşık problemleri daha basit problemlere ayrıştırarak, elde edilen alt problemlerin tümü için ayrı ayrı çözümler yapılmasıyla en yakın çözümü elde etmek için yararlanılan sayısal bir yöntemdir [43-44].

Sonlu elemanlar metodunun asıl amacı, karmaşık yapı ve elemana ait sistem özelliklerini barındıran diferansiyel denklemleri oluşturup, karmaşık yapı ve elemanın denklemlerini tüm sistemi temsil edecek biçimde birleştirmek ve bu şekilde lineer denklem takımını elde etmektir [45].

Tasarımın üzerine etkiyecek yüke göre analiz tipi seçilmelidir. Bu sayede 3D olarak bilgisayar ortamında tasarlanan model, sonlu elemanlar analiz ortamında tekrar oluşturulur, sınır şartları ve etkiyecek yükler belirlenir. Yapı sayısının çoğaltılması sistemin temsilinin artmasıyla birlikte çözüme ulaşma süresinin de artmasına sebep olmaktadır. Sonlu elemanlar metodu ile analiz yapıldıktan sonra tasarım üzerindeki toplam deformasyon, gerilmeler ve zayıf noktalar belirlenerek tasarım üzerinde optimizasyonlar yapılmaktadır [46].

Sonlu elemanlar yönteminin anlatılmasında sıklıkla yay örneği kullanılmasının sebebi anlaşılması basit ve akılda kalıcıdır. Resim 3.3'de görülen yay bağlantısı bir kirişi modellemek için kullanılmaktadır. Belirtilen i ve j noktaları kirişin uç ve arka bölümlerini göstermekle birlikte, k değeri ise sertlik anlamına gelmektedir [47].

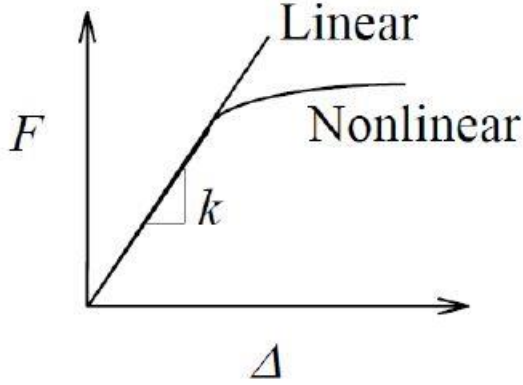


Resim 3.3. Yay bağlantısı [47]

Kuvvet-Yer değiştirme İlişkisi

$$F = k \cdot \Delta u \quad (3.1.)$$

Burada; F : Kuvveti. $\Delta u = u_i - u_j$ Yer değiştirmeyi göstermektedir [47]. Şekil 3.2’de gösterilen linear ve nonlinear czmlerden, nonlinear czmlenin diferansiyel denklemleri cok karmaşık boyutlarda olduğu için linear czmler üzerinde yoğunlaşılmıştır [47].



Şekil 3.2. Linear ve nonlinear czmler [47]

$$f_i = -F = -k(u_j - u_i) = ku_i - ku_j \quad (3.2.)$$

$$f_j = F = k(u_j - u_i) = -ku_i + ku_j \quad [47] \quad (3.3.)$$

Yay modelinin sonlu elemanlar teorisinin açıklamasında kullanılmasının en büyük sebebi, yaylar sıkıştırıldığında ve gerildiğinde tekrar eski haline dönmek ister ve kuvvet uygular. Bu kuvveti uygulamasının en büyük sebebi sahip olduğu k ile belirtilen yay katsayısıdır. Yay katsayısı bir yayı 1 mm uzatmak için uygulanması gereken kuvvet olarak açıklanır. Cisimlerde belirli zorlamalara karşı direnç gösterirler ve bu dirençten dolayı sonlu elemanlar teorisinin açıklamasında kullanılırlar [47].

$$f_i = ku_i - ku_j \quad (3.4.)$$

$$f_j = -ku_i + ku_j \quad (3.5.)$$

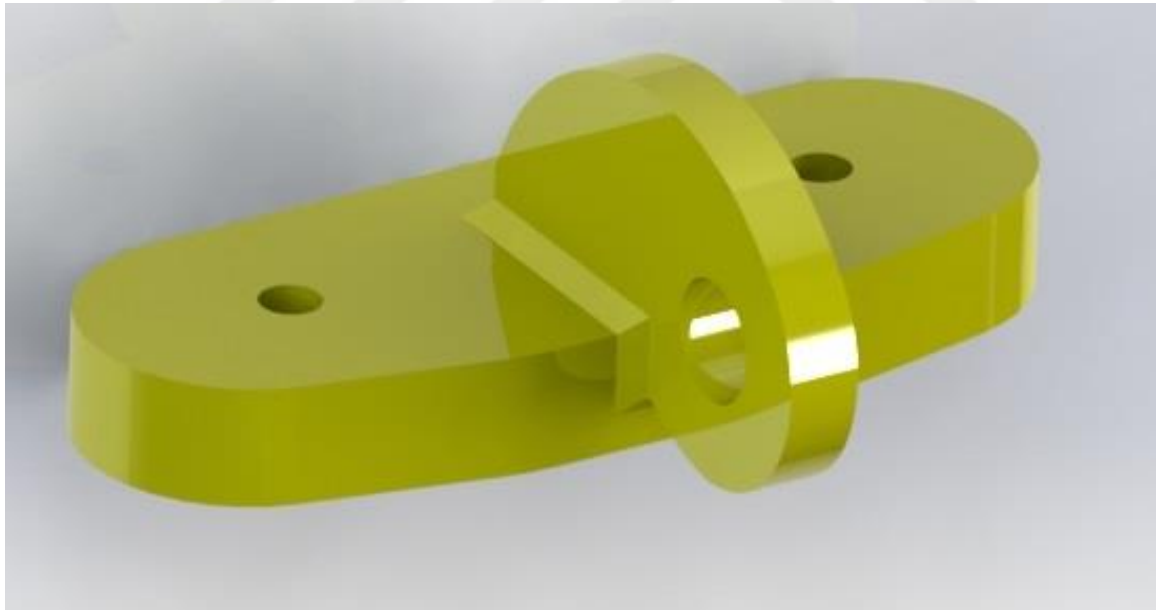
$$\begin{bmatrix} k & -k \\ -k & k \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} u_i \\ u_j \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} f_i \\ f_j \end{Bmatrix} \quad [47] \quad (3.6.)$$

Yukarıda bulunan matris formu sonlu elemanlar teorisinin temelini oluşturmakla birlikte bu denklemden ilk hesaplanan değer yer değiştirme olmaktadır [47].

3.2.2. Bilgisayar destekli tasarım paket programı (SolidWorks)

SolidWorks, 2 ve 3 boyutlu parçaların modellenmesine, modellenen parçaların montaj tasarımlarının yapılmasına, montajlanan tasarımların teknik resimlerinin oluşturulmasına olanak sağlayan bir katı model tasarım programıdır (Resim 3.4) [48-51]. Bu özelliklerinin yanı sıra imalat yöntemlerine özgü özellikler içeren sac levha, kalıp tasarımı, borulama uygulamalarını ve daha birçok özelliği içinde bulunduran bir programdır [52].

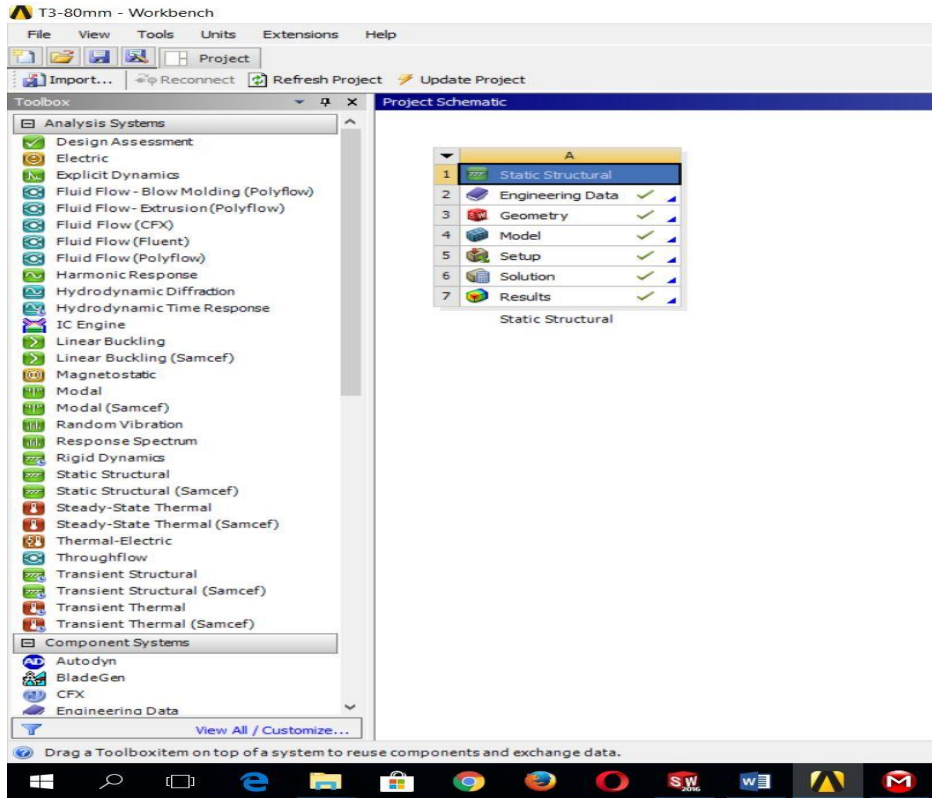
CAD programları arasında kullanılması kolay ve bünyesinde bulundurduğu delik sihirbazı gibi kısa yollar ile modellemede ve montajda hızlılığı sağlar [53-56]. Oluşturulan montajlara çeşitli hareketler verilebilir, sınır şartları atanıp hareketleri kısıtlanabilir. Bütün bu işlemler yapılırken kaydedilen dosyaların boyutları benzer programlardan daha az yer kaplamakta, böylece tasarım ve montaj parçalarının açılma sürecinde işlem zamanları kısa sürede olmaktadır. Tasarımların ve montajların gerçekçi fotoğraflarını (PhotoView360) yazıcıdan alabilme, tasarımlara verilen hareketler ve atanan sınır şartları doğrultusunda çeşitli animasyonlar (Motion Study) yapabilme özelliğine sahiptir [57].



Resim 3.4. SolidWorks programı ile tasarlanmış, photoview360 ile fotoğrafı oluşturulmuş bir tasarım

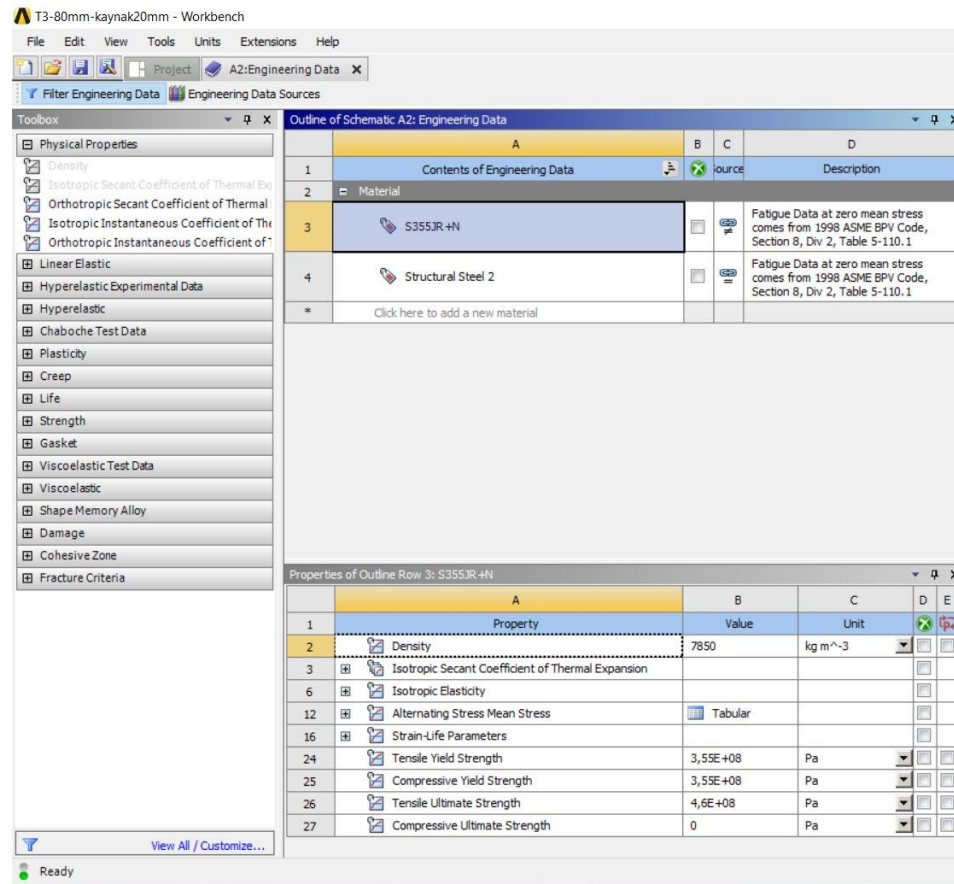
3.2.3. Ansys programı ile gerilme analizi

Karmaşık mühendislik problemlerini basite indirgeyerek sonuca ulaştıran, ürünün istenilen analizlerinin sanal ortamda yapılmasını sağlayan bilgisayar destekli nümerik bir çözüm metodudur [58-64]. Ansys sonlu elemanlar programı, bilgisayar destekli tasarım programı olan SolidWorks ile uyumlu çalışmaktadır [65-66]. 3D olarak tasarlanan parçaların montajları SolidWorks programında oluşturulduktan sonra Ansys içerisine aktarılabilir. Aktarılan tasarımlar henüz imalat aşamasına geçmemiş olup Ansys sonlu elemanlar programı ile zayıf noktalarının tespit edilip iyileştirilme yapılmasına imkân sunar. Bu metot, yapısal mekanik problemlerinin yanı sıra, akışkan akımı, elektromanyetizma, ısı transferi, statik, dinamik ile ilgili mühendislik problemlerinin çözümü için de kullanılır. Ansys makine imalatı, otomotiv, uzay ve havacılık, elektronik gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır [67]. Ansys sonlu elemanlar programı ile Von-Mises Gerilme analizi yapılmıştır. Malzeme atama, tasarımı programa çağırma, modelin birleşme yüzeylerinin düzenlenmesi, ağ yapısının (mesh) parametrelerinin belirlenmesi, modelin sabitlenmesi, kuvvetin uygulanması ve çözümün incelenmesi sırasıyla gerçekleştirilmiştir. Rüzgâr türbini kulelerinin kaldırma aparatlarının modelleri, Ansys R15.0 (Resim 3.5.) versiyonu kullanılarak gerilme analizleri yapılmıştır.



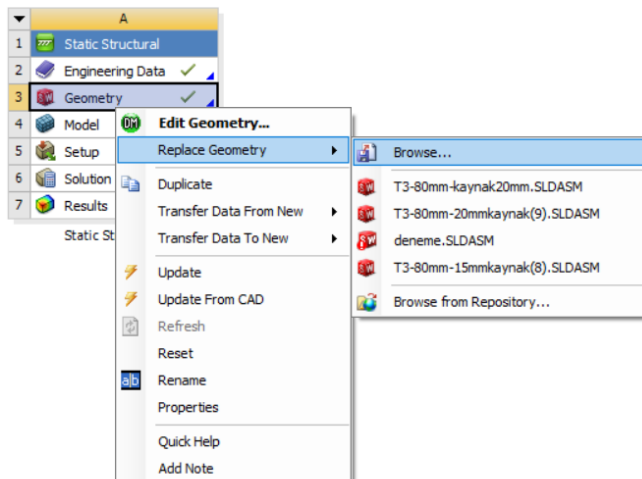
Resim 3.5. Ansys R15.0 ara yüzü (Workbench)

Malzeme seçimi “Engineering Data”→”Edit”→”Engineering Data Sources” komutundan Resim 3.6’da görüldüğü gibi yapılmıştır.



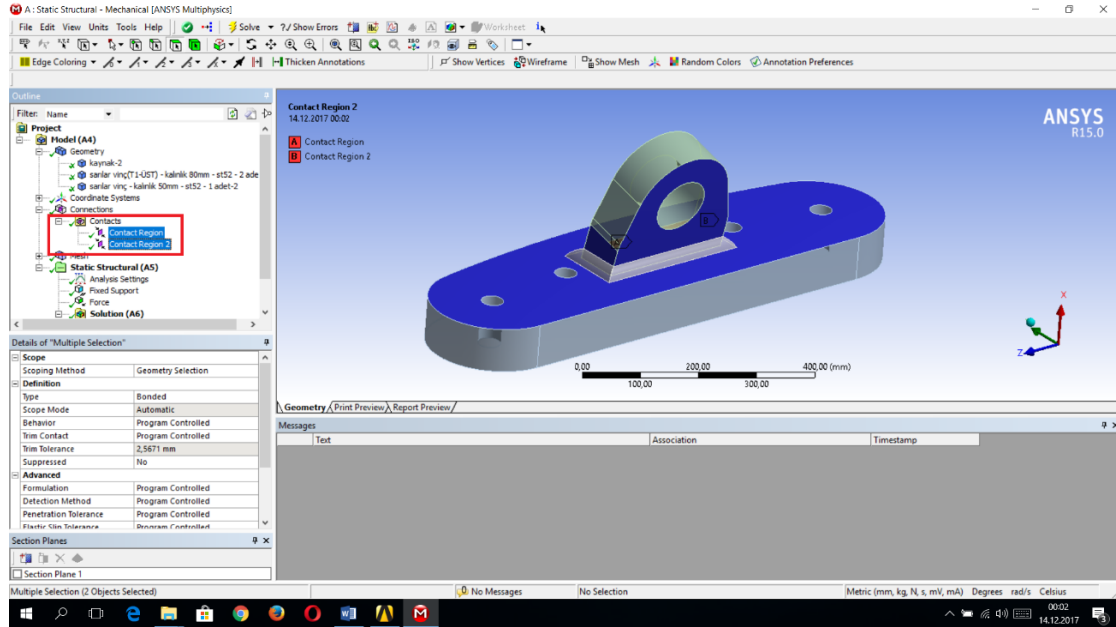
Resim 3.6. Ansys Workbench St52-3 kalite malzemenin tanımlanması

SolidWorks programında tasarlanmış parçanın (veya montajın), Ansys Workbench programına aktarılması işlemi, “Static Structural”→”Geometry”→”Replace Geometry”→”Browse” Resim 3.7’de gösterilmiştir.



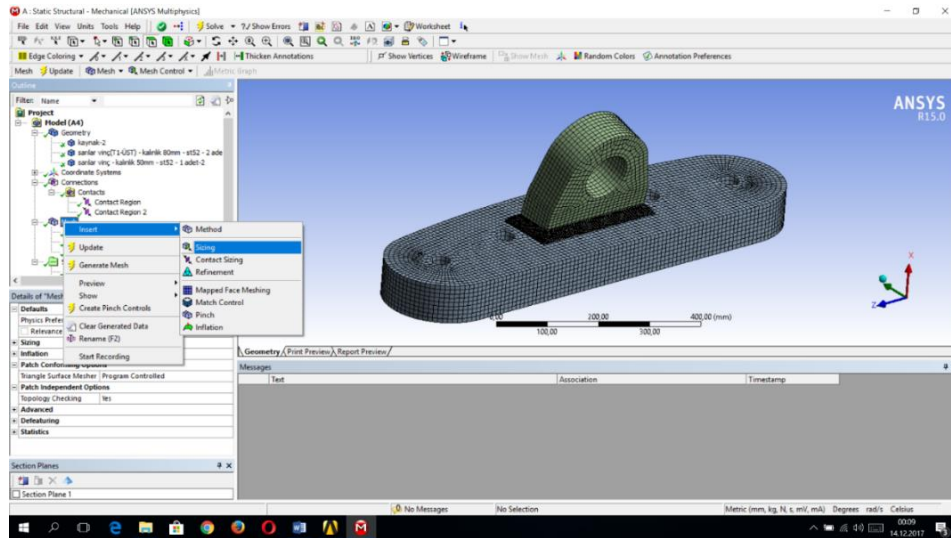
Resim 3.7. Modelin Ansys programına aktarılması

Üst ve alt aparatın (sınır şart) birleştirilme atamalarının yapılması “Connections”→”Contacts”→”Contact Region” ve ”Contact Region 2” seçilmiştir, Resim 3.8’de gösterilmiştir.



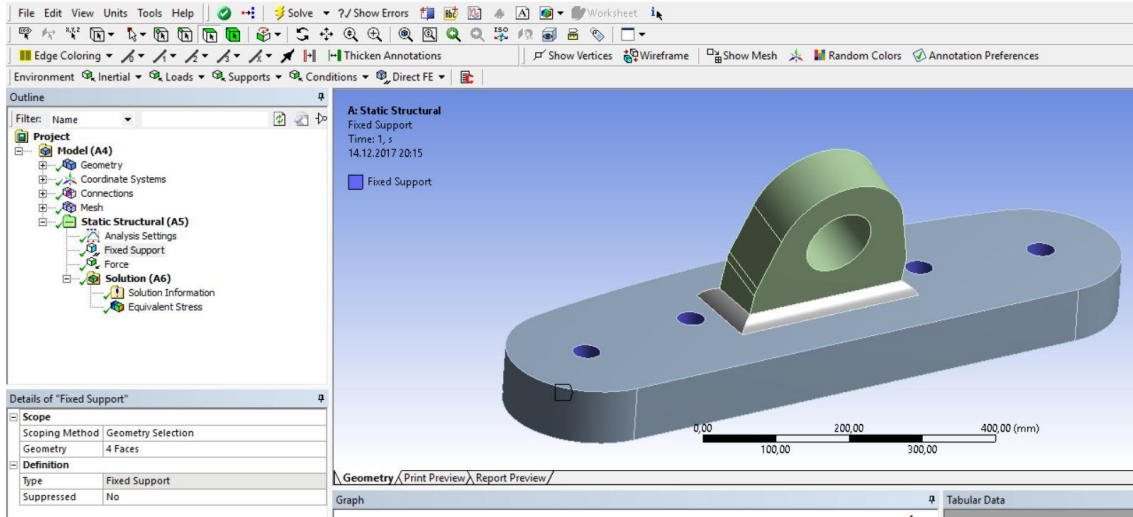
Resim 3.8. Sınır şartlarının belirlenmesi

Üst ve Alt parçaların ağ yapısı kalınlıkları 10 mm, iki parçayı sökülemesiz şekilde birleştiren kaynak için ise ağ yapısı kalınlığı 3 mm olarak tüm analizlere uygulanmıştır. “Mesh”→”Insert”→”Sizing” komutları yardımıyla, Ansys sonlu elemanlar programı ile ağ yapısı oluşturma Resim 3.9’da gösterilmiştir.



