T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HİDROLİK PRESLERDE ÜRÜN KALİTESİNİ ETKİLEYEN PARAMETRELERİN BELİRLENMESİ

MUHAMMED FATİH ÖZMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. MÜMİN ŞAHİN

EDİRNE-2021

Muhammed Fatih ÖZMAN'ın hazırladığı "**Hidrolik Preslerde Ürün Kalitesini Etkileyen Parametrelerin Belirlenmesi**" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Makine Mühendisliği Anabilim Dalında bir **Yüksek lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Ünvan, Ad, Soyad): İmza

Prof. Dr. Mümin ŞAHİN (Jüri Başkanı)

Prof. Dr. Tahir ALTINBALIK (Üye)

Dr. Öğr. Üyesi Aytaç MORALAR (Üye)

Tez Savunma Tarihi: 12/07/2021

Bu tezin "Yüksek Lisans Tezi" olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Prof. Dr. Mümin ŞAHİN
Tez Danışmanı

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. Hüseyin Rıza Ferhat KARABULUT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

12 / 07 / 2021
Muhammed Fatih ÖZMAN

Yüksek Lisans Tezi
Hidrolik Preslerde Ürün Kalitesini Etkileyen Parametrelerin Belirlenmesi
T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Hidrolik ve mekanik presler, talaşsız şekil veren takım tezgahları içinde en büyük grubu oluşturmakta ve endüstrideki kullanım oranları son yıllarda git gide artmaktadır. Bunlardan özellikle hidrolik presler, nispeten kolay üretim ve gelişmiş kaynak sistemleri ile birçok otomasyon uygulamalarında sağladıkları büyük avantajlardan dolayı ön plana çıkmaktadır.

Bu çalışmada, preslerin endüstrideki yerleri vurgulanarak, teknik yönden detaylı bir inceleme ve hidrolik preslerin tasarım yöntemleri sunulmuştur. Ardından, konsantrik ve eksantrik yükler altında gerilme ve şekil değiştirme dağılımlarının değerlendirilmesi için 500 tonluk örnek bir hidrolik pres ele alınmıştır. Tasarım geometrisinin güvenliği için mevcut uygulamada maksimum yük aşılmadan sonlu elemana dayalı gerilme/şekil değiştirme analizleri ile optimizasyon yapılmıştır.

Yıl : 2021

Sayfa Sayısı : 157

Anahtar Kelimeler : Hidrolik Pres, Tasarım ve Malzeme, Sonlu Elemanlar Yöntemi.

Master's Degree Thesis
Determination of the Parameters Affecting the Product Quality in Hydraulic Presses
Trakya University Institute of Natural Sciences
Mechanical Engineering Department

ABSTRACT

Hydraulic and mechanic presses are the largest group in chipless metal forming machines and their usage rates have grown exponentially across the industry in recent years. Among them, the use hydraulic presses has been more pronounced due to fact that they are comparatively easy to produce and offer great advantages in myriad automation applications especially with an advanced welding system.

In this study, a detailed review of the technical aspects and the design procedures of hydraulic presses are presented with an emphasis on their role in industry. Next, a hydraulic press which has 500 tons power is considered for evaluating the distributions of the stress and the strains under both concentric and eccentric load conditions. By the finite- element based stress/strain analysis, the geometry of the design is optimized to quarantee that the maximum load will not be exceeded in actual implementation.

Year : 2021

Number of Pages : 157

Keywords : Hydraulic Press, Design and Material, Finite Element Method.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanması sırasında, değerli zamanını ayırarak bilgi ve deneyimleri ile beni yönlendiren ve çalışmalarımın sonuçlanmasına yardımcı olan danışman öğretim üyem Sayın hocam Prof. Dr. Mümin ŞAHİN ve Sayın hocam Arş. Gör. Selçuk SELVİ'ye teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen değerli çalışma arkadaşım Yüksek Makine Mühendisi Sedat SARIGÜL'e, pratik çalışmalarımı yürütmem için bana kapılarını açan Form Servis Ekipmanları San. ve Dış Tic. Ltd. Şti. firmasına, maddi ve manevi her türlü desteği sağlayan Yücel Makina Hidrolik Pres İmalatı ailesine, kıymetli ve kadim dostlarım İlkay Can AYYILDIZ'a ve Jeofizik Mühendisi Anıl ORTA'ya ve her şeyden önce, hayatımın her anında desteklerini yanımda hissettiğim biricik aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET iv
ABSTRACT v
TEŞEKKÜR vi
İÇİNDEKİLER vii
ÇİZELGELER DİZİNİ xii
ŞEKİLLER DİZİNİ xiii
BÖLÜM 1 1
GİRİŞ 1
1.1. Tezin Amacı 2
1.2. Tezin İçeriği 2
BÖLÜM 2 4
PRESLERİN SINIFLANDIRILMASI 4
2.1. Hidrolik Presler 5
2.1.1. Hidrolik Preslerin Çalışma Prensibi 6
2.1.2. Hidrolik Sistemlerin Diğer Sistemler İle Kıyaslanması 7
2.1.2.1. Hidrolik Sistemin Avantajları 8
2.1.2.2. Hidrolik Sistemin Dezavantajları 9
2.1.3. Hidrolik Preslerin Kullanım Alanları 10
2.1.4. Hidrolik Preslerin Çalışma Tipleri 12
2.1.5. Silindir Yapılarına Göre Hidrolik Presler 13
2.1.6. Hidrolik Presi Oluşturan Devre Elemanları ve İşlevleri 14
2.1.6.1. Hidrolik Depo (Tank) 16
2.1.6.2. Hidrolik Pompalar 16
2.1.6.3. Filtre Çeşitleri ve Yardımcı Ekipmanlar 17
2.1.6.4. Valfler 20
2.1.6.5. Basınç Göstergeleri (Manometreler) 24
2.1.6.6. Hidrolik Bağlantı Elemanları 25

BÖLÜM 3 26
HİDROLİK PRES TASARIMI VE MALZEME SEÇİMİ 26
3.1. Şase Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı 31
3.2. Alt Plaka Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı 34
3.2.1. Plaka İmalatında Yapı Çeliği Kullanımı 37
3.2.2. Alaşım Elementlerinin Çeliğe Etkisi 38
3.2.3. Alt Plaka Kalınlığının Emniyet Açısından Hesaplanması 42
3.3. Isıtıcı (Rezistans) Plakaların Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı 44
3.4. Hareketli (Koç) Plaka Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı 47
3.5. Ana Silindir ve Plakası Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı 53
3.5.1. Ana Silindir Cidar Kalınlığının Emniyet Açısından Hesaplanması 63
3.6. Ön Dolum Valfi Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı 64
3.7. Ana Piston ve Boğazı Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı 66
3.7.1. Ana Piston Çap Ölçüsünün Belirlenmesi 73
3.8. Kolon Mili ve Somunları Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı 74
3.8.1. Kolon Mili Çap Ölçüsünün Emniyet Açısından Hesaplanması 79
3.9. Yan Kaldırıcı Silindiri ve Mili Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı 80
BÖLÜM 4 87
BİR HİDROLİK PRESİ OLUŞTURAN BİLEŞENLERİN GERİLME ANALİZİ 87
4.1. Şase İçin Gerilme Analizi 89
4.2. Alt Plaka İçin Gerilme Analizi 93
4.3. Isıtıcı Plakalar İçin Gerilme Analizi 97
4.4. Hareketli (Koç) Plaka İçin Gerilme Analizi 101
4.5. Silindir Plaka İçin Gerilme Analizi 105
4.6. Ana Piston İçin Gerilme Analizi 110
4.7. Kolon Milleri İçin Gerilme Analizi 114
4.8. Yan Kaldırıcılar İçin Gerilme Analizi 117
BÖLÜM 5 122
BİR HİDROLİK MELAMİN PRESİ İLE ÜRETİM AŞAMALARININ İNCELENMESİ 122
BÖLÜM 6 132
SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER 132
KAYNAKLAR 137
ÖZGEÇMİŞ 140

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

min	: Minimum
maks	: Maksimum
ÖDV	: Ön Dolum Valfi
HRC	: Rockwell Sertlik Değeri
kg	: Kilogram
g	: Gram
cm	: Santimetre
cm^2	: Santimetre kare
mm	: Milimetre
mm^2	: Milimetre kare
L	: Litre
kW	: Kilovat
dev	: Devir
dk	: Dakika
s	: Saniye
N	: Newton
MPa	: Megapascal
σ_{maks}	: Maksimum Gerilme
M_{maks}	: Maksimum Moment
F	: Uygulanan Kuvvet
a	: Kuvvet Uygulanan Yüzey

q	: Yayılı Yük
h	: Alt Plaka Genişliği
b	: Alt Plaka Yüksekliği
L	: Kolonlar Arası Mesafe
W	: Mukavemet Dayanım Momenti
σ_{ak}	: Akma Gerilmesi
A	: Presin Genişliği
B	: Presin Derinliği
C	: Kalıp Alanının Genişliği
D	: Kalıp Alanının Derinliği
E	: Rezistans Plaka Genişliği
F	: Rezistans Plaka Derinliği
G	: Alt-Üst Isıtıcı Plakalar Arası Açıklık
H	: Ana Silindir (Koç Plaka) Stroku
I	: Yerden Çalışma Yüksekliği
J	: Presin Somun Üst Noktasına Kadar Olan Yüksekliği
K	: Presin ÖDV Üst Noktasına Kadar Olan Yüksekliği
L	: Presin Depo Üstü Yüksekliği (Maksimum Yükseklik)
Fe	: Demir
C	: Karbon
Si	: Silisyum
Mn	: Mangan
P	: Fosfor
S	: Kükürt
N	: Azot
Cr	: Krom

Ni	: Nikel
Mo	: Molibden
V	: Vanadyum
W	: Volfram
Nb	: Niobyum
Ti	: Titanyum
Co	: Kobalt
Al	: Alüminyum
B	: Bor
Cu	: Bakır
Pb	: Kurşun
Sn	: Kalay
$C_{eş}$	: Karbon Eş Değeri
t	: Ana Silindir Cidar Kalınlığı
D_i	: Ana Silindir İç Çapı
σ_t	: Malzeme İçin Belirlenmiş Nominal Güvenlik Dayanımı
P_i	: Ana Silindir İç Basıncı
P	: Çalışma Basıncı
A	: Yüzey Alanı
D	: Malzeme Çapı

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Hidrolik sistemlerin diğer sistemler ile kıyaslanması (SED, 2018).....7
Çizelge 3.1. Tasarımı yapılacak prese ait teknik özellikler. 27
Çizelge 3.2. Yapı çeliklerinin kimyasal değerleri (Teknik Katalog, Yükselen Çelik). ..38
Çizelge 3.3. Eşdeğer karbon oranı ile ön tavlama sıcaklığı arasındaki ilişki (TMH – Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 426, 2003/4). 42

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Örnek bir hidrolik pres (Yücel Makina, 2018). 5
Şekil 2.2. Hidrolik pres ürünleri. 11
Şekil 2.3. a) Yay dönüşlü tek etkili pres b) Ağırlık dönüşlü tek etkili pres (Yağbasan, 2010). 13
Şekil 2.4. Örnek prese ait hidrolik devre şeması. 15
Şekil 2.5. Örnek prese ait hidrolik tank. 16
Şekil 2.6. Hidrolik pompa (www.pinarbasimakina.com.tr). 17
Şekil 2.7. Pompa emiş filtresi (www.hydac.com.tr). 18
Şekil 2.8. Dönüş filtresi (www.hydac.com.tr). 18
Şekil 2.9. Basınç filtresi (www.hydac.com.tr). 19
Şekil 2.10. Yağ dolum kapağı (www.gem-fa.com). 19
Şekil 2.11. Havalandırma filtresi (www.alfil.com.tr). 20
Şekil 2.12. Basınç kontrol valfleri (www.erok.com.tr). 21
Şekil 2.13. Yön kontrol valfi (www.parker.com). 22
Şekil 2.14. Akış kontrol valfleri (www.hydac.com.tr). 22
Şekil 2.15. a) Çekvalfler b) Pilot uyarılı çekvalf (www.erok.com.tr). 23
Şekil 2.16. Manometre (www.pakkens.com). 24
Şekil 2.17. Hidrolik bağlantı elemanları (www.hidropaks.com.tr). 25
Şekil 3.1. Hidrolik prese ait temel özellikler. 28
Şekil 3.2. Hidrolik presi oluşturan bileşenler. 30
Şekil 3.3. Örnek prese ait şase tasarımı. 32
Şekil 3.4. Şase malzemesi ve imalatı. 33
Şekil 3.5. Alt plaka malzemesi. 34
Şekil 3.6. Alt plaka kulak malzemesi. 35
Şekil 3.7. Alt plaka (montaja hazır). 35
Şekil 3.8. Örnek prese ait alt plaka tasarımı. 36