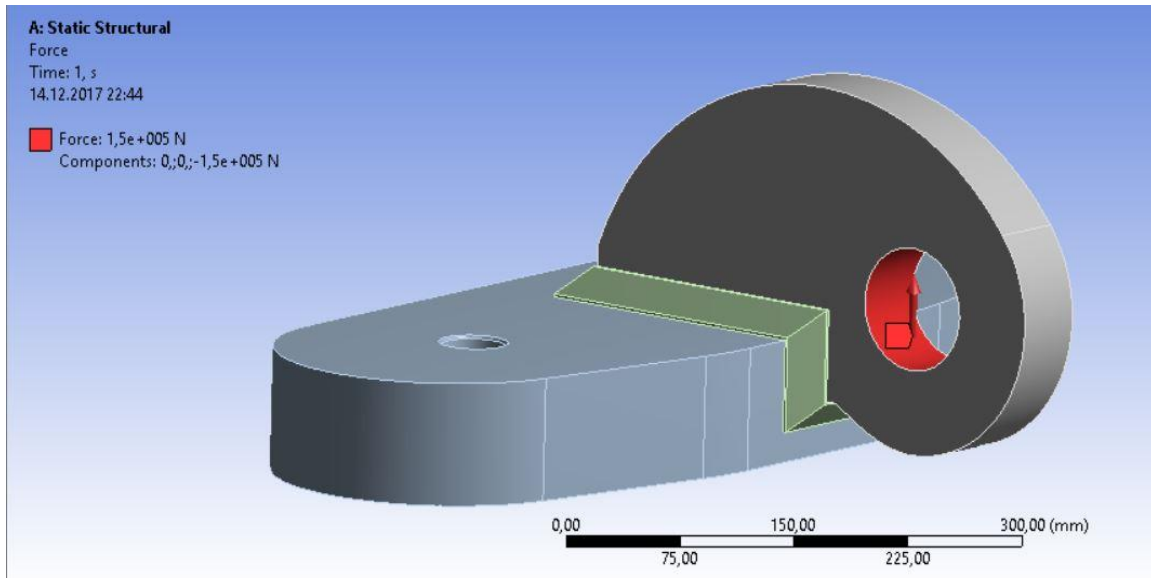
Resim 3.9. Ağ yapısının oluşturulması

Aparatlar, kulelere ön ve arka yüzeyindeki flanşlar vasıtasıyla montajlanmıştır. Bu nedenle analizin sabitleme noktası olarak delik iç merkezleri atanmıştır. Sonuçların gerçekçi ve sağlıklı olması açısından uygulamada yapılan montajdan yola çıkarak sabitleme noktası belirlenmiştir. Resim 3.10'da sabitleme noktaları verilmiştir.

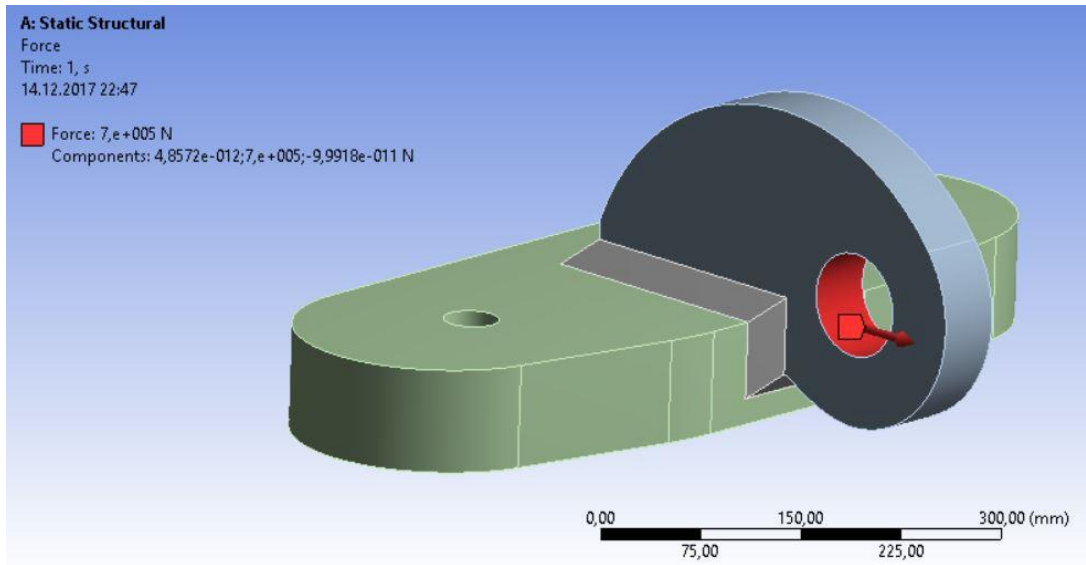


Resim 3.10. Temsili sabitleme noktası ataması gösterimi

Yönlendirme aparatı için kuvvet ataması yatay ve dikey 2 bileşen şeklinde (Resim 3.11 ve Resim 3.12) incelenmiş olup maksimum gerilme değerleri dikkate alınmıştır.

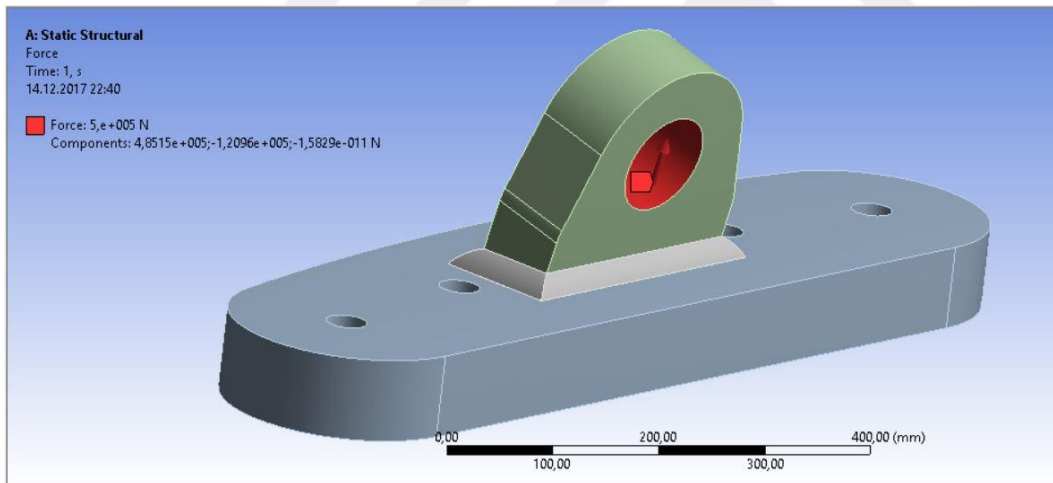


Resim 3.11. Yönlendirme aparatı y bileşeni kuvvet ataması (dikey kuvvet uygulaması)



Resim 3.12. Yönlendirme aparatı x bileşeni kuvvet ataması (yatay kuvvet uygulaması)

Ana kaldırma aparatı için kuvvet ataması ise çelik halat (Resim 3.13.) doğrultusunda olup, tek kuvvet şeklinde uygulanmıştır.

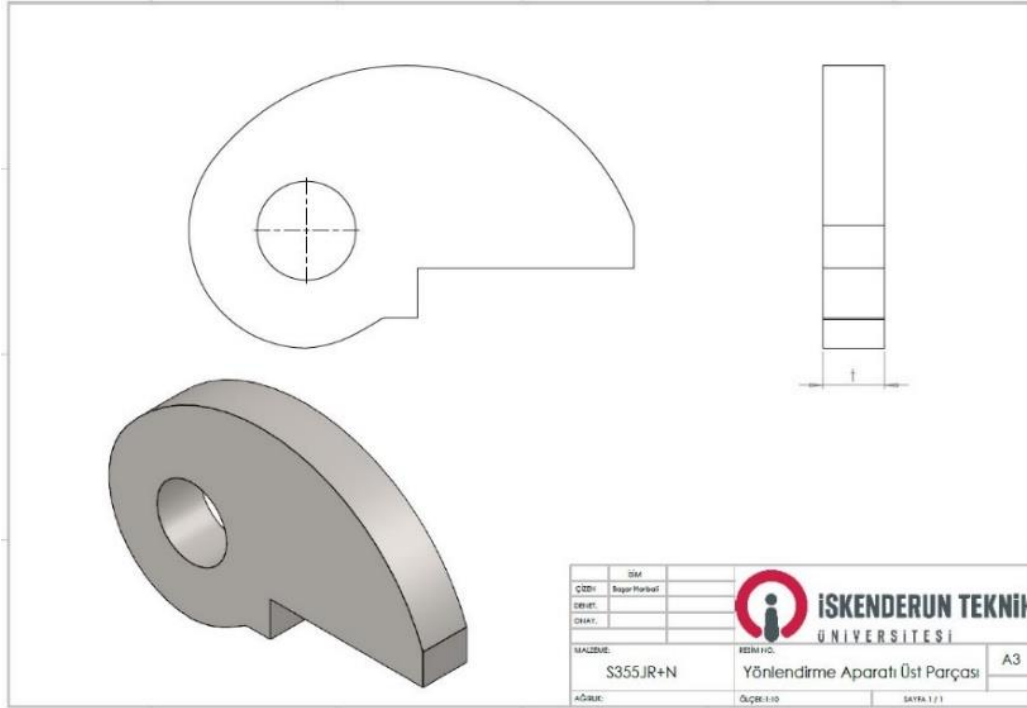


Resim 3.13. Ana kaldırma aparatı kuvvet ataması

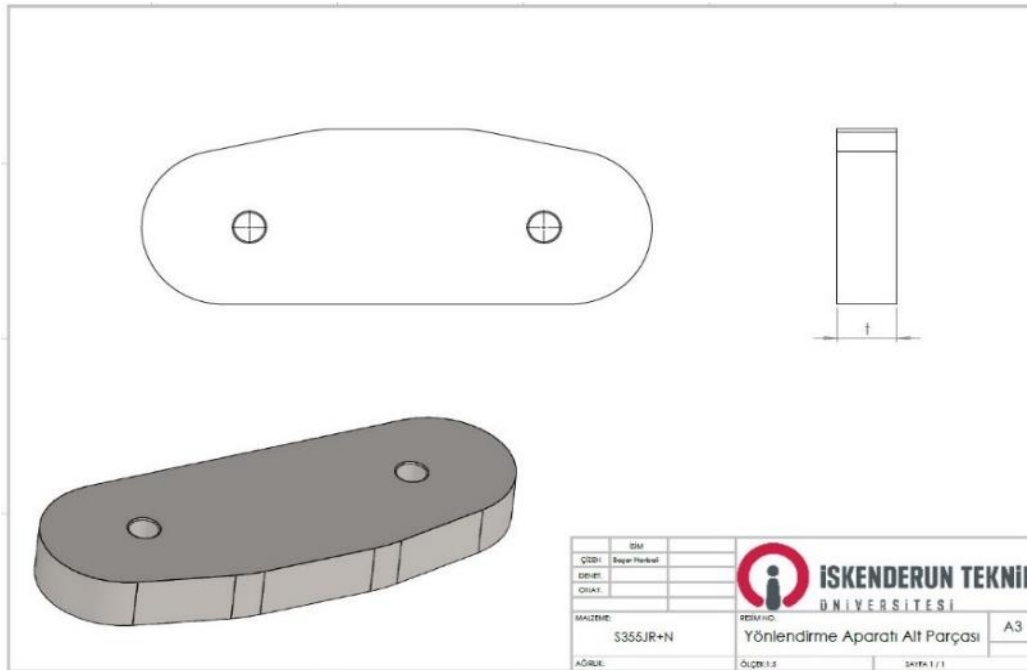
Analizin son adımı sonuçların çıktılarının alınması ve değerlendirilmesidir. Sonlu elemanlar analizlerinin sonuçları incelenirken Von-Misses gerilmesine bakılarak değerlendirilmiştir [69-70].

Ana kaldırma ve yönlendirme aparatları yassı sac olarak St52-3 malzemeden temin edilmiştir. SolidWorks ile çizilen aparatların DXF formatında alınmış ve 1500x6000 mm boyutlarında olan yassı sac OXY-Plazma kesim tezgâhında imal edilmiştir. Kesilen ana kaldırma ve yönlendirme aparatları alt ve üst parçaları özel kalıplar vasıtasıyla CNC İşleme Merkezi tezgâhına bağlanmıştır. Delik ve işleme operasyonları uygulanmıştır.

Yönlendirme aparatı, yönlendirme aparatı üst parçası (Resim 3.14) ve alt parçası (Resim 3.15) olmak üzere 2 parçadan oluşmakta olup, kaynaklı birleştirme yöntemi ile montajı (Resim 3.16) yapılmıştır.

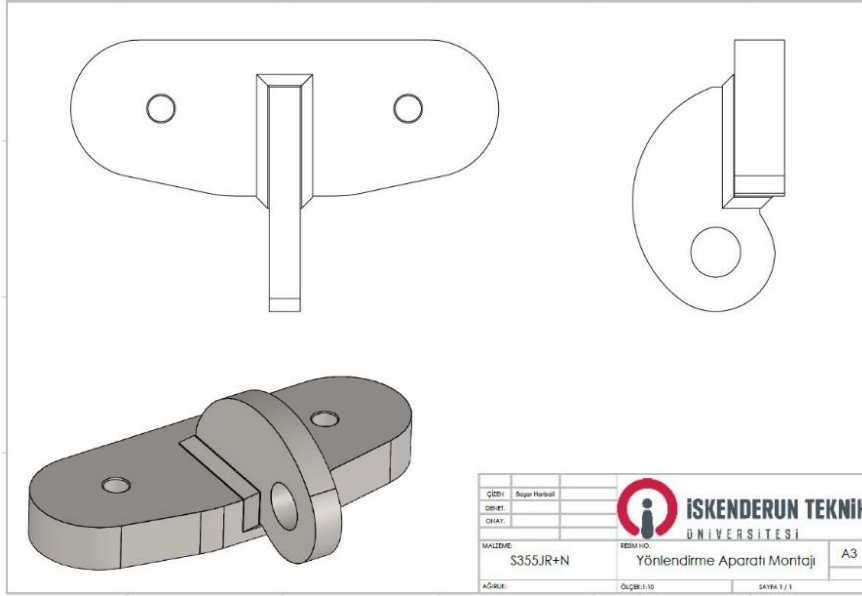


Resim 3.14. Yönlendirme aparatı üst parçası



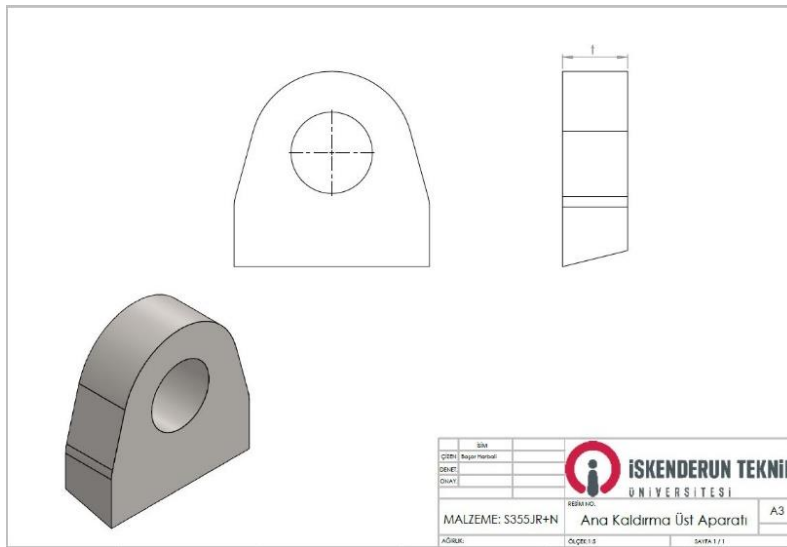
Resim 3.15. Yönlendirme aparatı alt parçası

Kaynaklı birleştirmeye hazır olan parçalar öncesinde punta kaynağı yapılarak ölçüleri kontrol edilmiştir. Kontrollerin sonucunda bindirmeli kaynak uygulanarak sökülemez birleştirilme yapılmıştır (Resim 3.16). Aparatların korozyona karşı dayanıklı olmaları için epoksi astar ve boya ile boyanmıştır.

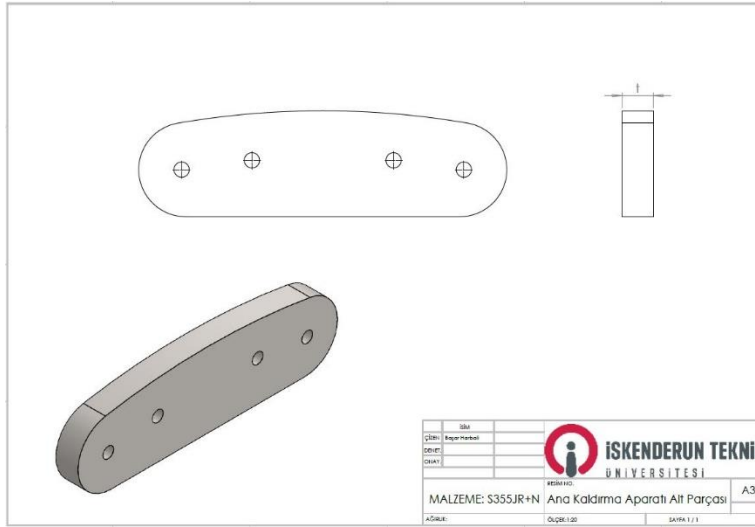


Resim 3.16. Yönlendirme aparatı montajı

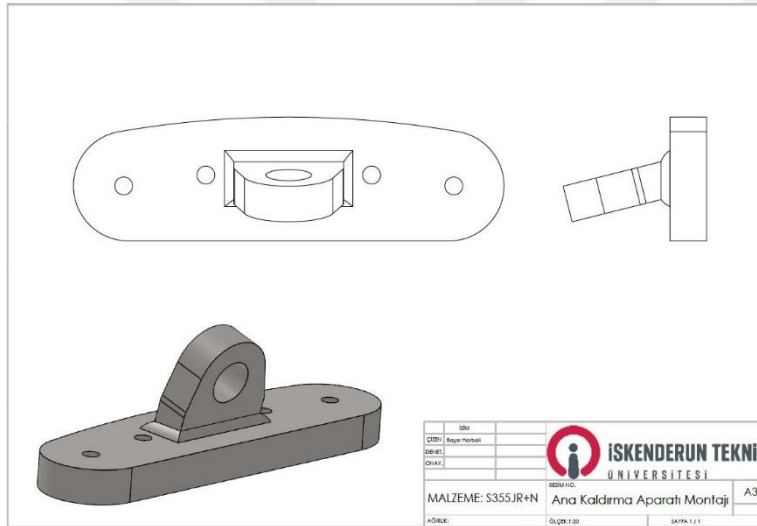
Ana kaldırma aparatı, ana kaldırma aparatı alt (Resim 3.17) ve ana kaldırma aparatı üst (Resim 3.18) olmak üzere 2 parçadan oluşmuştur (Resim 3.19). Bu parçalar sökülemez bağlantı çeşitlerinden kaynakla farklı yöntemlerle birleştirilmeleri sonucunda en uygun olan tasarım ve değerler imalat programına alınmıştır.



Resim 3.17. Ana kaldırma aparatı üst parçası



Resim 3.18. Ana kaldırma aparatı alt parçası



Resim 3.19. Ana kaldırma aparatı montajı

Resim 3.16 ve Resim 3.19’da görüldüğü gibi kaldırma aparatları tasarlanmıştır. Yönlendirme ve ana kaldırma aparatları için; üst parçalar (Resim 3.14 ve Resim 3.17) sınır şartları kapsamında sabit tutulup yönlendirme aparatı için kalınlık 50 mm, ana kaldırma aparatı için kalınlık 80 mm olarak kabul edilmiştir. Alt parçaların (Resim 3.15 ve Resim 3.18) kalınlıkları değişken olup 60-70-80-90 mm olarak, kaynak kalınlıkları (Yönlendirme ve ana kaldırma aparatlarının alt ve üst parçalarının sökülemez şekilde birleştirilmesi sırasında oluşturulan kaynak kalınlığı) ise 5-10-15-20 mm olarak değerlendirilerek modellenmiştir. SolidWorks programı ile toplamda 48 adet aparat modeli tasarlanmıştır. Bütün bu aparatların gerilme analizi Ansys sonlu elemanlar programı ile yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3D katı modelleri tasarlanan yönlendirme aparatları için, Ansys sonlu elemanlar programı ile 150000 N kuvvet uygulanarak analizler gerçekleştirilmiştir. Kuvvet yatay ve dikey düzlemde (x ve y eksenlerinde) ayrı ayrı ele alınmıştır. Ana kaldırma aparatlarına 500000 N kuvvet, çelik halat doğrultusunda uygulanarak analizler gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarından yola çıkılarak yönlendirme ve ana kaldırma aparatı alt parçaları ve kaynak dikiş kalınlıkları hakkında veriler elde edilmiştir [EK-4].

Burada; yönlendirme aparatı için, aparatın üst parçası referans alınarak farklı alt parça kalınlıkları (60-70-80-90 mm), farklı kaynak kalınlıkları (5-10-15-20 mm), farklı kuvvet bileşenleri (yatay-dikey) incelenmiştir. Aşağıda yönlendirme aparatlarının belirtilen durumlara göre kolay anlaşılması için açıklamalar verilmiştir.

YA-T1D-60-5 → Yönlendirme Aparatı - T1 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 60 mm – Kaynak Kalınlığı 5 mm

YA-T1Y-60-5 → Yönlendirme Aparatı - T1 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 60 mm – Kaynak Kalınlığı 5 mm

YA-T2D-70-5 → Yönlendirme Aparatı – T2 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 70 mm – Kaynak Kalınlığı 5 mm

YA-T2Y-70-5 → Yönlendirme Aparatı – T2 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 70 mm – Kaynak Kalınlığı 5 mm

YA-T3D-80-5 → Yönlendirme Aparatı – T3 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 80 mm – Kaynak Kalınlığı 5 mm

YA-T3Y-80-5 → Yönlendirme Aparatı – T3 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 80 mm – Kaynak Kalınlığı 5 mm

YA-T4D-90-5 → Yönlendirme Aparatı – T4 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 90 mm – Kaynak Kalınlığı 5 mm

YA-T4Y-90-5 → Yönlendirme Aparatı – T4 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 90 mm – Kaynak Kalınlığı 5 mm

YA-T1D-60-10 → Yönlendirme Aparatı – T1 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 60 mm – Kaynak Kalınlığı 10 mm

YA-T1Y-60-10 → Yönlendirme Aparatı – T1 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 60 mm – Kaynak Kalınlığı 10 mm

- YA-T2D-70-10** → Yönlendirme Aparatı – T2 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 70 mm – Kaynak Kalınlığı 10 mm
- YA-T2Y-70-10** → Yönlendirme Aparatı – T2 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 70 mm – Kaynak Kalınlığı 10 mm
- YA-T3D-80-10** → Yönlendirme Aparatı – T3 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 80 mm – Kaynak Kalınlığı 10 mm
- YA-T3Y-80-10** → Yönlendirme Aparatı – T3 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 80 mm – Kaynak Kalınlığı 10 mm
- YA-T4D-90-10** → Yönlendirme Aparatı – T4 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 90 mm – Kaynak Kalınlığı 10 mm
- YA-T4Y-90-10** → Yönlendirme Aparatı – T4 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 90 mm – Kaynak Kalınlığı 10 mm
- YA-T1D-60-15** → Yönlendirme Aparatı – T1 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 60 mm – Kaynak Kalınlığı 15 mm
- YA-T1Y-60-15** → Yönlendirme Aparatı – T1 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 60 mm – Kaynak Kalınlığı 15 mm
- YA-T2D-70-15** → Yönlendirme Aparatı – T2 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 70 mm – Kaynak Kalınlığı 15 mm
- YA-T2Y-70-15** → Yönlendirme Aparatı – T2 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 70 mm – Kaynak Kalınlığı 15 mm
- YA-T3D-80-15** → Yönlendirme Aparatı – T3 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 80 mm – Kaynak Kalınlığı 15 mm
- YA-T3Y-80-15** → Yönlendirme Aparatı – T3 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 80 mm – Kaynak Kalınlığı 15 mm
- YA-T4D-90-15** → Yönlendirme Aparatı – T4 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 90 mm – Kaynak Kalınlığı 15 mm
- YA-T4Y-90-15** → Yönlendirme Aparatı – T4 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 90 mm – Kaynak Kalınlığı 15 mm
- YA-T1D-60-20** → Yönlendirme Aparatı – T1 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 60 mm – Kaynak Kalınlığı 20 mm
- YA-T1Y-60-20** → Yönlendirme Aparatı – T1 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 60 mm – Kaynak Kalınlığı 20 mm
- YA-T2D-70-20** → Yönlendirme Aparatı – T2 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 70 mm – Kaynak Kalınlığı 20 mm

YA-T2Y-70-20 → Yönlendirme Aparatı – T2 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 70 mm – Kaynak Kalınlığı 20 mm

YA-T3D-80-20 → Yönlendirme Aparatı – T3 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 80 mm – Kaynak Kalınlığı 20 mm

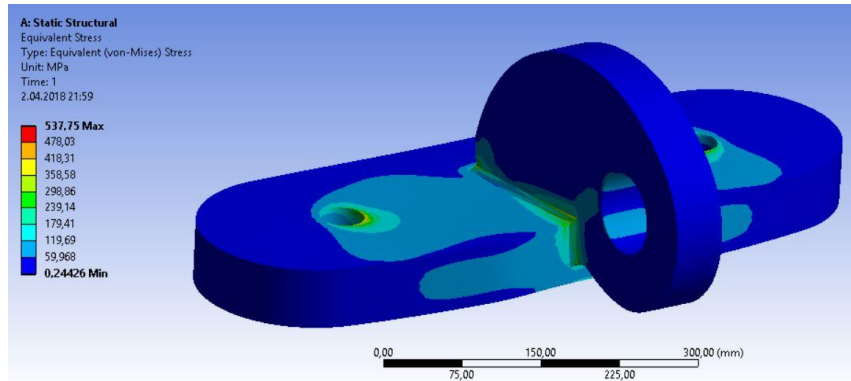
YA-T3Y-80-20 → Yönlendirme Aparatı – T3 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 80 mm – Kaynak Kalınlığı 20 mm

YA-T4D-90-20 → Yönlendirme Aparatı – T4 Dikey Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 90 mm – Kaynak Kalınlığı 20 mm

YA-T4Y-90-20 → Yönlendirme Aparatı – T4 Yatay Kuvvet - Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı 90 mm – Kaynak Kalınlığı 20 mm




YA-T1D-60-5 için yapılan analizler Resim 4.1'de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir.



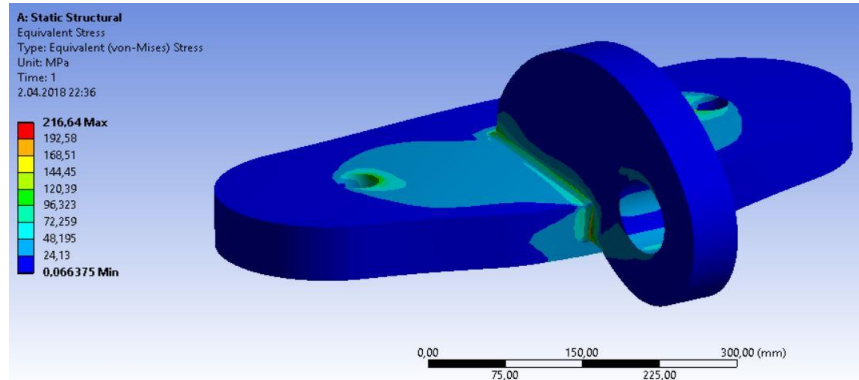
Resim 4.1. YA-T1D-60-5 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 60 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 5 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 537,75 MPa (Tablo 4.1) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.1. YA-T1D-60-5 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası				
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T1D-60-5		
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası-1 (değişken)	60mm			
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm			
Kaynak kalınlığı (sabit)	5mm			
Özellikler				
Hacim	1,146e+007 mm ³			
Kütle	89,958 kg			
Model				
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası	
Özellikler				
Hacim	6870, mm ³	8,9031e+006 mm ³	2,5496e+006 mm ³	
Kütle	5,393e-002 kg	69,889 kg	20,014 kg	
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm		
Açıklama				
Yön	Dikey			
Kuvvet	150 kN			
Sonuç				
Minimum	1,2452e-006 mm/mm	0, mm	0,24426 Mpa	-1,0666 mm
Maximum	2,8615e-003 mm/mm	1,0841 mm	537,75 Mpa	0,14246 mm
Malzeme Verileri				
S355JR+N > Sabitler				
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³			
S355JR+N > Akma Dayanımı				
Akma Dayanımı Mpa	355			

YA-T1Y-60-5 için yapılan analizler Resim 4.2’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir.



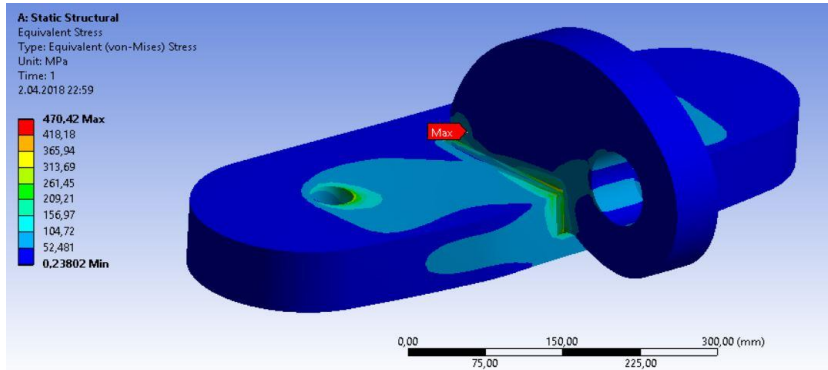
Resim 4.2. YA-T1Y-60-5 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 60 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 5 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 216,64 MPa (Tablo 4.2) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenlidir.

Tablo 4.2. YA-T1Y-60-5 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası				
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T1Y-60-5		
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası-1 (değişken)		60mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)		50mm		
Kaynak kalınlığı (sabit)		5mm		
Özellikler				
Hacim	1,146e+007 mm ³			
Kütle	89,958 kg			
Model				
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası	
Özellikler				
Hacim	6870, mm ³	8,9031e+006 mm ³	2,5496e+006 mm ³	
Kütle	5,393e-002 kg	69,889 kg	20,014 kg	
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm		
Açıklama				
Yön	Yatay			
Kuvvet	150 kN			
Sonuçlar				
Minimum	0, mm	6,6375e-002 Mpa	6,6375e-002 Mpa	-1,0666 mm
Maximum	0,26349 mm	216,64 Mpa	216,64 Mpa	0,14246 mm
Malzeme Verileri				
S355JR+N > Sabitler				
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³			
S355JR+N > Akma Dayanımı				
Akma Dayanımı Mpa	355			


YA-T2D-70-5 için yapılan analizler Resim 4.3'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.3'te verilmiştir.



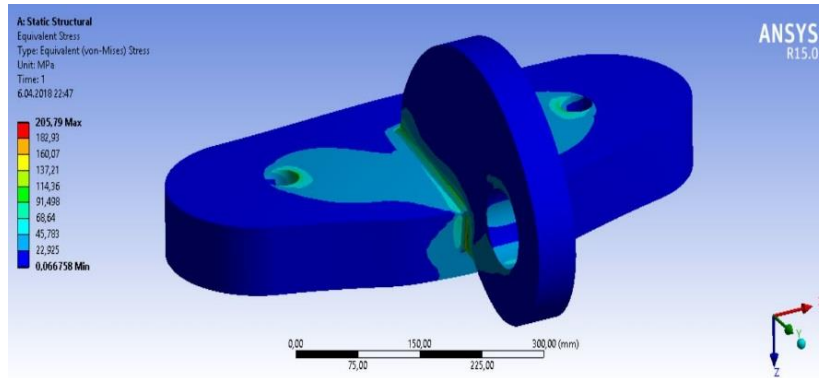
Resim 4.3. YA-T2D-70-5 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 70 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 5 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 470,42 MPa (Tablo 4.3) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.3. YA-T2D-70-5 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T2D-70-5	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası-1 (değişken)	70mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (sabit)	5mm		
Özellikler			
Hacim	1,2943e+007 mm ³		
Kütle	101,61 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	6870, mm ³	1,0387e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	5,393e-002 kg	81,538 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	Dikey		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0, mm	1,5424e-006 mm/mm	0,23802 Mpa
Maximum	0,80122 mm	2,4892e-003 mm/mm	470,42 Mpa
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Saibtler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		

YA-T2Y-70-5 için yapılan analizler Resim 4.4'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.4'te verilmiştir.



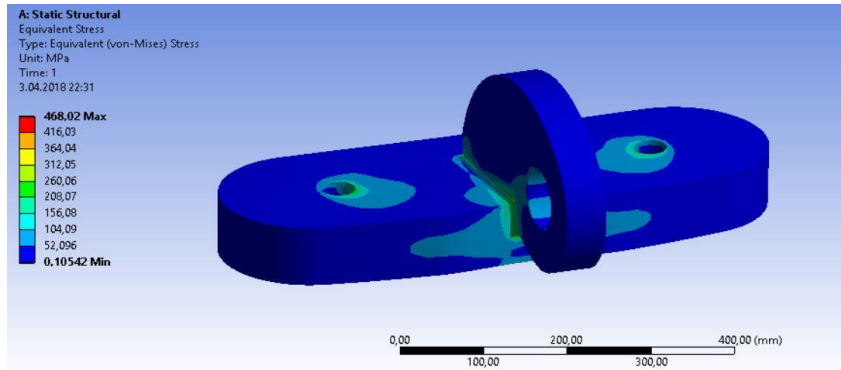
Resim 4.4. YA-T2Y-70-5 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 70 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 5 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 205,79 MPa (Tablo 4.4) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.4. YA-T2Y-70-5 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T2Y-70-5	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası-1 (değişken)	70mm	ANSYS®	
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (sabit)	5mm		
Özellikler			
Hacim	1,2943e+007 mm ³		
Kütle	101,61 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	6870, mm ³	1,0387e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	5,393e-002 kg	81,538 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	Yatay		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0,0070768 MPa		
Maximum	205,79 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T3D-80-5 için yapılan analizler Resim 4.5'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.5'te verilmiştir.



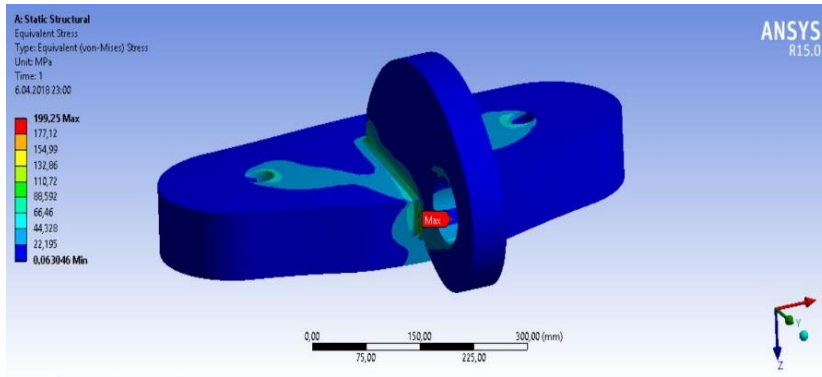
Resim 4.5. YA-T3D-80-5 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 80 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 5 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 468,02 MPa (Tablo 4.5) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.5. YA-T3D-80-5 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T3D-80-5	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası-1 (değişken)	80mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (sabit)	5mm		
Özellikler			
Hacim	1,4427e+007 mm ³		
Kütle	113,25 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	6870, mm ³	1,1871e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	5,393e-002 kg	93,186 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	dikey		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0, mm	1,5351e-006 mm/mm	0,10542 Mpa
Maximum	0,63483 mm	2,4472e-003 mm/mm	468,02 Mpa
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T3Y-80-5 için yapılan analizler Resim 4.6'da, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.6'da verilmiştir.



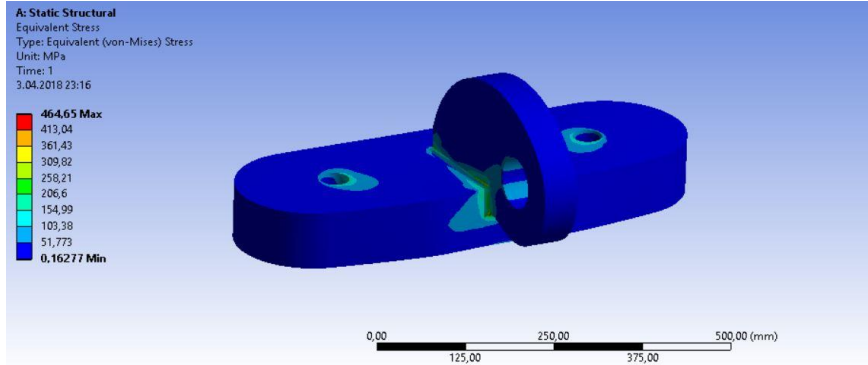
Resim 4.6. YA-T3Y-80-5 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 80 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 5 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 199,25 MPa (Tablo 4.6) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.6. YA-T3Y-80-5 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T3Y-80-5	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası-1 (değişken)	80mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (sabit)	5mm		
Özellikler			
Hacim	1,4427e+007 mm ³		
Kütle	113,25 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	6870, mm ³	1,1871e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	5,393e-002 kg	93,186 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	Yatay		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	6,9383e-002 Mpa		
Maximum	199,25 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T4D-90-5 için yapılan analizler Resim 4.7’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.7’de verilmiştir.



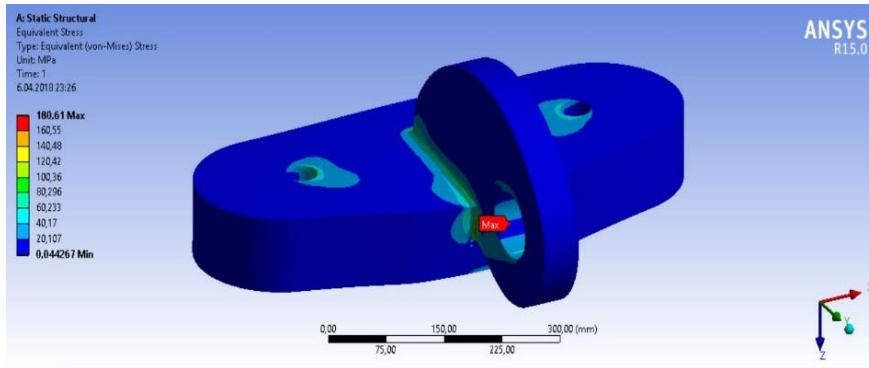
Resim 4.7. YA-T4D-90-5 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 90 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 5 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 464,65 MPa (Tablo 4.7) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.7. YA-T4D-90-5 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T4D-90-5	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası-1 (değişken)	90mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (sabit)	5mm		
Özellikler			
Hacim	1,5911e+007 mm ³		
Kütle	124,9 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	6870, mm ³	1,3355e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	5,393e-002 kg	104,83 kg	20,014 kg
Mesh Boyutları	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	Dikey		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0,16277 Mpa		
Maximum	464,65 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T4Y-90-5 için yapılan analizler Resim 4.8’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.8’de verilmiştir.



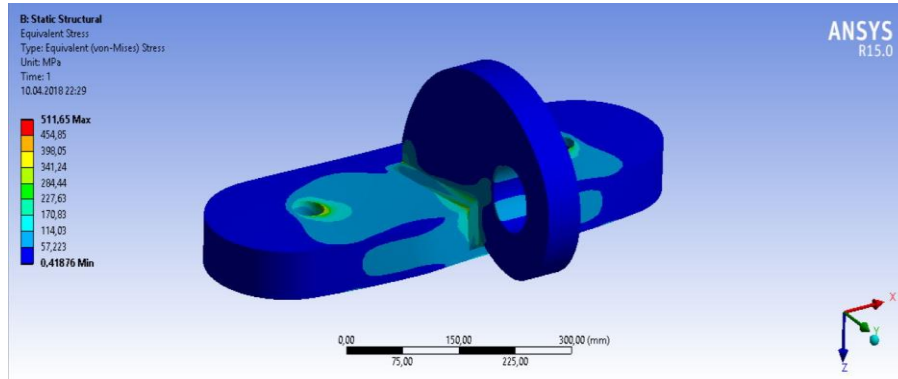
Resim 4.8. YA-T4Y-90-5 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 90 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 5 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 180,61 MPa (Tablo 4.8) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.8. YA-T4Y-90-5 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T4Y-90-5	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası-1 (değişken)	90mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (sabit)	5mm		
Özellikler			
Hacim	1,5911e+007 mm ³		
Kütle	124,9 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	6870, mm ³	1,3355e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	5,393e-002 kg	104,83 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	Yatay		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	5,3984e-002 Mpa		
Maximum	180,61 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T1D-60-10 için yapılan analizler Resim 4.9’da, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.9’da verilmiştir.



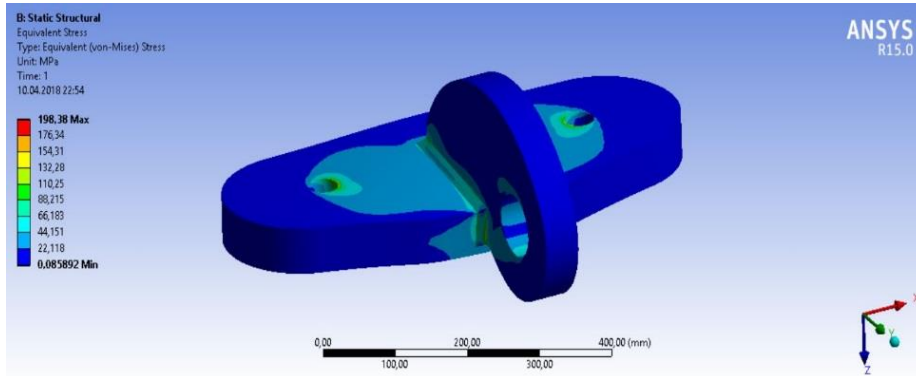
Resim 4.9. YA-T1D-60-10 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 60 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 10 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 511,65 MPa (Tablo 4.9) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.9. YA-T1D-60-10 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T1D-60-10	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	60mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	10mm		
Özellikler			
Hacim	1,1481e+007 mm ³		
Kütle	90,127 kg		
Model			
Nesne adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	28480 mm ³	8,9031e+006 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,22357 kg	69,889 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	Dikey		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0,41876 Mpa		
Maximum	511,65 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		

YA-T1Y-60-10 için yapılan analizler Resim 4.10'da, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.10'da verilmiştir.



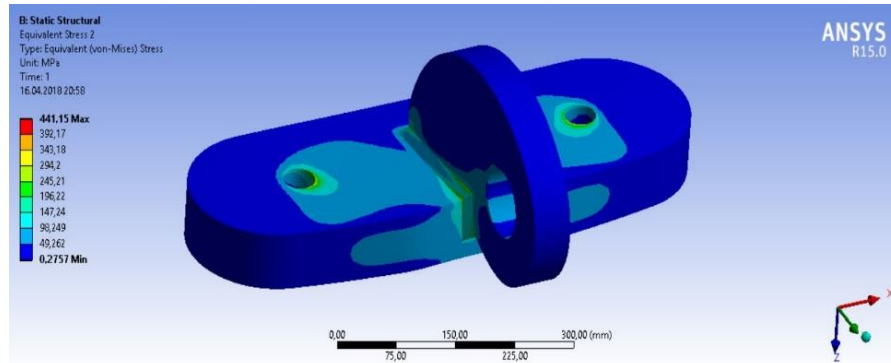
Resim 4.10. YA-T1Y-60-10 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 60 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 10 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 198,38 MPa (Tablo 4.10) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.10. YA-T1Y-60-10 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T1Y-60-10	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	60mm	ANSYS®	
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	10mm		
Özellikler			
Hacim	1,1481e+007 mm ³		
Kütle	90,127 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	28480 mm ³	8,9031e+006 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,22357 kg	69,889 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	yatay		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	8,5892e-002 Mpa		
Maximum	198,38 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T2D-70-10 için yapılan analizler Resim 4.11’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.11’de verilmiştir.



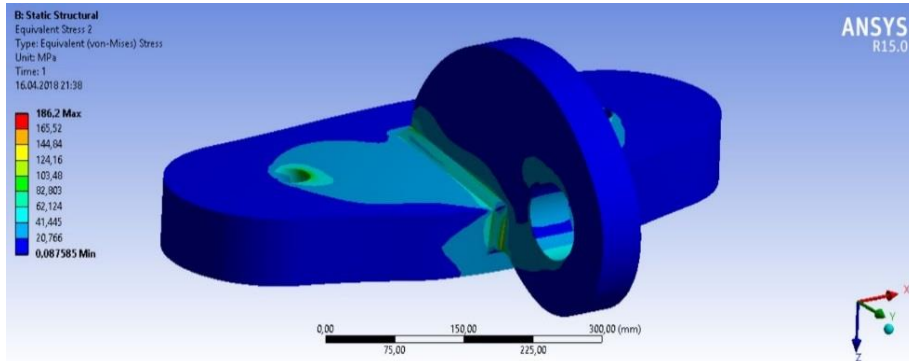
Resim 4.11. YA-T2D-70-10 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 70 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 10 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 441,15 MPa (Tablo 4.11) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.11. YA-T2D-70-10 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T2D-70-10	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	70mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	10mm		
Özellikler			
Hacim	1,2965e+007 mm ³		
Kütle	101,78 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	28480 mm ³	1,0387e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,22357 kg	81,538 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	Dikey		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0,2757 Mpa		
Maximum	441,15 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T2Y-70-10 için yapılan analizler Resim 4.12’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.12’de verilmiştir.



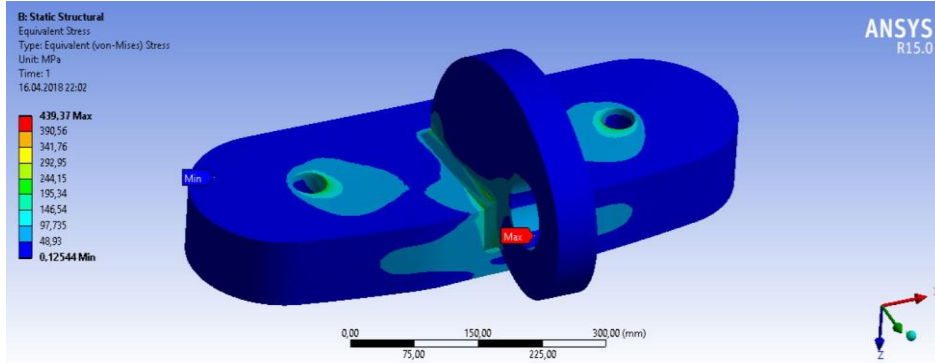
Resim 4.12. YA-T2Y-70-10 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 70 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 10 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 186,2 MPa (Tablo 4.12) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.12. YA-T2Y-70-10 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T2Y-70-10	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	70mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	10mm		
Özellik			
Hacim	1,2965e+007 mm ³		
Kütle	101,78 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellik			
Hacim	28480 mm ³	1,0387e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,22357 kg	81,538 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	Yatay		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	8,7585e-002 Mpa		
Maximum	186,2 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T3D-80-10 için yapılan analizler Resim 4.13'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.13'te verilmiştir.