Şekil 3.9. Genel yapı çeliklerinin kaynağa uygunluğu (TMH – Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 426, 2003/4). 37
Şekil 3.10. Alt plaka üzerine etki eden yayılı yük. 42
Şekil 3.11. Sürekli mukavemet bölgesi diyagramı 43
Şekil 3.12. Örnek prese ait rezistans plaka tasarımı. 45
Şekil 3.13. Fişek rezistans iç yapısı (ISIMAK). 47
Şekil 3.14. Hareketli (koç) plaka malzemesi. 48
Şekil 3.15. Kaynak işlemi için kaba işlenmiş hareketli plaka malzemesi. 49
Şekil 3.16. Hareketli (koç) plaka kaynak işlemi. 50
Şekil 3.17. Hareketli (koç) plakanın hassas işlenmesi. 51
Şekil 3.18. Hareketli (koç) plaka (montaja hazır). 51
Şekil 3.19. Örnek prese ait hareketli (koç) plaka tasarımı. 52
Şekil 3.20. Silindir plaka malzemesi. 54
Şekil 3.21. Silindir plakanın işlenmesi. 55
Şekil 3.22. Kaynak işlemi için bekletilen yarı mamul plaka. 55
Şekil 3.23. Ana silindir malzemesi. 56
Şekil 3.24. Ana silindir malzemesinin iç boşaltma işlemi. 57
Şekil 3.25. Silindir plaka (kaynak işlemi sonrası). 58
Şekil 3.26. a) Fırında gerilim giderme b) Vibrasyon ile gerilim giderme. 59
Şekil 3.27. Ana silindir plakasının hassas işlenmesi. 60
Şekil 3.28. Ana silindir plakası astar ve boya işlemi. 61
Şekil 3.29. Örnek prese ait ana silindir ve plakası tasarımı. 62
Şekil 3.30. Örnek prese ait ön dolum valfi tasarımı. 65
Şekil 3.31. Ana piston malzemesi. 67
Şekil 3.32. Ana pistonun işlenmesi. 67
Şekil 3.33. Ana piston (montaja hazır). 68
Şekil 3.34. Örnek prese ait ana piston tasarımı. 69
Şekil 3.35. Ana piston boğaz yataklama malzemesi. 70
Şekil 3.36. a) Ana piston boğaz flanşı b) Boğaz flanşı bağlantı yeri. 71
Şekil 3.37. Örnek prese ait ana piston boğaz tasarımı. 72
Şekil 3.38. Kolon mili malzemesi. 75
Şekil 3.39. Kolon millerinin işlenmesi. 75

Şekil 3.40. Kolon milleri (yarı mamul). 76
Şekil 3.41. a) Kolon milleri (kaplamaya hazır) b) Kolon milleri (montaja hazır). 77
Şekil 3.42. Kolon mili somunları ve kontra somunları. 77
Şekil 3.43. Örnek prese ait kolon mili ve somunları tasarımı. 78
Şekil 3.44. Yan kaldırıcı silindir malzemesi (www.yilmazcelikboru.com). 81
Şekil 3.45. Yan kaldırıcı silindiri (kaynağa hazır). 81
Şekil 3.46. Yan kaldırıcı silindiri (kaynak işlemi). 82
Şekil 3.47. Yan kaldırıcı silindiri (nihai ölçülerde işlenmiş). 83
Şekil 3.48. Yan kaldırıcı yataklama malzemesi. 84
Şekil 3.49. Yan kaldırıcı pistonunun işlenmesi. 85
Şekil 3.50. Yan kaldırıcı grubu (montaja hazır). 85
Şekil 3.51. Örnek olarak ele alınan prese ait yan kaldırıcı grubu tasarımı. 86
Şekil 4.1. Şasenin modellenmesi. 89
Şekil 4.2. Şasenin sabitlenmesi (fikstür). 90
Şekil 4.3. Şase için sınır şartlarının girilmesi. 90
Şekil 4.4. Şase için mesh oluşturma. 91
Şekil 4.5. Şase üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises). 91
Şekil 4.6. Şase üzerinde meydana gelen yer değiştirmeler. 92
Şekil 4.7. Alt plakanın modellenmesi. 93
Şekil 4.8. Alt plakanın sabitlenmesi (fikstür). 94
Şekil 4.9. Alt plaka için sınır şartlarının girilmesi. 94
Şekil 4.10. Alt plaka için mesh oluşturma. 95
Şekil 4.11. Alt plaka üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises). 95
Şekil 4.12. Alt plaka üzerinde eğilmeye bağlı meydana gelen yer değiştirmeler. 96
Şekil 4.13. Isıtıcı plakaların modellenmesi. 97
Şekil 4.14. Isıtıcı plakaların sabitlenmesi (fikstür). 98
Şekil 4.15. Isıtıcı plakalar için sınır şartlarının girilmesi. 98
Şekil 4.16. Isıtıcı plakalar için mesh oluşturma. 99
Şekil 4.17. Isıtıcı plakalar üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises). 99
Şekil 4.18. Isıtıcı plakalar üzerinde eğilmeye bağlı yer değiştirmeler. 100
Şekil 4.19. Hareketli plakanın modellenmesi. 101
Şekil 4.20. Hareketli plakanın sabitlenmesi (fikstür). 102

Şekil 4.21. Hareketli plaka için sınır şartlarının girilmesi. 102
Şekil 4.22. Hareketli plaka için mesh oluşturma..... 103
Şekil 4.23. Hareketli plaka üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises)..... 103
Şekil 4.24. Hareketli plaka üzerinde eğilmeye bağlı yer değiştirmeler. 104
Şekil 4.25. Silindir plakanın modellenmesi. 105
Şekil 4.26. Silindir plakanın sabitlenmesi (fikstür)..... 106
Şekil 4.27. Silindir plaka için sınır şartlarının girilmesi. 106
Şekil 4.28. Silindir plaka için mesh oluşturma. 107
Şekil 4.29. Silindir plaka üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises)..... 108
Şekil 4.30. Silindir plaka üzerindeki yer değiştirmeler..... 109
Şekil 4.31. Ana pistonun modellenmesi..... 110
Şekil 4.32. Ana pistonun sabitlenmesi (fikstür)..... 111
Şekil 4.33. Ana piston için sınır şartlarının girilmesi. 111
Şekil 4.34. Ana piston için mesh oluşturma..... 112
Şekil 4.35. Ana piston üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises)..... 112
Şekil 4.36. Ana piston üzerinde oluşan yer değiştirmeler..... 113
Şekil 4.37. Kolon milinin modellenmesi. 114
Şekil 4.38. Kolon mili için sınır şartlarının girilmesi. 115
Şekil 4.39. Kolon mili için mesh oluşturma..... 115
Şekil 4.40. Kolon mili üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises)..... 116
Şekil 4.41. Kolon mili üzerinde oluşan yer değiştirmeler..... 116
Şekil 4.42. Yan kaldırıcı silindirlerin modellenmesi. 117
Şekil 4.43. Yan kaldırıcı silindirlerin sabitlenmesi (fikstür)..... 118
Şekil 4.44. Yan kaldırıcı silindirleri için sınır şartlarının girilmesi. 118
Şekil 4.45. Yan kaldırıcı silindirleri için mesh oluşturma. 119
Şekil 4.46. Yan kaldırıcı silindirleri üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises)..... 120
Şekil 4.47. Yan kaldırıcı silindirleri üzerinde oluşan yer değiştirmeler. 121
Şekil 5.1. Üre kalıplama bileşimi ile imal edilen ürünler (www.korfezkimya.com). 123
Şekil 5.2. Melamin kalıplama bileşimi ile imal edilen ürünler (www.korfezkimya.com). 123
Şekil 5.3. Üre baskı tozu. 124
Şekil 5.4. Tepsi imalatında kullanılacak olan kalıplar. 125

Şekil 5.5. Üre kalıplama bileşiminin kalıba doldurulması. 125
Şekil 5.6. Baskı deseni. 126
Şekil 5.7. 2.Baskı ile desenin malzeme üzerine işlenmesi (pişirme). 127
Şekil 5.8. 3.Baskı ile yüzey parlaklığının sağlanması (laminasyon). 128
Şekil 5.9. Presleme aşamalarının PLC ekrandan izlenmesi. 128
Şekil 5.10. Malzemenin sıcaktan çekmesini engellemek amacıyla ağırlık yardımıyla desteklenmesi. 129
Şekil 5.11. Malzeme kenarlarının temizlenmesi. 130
Şekil 5.12. Kenar parlatma makinesi. 131
Şekil 5.13. Kullanıma hazır ürünler. 131
Şekil 6.1. Sıcaklık ve basınçtan kaynaklanan ürün hatası. 135
Şekil 6.2. Kağıdın düzgün yerleştirilmemesinden kaynaklanan ürün hatası. 136
Şekil 6.3. Lamanidin kalıp içerisine homojen olarak yayılmamasından kaynaklanan ürün hatası. 136

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Hidrolik biliminin uygulama alanlarından biri olan presler, endüstrinin bir çok alanında kaliteli ve seri imalat yapılmasına imkan sağlar. Yeni malzemeler, ürünler ve yeni imalat prosesleri de presler için yeni uygulama alanlarının ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır. Preslerde hidroliğin kullanımıyla birlikte, büyük güçler elde edildiğinden etkili ve yüksek miktarda üretim, aynı zamanda da makine ve insan için emniyet sağlanmıştır. Günümüzde endüstriyel hidroliğin temel taşı olan hidrolik presler, başta sıvama, bükme, ekstrüzyon ve dövme işlemleri olmak üzere genel olarak demir – çelik endüstrisinin vazgeçilmezlerindendir (Taş, 2008).

Hidrolik sistemler, ilk defa uygulanmaya başlanan üretim makinelerinden biridir. En düşük kapasiteli preslerden büyük basınçlara ihtiyaç duyulan en büyük preslere kadar uygulama alanı mevcuttur. İstenilen hızlara ve güçlere ulaşılabilmesi, sistem kontrolünün basit, anlaşılır ve uzaktan kontrol edilebilme özelliğinin olması sayesinde bu sistemler, preslerde kullanılmıştır. Yüksek sıcaklıkta ve büyük yükler altında fayda sağlayan hidrolik sistemler, çelik endüstrisinde, otomobil sanayisinde, sıcak metal işçiliği gerektiren sektörlerde her çeşit presleme işlemlerinde kullanılabilmektedir. İlk başlarda basma, bükme, şişirme, çekme ve kıvırma gibi işlemlerin yer aldığı sanayi sektörlerinde kullanılan hidrolik presler, darbeli çalışmaya ihtiyaç duyulan kesme kalıplarında, mekanik preslere kıyasla daha iyi sonuçlar vermesi sayesinde pres sanayisinde kendine daha geniş çalışma alanları bulmasını sağlamıştır (Sezgen, 2016).

Seri üretim yapılan sektörlerde, otomasyon sistem ve ekipmanlarının (robot kollar vb.) presler ile aynı hidrolik sistem üzerinden kontrol edilebilmesi bu sistemlerin sanayideki önemini arttırmıştır. Bu sayede, çok daha az insan gücü ile kısa sürelerde daha verimli üretim yapılmasına olanak sağlanmıştır. Otomotiv endüstrisinde de

görüldüğü gibi, bir grup işlemin aynı anda ve daha kısa sürede yapıldığı, hatta pres kalıplarının sökülüp takılmasının veya değiştirilmesinin dahi otomatik olarak gerçekleştirildiği üretim sistemleri hidrolik, pnömatik ve robotik sistemler ile sağlanmaktadır (Fındık, 2004).

1.1. Tezin Amacı

Bu tez çalışmasının hedefleri aşağıda sıralandığı gibidir:

- Teorik araştırmalar neticesinde hidrolik presler ve bunların çalışma prensipleri hakkında genel bilgi edinerek pres tasarımında ve malzeme seçiminde dikkat edilen hususları ele almak,
- Bir hidrolik melamin presini oluşturan genel parçaların imalat sırasına göre tasarımlarını ve bilgisayarlı sonlu elemanlar yöntemi ile gerilme ve genliklerini incelemek,
- Tasarlanan ve imal edilen pres kullanılarak üretilen bir melamin ürünün imalat sürecinin takip edilmesi.

1.2. Tezin İçeriği

Bu tez çalışmasının içeriği, hidrolik melamin presleri ve çalışma prensiplerinin araştırılması, pres tasarımı, malzeme seçimi ve sonlu elemanlar yöntemi ile analiz ve bu verilere dayanarak üretilen hidrolik presle elde edilen ürünlerin incelenmesi olarak özetlenebilir.

İkinci bölümde presler hakkında genel bilgi verilmiş olup hidrolik preslerden detaylı olarak bahsedilmiştir. Çalışma prensibi, diğer sistemlere göre avantajları vb. konular üzerinde durulup ele aldığımız örnek presin çalışmasını sağlayan hidrolik parçalar detaylı olarak incelenmiştir.

Üçüncü bölümde ele aldığımız örnek presin teknik özellikleri, presi oluşturan parçalar ve bu parçaların tasarımı ve malzeme seçimleri hakkındaki bilgilere yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde sonlu elemanlar yöntemi ile pres üzerinde yapılan analizler incelenmiştir. Bu bağlamda, sonlu elemanlar yöntemi ile ilgili kısaca bilgiler verilmiş, tasarımda ve analizde kullanılan “SOLIDWORKS” programı tanıtılmıştır.

Beşinci bölümde tasarlanan ve imal edilen presle üretimi gerçekleştirilebilen melamin kalıplama bileşiği, üre kalıplama bileşiği vb. maddelerin özelliklerinden ve sistematik üretim aşamalarından bahsedilmiştir.

Altıncı bölümde ise tez araştırması süresince elde edilmiş sonuçlar değerlendirilmiş, konuyla ilgili tespit edilen eksikler ve gereklilikler üzerine tavsiyelerde bulunulmuştur.

BÖLÜM 2

PRESLERİN SINIFLANDIRILMASI

Presler en genel tabirle, elektrik motorundan alınan dönme hareketinin mekanik enerjiye çevrilerek kullanılması prensibiyle çalışan makineler olarak tanımlanabilir. Presleri incelerken temel olarak üç gruptan bahsetmek mümkündür. Bunlar:

a) Tahrik Sistemine Göre Presler
   - Mekanik Presler
   - Hidrolik Presler

b) Gövde Tipine Göre Presler
   - C Tipi Presler
   - H Tipi Presler
   - Pik Gövdeli Presler
   - Çelik Konstrüksiyonlu Presler
   - Sütun Gövdeli Presler

c) Kuvvet Etki Sayısına (Kızak Sayısına) Göre Presler
   - Tek Etkili (Kızaklı)
   - Çift Etkili (Kızaklı)
   - Üç Etkili (Kızaklı)

Tez çalışması boyunca incelenecek olan örnek pres, tahrik sistemine göre; hidrolik, gövde tipine göre; sütun gövdeli ve kuvvet etki sayısına (kızak sayısına) göre; çift etkili (kızaklı) bir prestir.

2.1. Hidrolik Presler

Hidrolik presler, bir hidrolik silindirin ileri geri hareket ettirilmesiyle elde edilen güç sayesinde iş yapan hidrolik devreli pres makineleridir. Hidrolik presler yağ basıncı ile çalışan preslerdir (Yağbasan, 2010).



Şekil 2.1. Örnek bir hidrolik pres (Yücel Makina, 2018).

Bir hidrolik pres, üretilen kuvveti karşılayan pres gövdesi (şase), ana silindir (birden fazla silindir ile de tasarım yapmak mümkündür), geri dönüş silindirleri (yan kaldırıcı silindirleri olarak da bilinirler) ve sabit ya da değiştirilebilir kalıpların bağlanacağı konstrüksiyon elemanlarından oluşmaktadır. Bunula birlikte, presin çalışma alanına bağlı olarak kalıp ve takımlar için özel bağlantı elemanları kullanılabilir. Hidrolik tank, pompa, yön denetim valfleri, hidrolik borular ve ölçüm cihazları presi tamamlayan diğer elemanlardır (Zengil, 2004).

2.1.1. Hidrolik Preslerin Çalışma Prensibi

Hidrolik preslerde kullanılan pompalar bir elektrik motoru ile tahrik edilir ve bu sayede sistem için gerekli olan basınçlı yağ elde edilir. Elde edilen bu basınçlı yağ, yön denetim valfleri ve basınç ayar regülatörleri ile kontrol edilip, silindirlere ulaştırılarak silindirlerin hareketi sağlanmış olur. Silindirlerin aşağı/yukarı yöndeki hareketi ile silindire bağlı olan hareketli (koç) tabla/plaka hareket ettirilir (Köseler, 2014).

Silindirlere gönderilen yağ miktarı ve yağ basıncı kontrol edilebildiği için presin aşağı ve yukarı yöndeki hızları, presleme anındaki hızı ve presleme tonajı (kuvveti) her pozisyonda kontrol edilebilir ve isteğe göre arttırılıp azaltılabilir. Bu özelliklerinden dolayı hidrolik presler, form verme ve derin çekme işlemleri başta olmak üzere birçok alanda tercih edilirler (Köseler, 2014).

Hidrolik preslerin çalışma prensibini daha iyi anlayabilmek için hidrolik preslerin temelini oluşturan, çalışmasını sağlayan hidrolik sistemleri ve bu sistemlerin diğer sistemlere göre avantaj ve dezavantajları incelenecek.

2.1.2. Hidrolik Sistemlerin Diğer Sistemler İle Kıyaslanması

Elektrik motorunun tahrik ettiği hidrolik pompa ile akışkanın belirli basınçta ve debide basıldığı ve bu hidrolik enerji ile doğrusal, dairesel ve açısal hareketin üretildiği sistemler hidrolik sistemler olarak tanımlanır (MEGEP, 2011). Çizelge 2.1'de hidrolik sistemlerin diğer sistemlerle belirli yönlerden kıyaslanması verilmiştir.

Çizelge 2.1. Hidrolik sistemlerin diğer sistemler ile kıyaslanması (SED, 2018).

	PNÖMATİK	**HİDROLİK**	**ELEKTRİK**
ENERJİ ÜRETİMİ	Kompresör yardımıyla istenilen basınç değerinde sınırsız açık havadan temin edilir.	Hidrolik pompa ile yağın sıkıştırılması yolu ile elde edilir.	Barajlar (Hidroelektrik), nükleer enerji dönüşümü ile elde edilir.
ENERJİ DEPOLANMASI	Tanklarda büyük miktarlarda depolanır.	Akümülatörlerle düşük miktarlarda depolanır.	Akü ve pillerle düşük miktarlarda depolanabilir.
ENERJİ TAŞIMA	1000 metreye kadar basınç kayıplarıyla taşınabilir.	100 metreye kadar basınç kayıplarıyla taşınabilir.	Sınırsız.
KAYIP	Enerji kaybı dezavantajdır.	Enerji kaybı ve sızan akışkan çevreyi kirletir.	Diğer iletkenlerle temas olmadan kayıp olmaz.
ENERJİ MALİYETİ	Yüksek	Orta	Düşük

Endüstriyel alanda en çok kullanılan sistemler elektriksel sistemler, hidrolik sistemler ve pnömatik sistemler diye özetleyebiliriz. Ancak Çizelge 2.1'de görüldüğü üzere tüm bu sistemlerin birbirine karşı üstünlükleri yer almaktadır. Sadece maliyet düşünülürse, toplam işletme maliyeti ile en uygun sistem elektriksel sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda, diğer sistemleri pahalı, hantal, enerji bağımlı ve uzak noktalara taşınması zor diyerek olumsuz değerlendirebiliriz. İşte tam bu noktada akıllara neden hidrolik sorusu gelmektedir. Bu olumsuzluklara rağmen neden hidrolik? Bunu açıklamanın en pratik yolu hidrolik sistemlerin avantaj ve dezavantajlarını açıklamak ile mümkündür. Zira işletmeler kurulacak sistemin avantaj ve dezavantajlarına göre tercihlerini yapmaktadırlar (SED, 2018).

2.1.2.1. Hidrolik Sistemin Avantajları

1. Hidrolik akışkan (yağ) sayesinde, sistemin çalışması ile açığa çıkan ısı kolayca uzaklaştırılabilir.
2. Yüksek tork ve kuvvetleri sağlayabilen küçük ebatlı hidrolik devre elemanları sayesinde, sistemdeki gücün arttırılması için çalışma basıncını veya pompa debisini arttırmak yeterlidir.
3. Hidrolik ekipmanlar, çalışma anında start/stop işlemlerini hızlı bir şekilde yaparlar. Bu sayede, sistemin hareket yönünü sisteme zarar vermeden hızlı bir şekilde değiştirebilirler.
4. Devrede bulunan yağ, sistemin çalışması sırasında "sönümleme" görevi görerek çalışma esnasında oluşabilecek ani yük değişimleri ve pik basınçlara karşı sistemi korur. Ayrıca, sisteme ilave edilebilen basınç emniyet valfleri sayesinde pompa basıncının ayarlanan basınç değerinin üstüne çıkması engellenir.
5. Hidrolik sistemler kendi yağlama işlemini yapabildiklerinden, uygun yağın kullanılması ile başka bir yağlama sistemine gerek kalmadan çalışan bütün yüzeylerin yağlama işlemi gerçekleştirilmiş olur.
6. Sisteme ilave edilecek bir "biriktirici" yardımı ile belirli bir hacimdeki basınçlı yağ depolanabilir. Depolanan bu yağın ihtiyaç halinde devreye aktarılmasıyla;

- Kısa sürede yüksek hız gerektiren durumlarda pompa gücünden tasarruf edilir.
- Elektrik kesintisi olduğu durumlarda iş yarım kalmamış olur.
- Sistemdeki sızıntılar telafi edilir.
- Yağın genleşmesinden ve valflerin açılıp kapanmasından dolayı oluşan basınç yükselmesi önlenir.
- Sistemde titreşim oluşması önlenir.

7. Hidrolik sistemler sessiz çalışırlar.
8. Sistemde kullanılan hidrolik devre elemanları uzun ömürlüdür (Yanmış, 2010).

2.1.2.2. Hidrolik Sistemin Dezavantajları

1. Hidrolik güç elektriğe göre kolayca hazır hale getirilemez. Örneğin, yağ içerisinde bulunabilecek yabancı maddelerin hassas biçimde süzülmesi gerekir. Bu yüzden sistemde emiş filtresi, basınç filtresi, dönüş filtresi ve hava filtresi gibi ekstra ekipman kullanımı gerektirir.
2. Sistem maliyeti, aynı görevi görebilecek bir elektrik sistemin maliyetinden yüksek olabilir.
3. Parlamaya ve yanmaya karşı dayanıklı akışkanlar kullanılmadıkça yangın ve patlama riskleri vardır. Ayrıca hidrolik yağlar çevreye zarar verir.
4. Hidrolik sistemlerin bakımı zahmetli ve maliyetlidir.
5. Sistemde oluşabilecek yağ kaçakları sebebiyle arızalar ve hidrolik ekipmanlarda hasarlar meydana gelebilir (Yanmış, 2010).
6. Hidrolik akışkanlar, yüksek ısılara karşı hassastır. Akışkan sıcaklığının 50℃'yi geçmesi istenmez.
7. Hidrolik ekipmanlar, yüksek basınç altında çalışacağı için sağlam bir yapıda olmalıdırlar (bu durum kaliteli malzeme ihtiyacına bağlı olarak maliyet gerektirir).
8. Hidrolik akışkanların sürtünme direnci yüksek olduğu için uzak mesafelere taşınamaz.
9. Akış hızı düşüktür. Bu sebeple devre elemanları, düşük hızlarla çalışır (MEGEP, 2011).