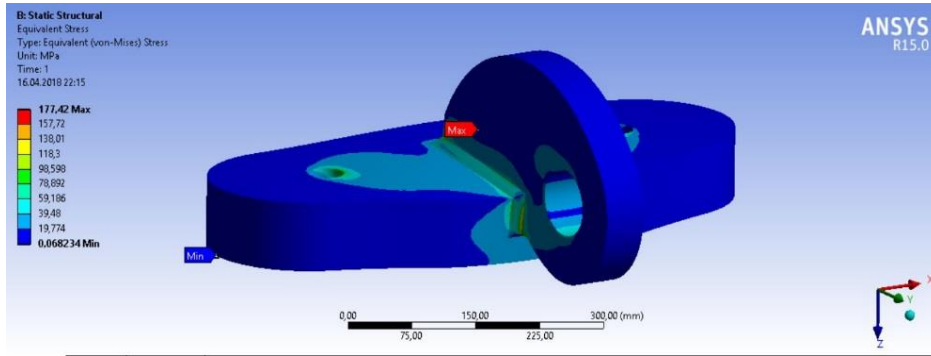
Resim 4.13. YA-T3D-80-10 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 80 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 10 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 439,37 MPa (Tablo 4.13) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.13. YA-T3D-80-10 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T3D-80-10	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	80mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	10mm		
Özellikler			
Hacim	1,4449e+007 mm ³		
Kütle	113,42 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	28480 mm ³	1,1871e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,22357 kg	93,186 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	dikey		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0,12544 Mpa		
Maximum	439,37 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T3Y-80-10 için yapılan analizler Resim 4.14'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.14'te verilmiştir.



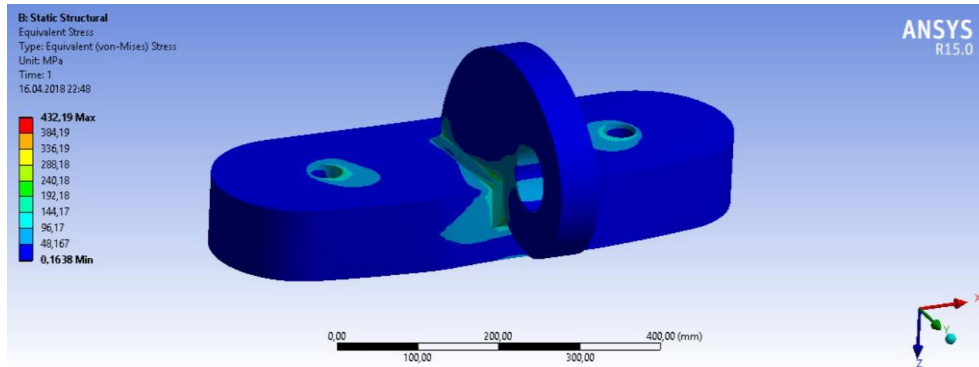
Resim 4.14. YA-T3Y-80-10 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 80 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 10 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 177,42 MPa (Tablo 4.14) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.14. YA-T3Y-80-10 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T3Y-80-10	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	80mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	10mm		
Özellikler			
Hacim	1,4449e+007 mm ³		
Kütle	113,42 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	28480 mm ³	1,1871e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,22357 kg	93,186 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	yatay		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	6,8234e-002 Mpa		
Maximum	177,42 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T4D-90-10 için yapılan analizler Resim 4.15'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.15'te verilmiştir.



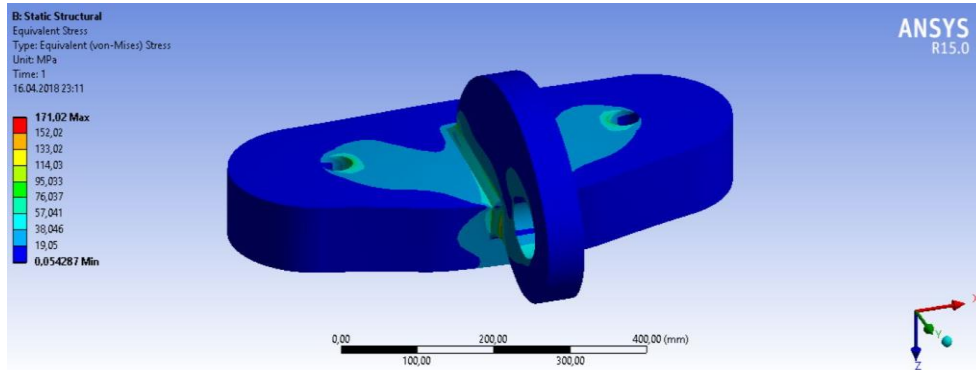
Resim 4.15. YA-T4D-90-10 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 90 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 10 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 432,19 MPa (Tablo 4.15) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.15. YA-T4D-90-10 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T4D-90-10	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	90mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	10mm		
Özellikler			
Hacim	1,5933e+007 mm ³		
Kütle	125,07 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	28480 mm ³	1,3355e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,22357 kg	104,83 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	dikey		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0,17182 Mpa		
Maximum	432,19 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T4Y-90-10 için yapılan analizler Resim 4.16'da, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.16'da verilmiştir.



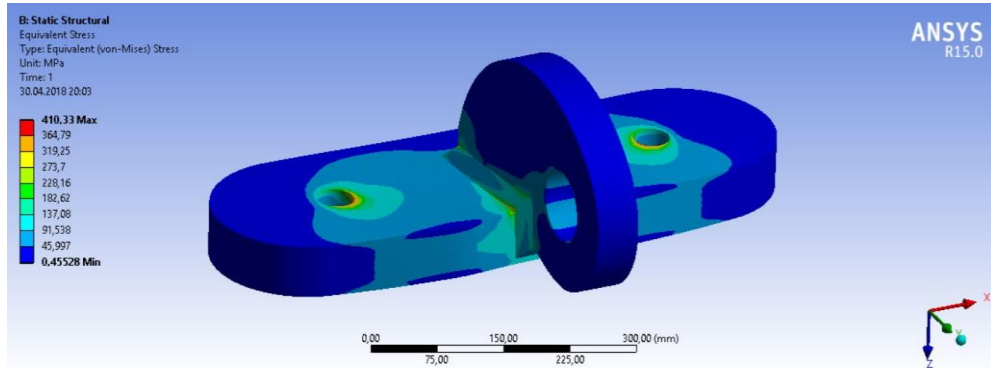
Resim 4.16. YA-T4Y-90-10 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 90 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 10 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 171,02 MPa (Tablo 4.16) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.16. YA-T4Y-90-10 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T4Y-90-10	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)		90mm	
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)		50mm	
Kaynak kalınlığı (değişken)		10mm	
Özellikler			
Hacim	1,5933e+007 mm ³		
Kütle	125,07 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	28480 mm ³	1,3355e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,22357 kg	104,83 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	Yatay		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	5,4287e-002 Mpa		
Maximum	171,02 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		

YA-T1D-60-15 için yapılan analizler Resim 4.17’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.17’de verilmiştir.



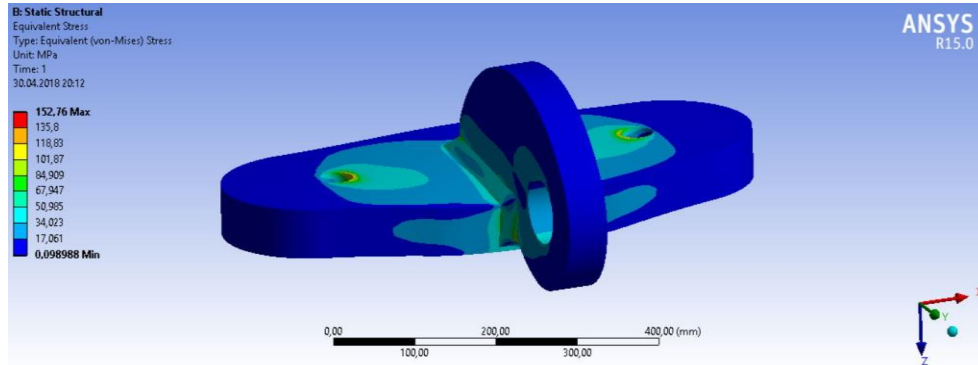
Resim 4.17. YA-T1D-60-15 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 60 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 15 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 410,33 MPa (Tablo 4.17) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.17. YA-T1D-60-15 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T1D-60-15	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	60mm	ANSYS®	
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	15mm		
Özellikler			
Hacim	1,1519e+007 mm ³		
Kütle	90,425 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	66330 mm ³	8,9031e+006 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,52069 kg	69,889 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	Dikey		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0,45528 Mpa		
Maximum	410,33 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		

YA-T1Y-60-15 için yapılan analizler Resim 4.18’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.18’de verilmiştir.



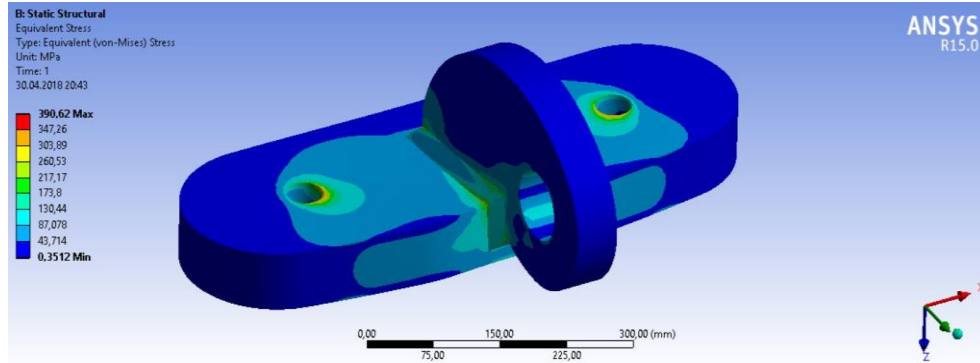
Resim 4.18. YA-T1Y-60-15 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 60 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 15 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 152,76 MPa (Tablo 4.18) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.18. YA-T1Y-60-15 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T1Y-60-15	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	60mm	ANSYS®	
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	15mm		
Özellikler			
Hacim	1,1519e+007 mm ³		
Kütle	90,425 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	66330 mm ³	8,9031e+006 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,52069 kg	69,889 kg	20,014 kg
Element Size	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	yatay		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	9,8988e-002 Mpa		
Maximum	152,76 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T2D-70-15 için yapılan analizler Resim 4.19'da, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.19'da verilmiştir.



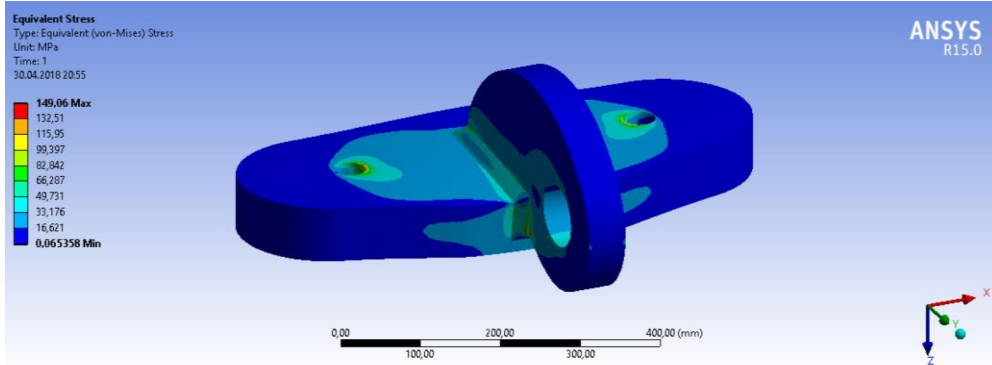
Resim 4.19. YA-T2D-70-15 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 70 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 15 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 390,62 MPa (Tablo 4.19) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.19. YA-T2D-70-15 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T2D-70-15	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	70mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	15mm		
Özellikler			
Hacim	1,3003e+007 mm ³		
Kütle	102,07 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	66330 mm ³	1,0387e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,52069 kg	81,538 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	dikey		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0,30798 MPa		
Maximum	390,62 MPa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T2Y-70-15 için yapılan analizler Resim 4.20’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.20’de verilmiştir.



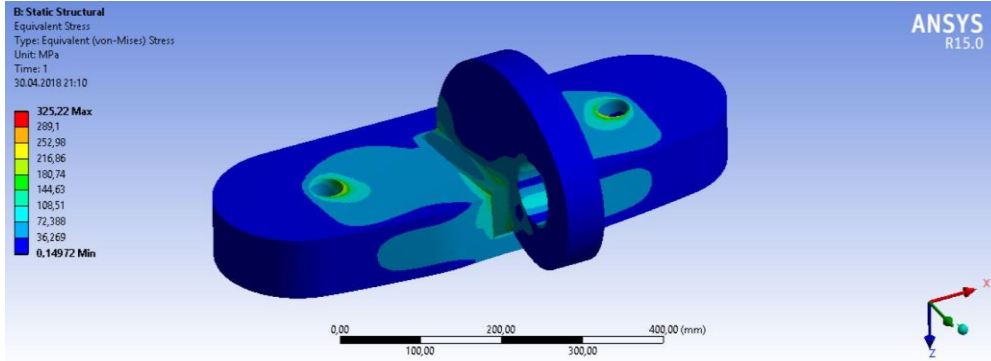
Resim 4.20. YA-T2Y-70-15 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 70 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 15 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 149,06 MPa (Tablo 4.20) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.20. YA-T2Y-70-15 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T2Y-70-15	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	70mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	15mm		
Özellikler			
Hacim	1,3003e+007 mm ³		
Kütle	102,07 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	66330 mm ³	1,0387e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,52069 kg	81,538 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	yatay		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	6,5358e-002 Mpa		
Maximum	149,06 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T3D-80-15 için yapılan analizler Resim 4.21’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.21’de verilmiştir.



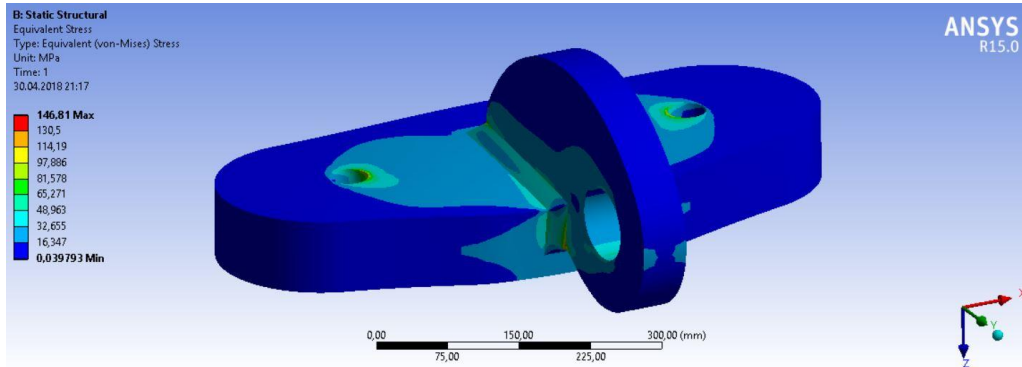
Resim 4.21. YA-T3D-80-15 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 80 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 15 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 325,22 MPa (Tablo 4.21) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.21. YA-T3D-80-15 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T3D-80-15	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	80mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	15mm		
Özellikler			
Hacim	1,4487e+007 mm ³		
Kütle	113,72 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	66330 mm ³	1,1871e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,52069 kg	93,186 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	dikey		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0,14972 Mpa		
Maximum	325,22 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T3Y-80-15 için yapılan analizler Resim 4.22’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.22’de verilmiştir.



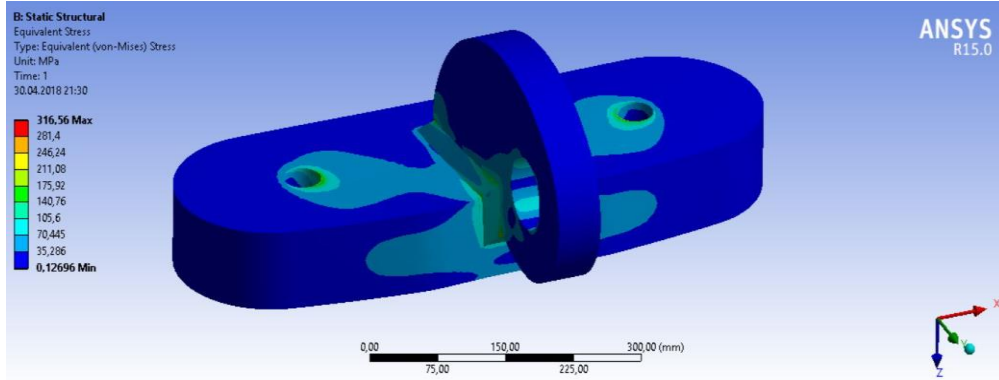
Resim 4.22. YA-T3Y-80-15 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 80 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 15 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 146,81 MPa (Tablo 4.22) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.22. YA-T3Y-80-15 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T3Y-80-15	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	80mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	15mm		
Özellikler			
Hacim	1,4487e+007 mm ³		
Kütle	113,72 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	66330 mm ³	1,1871e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,52069 kg	93,186 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	yatay		1,5e+005 N
Kuvvet			Defined
Sonuçlar			
Minimum	3,9793e-002 Mpa		
Maximum	146,81 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T4D-90-15 için yapılan analizler Resim 4.23'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.23'te verilmiştir.



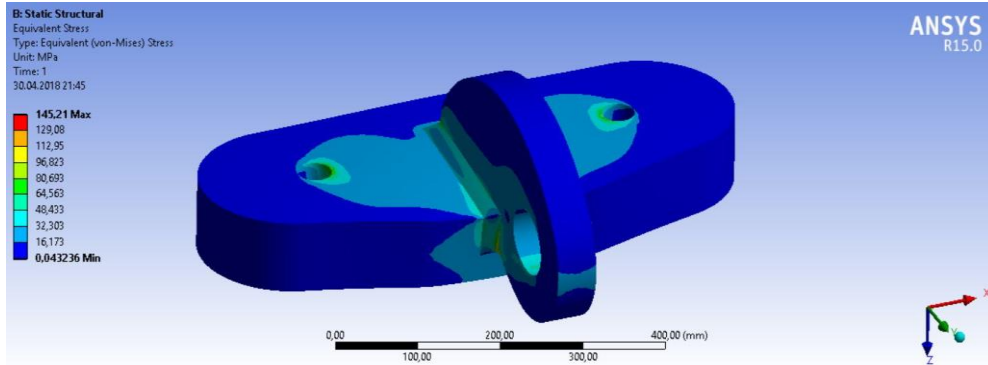
Resim 4.23. YA-T4D-90-15 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 90 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 15 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 316,56 MPa (Tablo 4.23) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.23. YA-T4D-90-15 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T4D-90-15	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	90mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	15mm		
Özellikler			
Hacim	1,5971e+007 mm ³		
Kütle	125,37 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	66330 mm ³	1,3355e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,52069 kg	104,83 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	Dikey		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0,13459 MPa		
Maximum	316,56 MPa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T4Y-90-15 için yapılan analizler Resim 4.24'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.24'te verilmiştir.



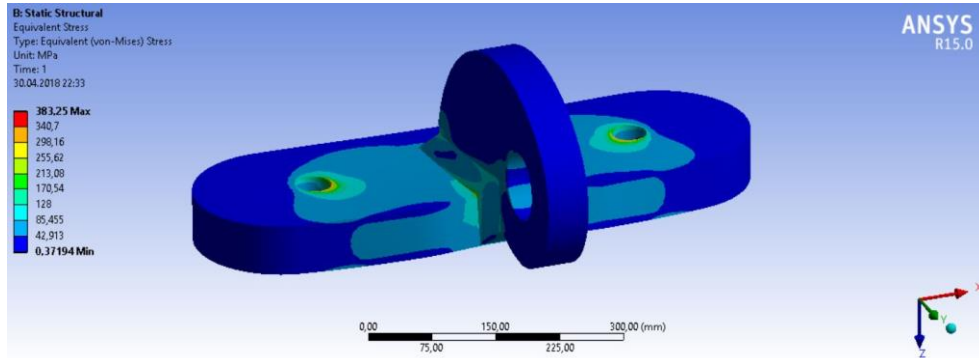
Resim 4.24. YA-T4Y-90-15 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 90 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 15 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 145,21 MPa (Tablo 4.24) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.24. YA-T4Y-90-15 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T4Y-90-15	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	90mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	15mm		
Özellikler			
Hacim	1,5971e+007 mm ³		
Kütle	125,37 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	66330 mm ³	1,3355e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,52069 kg	104,83 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	Yatay		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	4,3236e-002 Mpa		
Maximum	145,21 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T1D-60-20 için yapılan analizler Resim 4.25'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.25'te verilmiştir.



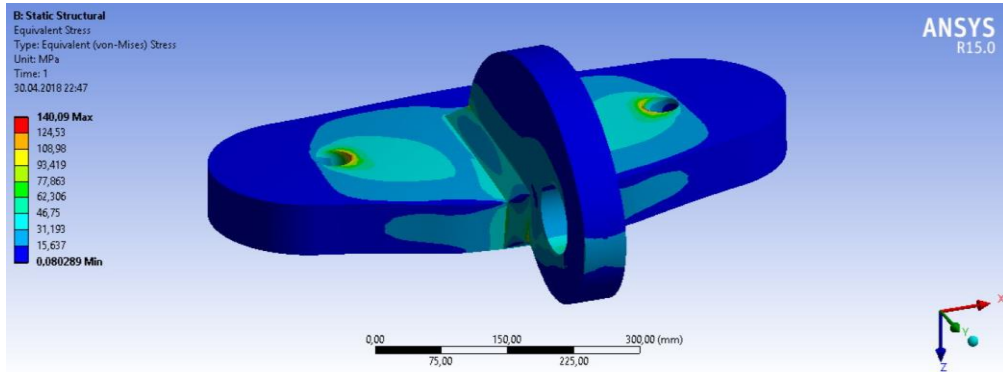
Resim 4.25. YA-T1D-60-20 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 60 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 20 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 383,25 MPa (Tablo 4.25) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.25. YA-T1D-60-20 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T1D-60-20	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	60mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	20mm		
Özellikler			
Hacim	1,1572e+007 mm ³		
Kütle	90,842 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	1,2192e+005 mm ³	8,9031e+006 mm ³	2,5472e+006 mm ³
Kütle	0,95707 kg	69,889 kg	19,996 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön			dikey
Kuvvet			150 kN
Sonuçlar			
Minimum	0,44633 MPa		
Maximum	383,25 MPa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		

YA-T1Y-60-20 için yapılan analizler Resim 4.26'da, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.26'da verilmiştir.