2.1.3. Hidrolik Preslerin Kullanım Alanları

Presleme, her çeşit metal veya plastik parçanın üretimi için tasarlanarak üretilmiş ve pres olarak isimlendirilen makineler ile parça üzerinde şekillendirme sürecidir. Preslerde imal edilen ürünler, parçalar, her türlü metal veya metal olmayan malzemelerden üretilebilmektedir (Şanlı, 2019).

Şekillendirmeye müsait tüm metallerin ve metal olmayan malzemelerin şekillendirilmesinde kullanılan hidrolik form presleri; evye, tüp, tencere, bombe gibi ürünlerin imal edildiği hidrolik derin çekme (sıvama) presleri; banyo aksesuarları, sıhhi tesisat malzemeleri, değişik renk ve desen uygulamalı mutfak gereçleri, hediyelik eşya, elektrik malzemeleri, tencere – çaydanlık tutamakları gibi ürünlerin imal edildiği hidrolik melamin ve bakalit presleri; havacılık ve uzay sanayisinde, savunma sanayisinde; balistik koruyucu yelek, kompozit başlık gibi ürünlerin imal edildiği hidrolik polyester kalıplama presleri; tuğla, kiremit gibi sıcak baskı ile üretilen ürünlerin imal edildiği hidrolik refrakter presleri, presleme işlerine örnek verilebilir.

Hidrolik preslerde, tasarım gereği, hidrolik ünite üzerinde yer alan elektrik motoru/motorları bağlı olduğu pompayı hareket ettirip tankta bulunan hidrolik yağı silindirlere aktararak silindir içerisindeki pistonun strok boyunca hareketini sağlar. Strok sonunda yağın sıkıştırılması ile açığa çıkan yüksek basınç sayesinde oluşan baskı kuvveti kalıbın sıkıştırılmasını sağlar. Bu işlem sırasında hep aynı kuvveti uygulayabilme özelliği sayesinde günümüz endüstrisinde kendine geniş kullanım alanları bulan hidrolik presler ile üretilen malzemeler daha sağlam, daha işlenebilir olmaktadır. Uzun süre sorunsuz bir şekilde çalışabilme özelliğine sahip olmasından dolayı bu presler, özellikle seri imalat yapan, gece gündüz durmaksızın çalışan fabrikalarda kısa sürede çok fazla ve kaliteli malzeme üretimine olanak sağlamaktadır. Otomotiv, beyaz eşya, plastik ve kauçuk gibi sektörler bu bağlamda başı çeken sektörlerdir. Şekil 2.2'de hidrolik pres ürünlerine ait örnekler verilmiştir.



Şekil 2.2. Hidrolik pres ürünleri.

Teknolojinin sürekli gelişmesiyle birlikte, özellikle pazarda hammadde ihtiyacının artmasıyla, daha kısa sürede çok daha fazla miktarda ve kaliteli ürün ihtiyacı doğmuştur. Ayrıca firmaların bu gelişime uyum sağlayıp daha büyük kapasiteli işler yapmak istemesi çeşitli ebatlarda ve çeşitli tonajlarda hidrolik pres ihtiyacının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ayrı ayrı üretilip daha sonradan birleştirilen parçaların yerini bir bütün olarak (yekpare) üretilen parçalar almaya başlamıştır. Otomotiv sektöründe, kamyon ve tırların karoserlerinin tek parça halinde üretilme denemeleri bu alanda yapılan çalışmalara örnek verilebilir.

2.1.4. Hidrolik Preslerin Çalışma Tipleri

Hidrolik presleri üç çalışma tipinde incelemek mümkündür:

- **Manuel (El ile) Çalışma**

Manuel çalışma tipinde, hidrolik presin hareket eden tablası (koç) hangi yöne ait butona basılırsa o yöne doğru hareket eder (aşağı butonuna basılırsa aşağı, yukarı butonuna basılırsa yukarı doğru hareket eder). Butondan elimizi çektiğimizde hareket durur. Bu şekilde hidrolik pres, kontrolümüz dahilinde kademeli bir şekilde çalıştırılmış olur. Manuel çalışma, genellikle deneme ve devreye alma işlemlerinde, prese yapılan bakım çalışmalarında, kalıp değişimi, kalıp montajı vb. işlemler yapıldığı sırada tercih edilir.

- **Otomatik Çalışma**

Otomatik çalışma tipinde koç tabla, start butonuna/butonlarına basıldığında ayarlanan mesafe kadar aşağı iner, ayarlanan çalışma süresi boyunca iş yapar ve işin sonunda tekrar başlangıç konumuna döner. Start butonuna bir kez basıp plakayı harekete geçirdikten sonra elimizi çeksek bile pres çalışmaya devam eder. Bu çalışma tipi, imalat esnasında kullanılır ve her operasyon için start butonuna tekrar basmamız gerekir.

Hidrolik preslerde otomatik çalışma esnasında, çalışan kişinin de güvenliğini sağlamak amacıyla "çift el start butonları" uygulaması yapılmaktadır. Bu uygulamayla birlikte presi kullanan operatör, presi çalıştırabilmek için bu butonlara aynı anda iki elle basmak zorundadır ve bu sayede operatörün elinin çalışma alanından uzaklaştırılması sağlanmış olur.

- **Seri Çalışma**

Seri çalışma tipinde ise, hareket eden tabla (koç), start butonuna basıldıktan sonra ayarlanan hıza bağlı olarak seri bir şekilde aşağı yukarı hareket ederek malzemeye şekil verir. Bu tip çalışma, genellikle standart veya seri üretim yapan, otomatik malzeme beslemeli bant hattı kullanan firmalarda görülür. Bu sayede, pres kesintisiz olarak çalıştırılarak kısa sürede çok sayıda parça üretimi mümkün kılınır.

Hidrolik preslerde çalışma tipleriyle birlikte kullanabileceğimiz "kademeli hız" kavramından bahsetmek mümkündür. Kademeli hız ile hareket eden tablanın (koçun) aşağı hareketini belirlediğimiz mesafeye kadar hızlı bir şekilde yapıp sonrasında kalıp üzerine yavaş bir şekilde basmasını ayarlayabiliriz. Aynı şekilde, presleme işleminden sonra koç tabla başlangıç noktasına dönerken belirlediğimiz mesafeye kadar hızlı gitmesi, kalan mesafeyi yavaş gitmesi de mümkündür. Hidrolik preslerdeki bu özellik sac metal kalıpçılığında derin çekme işlemlerinde çok kullanılır. Preste yapılan operasyon hızının artması aynı sürede daha fazla parça üretimini sağlar.

2.1.5. Silindir Yapılarına Göre Hidrolik Presler

Silindir yapılarına göre hidrolik presler iki gruba ayrılır;

- **Tek Etkili Hidrolik Presler**

Tek etkili hidrolik silindir kullanılarak imal edilmiş preslerdir. Bu preslerde silindirin ileri yöndeki hareketi hidrolik akışkanın oluşturduğu hidrolik etki (kuvvet) sayesinde gerçekleşir. Geri dönüşte ise yay kuvveti (Şekil 2.3a) veya ağırlık (Şekil 2.3b) kullanılır. Diğer preslere göre daha basit yapıdadırlar.



(a) (b)

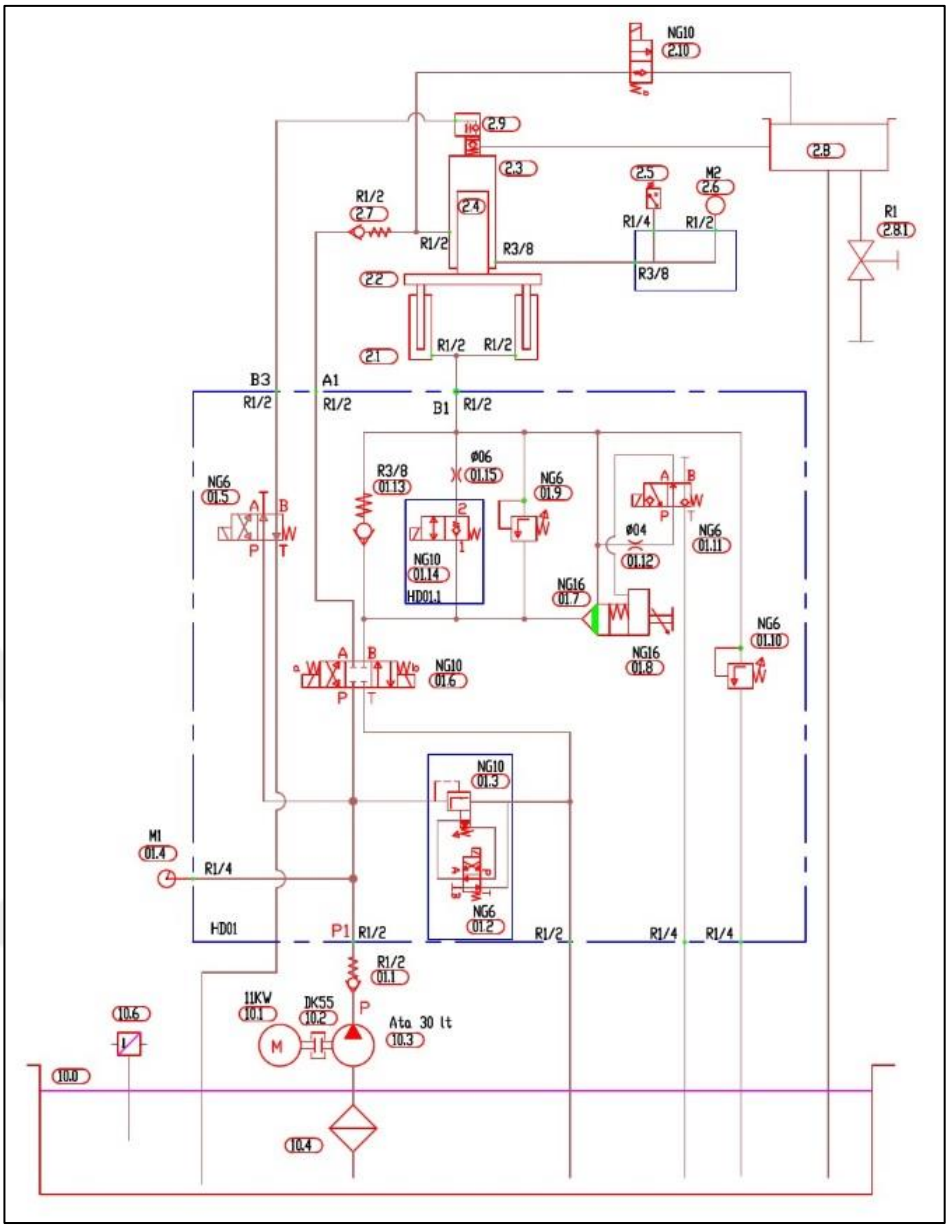
Şekil 2.3. a) Yay dönüşlü tek etkili pres b) Ağırlık dönüşlü tek etkili pres (Yağbasan, 2010).

- **Çift Etkili Hidrolik Presler**

Çift etkili hidrolik silindir kullanılarak imal edilmiş preslerdir. Bu preslerde silindirin ileri yöndeki hareketinin yanı sıra geri yöndeki hareketleri de hidrolik kuvvet sayesinde gerçekleştirilir. Yön kontrolleri, ileri ve geri yönde hareket sağlayan solenoid valfler (yön kontrol valfleri) ile gerçekleştirilir. Ayrıca hareketli tablanın ileri ve geri yöndeki hızlarını da kontrol etmek mümkündür. Bu makinelerde silindir sayısı arttırılarak ve silindir çapları büyütülerek çok büyük tonajlara sahip presler elde etmek mümkündür (Yağbasan, 2010). Şekil 2.1'de gösterilen örnek pres, çift etkili hidrolik prese örnektir.

2.1.6. Hidrolik Presi Oluşturan Devre Elemanları ve İşlevleri

Hidrolik presin çalışmasını sağlayan ana ve yardımcı elemanlar tasarım gereği "hidrolik ünite" adı verilen bölüme monte edilmiştir. Hidrolik ünitede yer alan bu elemanlar, "hidrolik devre şeması" adı verilen bir şemada TS ISO 1219 standartlarına göre belirlenmiş sembollerle gösterilmektedir. Hidrolik presin çalışma sistemini daha iyi anlamak adına, ele aldığımız örnek presin; hidrolik devre şeması, hidrolik ünitesi ve devre elemanları yakından incelenecek:



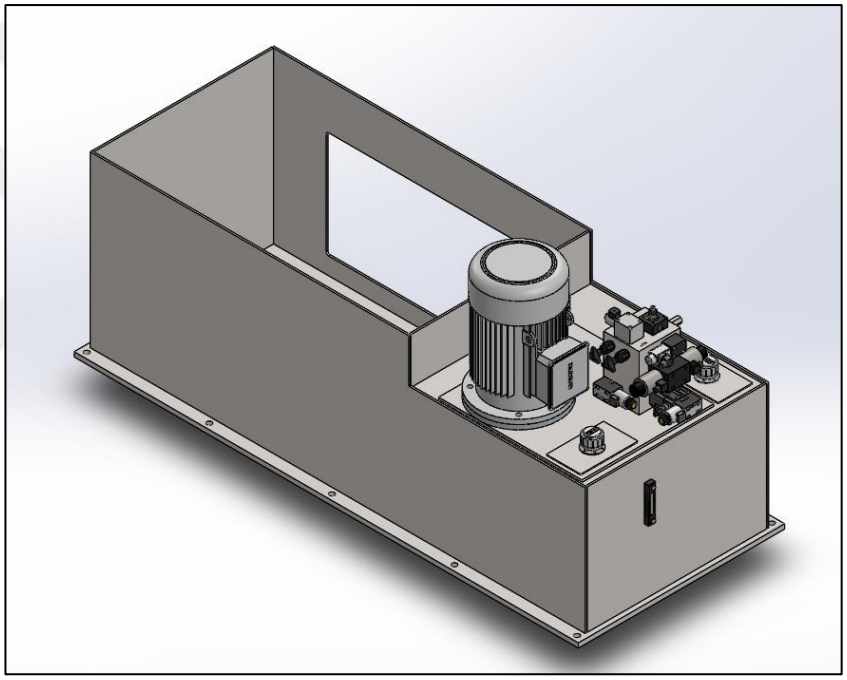
Şekil 2.4. Örnek prese ait hidrolik devre şeması.

Şekil 2.4'teki hidrolik devre şemasında da görüldüğü gibi, hidrolik prese ait parçaların ve hidrolik ekipmanların birbirlerinden ayırt edilebilmesi için numaralandırma yapılmıştır. Numaralandırma işlemi üretici firmaların kendi inisiyatifine bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

2.1.6.1. Hidrolik Depo (Tank)

Preste hidrolik akışkanın depolandığı, çalışma şartlarına uygun şekilde hazırlandığı, devre elemanına hidrolik tank (depo) denir (Şekil 2.5).

Hidrolik tank tasarımı, sistemde dolaşıp ısınan hidrolik akışkanın soğutulma ihtiyacı göz önünde bulundurularak, hava akımı oluşacak şekilde yapılır. Öte yandan, çevrimi tamamlamış hidrolik akışkanın tekrardan, doğrudan emilmesini engellemek amacıyla - özellikle pompanın emiş hattının bulunduğu kısma – sac malzeme kullanılarak ayrı bir odacık yapılır. Ayrıca, tank içerisindeki hidrolik akışkanın seviyesini ve sıcaklığını görmek amacıyla yağ seviye – sıcaklık göstergesi yerleştirilir.



Şekil 2.5. Örnek prese ait hidrolik tank.

2.1.6.2. Hidrolik Pompalar

Tankta bulunan akışkanı, ayarlanan basınç ve debide sisteme gönderen devre elemanıdır (Şekil 2.6). Pompalar, mekanik enerjiyi (moment, hız) hidrolik enerjiye (debi, basınç) dönüştürür. Dönme hareketini genellikle, bir kaplin yardımıyla bağlı olduğu elektrik motorundan alır. Pompalar, hidrolik akışkanın sisteme sevkini sağlar yani debiyi oluşturur, basınç oluşturmaz. Sisteme gönderilen hidrolik akışkan bir engel ile karşılaşınca basınç oluşur. Bir sistem kurulurken, sistem için gerekli debiyi sağlayacak pompa seçilmelidir. Buna ek olarak, seçilen pompaya uygun özellikleri

taşıyan filtre ve bağlantı elemanları kullanılmalıdır. Pompa çalıştırılırken elektrik motorunun dönüş yönü ile pompa milinin dönüş yönü birbirine uygun olmalıdır. Pompanın içindeki koruyucu yağlar temizlenmelidir. İlk harekete geçerken basınç borusunun havası alınmalı, emiş borusu hidrolik yağla doldurulmalıdır. Ayrıca yağ seviyesi sık sık kontrol edilmelidir (SED, 2018).



Şekil 2.6. Hidrolik pompa (www.pinarbasimakina.com.tr).

2.1.6.3. Filtre Çeşitleri ve Yardımcı Ekipmanlar

Hidrolik sistemlerde kullanılabilecek filtreleri üç ana başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar;

- **Emiş Hattı Filtreleri:** Emiş hattında pompayı korumak için kullanılır. Hidrolik depoda yer alan akışkanın temizlenerek sisteme gönderilmesini sağlar (Şekil 2.7). Depo içerisinde yer aldıkları için bakım ve temizliği zordur. Tıkandıklarında pompanın emişinin zorlanmasına sebep olur. Bu da sistemde basıncın düşmesine (kavitasyon) ve pompanın gürültülü çalışmasına sebep olur.



Şekil 2.7. Pompa emiş filtresi (www.hydac.com.tr).

- **Dönüş Hattı Filtreleri:** Hidrolik sistemde dolaşıp tanka geri dönen hidrolik akışkanın filtrelenmesini sağlar (Şekil 2.8). Bakım ve temizliği kolay olduğu gibi ekonomiktirler. Dönüş filtrelerinin dezavantajı, temizliğin kir elemanları dolaştıktan sonra yapılmasıdır.



Şekil 2.8. Dönüş filtresi (www.hydac.com.tr).

- **Basınç Hattı Filtresi:** Hidrolik pompanın çıkışında devre elemanlarının zarar görmesini engellemek amacıyla kullanılır (Şekil 2.9). Kirlenmeye karşı daha hassastır. Yüksek basınçlara maruz kalmaları sebebiyle basınca dayanıklı

gövdeye sahip olmalıdır. Bu nedenden dolayı yapımı zor ve maliyetlidir (SED, 2018).



Şekil 2.9. Basınç filtresi (www.hydac.com.tr).

- **Yağ Dolum Kapağı ve Havalandırma Filtresi:** Hidrolik tanka yağ doldurmak veya hidrolik tanktan yağ boşaltmak için yağ dolum kapağı veya yağ dolum filtresi kullanılır (Şekil 2.10). Kapağın altında yer alan plastik veya metal süzgeç yağ içerisinde yer alan büyük boyutlu maddelerin, nesnelerin vb. filtrelenmesini sağlar.



Şekil 2.10. Yağ dolum kapağı (www.gem-fa.com).

Hidrolik tank içerisindeki akışkanı ortamdaki kirli havadan, tozdan veya yabancı partiküllerden korumak amacıyla havalandırma filtreleri kullanılır (Şekil 2.11). Ayrıca bu filtreler üzerindeki hava akışı sayesinde, sistemin çalışmasıyla ortaya çıkan ısının ortamdan uzaklaştırılmasında da rol oynar. Sistemin kurulu olduğu ortamın temizliğine bağlı olarak filtre kağıdı veya filtre elyaflarından imal edilebilir.



Şekil 2.11. Havalandırma filtresi (www.alfil.com.tr).

2.1.6.4. Valfler

Hidrolik akışkanın yönünü belirleyen, ihtiyaç halinde yönünü değiştiren, hidrolik akışkanın basınç ve debisini kontrol eden devre elemanlarıdır (Yağbasan, 2010).

Valfleri; basınç kontrol valfleri, yön kontrol valfleri, akış kontrol valfleri ve çek valfler olmak üzere dört ana gruba ayırabiliriz.

a) **Basınç Kontrol Valfleri:** Basınç kontrol valfleri bir hidrolik sistemin veya sistemin bir bölümünün basıncının belirlenen bir seviyede tutulması için tasarlanmış valflerdir (SED, 2018). Şekil 2.12'de farklı yapıdaki basınç kontrol valfleri belirtilmiştir.



Şekil 2.12. Basınç kontrol valfleri (www.erok.com.tr).

b) Yön Kontrol Valfleri: Hidrolik sistemlerdeki kontrol bölümünden (yön, basınç, debi) yön kontrolünü sağlayan valflerdir (Şekil 2.13). Hidrolik akışkanın hangi yolu izlemesi gerektiğini belirleyerek yönlendiren veya hidrolik kullanıcıların (hidrolik silindir, hidromotor, çeviriciler) istenilen yönde hareket etmesini sağlayan hidrolik devre elemanlarıdır (SED, 2018).



Şekil 2.13. Yön kontrol valfi (www.parker.com).

c) **Akış Kontrol Valfleri:** Bir silindirin hızını veya bir motorun devir sayısını azaltmak için kullanılırlar. Hız veya devir sayısı hacimsel debiye bağlı olduğundan, hız veya devir sayısı sınırlaması için debinin bölünmesi gerekir (SED, 2018). Şekil 2.14'te farklı tipteki akış kontrol valfleri belirtilmiştir.



Şekil 2.14. Akış kontrol valfleri (www.hydac.com.tr).

d) Çekvafler: Hidrolik akışkanın bir yönde akmasını engelleyen, diğer yönde akmasını sağlayan, valflerdir (Şekil 2.15a). Hidrolik sistemlerde, pompanın korunması amacıyla çıkış hattından sonra ve by-pass filtre hatlarında yoğunlukla kullanılmaktadır. Bağlantı şekline göre dişli veya somunlu tipte kullanılabilirler. Ayrıca kullanım yerine göre bir pilot valf yardımı ile de kontrol edilebilen tipleri mevcuttur. Bu tip valfler hidrolik preslerde "kilitleme valfi" adıyla anılmaktadır (Şekil 2.15b).



(a)



(b)

Şekil 2.15. a) Çekvalfler b) Pilot uyarılı çekvalf (www.erok.com.tr).

2.1.6.5. Basınç Göstergeleri (Manometreler)

Hidrolik sistemdeki basıncı ölçen kadranlı veya dijital olarak imal edilmiş devre elemanlarıdır (Şekil 2.16). Sistemin çalışması esnasında, anlık basınçları göstererek güvenli bir çalışma ortamı oluşturur (Yağbasan, 2010).



Şekil 2.16. Manometre (www.pakkens.com).

2.1.6.6. Hidrolik Bağlantı Elemanları

Pompa tarafından sisteme iletilen hidrolik akışkanın ilgili parçalara taşınmasını ve çalışma sonrası akışkanın tekrar tanka dönmesini sağlayan devre elemanları hidrolik hortumlar ve borulardır. Hidrolik hortum veya boru seçimi, kullanılacağı yerde oluşacak basınca göre yapılır. Basıncın çok yüksek olmadığı yerlerde hidrolik hortumlar kullanılabilir. Buna karşılık, yüksek basıncın olduğu yerlerde ise hidrolik devre boruları tercih edilmektedir. Hidrolik boruları ve hortumları birbirine ve diğer devre elemanlarına bağlamak amacıyla vidalı veya geçmeli tipte olan hidrolik rakorlar kullanılmaktadır. Şekil 2.17'de hidrolik hortumlara ve bağlantı elemanlarına ait örnekler gösterilmiştir.