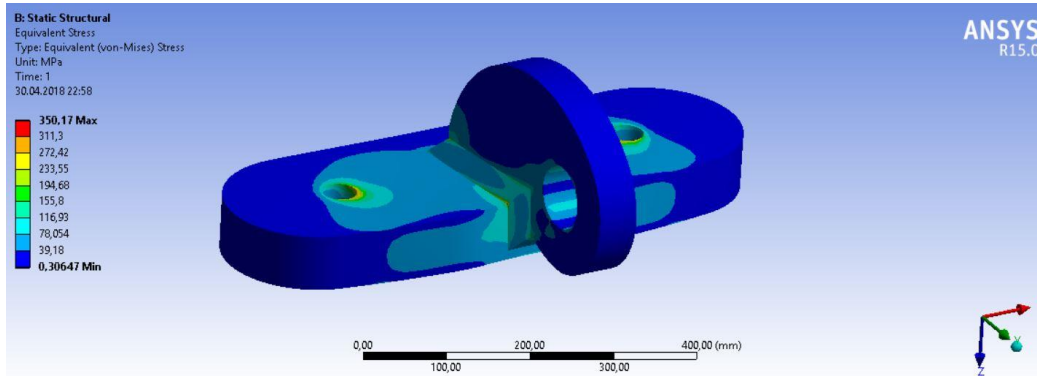
Resim 4.26. YA-T1Y-60-20 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 60 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 20 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 140,09 MPa (Tablo 4.26) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.26. YA-T1Y-60-20 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T1Y-60-20	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	60mm	ANSYS®	
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	20mm		
Özellikler			
Hacim	1,1572e+007 mm ³		
Kütle	90,842 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	1,2192e+005 mm ³	8,9031e+006 mm ³	2,5472e+006 mm ³
Kütle	0,95707 kg	69,889 kg	19,996 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	yatay		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	8,0289e-002 Mpa		
Maximum	140,09 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T2D-70-20 için yapılan analizler Resim 4.27’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.27’de verilmiştir.



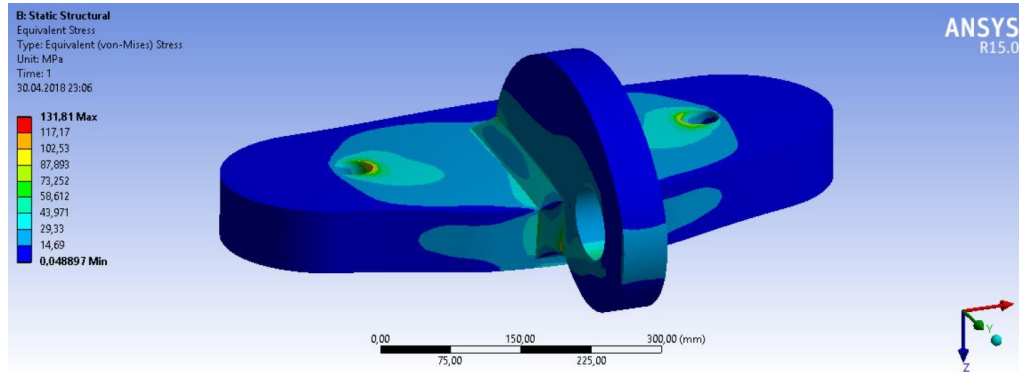
Resim 4.27. YA-T2D-70-20 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 70 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 20 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 350,17 MPa (Tablo 4.27) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.27. YA-T2D-70-20 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T2D-70-20	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	70mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	20mm		
Özellikler			
Hacim	1,3056e+007 mm ³		
Kütle	102,49 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	1,2192e+005 mm ³	1,0387e+007 mm ³	2,5472e+006 mm ³
Kütle	0,95707 kg	81,538 kg	19,996 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	dikey		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0,30647 Mpa		
Maximum	350,17 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		

YA-T2Y-70-20 için yapılan analizler Resim 4.28’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.28’de verilmiştir.



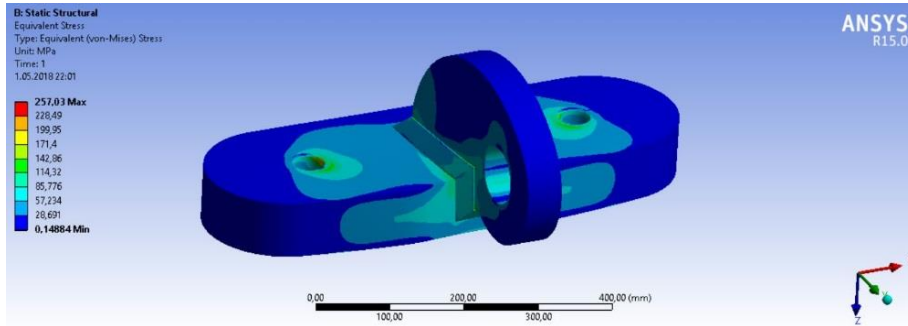
Resim 4.28. YA-T2Y-70-20 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 70 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 20 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 131,81 MPa (Tablo 4.28) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.28. YA-T2Y-70-20 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T2Y-70-20	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	70mm	ANSYS®	
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	20mm		
Özellikler			
Hacim	1,3056e+007 mm ³		
Kütle	102,49 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	1,2192e+005 mm ³	1,0387e+007 mm ³	2,5472e+006 mm ³
Kütle	0,95707 kg	81,538 kg	19,996 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	yatay		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	4,8897e-002 Mpa		
Maximum	131,81 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sonuçlar			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


YA-T3D-80-20 için yapılan analizler Resim 4.29'da, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.29'da verilmiştir.



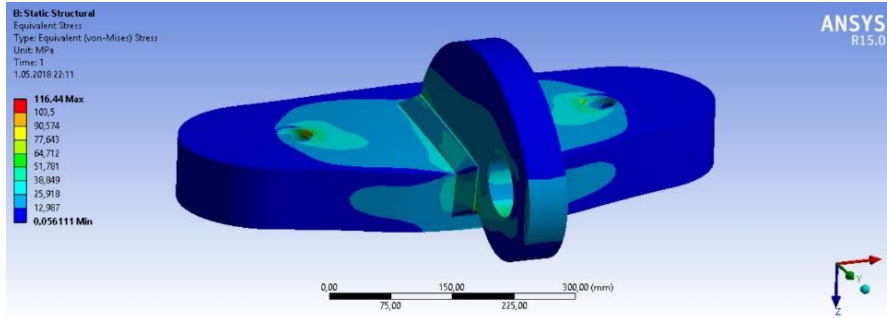
Resim 4.29. YA-T3D-80-20 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 80 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 20 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 257,03 MPa (Tablo 4.29) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.29. YA-T3D-80-20 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T3D-80-20	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	80mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	20mm		
Özellikler			
Hacim	1,456e+007 mm ³		
Kütle	114,3 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	1,4683e+005 mm ³	1,187e+007 mm ³	2,5431e+006 mm ³
Kütle	1,1526 kg	93,182 kg	19,963 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	Dikey		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0,14884 Mpa		
Maximum	257,03 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		

YA-T3Y-80-20 için yapılan analizler Resim 4.30'da, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.30'da verilmiştir.



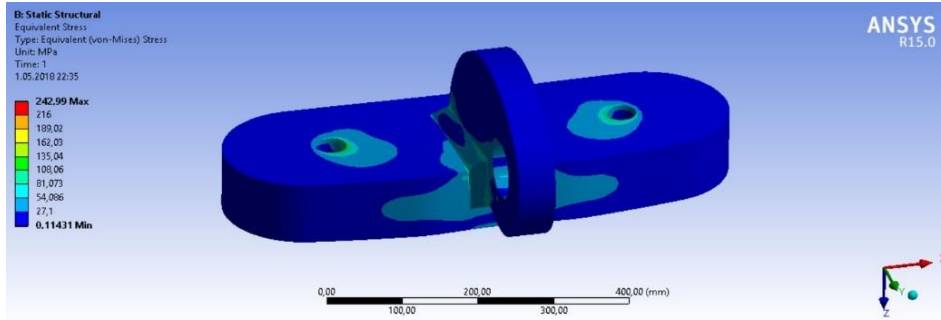
Resim 4.30. YA-T3Y-80-20 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 80 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 20 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 116,44 MPa (Tablo 4.30) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.30. YA-T3Y-80-20 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T3Y-80-20	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	80mm	ANSYS®	
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	20mm		
Özellikler			
Hacim	1,456e+007 mm ³		
Kütle	114,3 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	1,4683e+005 mm ³	1,187e+007 mm ³	2,5431e+006 mm ³
Kütle	1,1526 kg	93,182 kg	19,963 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	Yatay		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	5,6111e-002 Mpa		
Maximum	116,44 Mpa		
Material Data			
S355JR+N > Constants			
Density	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Compressive Yield Strength			
Compressive Yield Strength Mpa	355		
Tensile Yield Strength Mpa	355		
Tensile Ultimate Strength Mpa	460		


YA-T4D-90-20 için yapılan analizler Resim 4.31'de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.31'de verilmiştir.



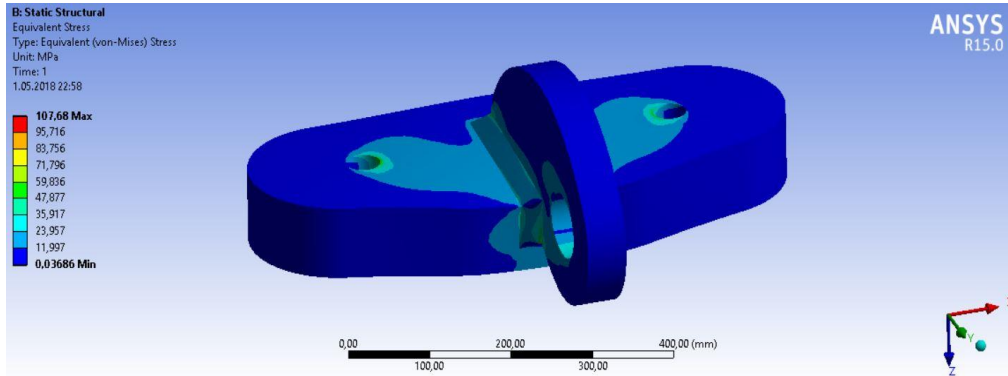
Resim 4.31. YA-T4D-90-20 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 90 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 20 mm olan yönlendirme aparatına dikey yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 242,99 MPa (Tablo 4.31) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.31. YA-T4D-90-20 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T4D-90-20	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	90mm		
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	20mm		
Özellikler			
Hacim	1,6026e+007 mm ³		
Kütle	125,81 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	1,2192e+005 mm ³	1,3355e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,95707 kg	104,83 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklamalar			
Yön	dikey		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	0,17497 Mpa		
Maximum	242,99 MPa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		

YA-T4Y-90-20 için yapılan analizler Resim 4.32’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.32’de verilmiştir.



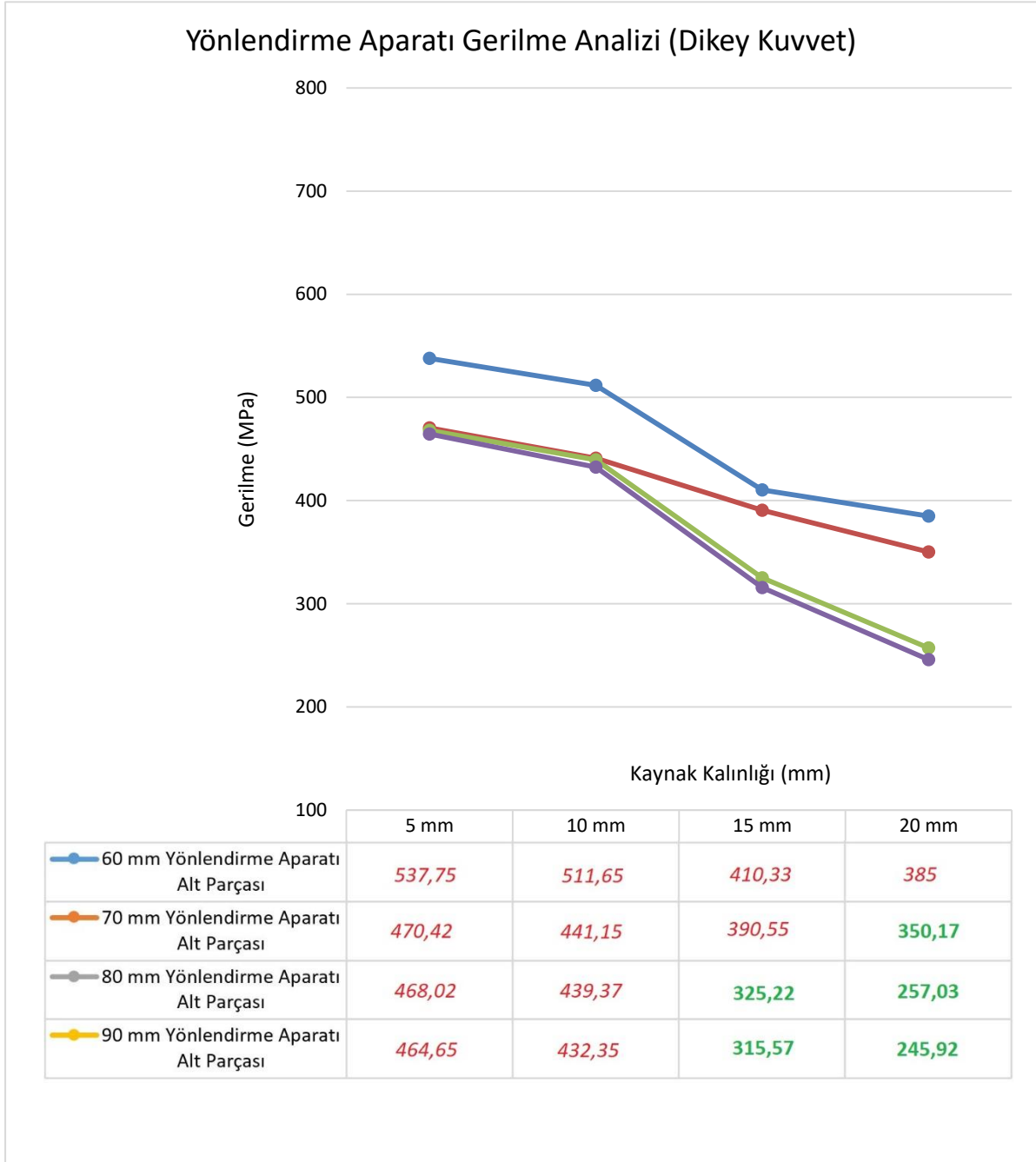
Resim 4.32. YA-T4Y-90-20 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Yönlendirme aparatı alt parça kalınlığı 90 mm, üst parça kalınlığı 50 mm, kaynak kalınlığı 20 mm olan yönlendirme aparatına yatay yönde 150 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 125,81 MPa (Tablo 4.32) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

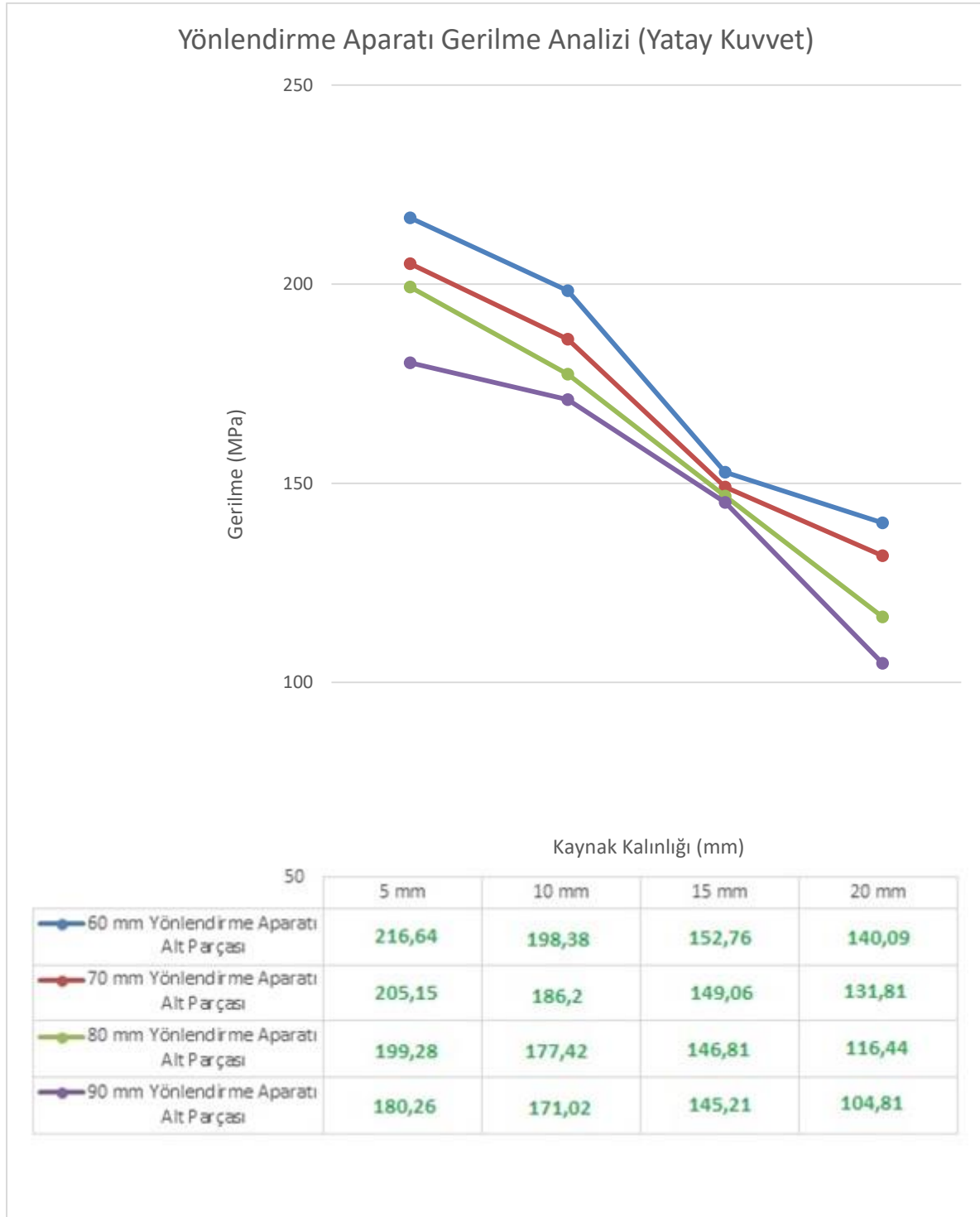
Tablo 4.32. YA-T4Y-90-20 Ansys gerilme analiz sonuçları

Yönlendirme Aparatı= Kaynak+Yönlendirme Aparatı Alt Parçası+Yönlendirme Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	YA-T4Y-90-20	
Yönlendirme Aparatı Alt Parçası (sabit)	90mm	ANSYS®	
Yönlendirme Aparatı Üst Parçası (sabit)	50mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	20mm		
Özellikler			
Hacim	1,6026e+007 mm ³		
Kütle	125,81 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Yönlendirme Aparatı Alt Parçası	Yönlendirme Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	1,2192e+005 mm ³	1,3355e+007 mm ³	2,5496e+006 mm ³
Kütle	0,95707 kg	104,83 kg	20,014 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Yön	yatay		
Kuvvet	150 kN		
Sonuçlar			
Minimum	5,6418e-002 Mpa		
Maximum	107,68 MPa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		

Yönlendirme aparatlarının resim ve çizelgelerinin değerlendirilmesi sonucunda, yatay-dikey kuvvet, 60-70-80-90 mm yönlendirme aparatı alt parçası kalınlığı, 5-10-15-20 mm kaynak kalınlıklarına göre gerilme analiz sonuçlarından Şekil 4.33 ve Şekil 4.34'teki grafikler elde edilmiştir.



Şekil 4.33. Yönlendirme aparatı gerilme analiz grafiği (dikey kuvvet)



Şekil 4.34. Yönlendirme aparatı gerilme analiz grafiği (yatay kuvvet)

Burada; ana kaldırma aparatı için, aparatın üst parçası referans alınarak farklı alt parça kalınlıkları (60-70-80-90 mm), farklı kaynak kalınlıkları (5-10-15-20 mm) incelenmiştir. Aşağıda ana kaldırma aparatlarının belirtilen durumlara göre kolay anlaşılması için açıklamalar verilmiştir.

AKA-T1-60-5 → Ana Kaldırma Aparatı – T1 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 60 mm – Kaynak Kalınlığı 5 mm

AKA-T2-70-5 → Ana Kaldırma Aparatı – T2 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 70 mm – Kaynak Kalınlığı 5 mm

AKA-T3-80-5 → Ana Kaldırma Aparatı – T3 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 80 mm – Kaynak Kalınlığı 5 mm

AKA-T4-90-5 → Ana Kaldırma Aparatı – T4 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 90 mm – Kaynak Kalınlığı 5 mm

AKA-T1-60-10 → Ana Kaldırma Aparatı – T1 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 60 mm – Kaynak Kalınlığı 10 mm

AKA-T2-70-10 → Ana Kaldırma Aparatı – T2 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 70 mm – Kaynak Kalınlığı 10 mm

AKA-T3-80-10 → Ana Kaldırma Aparatı – T3 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 80 mm – Kaynak Kalınlığı 10 mm

AKA-T4-90-10 → Ana Kaldırma Aparatı – T4 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 90 mm – Kaynak Kalınlığı 10 mm

AKA-T1-60-15 → Ana Kaldırma Aparatı – T1 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 60 mm – Kaynak Kalınlığı 15 mm

AKA-T2-70-15 → Ana Kaldırma Aparatı – T2 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 70 mm – Kaynak Kalınlığı 15 mm

AKA-T3-80-15 → Ana Kaldırma Aparatı – T3 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 80 mm – Kaynak Kalınlığı 15 mm

AKA-T4-90-15 → Ana Kaldırma Aparatı – T4 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 90 mm – Kaynak Kalınlığı 15 mm

AKA-T1-60-20 → Ana Kaldırma Aparatı – T1 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 60 mm – Kaynak Kalınlığı 20 mm

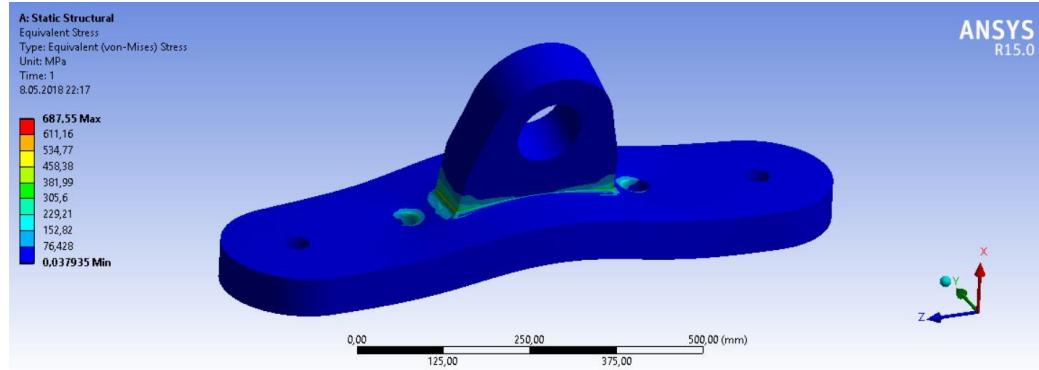
AKA-T2-70-20 → Ana Kaldırma Aparatı – T2 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 70 mm – Kaynak Kalınlığı 20 mm

AKA-T3-80-20 → Ana Kaldırma Aparatı – T3 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 80 mm – Kaynak Kalınlığı 20 mm

AKA-T4-90-20 → Ana Kaldırma Aparatı – T4 – Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası
Kalınlığı 90 mm – Kaynak Kalınlığı 20 mm



AKA-T1-60-5 için yapılan analizler Resim 4.33'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.35'te verilmiştir.