Şekil 2.17. Hidrolik bağlantı elemanları (www.hidropaks.com.tr).

BÖLÜM 3

HİDROLİK PRES TASARIMI VE MALZEME SEÇİMİ

Hidrolik pres tasarımı yapabilmek, izlenmesi gereken yolları şekillendirebilmek adına cevaplanması gereken önemli bir soru vardır;

"**BU PRESLE NE ÜRETİLECEK ?**"

İmalatı yapılacak ürün ve/veya ürün gruplarının tespiti yapıldıktan sonra, bu ürünün üretiminde kullanılacak kalıp ile ilgili bilgiler belirlenir. Bu bilgiler genellikle kalıp üreticileri tarafından kullanıcı firmaya verilir. Kullanıcı firma da edindiği bu bilgileri pres üreticisi firmayla paylaşarak, pres tasarımının temelini oluşturan teknik detayların ortaya çıkmasını sağlar. Bu detaylar sayesinde, hidrolik presin özelliklerini belirleyen temel kavramlar belirlenir.

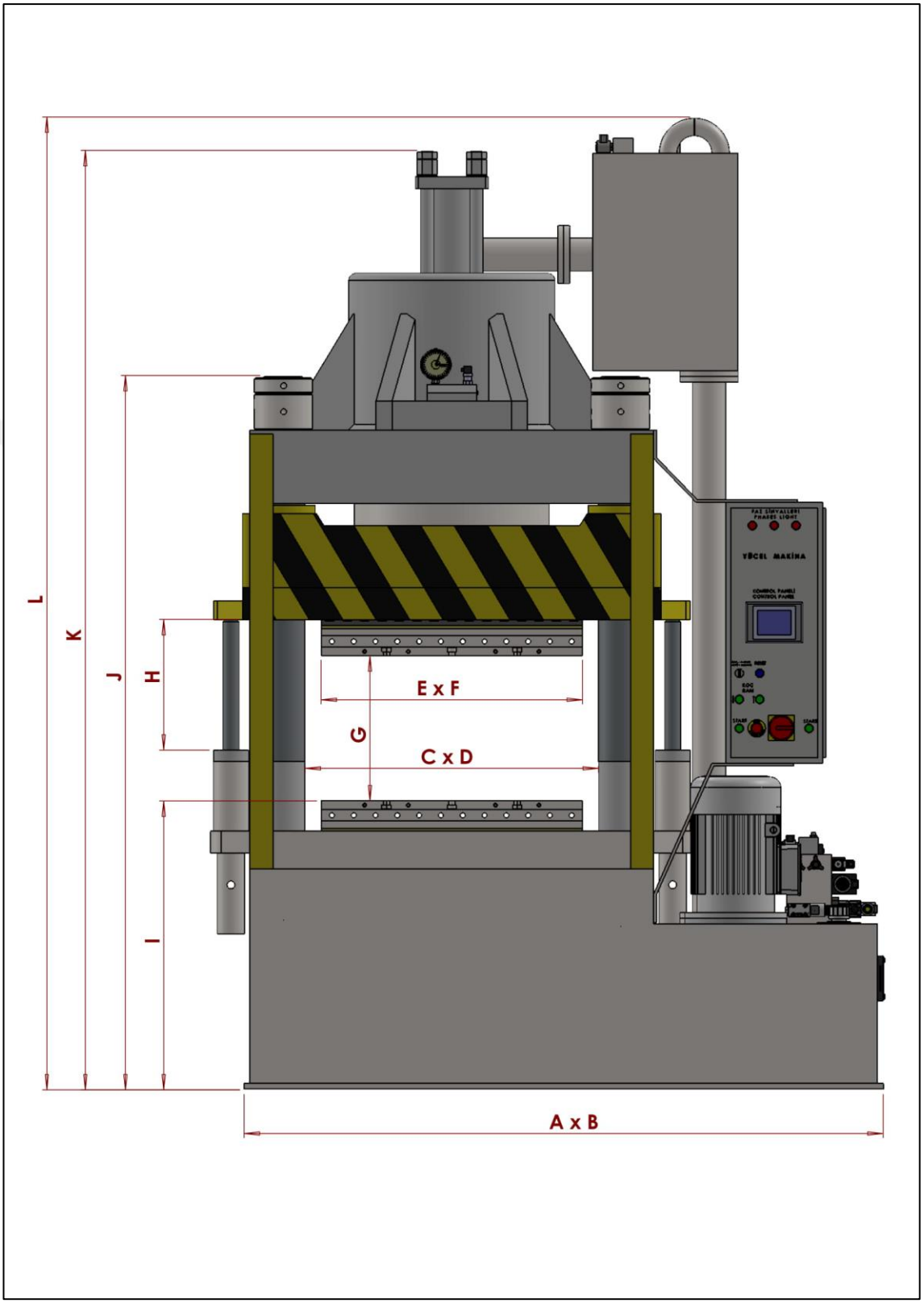
- **Presleme Kuvveti:** Hidrolik presin oluşturduğu maksimum kuvveti tanımlar ve "TON" ile ölçülür.
- **Yan Kaldırıcı Kuvveti veya Geri Dönüş Kuvveti:** Preste hareketli (koç) plaka, ana piston ve koç plakaya bağlı olan üst kalıbın toplam ağırlığının karşılanması için gerekli kuvveti tanımlar ve "TON" ile ölçülür.
- **Strok (Kurs Boyu):** Hareketli (koç) plakanın gidebileceği maksimum mesafeyi tanımlar ve "mm" ile ölçülür.
- **Tablalar Arası Açıklık (Maksimum):** Hareketli (koç) plaka en üst konumunda iken alt plaka ile arasındaki mesafedir. Sıcak preslerde hareketli ve alt plakaya bağlı olan rezistans (ısıtıcı) plakalar vardır. Bu tip preslerde maksimum mesafe kavramı bu plakaların arasındaki maksimum mesafe olarak değerlendirilir.

- **Tablalar Arası Açıklık (Minimum):** Hareketli (koç) plaka en alt konumunda iken alt plaka ile arasındaki mesafedir. Sıcak preslerde minimum mesafe kavramı rezistans (ısıtıcı) plakalar arasındaki minimum mesafe olarak değerlendirilir.
- **Hareketli Plaka Serbest İniş Hızı:** Koç plakanın presleme anına kadar dikey olarak aşağı doğru hareket hızıdır ve "mm/s" birimiyle ifade edilir.
- **Hareketli Plaka Geri Dönüş Hızı:** Koç plakanın presleme sonrası aşağıdan yukarıya doğru hareket hızıdır ve "mm/s" birimiyle ifade edilir.

Yukarıda verilen teknik bilgiler ışığında hidrolik presi oluşturacak bileşenlerin ölçüleri ve bu bileşenlerin malzemeleri belirlenerek, standartlara uygun bir şekilde pres tasarımına başlanır. Çizelge 3.1'de, örnek olarak ele alınacak "**500 Tonluk bir hidrolik melamin presine**" ait teknik özellikler verilmiştir. Bu özelliklerin ışığında hidrolik presin ana bileşenlerinin tasarımı incelenecektir (Şekil 3.2).

Çizelge 3.1. Tasarımı yapılacak prese ait teknik özellikler.

Ana Silindir Presleme Kuvveti	50 – 500 TON (min. – maks.)
Hidrolik Pres İşletme Basıncı	250 kg/cm^2 (bar)
Faydalı Kalıp Alanı	1.000 x 800 mm
Rezistans Plaka Ölçüleri	900 x 700 mm
Ana Silindir (Koç Plaka) Stroku	450 mm
Alt – Üst Isıtıcı Plakalar Arası Açıklık	500 mm
Pompa	30 L – Hidrolik Pistonlu Pompa
Motor	11 kW – 1.500 dev/dk
Ana Silindir Presleme Hızı	2,5 mm/s (Ayarlanabilir)
Hareketli Plaka Serbest İniş Hızı	20 – 200 mm/s (Ayarlanabilir)
Hareketli Plaka Geri Dönüş Hızı	100 mm/s (Ayarlanabilir)
Yerden Çalışma Yüksekliği	995 mm
Hidrolik Pres Yağ İhtiyacı	~ 450 L (ISO 68)



Şekil 3.1. Hidrolik prese ait temel özellikler.

Şekil 3.1'de örnek olarak ele alınacak olan hidrolik prese ait temel özellikler verilmiştir. Buradan hareketle;

A x B : Presin Genişliği x Derinliği

C x D : Faydalı Kalıp Alanı (Genişlik x Derinlik)

E x F : Rezistans (Isıtıcı) Plaka Ölçüleri: (Genişlik x Derinlik)

G : Alt – Üst Isıtıcı Plakalar Arası Açıklık

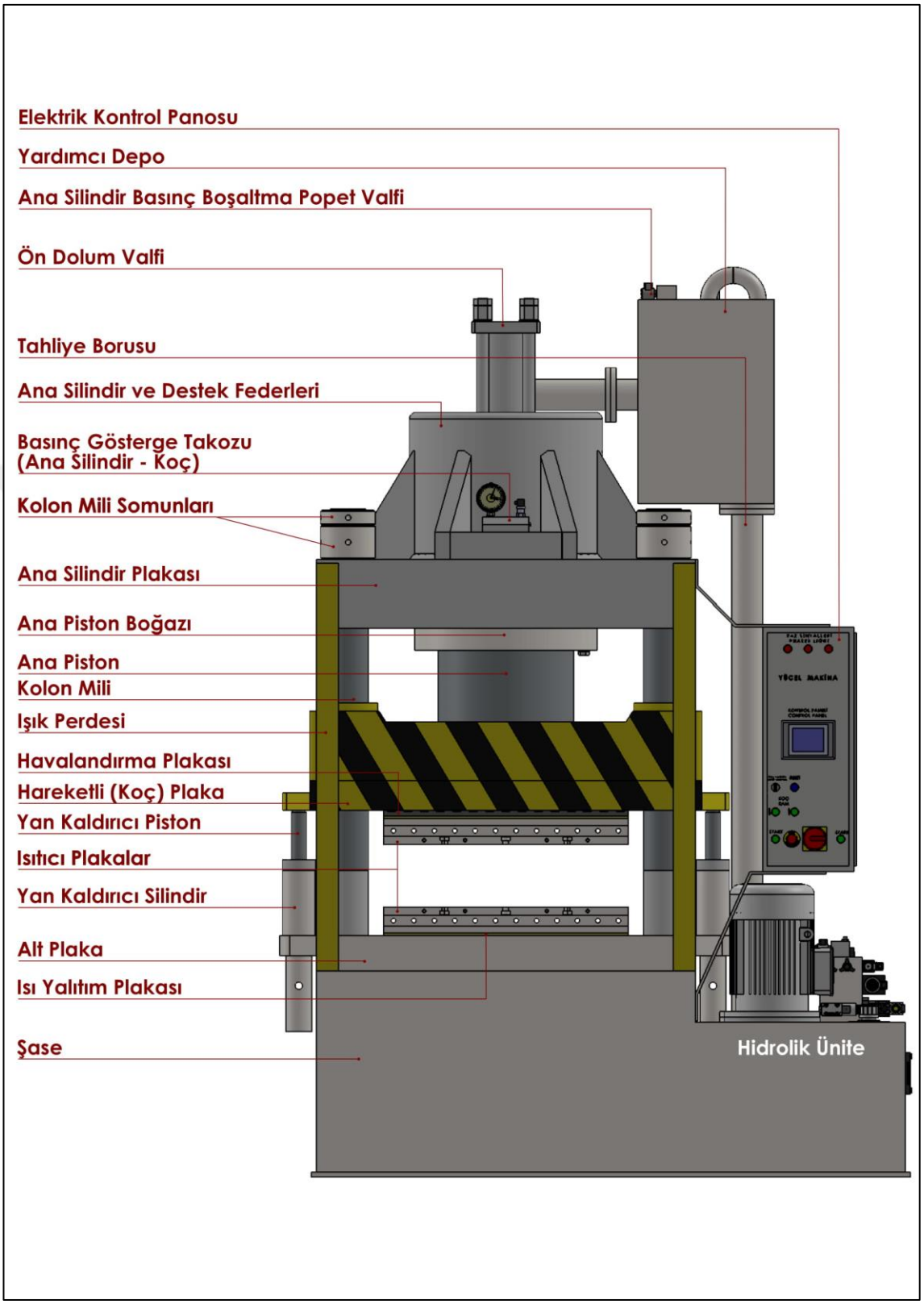
H : Ana Silindir (Koç Plaka) Stroku

I : Yerden Çalışma Yüksekliği

J : Presin Somun Üst Noktasına Kadar Olan Yüksekliği

K : Presin ÖDV Üst Noktasına Kadar Olan Yüksekliği

L : Presin Depo Üstü Yüksekliği (Presin Maksimum Yüksekliği (Boyu))

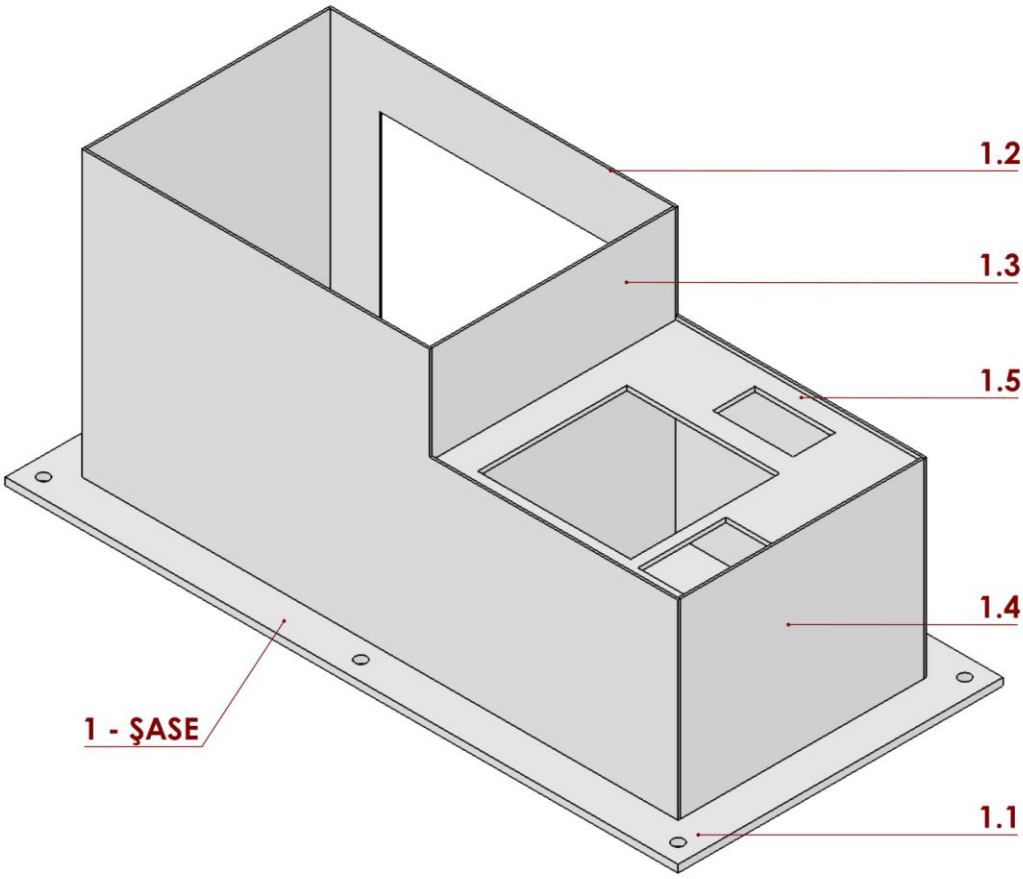


Şekil 3.2. Hidrolik presi oluşturan bileşenler.

3.1. Şase Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı

Şase, hidrolik pres bileşenlerini taşıyan ve konstrüksiyonu ayakta tutan bileşendir (Şekil 3.3). Bu sebeple konstrüksiyona uygun olarak tasarlanmalıdır. TS EN 10025 standartlarına (sıcak haddelenmiş yapı çelikleri) uygun özelliklerde, pres tonajına göre DIN S235JR (St37), DIN S275JR (St44) veya DIN S355JR (St52) kalitede malzemelerden seçilir. Tasarım ve kullanım şekline göre hidrolik üniteyle birleşik veya bağımsız olarak imal edilir. Hidrolik ünite gerek görüldüğü takdirde presin üst tarafında, silindir plakaya monte edilebilir. Şasenin yönü, müşteri firmanın tercihine bağlı olarak sağ veya sola doğru konumlandırılabilir. Ayrıca şasenin çevresi, tasarım şekline göre, iş güvenliği kurallarına ve kullanıma uygun olacak şekilde kapatılabilir. Şasenin imalat süreci şu adımları izlemektedir:

1. Proje departmanında, kullanıcı firmanın talep ettiği ölçülere göre tasarlandıktan sonra malzeme seçilerek program yardımıyla konstrüksiyona uygunluğu analiz edilir.
2. Analiz sonucuna bağlı olarak seçilen malzeme tedarikçi firmadan talep edilir. Burada, seçilen malzemenin mevcut sertifika, analiz ve ultrason raporları tedarikçi firmadan alınarak mutlaka incelenmelidir.
3. Tedarikçi firmadan gelen malzemeler, depo ve satın alma sorumlusunun kontrolünde, teknik resme göre kontrol edilerek kabul edilir.
4. Şaseyi oluşturan taban sacı, orta ölçekli preslerde, genellikle 15 – 20 mm arasındaki kalınlıklardaki sac malzemelerden seçilir, ön, arka ve yan saclar ise pres bileşenlerinin ağırlığına göre 6 – 15 mm arasındaki kalınlıklardaki sac malzemelerden seçilir (Şekil 3.4).
5. Malzemeler, teknik resme uygun olarak kaynatılarak şasenin kurulumu yapılır. Kurulum esnasında gazaltı kaynak yöntemi kullanılır. Kaynak esnasında sacların çekme/gerilme yapmaması için belirli noktalardan parçalar ile desteklenir (daha sonra sökülür). Çok daha büyük şaselerde ise destek federleri kullanılır.
6. Şase oluşturulduktan sonra sac yüzeyler taşlanarak montaja hazır hale getirilir.



Parça No	Açıklama	Adet
1.1	Şase Taban Sacı	1
1.2	Şase Yan Sacı	2
1.3	Yan Sac Kapama	2
1.4	Ön Sac Kapama	1
1.5	Hidrolik Ünite Sacı	1

Şekil 3.3. Örnek prese ait şase tasarımı.

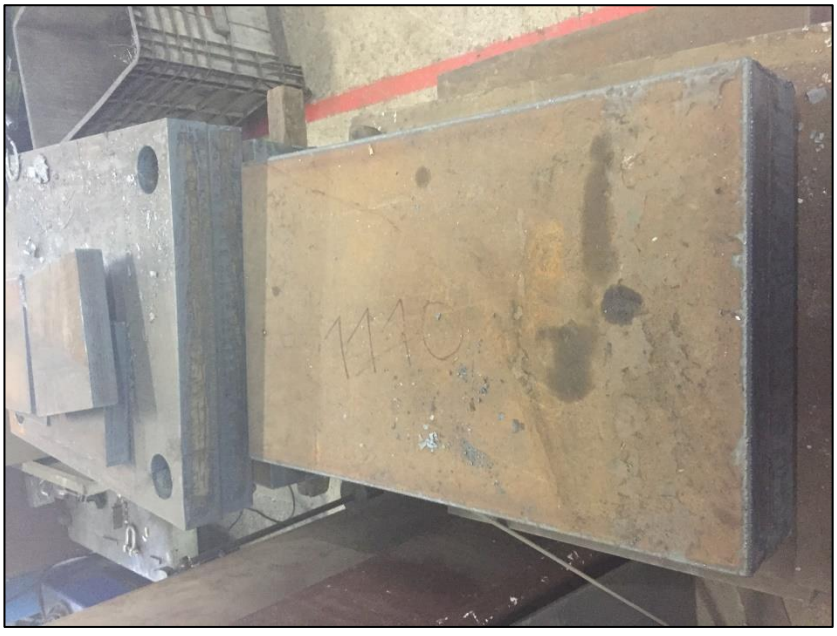


Şekil 3.4. Şase malzemesi ve imalatı.

3.2. Alt Plaka Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı

Alt plaka, alt kalıbın bağlandığı, presin tablasını oluşturan bileşendir (Şekil 3.8). Tasarımı, kullanıcı firmadan talep edilen "Faydalı Kalıp Alanı Ölçüleri" dikkate alınarak yapılır. TS EN 10025 standartlarına (sıcak haddelenmiş yapı çelikleri) uygun özelliklerde, DIN S355JR (St52) kalitede malzemeden seçilir. Çok yüksek tonajlı preslerde ezilme ve aşınma direnci yüksek, karbon çelikleri tercih edilir. İsteğe bağlı olarak TS 4091 (DIN 508) (Somunlar- T-Kanallar için, metrik) standartlarına uygun T kanalları işlenir. Ayrıca, alttan maçalı ve potlu preslerde, özellikle sıvama presleri, kullanılacak kalıplara uygun olarak pim delikleri delinir. Alt plakanın imalat süreci şu adımları izlemektedir:

1. Proje departmanında, kullanıcı firmanın talep ettiği ölçülere göre tasarlandıktan sonra malzeme seçilerek program yardımıyla konstrüksiyona uygunluğu analiz edilir.
2. Analiz sonucuna bağlı olarak seçilen malzeme tedarikçi firmadan talep edilir. Burada, seçilen malzemenin mevcut sertifika, analiz ve ultrason raporları tedarikçi firmadan alınarak mutlaka incelenmelidir.
3. Tedarikçi firmadan gelen malzemeler, depo ve satın alma sorumlusunun kontrolünde, teknik resme göre kontrol edilerek kabul edilir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Alt plaka malzemesi.

4. Tedarik edilen plaka malzeme kaba temizliği yapılmak üzere bohrwerk tezgahına kaldırılır.
5. Yan kaldırıcı silindirlerin monte edildiği kulaklar kaynağa hazırlanır ve plakanın temizlik işlemi bittikten sonra plakaya kaynatılır (Şekil 3.6).

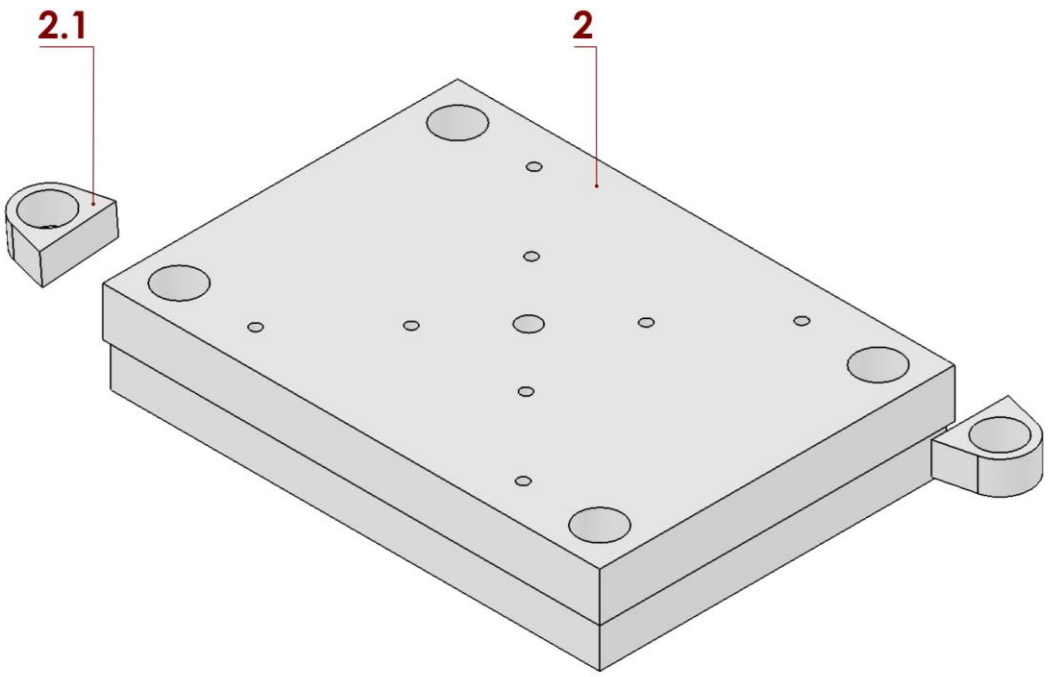


Şekil 3.6. Alt plaka kulak malzemesi.