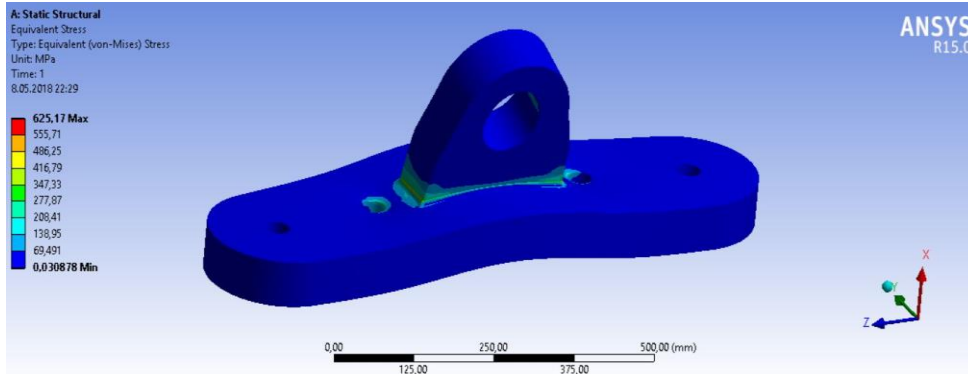
Resim 4.33. AKA-T1-60-5 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 60 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 5 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 687,55 MPa (Tablo 4.35) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.35. AKA-T1-60-5 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T1-60-5	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (değişken)	60mm	ANSYS®	
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (sabit)	5mm		
Özellikler			
Hacim	1,6433e+007 mm ³		
Kütle	129 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	8711,8 mm ³	1,3374e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	6,8388e-002 kg	104,98 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet	500 kN		
Sonuçlar			
Minimum	3,7935e-002 Mpa		
Maximum	687,55 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


AKA-T2-70-5 için yapılan analizler Resim 4.34'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.36'da verilmiştir.



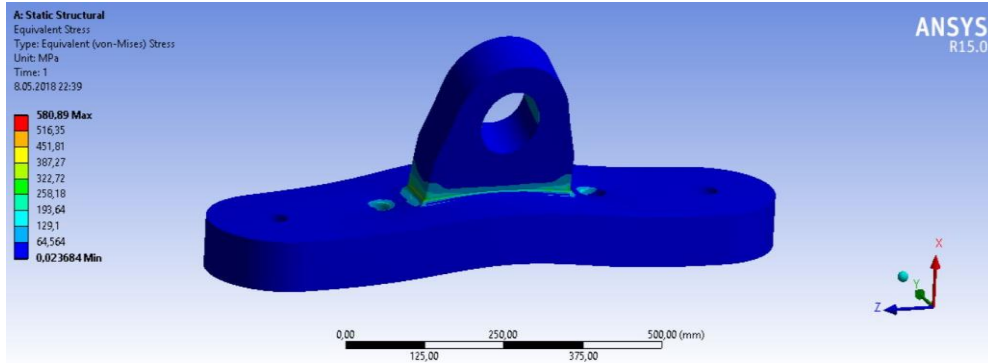
Resim 4.34. AKA-T2-70-5 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 70 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 5 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 625,17 MPa (Tablo 4.36) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.36. AKA-T2-70-5 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T2-70-5	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (değişken)	70mm		
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (sabit)	5mm		
Özellikler			
Hacim	1,8662e+007 mm ³		
Kütle	146,5 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	8711,8 mm ³	1,5602e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	6,8388e-002 kg	122,48 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet	500 kN		
Sonuçlar			
Minimum	3,0878e-002 Mpa		
Maximum	625,17 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


AKA-T3-80-5 için yapılan analizler Resim 4.35'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.37'de verilmiştir.



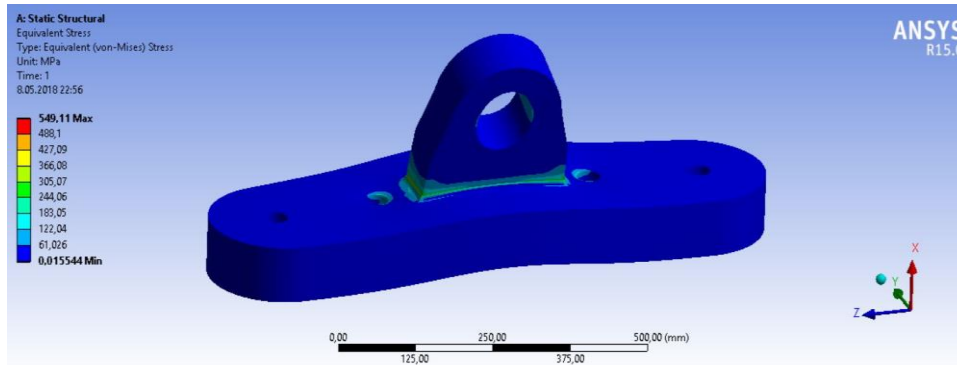
Resim 4.35. AKA-T3-80-5 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 80 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 5 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 580,89 MPa (Tablo 4.37) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.37. AKA-T3-80-5 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T3-80-5	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (değişken)	80mm		
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (sabit)	5mm		
Özellikler			
Hacim	2,0891e+007 mm ³		
Kütle	164, kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	8711,8 mm ³	1,7831e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	6,8388e-002 kg	139,98 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet	500 kN		
Sonuçlar			
Minimum	2,3684e-002 Mpa		
Maximum	580,89 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		

AKA-T4-90-5 için yapılan analizler Resim 4.36’da, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.38’de verilmiştir.



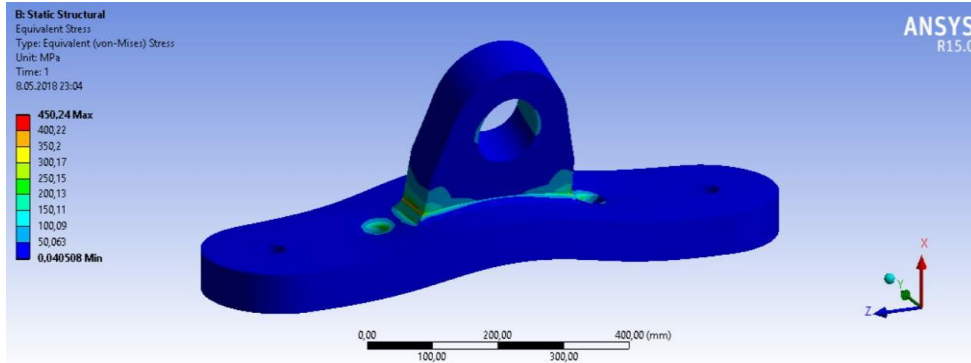
Resim 4.36. AKA-T4-90-5 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 90 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 5 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 549,11 MPa (Tablo 4.38) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.38. AKA-T4-90-5 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T4-90-5	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (değişken)	90mm	ANSYS®	
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (sabit)	5mm		
Özellikler			
Hacim	2,312e+007 mm ³		
Kütle	181,49 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	8711,8 mm ³	2,006e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	6,8388e-002 kg	157,47 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet	500 kN		
Sonuçlar			
Minimum	1,5544e-002 Mpa		
Maximum	549,11 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		

AKA-T1-60-10 için yapılan analizler Resim 4.37’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.39’da verilmiştir.



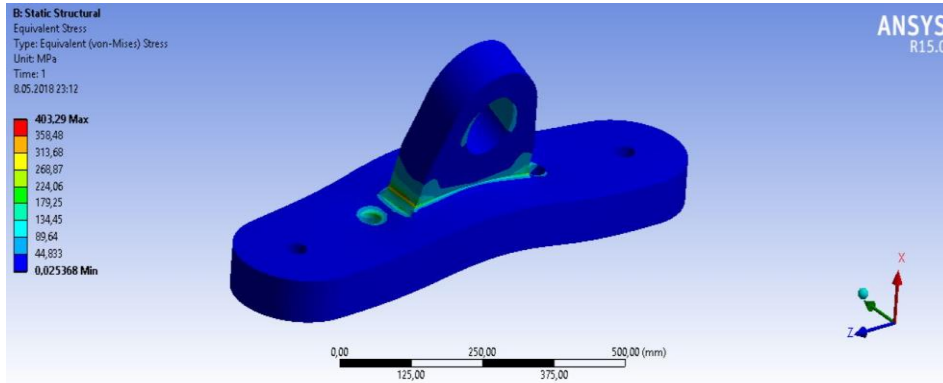
Resim 4.37. AKA-T1-60-10 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 60 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 10 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 450,24 MPa (Tablo 4.39) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.39. AKA-T1-60-10 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T1-60-10	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (sabit)	60mm	ANSYS®	
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	10mm		
Özellikler			
Hacim	1,6461e+007 mm ³		
Kütle	129,22 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	36547 mm ³	1,3374e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	0,28689 kg	104,98 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet	500 kN		
Sonuçlar			
Minimum	4,0508e-002 Mpa		
Maximum	450,24 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


AKA-T2-70-10 için yapılan analizler Resim 4.38’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.40’ta verilmiştir.



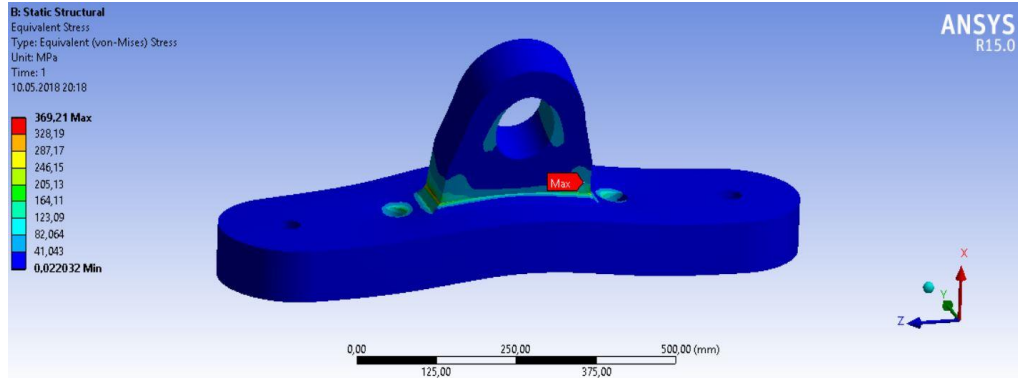
Resim 4.38. AKA-T2-70-10 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 70 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 10 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 403,29 MPa (Tablo 4.40) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.40. AKA-T2-70-10 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T2-70-10	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (sabit)	70mm		
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	10mm		
Özellikler			
Hacim	1,869e+007 mm ³		
Kütle	146,72 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	36547 mm ³	1,5602e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	0,28689 kg	122,48 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet	500 kN		
Sonuçlar			
Minimum	2,5368e-002 Mpa		
Maximum	403,29 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		

AKA-T3-80-10 için yapılan analizler Resim 4.39’da, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.41’de verilmiştir.



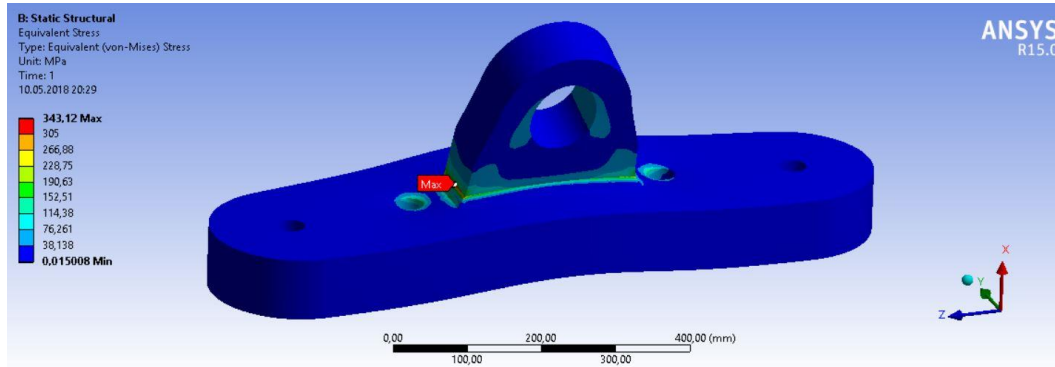
Resim 4.39. AKA-T3-80-10 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 80 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 10 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 369,21 MPa (Tablo 4.41) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.41. AKA-T3-80-10 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T3-80-10	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (sabit)	80mm	ANSYS®	
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	10mm		
Özellikler			
Hacim	2,0919e+007 mm ³		
Kütle	164,21 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	36547 mm ³	1,7831e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	0,28689 kg	139,98 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet	500 kN		
Sonuçlar			
Minimum	2,2032e-002 Mpa		
Maximum	369,21 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


AKA-T4-90-10 için yapılan analizler Resim 4.40'ta, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.42'de verilmiştir.



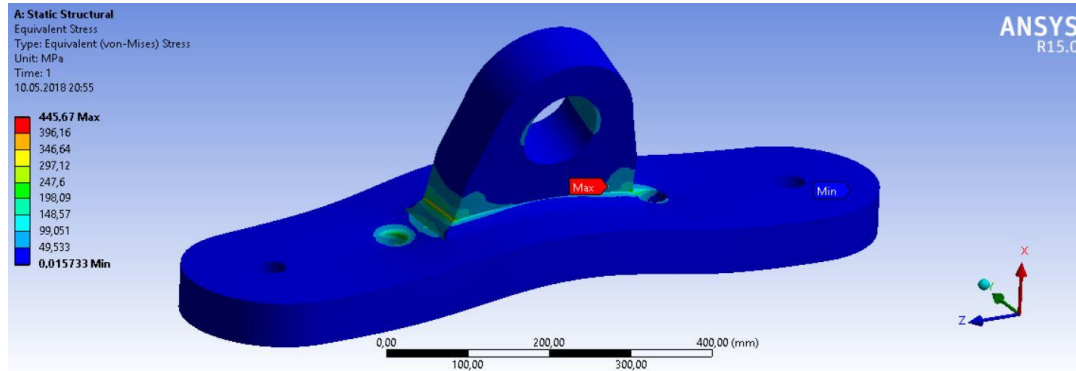
Resim 4.40. AKA-T4-90-10 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 90 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 10 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 343,12 MPa (Tablo 4.42) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.42. AKA-T4-90-10 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T4-90-10	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (sabit)	90mm		
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	10mm		
Özellikler			
Hacim	2,3148e+007 mm ³		
Kütle	181,71 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	36547 mm ³	2,006e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	0,28689 kg	157,47 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet	500 kN		
Sonuçlar			
Minimum	1,5008e-002 Mpa		
Maximum	343,12 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


AKA-T1-60-15 için yapılan analizler Resim 4.41’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.43’de verilmiştir.



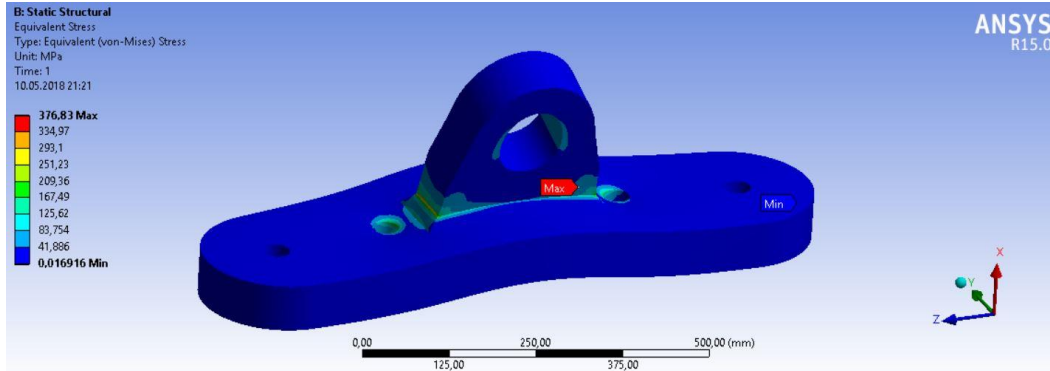
Resim 4.41. AKA-T1-60-15 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 60 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 15 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 445,67 MPa (Tablo 4.43) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.43. AKA-T1-60-15 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T1-60-15	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (sabit)	60mm		
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	15mm		
Özellikler			
Hacim	1,6512e+007 mm ³		
Kütle	129,62 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	87327 mm ³	1,3374e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	0,68552 kg	104,98 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet	500 kN		
Sonuçlar			
Minimum	1,5733e-002 Mpa		
Maximum	445,67 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


AKA-T2-70-15 için yapılan analizler Resim 4.42’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.44’te verilmiştir.



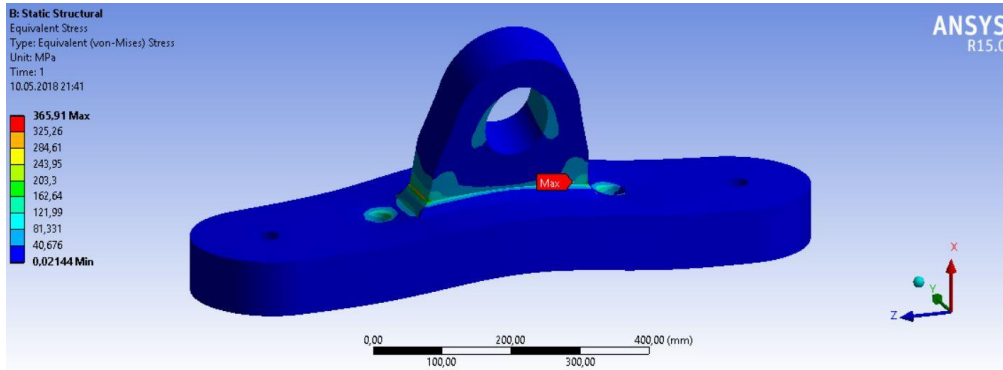
Resim 4.42. AKA-T2-70-15 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 70 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 15 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 376,83 MPa (Tablo 4.44) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.44. AKA-T2-70-15 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T2-70-15	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (sabit)	70mm		
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	15mm		
Özellikler			
Hacim	1,8741e+007 mm ³		
Kütle	147,12 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	87327 mm ³	1,5602e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	0,68552 kg	122,48 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet			5,e+005 N
Sonuçlar			
Minimum	1,8427e-002 Mpa		
Maximum	376,83 MPa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


AKA-T3-80-15 için yapılan analizler Resim 4.43'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.45'te verilmiştir.



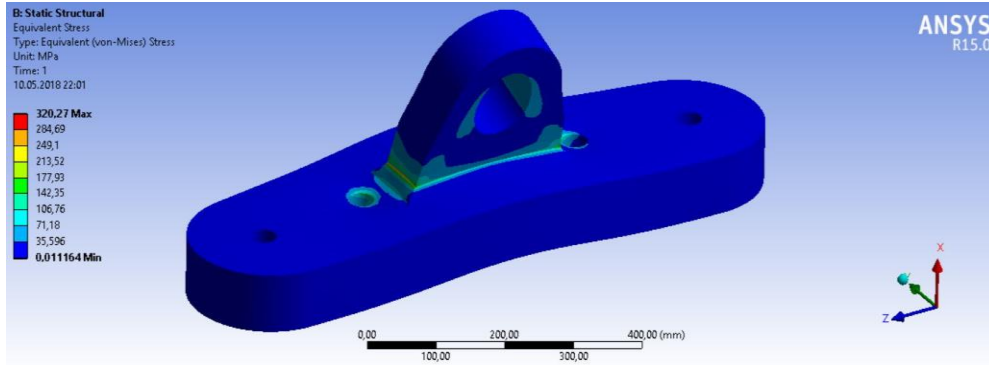
Resim 4.43. AKA-T3-80-15 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 80 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 15 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 365,91 MPa (Tablo 4.45) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.45. AKA-T3-80-15 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T3-80-15	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (sabit)	80mm		
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	15mm		
Özellikler			
Hacim	2,097e+007 mm ³		
Kütle	164,61 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	87327 mm ³	1,7831e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	0,68552 kg	139,98 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet	500 kN		
Sonuçlar			
Minimum	2,144e-002 Mpa		
Maximum	365,91 MPa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


AKA-T4-90-15 için yapılan analizler Resim 4.44'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.46'da verilmiştir.



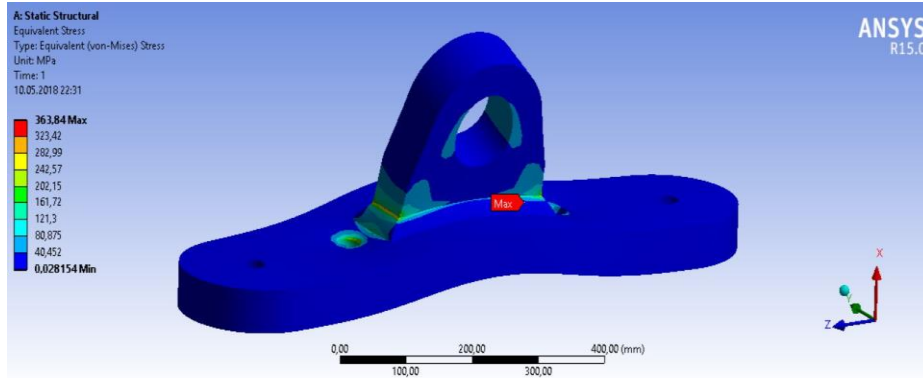
Resim 4.44. AKA-T4-90-15 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 90 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 15 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 320,27 MPa (Tablo 4.46) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.46. AKA-T4-90-15 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T4-90-15	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (sabit)	90mm		
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	15mm		
Özellikler			
Hacim	2,3199e+007 mm ³		
Kütle	182,11 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	87327 mm ³	2,006e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	0,68552 kg	157,47 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet	500 kN		
Sonuçlar			
Minimum	1,2017e-002 Mpa		
Maximum	320,27 MPa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


AKA-T1-60-20 için yapılan analizler Resim 4.45'te, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.47'de verilmiştir.



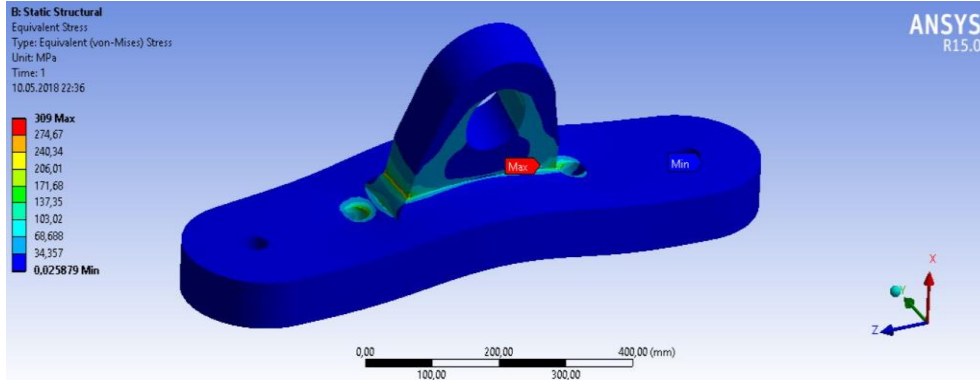
Resim 4.45. AKA-T1-60-20 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 60 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 20 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 363,84 MPa (Tablo 4.47) akma dayanımının üstünde olduğu için tasarım güvenli bulunmamıştır.

Tablo 4.47. AKA-T1-60-20 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T1-60-20	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (sabit)	60mm		
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	20mm		
Özellikler			
Hacim	1,659e+007 mm ³		
Kütle	130,23 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	1,654e+005 mm ³	1,3374e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	1,2984 kg	104,98 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet	500 kN		
Sonuçlar			
Minimum	2,8154e-002 Mpa		
Maximum	363,84 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


AKA-T2-70-20 için yapılan analizler Resim 4.46'da, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.48'de verilmiştir.



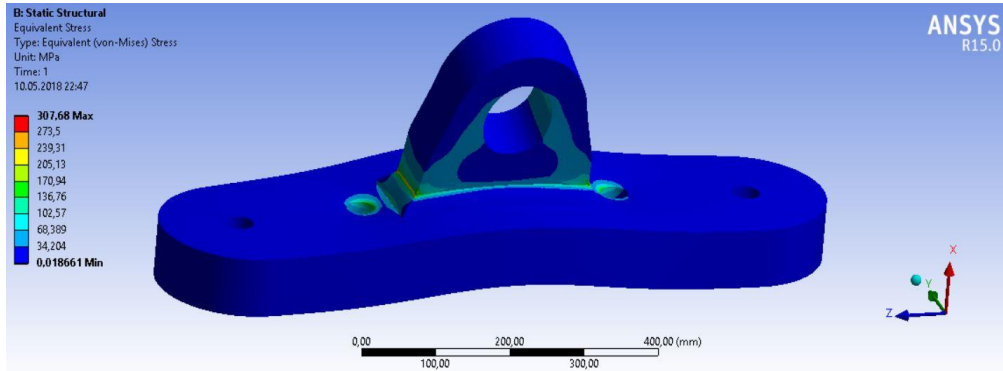
Resim 4.46. AKA-T2-70-20 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 70 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 20 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 309 MPa (Tablo 4.48) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.48. AKA-T2-70-20 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T2-70-20	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (sabit)	70mm		
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	20mm		
Özellikler			
Hacim	1,8819e+007 mm ³		
Kütle	147,73 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	1,654e+005 mm ³	1,5602e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	1,2984 kg	122,48 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet	500 kN		
Sonuçlar			
Minimum	2,5879e-002 Mpa		
Maximum	309, Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		

AKA-T3-80-20 için yapılan analizler Resim 4.47’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.49’da verilmiştir.



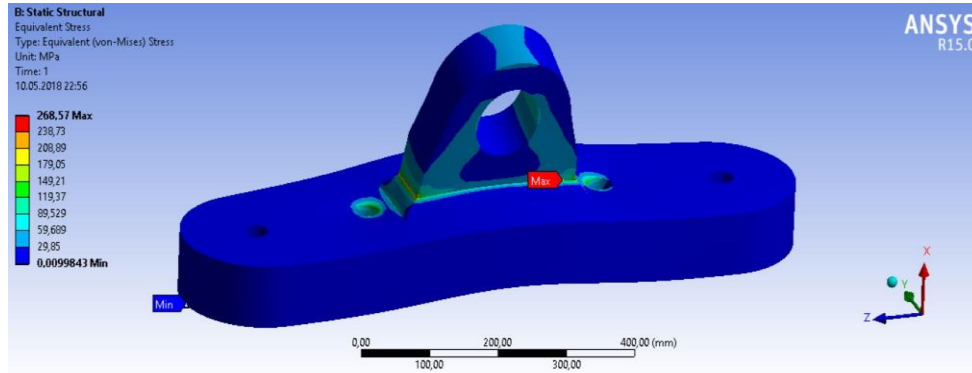
Resim 4.47. AKA-T3-80-20 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 80 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 20 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 307,68 MPa (Tablo 4.49) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.49. AKA-T3-80-20 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T3-80-20	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (sabit)	80mm	ANSYS®	
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	20mm		
Özellikler			
Hacim	2,1048e+007 mm ³		
Kütle	165,23 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	1,654e+005 mm ³	1,7831e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	1,2984 kg	139,98 kg	23,952 kg
Mesh Boyutu	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet			5,e+005 N
Sonuçlar			
Minimum	1,8661e-002 Mpa		
Maximum	307,68 Mpa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		


AKA-T4-90-20 için yapılan analizler Resim 4.48’de, gerilme analiz sonuçları Tablo 4.50’de verilmiştir.



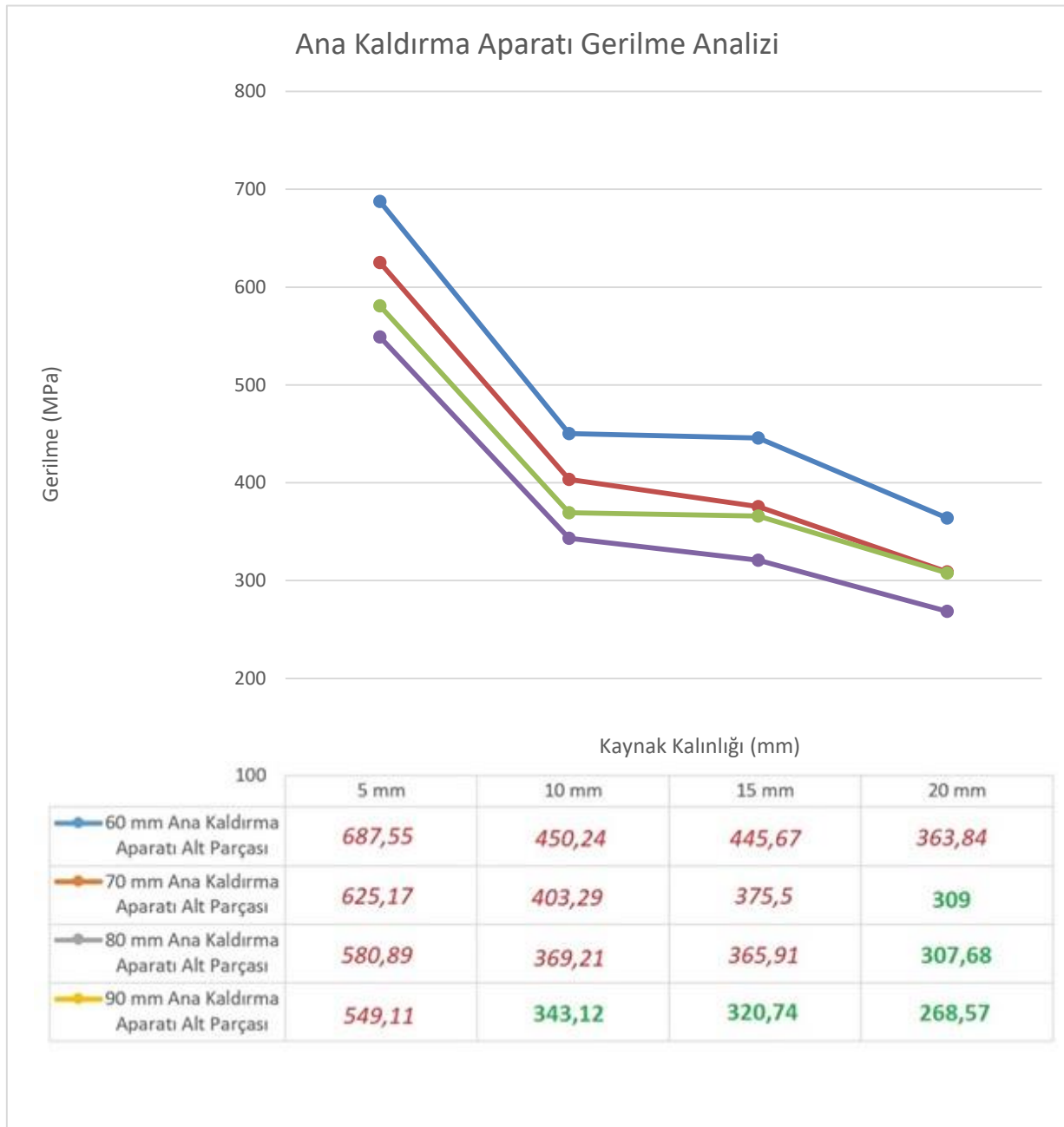
Resim 4.48. AKA-T4-90-20 Ansys gerilme analiz simülasyonu

Ana kaldırma aparatı alt parça kalınlığı 90 mm, üst parça kalınlığı 80 mm, kaynak kalınlığı 20 mm olan ana kaldırma aparatına 500 kN kuvvet uygulanmıştır. Ansys programı ile yapılan gerilme analizi sonucu 268,57 MPa (Tablo 4.50) akma dayanımının altında olduğu için tasarım güvenli bulunmuştur.

Tablo 4.50. AKA-T4-90-20 Ansys gerilme analiz sonuçları

Ana Kaldırma Aparatı= Kaynak+Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası+Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası			
Malzeme Kalitesi	S355JR+N	AKA-T4-90-20	
Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası (sabit)	90mm		
Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası (sabit)	80mm		
Kaynak kalınlığı (değişken)	20mm		
Özellikler			
Hacim	2,3277e+007 mm ³		
Kütle	182,72 kg		
Model			
Nesne Adı	Kaynak	Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası	Ana Kaldırma Aparatı Üst Parçası
Özellikler			
Hacim	1,654e+005 mm ³	2,006e+007 mm ³	3,0512e+006 mm ³
Kütle	1,2984 kg	157,47 kg	23,952 kg
Mesh Boyutları	3, mm	10, mm	
Açıklama			
Kuvvet			5,e+005 N
Sonuçlar			
Minimum	9,9843e-003 MPa		
Maximum	268,57 MPa		
Malzeme Verileri			
S355JR+N > Sabitler			
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³		
S355JR > Akma Dayanımı			
Akma Dayanımı Mpa	355		

Ana kaldırma aparatının resim ve çizelgelerinin değerlendirilmesi sonucunda, 60-70-80-90 mm ana kaldırma aparatı alt parçası kalınlığı, 5-10-15-20 mm kaynak kalınlıklarına göre gerilme analiz sonuçlarından Şekil 4.51'deki grafik elde edilmiştir.



Şekil 4.51. Ana kaldırma aparatı gerilme analiz grafiği

Emniyetli tasarımlara göre üretilen aparatlar Şekil 4.33 ve Şekil 4.51’de yeşil kalın yazı, emniyetsiz tasarımlar bordo italik yazı ile gösterilmiştir. Yönlendirme aparatları için emniyetli tasarımlar sırasıyla aşağıda verilmiştir.

Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı: 70 mm → Kaynak Kalınlığı: 20 mm → Maliyet Analizi: 2666 TL/ADET (498,3 \$/ADET)

Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı: 80 mm → Kaynak Kalınlığı: 15 mm → Maliyet Analizi: 2739 TL/ADET (512 \$/ADET)

Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı: 80 mm → Kaynak Kalınlığı: 20 mm → Maliyet Analizi: 2743 TL/ADET (513 \$/ADET)

Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı: 90 mm → Kaynak Kalınlığı: 15 mm → Maliyet Analizi: 2815 TL/ADET (526 \$/ADET)

Yönlendirme Aparatı Alt Parçası Kalınlığı: 90 mm → Kaynak Kalınlığı: 20 mm → Maliyet Analizi: 2818 TL/ADET (527 \$/ADET)

Maliyet analiz sonuçları incelendiğinde yönlendirme aparatı alt parçası kalınlığı 70 mm, kaynak kalınlığı 20 mm Resim 4.49 - Resim 4.50’deki gibi imal edilmiştir.



Resim 4.49. Yönlendirme aparatı prototip imalatı (a)



Resim 4.50. Yönlendirme aparatı prototip imalatı (b)

Manyetik parçacık ile kontrol, yüzey kusurlarının belirlenebilmesi için kullanılan bir muayene yöntemidir. Kontrol prensipte; parçanın yüzeyine bir manyetik akı uygulanması sayesinde parçanın yüzeyinde var olan süreksizlikler üzerinde, yüzeyde konumlanmasına bağlı olarak oluşur. Kontrol edilen yüzeye ferromanyetik tozlar dökülürse bu tozlar kaçak akılar tarafından çekilerek süreksizlikler üzerinde birikirler. Bu sayede kaçak tespit edilir [68]. Yönlendirme aparatı imalatları tahribatsız muayene yöntemlerinden olan, TS EN 17638 / TS EN 23278 standartlarında manyetik partikül testine (Resim 4.51) tabi tutulmuş ve raporlanmıştır [EK-3].



Resim 4.51. Yönlendirme aparatına manyetik test uygulaması (EK-3)

İmalat sonrası yönlendirme aparatları bir kat antikorozyf epoksi astar ile daha sonra iki kat RAL 1023 sarı renk epoksi boya ile (Resim 4.52) kat kalınlığı 30-40 mikron olacak şekilde boyanmıştır.



Resim 4.52. Boyandıktan sonra yönlendirme aparatı

Ana kaldırma aparatları için emniyetli tasarımlar sırasıyla aşağıda verilmiştir.

Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası Kalınlığı: 70 mm → Kaynak Kalınlığı: 20 mm →
Maliyet Analizi: 2960 TL/ADET (553 \$/ADET)

Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası Kalınlığı: 80 mm → Kaynak Kalınlığı: 20 mm →
Maliyet Analizi: 3073 TL/ADET (574 \$/ADET)

Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası Kalınlığı: 90 mm → Kaynak Kalınlığı: 10 mm →
Maliyet Analizi: 3181 TL/ADET (594 \$/ADET)

Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası Kalınlığı: 90 mm → Kaynak Kalınlığı: 15 mm →
Maliyet Analizi: 3183 TL/ADET (595 \$/ADET)

Ana Kaldırma Aparatı Alt Parçası Kalınlığı: 90 mm → Kaynak Kalınlığı: 20 mm →
Maliyet Analizi: 3187 TL/ADET (596 \$/ADET)

Maliyet analiz sonuçları incelendiğinde ana kaldırma aparatı alt parçası kalınlığı 70 mm, kaynak kalınlığı 20 mm Resim 4.53 - Resim 4.54'teki gibi imal edilmiştir.



Resim 4.53. Ana kaldırma aparatı prototip imalatı (a)



Resim 4.54. Ana kaldırma aparatı prototip imalatı (b)

Ana kaldırma aparatı imatları tahribatsız muayene yöntemlerinden olan, TS EN 17638 / TS EN 23278 standartlarında manyetik partikül testine (Resim 4.55) tabi tutulmuş ve raporlanmıştır [EK-2].



Resim 4.55. Ana kaldırma aparatına manyetik test uygulaması (EK-2)

İmalat sonrası ana kaldırma aparatları bir kat antikorozyf epoksi astar ile daha sonra iki kat RAL 1023 sarı renk epoksi boya ile (Resim 4.56) kat kalınlığı 30-40 mikron olacak şekilde boyanmıştır.



Resim 4.56. Boyandıktan sonra ana kaldırma aparatı

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tasarımı gereği silindirik yapıda olan rüzgâr türbini kuleleri, tavandan 2 adet kaldırma aparatı ve tabandan 1 adet yönlendirme aparatı ile kaldırılmıştır. Kulelerin güvenli montajlanabileceği uygun bir tasarım gerçekleştirilmiştir (3D tasarım SolidWorks programı ile yapılmıştır). Kulenin ağırlığının %90'lık kısmını taşıyacak olan ana kaldırma aparatı, 65853 kg yükü taşıyabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu çalışma yapılan analizlerin neticesinde, güvenlik katsayısı 1,5 olan emniyetli kaldırma aparatlarının imalatlarına ışık tutmuştur.

Sökülemez birleştirme yöntemlerinden kaynak ile birleştirilen ve 2 parçadan oluşan aparatlarımızın kaynaklarının analizleri Ansys paket programı vasıtasıyla yapılmıştır. Aparatların malzemeleri 355 MPa akma dayanımına sahip ince taneli yüksek mukavemetli St52-3 olarak kullanılmıştır. Aparat alt parçalarının ve kaynak kalınlıklarının tüm olasılıklarının değerlendirildiği çalışmada, Von-Misses en büyük gerilme analizi (Şekil 5.1 - Şekil 5.2 – Şekil 5.3) yardımıyla nihai ürün ortaya çıkmıştır. Veriler, emniyetli (355 MPa akma dayanımı altındaki analiz sonuçları) ve emniyetsiz (355 MPa akma dayanımı üstündeki analiz sonuçları) şekilde sınıflandırılmıştır. Emniyetli ve maliyeti düşük olan tasarımın imalatı, yani Ana kaldırma aparatı (Resim 5.4.) için kalınlık 70 mm – kaynak kalınlığı 20mm olarak, Yönlendirme aparatı (Resim 5.5.) için kalınlık 70 mm - kaynak kalınlığı 20 mm olarak gerçekleştirilmiştir.

Aparat optimizasyon sürecinde, üst parçalarına herhangi bir perno veya halat monte edilmesi durumunda, Ana kaldırma ve Yönlendirme aparatı üst parça deliklerinin aşınmaması için burç imal edilip aparatlara montaj edilmesi gerekmektedir. Kaynak kalınlığı dışında parça kalınlıkları veya farklı malzeme kullanımının sonuçları nasıl etkilediğinin araştırılması önerilir.

KAYNAKLAR

1. Urul, H. (2013). Yapı İşyerlerinde Kullanılan Vinçlerle Yapılan Çalışmalarda Alınması Gereken İş Sağlığı Ve Güvenliği Önlemleri. *Istanbul*, 2, 9-13.
2. Han, S., Hasan, S., Bouferguene, A., Al-Hussein, M., And Kosa, J. (2018). An Integrated Decision Support Model For Selecting The Most Feasible Crane At Heavy Construction Sites. *Automation In Construction*, 87, 188-200.
3. Gómez-López, L. M., Miguel, V., Martínez, A., Coello, J., And Calatayud, A. (2013). Simulation And Modeling Of Single Point Incremental Forming Processes Within A SolidWorks Environment. *Procedia Engineering*, 63, 632-641.
4. Chechurin, L. S., Wits, W. W., Bakker, H. M., And Vaneker, T. H. (2015). Introducing Trimming And Function Ranking To SolidWorks Based On Function Analysis. *Procedia Engineering*, 131, 184-193.
5. Kumar, K. (2014). Design And Optimization Of Portable Foot Bridge. *Procedia Engineering*, 97, 1041-1048.
6. González, A. G., Sanz-Calcedo, J. G., López, O., Salgado, D. R., Cambero, I., And Herrera, J. M. (2015). Guide Design Of Precision Tool Handle Based On Ergonomics Criteria Using Parametric Cad Software. *Procedia Engineering*, 132, 1014-1020.
7. De Silva, Y. S. K., Rasul, M. J., Middleton, P. H., And Kolhe, M. L. (2018). Pem Fc Single Cell Based On A 3-D Printed Plastic Housing And Experimental Validation With The Mathematical Model. *Energy Procedia*, 144, 63-74.
8. Neba, F. A., And Nono, Y. J. (2017). Modeling And Simulated Design: A Novel Model And Software Of A Solar-Biomass Hybrid Dryer. *Computers And Chemical Engineering*, 104, 128-140.
9. Halicioglu, R., Dulger, L. C., And Bozdana, A. T. (2016). Structural Design And Analysis Of A Servo Crank Press. *Engineering Science And Technology, An International Journal*, 19(4), 2060-2072.
10. Sharma, P., And Selvakumar, A. (2018). Conceptual Design And Non-Linear Analysis Of Triphibian Drone. *Procedia Computer Science*, 133, 448-455.
11. Abbitt, J., And Lowry, S. (2016). Implementing The Digital Design Process For The Development Of A Centrifugal Fan Impeller In The Undergraduate Engineering Curriculum. *Procedia Manufacturing*, 5, 1119-1127.
12. Aburaia, M., Markl, E., And Stuja, K. (2015). New Concept For Design And Control Of 4 Axis Robot Using The Additive Manufacturing Technology. *Procedia Engineering*, 100, 1364-1369.
13. Thejasree, P., Kumar, G. D., And Lakshmi, S. L. P. (2017). Modelling And Analysis Of Crankshaft For Passenger Car Using Ansys. *Materials Today: Proceedings*, 4(10), 11292-11299.

14. Choubey, A. K., Agnihotri, G., Sasikumar, C., And Singh, M. (2017). Analysis Of Die Angle In Deep Drawing Process Using Fem. *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 2511-2515.
15. Zhan, J., Fard, M., And Jazar, R. (2015). A Quasi-Static Fem For Estimating Gear Load Capacity. *Measurement*, 75, 40-49.
16. Gallego, E., Ruiz, A., And Aguado, P. J. (2015). Simulation Of Silo Filling And Discharge Using Ansys And Comparison With Experimental Data. *Computers And Electronics In Agriculture*, 118, 281-289.
17. Shukla, S., Roy, A. K., And Kumar, K. (2015). Material Selection For Blades Of Mixed Flow Pump Impeller Using Ansys. *Materials Today: Proceedings*, 2(4-5), 2022-2029.
18. Srivastava, S., Roy, A. K., And Kumar, K. (2014). Design Of A Mixed Flow Pump Impeller And Its Validation Using Fem Analysis. *Procedia Technology*, 14, 181-187.
19. Krejsa, M., Brozovsky, J., Mikolasek, D., Parenica, P., Flodr, J., Materna, A., ... And Kozak, J. (2018). Numerical Modeling Of Steel Fillet Welded Joint. *Advances In Engineering Software*, 117, 59-69.
20. Potluri, R., Raju, M. N., And Babu, K. R. P. (2017). Finite Element Analysis Of Cellular Foam Core Sandwich Structures. *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 2501-2510.
21. Karpe, A., Karpe, S., Chawrai, A., And Vankar, S. R. (2014). Validation Of Use Of Fem (Ansys) For Structural Analysis Of Tower Crane Jib And Static And Dynamic Analysis Of Tower Crane Jib Using Ansys. *Int. J. Innov. Res. Adv. Eng.*, 1, 69-75.
22. Stolarski, T., Nakasone, Y., And Yoshimoto, S. (2018). *Engineering Analysis With Ansys Software*. Butterworth-Heinemann.
23. Kökcü, İ. (2015). Kule Vinci Tasarımı Ve Analizi.
24. Sunar, Ö., And Çevik, M. (2015). Tek Katlı Yaprak Yaylarda Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Yorulma Analizi-Fatigue Analysis Of Single Leaf Springs With Finite Element Method. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(1).
25. Hattori, G., And Serpa, A. L. (2015). Contact Stiffness Estimation In Ansys Using Simplified Models And Artificial Neural Networks. *Finite Elements In Analysis And Design*, 97, 43-53.
26. Hokeš, F., Kala, J., Hušek, M., And Král, P. (2016). Parameter Identification For A Multivariable Nonlinear Constitutive Model Inside Ansys Workbench. *Procedia Engineering*, 161, 892-897.
27. Yıldız, T., Taşkaya, S., And Gür, A. K. (2018). Ramor 500 Zırh Çeliğinin Tozaltı Kaynak Yöntemi İle Birleştirilmesinde Gerilmenin Etkisi. *Sakarya University Journal Of Science*, 22(2), 1-1.

28. Şık, A., Önder, M., And Korkmaz, M. S. (2015). Taşıt Jantlarının Yapısal Analiz İle Yorulma Dayanımının Belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım Ve Teknoloji*, 3(3), 565-574.
29. Soncu, R., Yavuz, N., And Ertan, R. (2010). Korniş Usulü Tozaltı Kaynağı İle Kaynak Edilen St37 Malzemesinin Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Termal Analizi. *Uludağ University Journal Of The Faculty Of Engineering*, 15(1).
30. Taşgetiren, S., Aslantaş, K., And Çakmakkaya, M. (2004). Difüzyon Kaynağı İle Birleştirilmiş Cu Ve Çelik Levhalarda Birleşme Hatasının Kırılma Mekanikliği İle Analizi. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1(1), 9-16.
31. Azeloğlu, O., Keskin, D., And Bayraktar, M. (2008). Zincir Baklasında Yük Altında Oluşan Gerilmelerin Sonlu Elemanlar Yöntemi Ve Fotoelastisite Yöntemiyle İncelenmesi. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4, 41-48.
32. Demiray, E. (2014). Kaynaklı İmalatta Proses Öncesi Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Analizler Ve Deneysel Doğrulama.
33. Baradan, S. (2006). Türkiye İnşaat Sektöründe İş Güvenliğinin Yeri Ve Gelişmiş Ülkelerle Kıyaslanması.
34. Gerek, N. (2006). İşçi Sağlığı Ve İş Güvenliği. Anadolu Üniversitesi Yayını, 1569, 14-36.
35. Dursun, S. (2012). İş Güvenliği Kültürü. Beta Yayınları, İstanbul.
36. Akpınar, T., And Çakmakkaya, B. Y. (2014). İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından İşverenlerin Risk Değerlendirme Yükümlülüğü. *Calisma Ve Toplum*, 40(1).
37. Yılmaz, Y. D. D. F. (2015). Türkiye’de İş Sağlığı Ve Güvenliği Teftişlerinin İstatistiksel Açidan Değerlendirilmesi. *Isguc The Journal Of Industrial Relations And Human Resources*, 17(2), 76-91.
38. Güngör, Ö., Gökçaya, Ö., Ekren, S. B., And Demir, B. (2017). Türkiye’de İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönünden Kamu Ve Özel Sektör Çalışanlarının Beklentilerinin Karşılaştırması. Turan: *Stratejik Arastirmalar Merkezi*, 9(36), 625-629.
39. Akpınar, T., And Çakmakkaya, B. Y. (2014). İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından İşverenlerin Risk Değerlendirme Yükümlülüğü. *Calisma Ve Toplum*, 40(1).
40. Chlebus, E., And Krot, K. (2016). Cad 3d Models Decomposition İn Manufacturing Processes. *Archives Of Civil And Mechanical Engineering*, 16(1), 20-29.
41. Melnychuk, S., Vitiuk, I., Bovsunivskyi, I., Beherskyi, D., And Kubrak, Y. (2017). Vehicle Suspension System Modelling And Simulation İn The SolidWorks Software Environment With Motion Analysis Applications. *Zeszyty Naukowe. Transport/Politechnika Ślaska*.
42. İnternet: Yapı Çelikleri Kimyasal Bileşimi Ve Mekanik Özellikleri. Url: [Http://Www.Nscceelik.Com/Karboncelikleri.Html](http://www.nscceelik.com/karboncelikleri.html) Son Erişim Tarihi: 14.09.2018

43. Doğan, O., Yılmaz, T. G., And Karpat, F. (2018). Farklı Parametrelere Sahip Evolvent Düz Dişli Çarkların Sonlu Elemanlar Yöntemi Ve Grafik Metot İle Gerilme Analizi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2018(2018).
44. Çelik, M. E., And Karagöz, İ. (2017). Elektrot Etkileşimi Ve Uyarım Eşiğinin Azaltılmasına Yönelik Sonlu Elemanlar Yöntemi Tabanlı Yeni Bir Retina Uyarım Stratejisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(2).
45. Kaya, Y., Polat, A., And Özşahin, T. Ş. (2017). Rijit Olarak Mesnetlenmiş Homojen Tabakada Sürekli Temas Probleminin Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Analizi. In *II. International Conference On Advanced Engineering Technologies, Bayburt, Türkiye* (Pp. 1037-1042).
46. Arısoy, Y., (2018). Cevap Yüzeyi Metodu İle Ticari Araç Koltuğu Sonlu Elemanlar Modelinin Güncellenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
47. Chen, X., And Liu, Y. (2014). *Finite Element Modeling And Simulation With Ansys Workbench*. Crc Press.
48. Samant Saurabh, Y., Kumar, S., Jain, K. K., Behera, S. K., Gandhi, D., Raghavendra, S., And Kalita, K. (2016). Design Of Suspension System For Formula Student Race Car. *Procedia Engineering*, 144, 1138-1149.
49. Petrosyan, D. P., And Khazhakyan, D. R. (2018). Computer Designing Principles Of The Working Organ Of Land Cultivation Machines Upon The Wedge Example. *Annals Of Agrarian Science*, 16(2), 206-209.
50. Akin, J. E. (2010). *Finite element analysis concepts: via SolidWorks*. World Scientific Publishing Company.
51. Loginovsky, A. N., And Khmarova, L. I. (2016). 3d Model Of Geometrically Accurate Helical-Gear Set. *Procedia Engineering*, 150, 734-741.
52. Bıçakçı, A.N., (2013). SolidWorks-Solidcam. Kodlab. İstanbul.
53. Kanazawa, M., Iwaki, M., Arakida, T., And Minakuchi, S. (2018). Digital İmpression And Jaw Relation Record For The Fabrication Of Cad/Cam Custom Tray. *Journal Of Prosthodontic Research*.
54. Eltaief, A., Louhichi, B., And Remy, S. (2018). Associations Management And Change Propagation İn The Cad Assembly. *Computers İn Industry*, 98, 134-144.
55. Kumari, N., And Kumar, K. (2018). Design And Evaluation Of Adjustable Calipers Using Cad Tools. *Materials Today: Proceedings*, 5(5), 13658-13663.
56. Kang, Y., Kim, H., Suzuki, H., And Han, S. (2015). Editing 3d Models On Smart Devices. *Computer-Aided Design*, 59, 229-238.
57. Glodová, I., Lipták, T., And Bocko, J. (2014). Usage Of Finite Element Method For Motion And Thermal Analysis Of A Specific Object İn SolidWorks Environment. *Procedia Engineering*, 96, 131-135.

58. Rao, S. S. (2017). *The Finite Element Method In Engineering*. Butterworth-Heinemann.
59. Prasanna, P., Sushma, J., And Srikanth, K. P. (2018). Stress Analysis And Design Optimization Of A Pressure Vessel Using Ansys Package. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 4551-4562.
60. Madenci, E., And Guven, I. (2015). *The Finite Element Method And Applications In Engineering Using Ansys®*. Springer.
61. Lee, H. H. (2017). *Finite Element Simulations With Ansys Workbench 17*. Sdc Publications.
62. Reh, S., Beley, J. D., Mukherjee, S., And Khor, E. H. (2006). Probabilistic Finite Element Analysis Using Ansys. *Structural Safety*, 28(1-2), 17-43.
63. Subramani, T., And Balamurugan, K. (2016). Finite Element Anaylsis Of Composite Element For Frp Reinforced Concrete Slab By Using Ansys. *International Journal Of Application Or Innovation In Engineering And Management (Ijatem)*, 5(5), 076-084.
64. Jha, A. R., Jaiswal, R., Karki, A., Basnet, A., Jaiswal, P., Rajgadia, S., ... And Barman, R. N. (2016). Design And Finite Element Analysis Of Knuckle Joint Using Catia And Ansys Workbench.
65. Preetham, P., And Prasad, S. S. (2016). Keywords Solid Works, Ansys Workbench, Fem. *Design And Analysis Of Six Cylinder Four Stroke Engine Crank Shaft*, (110).
66. Pu, H., Liu, X., And Liu, J. (2015). Dynamic Characteristics Analysis On Crankshaft Of L Type Air Compressor Based On SolidWorks And Ansys. *Mechanical Engineer*, 12, 036.
67. Akyol, O. A. (2014). Yürüyen Merdiven Taşıyıcı Sisteminin Sonlu Elemanlar Metodu İle Mukavemet Analizinin Yapılması Ve Tahrik Sisteminin Hesabı.
68. İnternet: Manyetik Partikül Testi. Url: <http://www.parion.com.tr/manyetik-partukul-testi-mt-gozetimi.htm> Son Erişim Tarihi: 05.12.2018



EKLER

EK-1. St52-3 Malzemenin kimyasal analizi

Quality Management System
certified by Lloyd's Register
Quality Assurance



0900016_CER2013-07-01_PC_V004
HTTP://D05_ARCELORMITTAL_NBT/WEB/0900016_CER
2013-07-01_PC_V004_EN_TE_RDP

ArcelorMittal Galati S.A. - Romania

ArcelorMittal

CUSTOMER / CLIENT : ArcelorMittal REX Galik Servis Mark
PRODUCT / PRODUK : Heavy Plates
STEEL GRADE/MARCA OTEL : S255J2+M
NORM / STANDARD : EN 10025/2-2004

INSPECTION CERTIFICATE 20396817
ACCORDING TO : EN 10204/2004/3.1
DATE : 02.06.2015

ORDER / COMANDA : 5003135/201610
DISPATCH / AVIZ EXPORTATE : 7000656028
WAGON / ID TRANSPORT : M/V ANEST AMOB001
TRACKING NO. :

TOTAL NUMBER OF PIECES : 20 / TOTAL WEIGHT : 162.966,00 KG

NO	PLATE	HEAT NO	DIMENSIONS	PC	TEST NO	UTS	YTS	LO	EI	Type	Temp	CHPVL	CHPVL	CHPVL	CHPVL	NO TEST
1	11322	023/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8771	8771
2	11322	03/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
3	11322	04/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
4	11322	05/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
5	11322	06/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
6	11322	07/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
7	11322	08/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
8	11322	09/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
9	11322	10/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
10	11322	11/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
11	11322	12/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
12	11322	13/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
13	11322	14/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
14	11322	15/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
15	11322	16/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
16	11322	17/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
17	11322	18/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
18	11322	19/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
19	11322	20/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471
20	11322	21/01	80,00x2000x000	1	8471	516	364	50	28	10	20	60	88	78	8471	8471

CHEMICAL COMPOSITION (%) - L = Heat, P = Product

HEAT NO	C	Si	Mn	P	S	Al	As	Ti	N	O	Cr	Ni	Mo	Nb	B	N2	Ca	CVZ
L 923468	0,1780	0,2100	1,3900	0,0119	0,0041	0,0430	0,0030	0,0150	0,0091	0,0200	0,0250	0,0020	0,0020	0,0003	0,0003	0,0047	0,0001	0,42
L 937413	0,1760	0,2106	1,3950	0,0113	0,0037	0,0493	0,0020	0,0170	0,0092	0,0200	0,0250	0,0020	0,0020	0,0002	0,0002	0,0057	0,0001	0,42
L 937558	0,1150	0,1980	1,4000	0,0160	0,0017	0,0390	0,0020	0,0170	0,0084	0,0152	0,0084	0,0319	0,0019	0,0395	0,0002	0,0054	0,0000	0,42

Steelmaking Process:
MADE BY SBF CONTINUOUS CASTING
Carbon equivalent formula
CVZ = C(Mn/6+(Cr+Mo*4)/5+(Ni*Cu)/15

Delivery condition: Normalized
Checking of marking, surface, shape and dimensions-ok
Surface: EN 10163/2-2004, class A, sub-class 1

Platiness: EN 10029/2010, class N
Platiness: EN 10029/2010, class N

Marking: EN 10029/2010, class N
Color marking: / YELLOW

SIGNATURE

BALICA MIHAELA

ARCELORMITTAL GALATI S.A. Sarcana Street, 800698 Galati
T: +40 238 40 7609
www.arcelormittal.com


WE HEREBY CERTIFY THAT THE MATERIAL HAS BEEN MADE BY AN APPROVED PROCESS AND SATISFACTORILY TESTED IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENTS SPECIFIED IN THE ORDER WITH SATISFACTORY RESULTS

INSPECTOR'S STAMP

INSPECTOR'S STAMP

Cod. F. SAP 017 rev.1
Page 1/01

EK-2. Ana kaldırma aparatına manyetik test raporu


 PAL METAL İMALAT İNŞAAT TAAMHÜT TİCARET ENDÜSTRİYEL KONT. ve MÜH. HİZMETLERİ A.Ş. ISO 9001:2008		MANYETİK PARÇACIK KONTROL RAPORU MAGNETIC PARTICLE EXAMINATION REPORT		Rapor No : Report No	001
				Sayfa: Page	1/1
				Form No	RP/06
Parçanın Tanımı Details of Part	İş/Job No:	2016-NDT/429-001	Müşteri : Customer	ESMER TORNA SAN. ve TİC. LTD. ŞTİ.	
	İşin Adı : Job Name	YÜK KALDIRMA APARATI(MAPA)			
	Poz : Pose No	POZ1x2 ADET	Resim : Drawing No	n/a	
	Boyut : Dimension	940x260x80 mm+50 mm Üst Parça	Malzeme: Material	S355J2+N	
	Kaynak Yöntemi: Welding Process	135	Test Alanı: Test Field	%100	
Test Şartları Test Conditions	Mıknatıslama Tekniği: Magnetization Techn.	Hand Yoke Alan Geçirerek	Isıl İşlem : Heat Treatment	<input checked="" type="checkbox"/> Yok/No <input type="checkbox"/> Öncesi/Before <input type="checkbox"/> Sonrası/After	
	Cihaz : Equipment	Gammatec	Akım Tipi: Current Type	A.C.	
	Toz Tipi : Particle Type :	BETA Ferromagna	Kutup Mesafesi : Pole Distance	160 mm	
	Standart : Specification	TS EN 17638 TS EN 23278	Mıknatıslık Giderimi: Demagnetization	<input type="checkbox"/> Evet/Yes <input type="checkbox"/> Hayır/No	
Yüzey Şartları : Surface Condition	<input type="checkbox"/> Olduğu Gibi As it is	<input checked="" type="checkbox"/> Taşlanmış Ground	<input type="checkbox"/> Kumlanmış Sand blasted	<input type="checkbox"/> İşlenmiş Machined	
NOT: Note:					
Test Edilen Kısım Test Section	Değerlendirme Evaluation	Açıklamalar / Interpretations (Başlama Noktası, Uygulama Yönü) (Starting Point, Drection Of Application)		Görüşler Remarks	
940x260x80 mm+50 mm Üst Parça (2 Adet)	1	%100		KABUL	
Değerlendirme Evaluation	(1) Kabul / Acceptance (2) Kabul Edilebilir / Acceptable (R) Red (Tamir) / Rejected (Repair)				
TARİH DATE	06.04.2016	TARİH DATE			
KONTR. ED. CONTR. BY.	Yalçın ÇETİN	ONAYLAYAN APPROVED BY			
SEVİYE LEVEL	MT Level-2	İMZA SIGNATURE			

Form No: RP/06

Rev.No: 0

Rev.Tarihi: -

EK-3. Yönlendirme aparatına manyetik test raporu

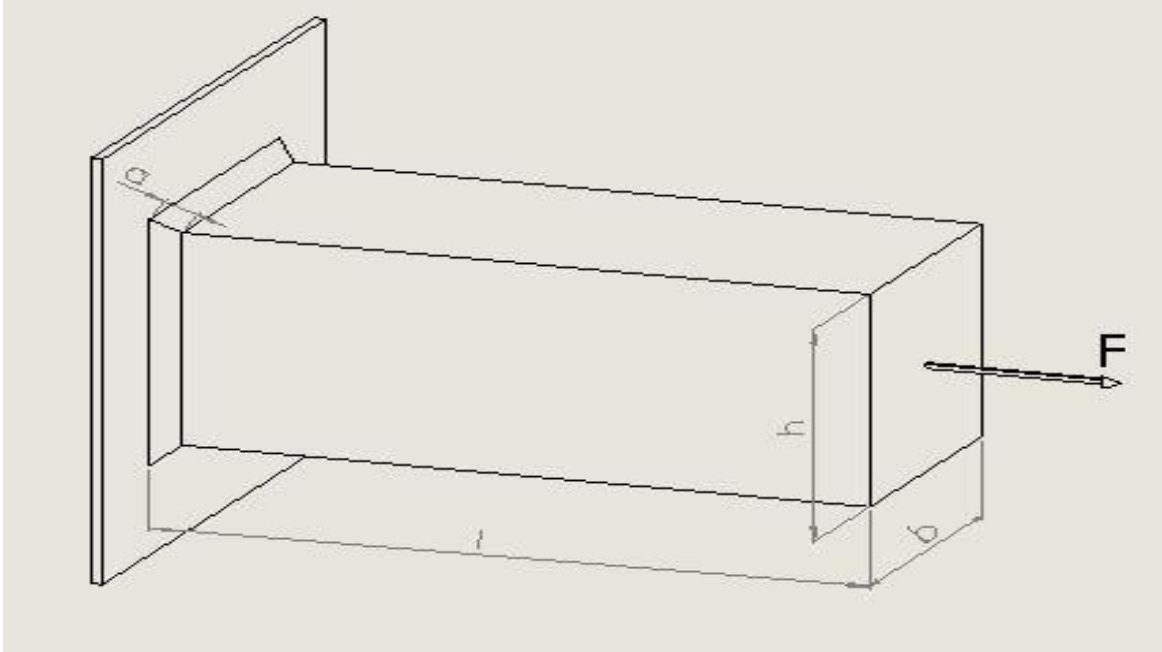
 PAL METAL İMALAT İNŞAAT TAAMHÜT TİCARET ENJENYERLİK KONT. VE MÜH. HİZMETLERİ A.Ş. İSİG 3001:2005		MANYETİK PARÇACIK KONTROL RAPORU MAGNETIC PARTICLE EXAMINATION REPORT		Rapor No : Report No	002
				Sayfa: Page	1/1
				Form No	RP/06
Parçanın Tanımı Details of Part	İş/Job No:	2016-NDT/429-001	Müşteri : Customer	ESMER TORNA SAN. ve TİC. LTD. ŞTİ.	
	İşin Adı : Job Name	YÜK KALDIRMA APARATI(MAPA)			
	Poz : Pose No	POZZ	Resim : Drawing No	n/a	
	Boyut : Dimension	690x250x80 mm+50 mm Üst Parça	Malzeme: Material	S355J2+N	
	Kaynak Yöntemi: Welding Process	135	Test Alanı: Test Field	%100	
Test Şartları Test Conditions	Mıknatıslama Tekniği: Magnetization Techn.	Hand Yoke Alan Geçirerek	Isıl İşlem : Heat Treatment	<input checked="" type="checkbox"/> Yok/No <input type="checkbox"/> Öncesi/Before <input type="checkbox"/> Sonrası/After	
	Cihaz : Equipment	Gammatec	Akım Tipi: Current Type	A.C.	
	Toz Tipi : Particle Type :	BETA Ferromagna	Kutup Mesafesi : Pole Distance	160 mm	
	Standart : Specification	TS EN 17638 TS EN 23278	Mıknatıslık Giderimi: Demagnetization	<input type="checkbox"/> Evet/Yes <input type="checkbox"/> Hayır/No	
Yüzey Şartları : Surface Condition	<input type="checkbox"/> Olduğu Gibi As it is	<input checked="" type="checkbox"/> Taşlanmış Ground	<input type="checkbox"/> Kumlanmış Sand blasted	<input type="checkbox"/> İşlenmiş Machined	
NOT: Note:					
Test Edilen Kısım Test Section	Değerlendirme Evaluation	Açıklamalar / Interpretations (Başlama Noktası, Uygulama Yönü) (Starting Point, Drection Of Application)		Görüşler Remarks	
690x250x80 mm+50 mm Üst Parça	1	%100		KABUL	
Değerlendirme Evaluation					
(1) Kabul / Acceptance (2) Kabul Edilebilir / Acceptable (R) Red (Tamir) / Rejected (Repair)					
TARİH DATE	06.04.2016	TARİH DATE			
KONTR. ED. CONTR. BY.	Yalçın ÇETİN	ONAYLAYAN APPROVED BY			
SEVİYE LEVEL	MT Level 2	İMZA SIGNATURE			

Form No: RP/06

Rev.No: 0

Rev.Tarihi: -

EK-4. Kaynak hesap formülasyonu



Resim 5.1. Kuvvet uygulanan kaynaklı parça

Parça, Resim 5.1’de gösterildiği gibi ok yönünde kuvvete maruz kalmış ve çözüm bu doğrultuda yapılmıştır.

$$a = 5 \text{ mm} \quad b = 100 \text{ mm} \quad h = 100 \text{ mm} \quad F = 1000 \text{ N} \quad l = 100 \text{ mm}$$

$$\sigma_{ak} = 315 \text{ MPa} \quad S = 5$$

$$\text{Kaynak Alanı } (A_k): [(b + 2a) \cdot (h + 2a)] - b \cdot h$$

$$\text{Kaynak Alanı } (A_k): [(50 + 2.5) \cdot (100 + 2.5)] - 50 \cdot 100$$

$$\text{Kaynak Alanı } (A_k): 1600 \text{ mm}^2$$

$$\text{Çekme Gerilmesi } (\sigma_{\zeta}): \frac{F}{A_k}$$

$$\text{Çekme Gerilmesi } (\sigma_{\zeta}): \frac{1000 \text{ N}}{1600 \text{ mm}^2} = 0,625 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 625 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_{ak}}{S} = \frac{315}{5} = 63 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{em} > \sigma_{\zeta} \quad \text{güvenli tasarım}$$

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : HARBALİ, Hikmet Başar
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 14.09.1991, İskenderun
 Medeni hali : Bekâr
 Telefon : 0537 721 7619
 Faks : -
 E-mail : basar_harbali@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / Makine Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Mustafa Kemal Üniversitesi / Makine Mühendisliği	2013
Lise	Ticaret ve Sanayi Odası Lisesi	2009

C sınıfı İş Güvenliği Uzmanı

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2015-Halen	ESMER TORNA	Makine Mühendisi
2015	FİMAKS	Talaşlı İmalat Sorumlusu
2014	OBİAL	Ar-Ge Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

HARBALİ, H. B. & YAPICI, A. (2018) Rüzgâr Türbini Kaldırma Aparatı Optimizasyonu,

Tasarımı Ve Sonlu Elemanlar Analizi. 2. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi
Bildiri Tam Metin Kitabı. Akademisyen Kitabevi. Ankara. (265-270)

Hobiler

Briç oynamak, Kamp ve Doğa yürüyüşleri, Dergi ve Kitap okumak, Müzik dinlemek.



DİZİN

A	Kaynaklar - 78	60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70
Abstract - v		Simülasyon sonucu - 74
Ana Kaldırma Aparatı - iv, v, 9		Simülasyon şartları - 8, 22
Analiz - iv, v, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9		SolidWorks - iv, v, 9
Ansys - iv, v, 1, 2, 3, 4		Sonlu elemanlar - 1, 10
	L	Sonuç ve Öneriler - 74
	Literatür - 2, 3, 4, 5, 6, 7	ST37-3, St44-3, ST52-3 - iv, 8, 9, 74
C-Ç	M	Ş
CAD - 8, 9	Manyetik Test - 73	Şekillerin Listesi - x
Çizelgelerin Listesi - ix	Materyal - 8	
D	Ö	T
Deney Bulguları - 22	Özet - iv	Tasarım - iv
		Test Yük Miktarları - iv, 22
		Teşekkür - vi
		TS EN 17638 MT - iv, 73, 80, 81
		TS EN 23278 MT - iv, 73, 80, 81
E	P	V
Ek-1 - 79	Parametre - iv, v, 8, 22	Vinçler - iv, 1, 2
Ek-2 - 80	Prototip - 71, 72	Von-Mises - 11, 15, 74
Ek-3 - 81		
G	R	Y
Giriş - 1	Resimlerin Listesi - xiii	Yönlendirme Aparatı - iv, v, 9
	Rüzgar Türbini - 1, 6, 7	
İ	S	
İçindekiler - vii	Simgeler Ve Kısaltmalar - xvii	
	Simülasyon - 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59,	
K		
Kaynak Analizi - iv,		



TEKNOVERSITE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