6. Kaynak işleminden sonra alt plaka, yeniden tezgaha alınarak kolon millerinin ve yan kaldırıcı silindirlerinin geçeceği delikler delinir (hassas işleme). Varsa T kanalları ve pim delikleri de işlenerek montaja hazır hale getirilir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Alt plaka (montaja hazır).

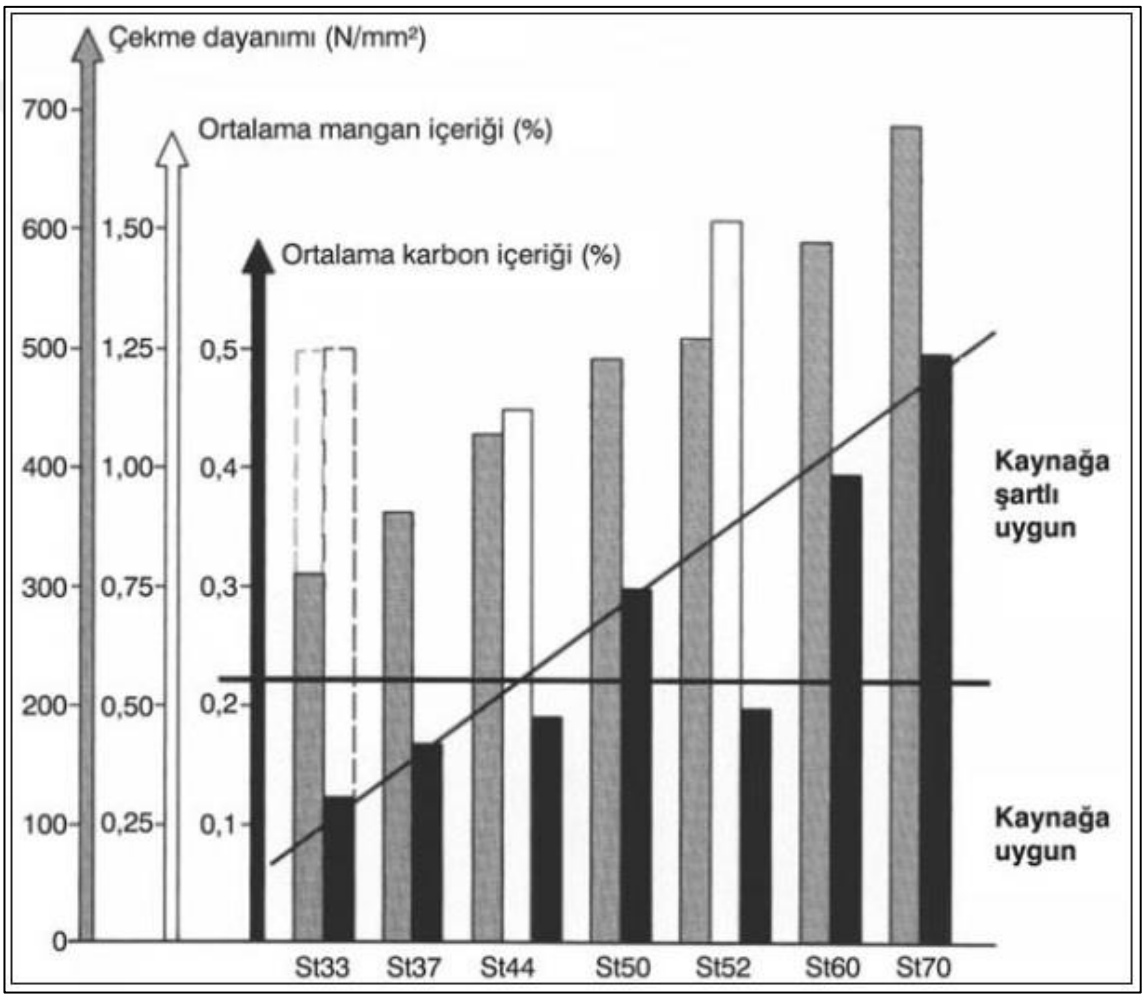


Parça No	Açıklama	Adet
2	Alt Plaka (St52)	1
2.1	Alt Plaka Kulağı (St52)	2

Şekil 3.8. Örnek prese ait alt plaka tasarımı.

3.2.1. Plaka İmalatında Yapı Çeliği Kullanımı

"St" maksimum % 0,2 oranına kadar karbon içeren genel yapısal karbon çeliğini ifade eder. "52" en az 52 kgf/mm^2 = 520 N/mm^2 (MPa) çekme dayanımına sahip olan çelik anlamına gelir (Fe – C denge diyagramına göre, % 0,2 oranına kadar karbon içeren malzemeler çelik olarak adlandırılır). Değişken ve sabit gerilmelere maruz kalan kaynaklı çelik konstrüksiyonlarda kullanılması uygundur. Piyasadan temin edilmesi kolaydır ve alternatif kalitedeki çeliklere göre birim fiyatı uygundur. Kaynak operasyonu için uygun olmaları, tercih edilme sebeplerinin en başındadır.



Şekil 3.9. Genel yapı çeliklerinin kaynağa uygunluğu (TMH – Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 426, 2003/4).

Şekil 3.9'da kaynaklı imalatta kullanılan yapı çeliklerinin kaynağa uygunluğu gösterilmiştir. Bu şekle göre, çelikteki karbon miktarı % 0,2'nin üzerine çıktığında, ön tavlama ve kaynaktan sonra son tavlama gibi önlemlerin alınması gerekir (TMH, Sayı 426, 2003/4).

Çizelge 3.2. Yapı çeliklerinin kimyasal değerleri (Teknik Katalog, Yükselen Çelik).

Malz. No	DIN	DIN (Eski)	Kimyasal Değerler (%)					
			C	Si	Mn	P	S	N
1.0037	S235JR	St37	0,00 0,17	0,00 0,30	0,00 1,40	0,00 0,045	0,00 0,045	0,00 0,009
1.0044	S275JR	St44	0,00 0,21	-	0,00 1,50	0,00 0,045	0,00 0,045	0,00 0,009
1.0553	S355JR	St52	0,00 0,20	0,00 0,55	0,00 1,60	0,00 0,04	0,00 0,04	0,00 0,009

3.2.2. Alaşım Elementlerinin Çeliğe Etkisi

Alaşım elementlerinin etkisiyle, başka hiçbir malzemenin özellikleri çeliklerde olduğu gibi geniş çapta değiştirilmez. Öte yandan, alaşım elementlerinin etkileri toplanabilir olmadığından, çok sayıda alaşım elementinin birlikte bulunması halinde, beklenen özellik değişimleri ancak genel çerçevede ele alınabilir ve bu konuda kesin bir yaklaşım yapılamaz. Alaşım elementlerinin çeliğe etkileri genel olarak şöyledir;

Karbon (C): Çelikler için temel alaşım elementidir. Karbon miktarının alaşımsız çeliklerin dayanımını ve sertliğini önemli ölçüde arttırır. Benzer şekilde çekme dayanımı ve akma sınırı da artar. Ancak % 0,8 ile % 0,85 C değerinden sonra dayanım daha fazla artmamasına karşılık, çelik giderek kırılganlaşır. Sertleştirilmiş çeliklerde en yüksek sertlik değerine (yaklaşık 67 HRC) yaklaşık % 0,6 C düzeyine ulaşır. Diğer taraftan, karbon miktarı arttıkça çeliğin sünekliği, dövülebilirliği, derin çekilebilirliği ve kaynak edilebilirliği azalır, ısıl işlemde çatlama ve deformasyon eğilimi artar.

Mangan (Mn): Çeliğe genellikle cevherden geçer, fakat özellikleri iyileştirildiğinden dolayı belirli bir oranda çeliğin içerisinde bulunması istenir, hatta alaşım elementi olarak arttırılabilir. Çeliğin dayanımını arttırır fakat sünekliğini biraz azaltır. Çeliğin dövülebilirliğini ve sertleşebilirliğini iyileştirir. Kaynak kabiliyetini olumsuz olarak etkilemez, bu nedenle düşük karbonlu fakat nispeten yüksek dayanımlı kaynak edilebilir çeliklerde % 1,6'ya kadar Mn ilave edilir. Çeliğin yüzey kalitesini iyileştirme özelliği de mevcuttur.

Silisyum (Si): Çeliğin üretiminde oksijen giderici olarak kullanılan temel elementlerden biridir ve mangan gibi bütün çeliklerde bulunur. Silisyum, çeliğin dayanımını ve sertliğini arttırır fakat etkisi mangandan azdır. Aşınmaya karşı dayanımı ve elastikiyeti yükseltir, yüzey kalitesini olumsuz etkiler. Silisyum miktarı arttıkça çeliğin tane büyüklüğü de artar.

Kükürt (S): Kükürt miktarı yükseldikçe çeliğin işlenebilme özelliği artar fakat süneklik ve darbe dayanımı düşer. Otomat çeliklerinde talaşlı şekillendirmeyi iyileştirdiği için yüksek oranda bulunur. Bunun dışında istenmeyen bir elementtir. Kaynak edilebilirliği ve sertleşebilirliği düşürdüğü gibi mangan ile dengelenmediği takdirde sıcak kırılganlık yapar.

Fosfor (P): Düşük miktarda bulunsa bile çeliğin dayanımını ve sertliğini arttırırken, şekillendirme yönünde sünekliği ve darbe dayanımını azaltır. Çelikte mümkün olduğunca az bulunmasına çalışılır.

Krom (Cr): Çelikte oksidasyona ve korozyona karşı karşı dayanımı, sertleşebilirliği ve aşınma direncini arttırır. Paslanmaz çeliklerin ve alaşımlı takım çeliklerinin büyük bir kısmının temel alaşım elementidir. Karbür yapıcı element olduğundan, çekme dayanımını ve sıcağa dayanımı arttırırken, sünekliği düşürür. Bazı çeliklerde meneviş kırılganlığı doğurabileceğinden, olumlu olarak etki sağlaması için nikel ve/veya molibden ile birlikte kullanılır.

Nikel (Ni): Çeliğin dayanımını arttırır. Dayanım artarken süneklilükte önemli bir azalma olmaz. Krom kadar olmasa da sertleşebilirliği iyileştirir. Nikel içeren yapı çelikleri, özellikle kromla birlikte, yüksek süneklik, yüksek sertleşebilirlik ve yüksek yorulma direncine sahiptirler. Paslanmaz çeliklerde kromla birlikte en önemli elementtir. Sıcağa ve tufalleşmeye karşı dayanımı da iyileştirir.

Molibden (Mo): Kuvvetli karbür ve nitrür yapıcı elementtir ve düşük alaşımlı çeliklerde genellikle krom ile birlikte % 0,15 - % 0,30 arasında bulunduğunda çeliğin sertleşebilirliğini, çekme dayanımını ve sıcaklığa dayanımını arttırır, meneviş kırılganlığını azaltır. Takım çeliklerine daha yüksek miktarda katılır, sıcağa ve aşınmaya karşı direnişi iyileştirir.

Vanadyum (V): Sertleşebilirliği arttırır. Azot ile birleşip nitrür oluşturarak ferritik yapıda tane küçülmesi sağlar. Bu nedenle çentik dayanımı da yüksektir. Kuvvetli karbür yapıcı olduğundan, aşınmaya ve sıcağa dayanımı arttırmak için takım çeliklerinde volframla, sıcağa dayanıklı çeliklerde krom ile birlikte katılır.

Volfram (W): Çeliğin dayanımını arttırır. En önemli özelliği, hız çeliklerinde (HSS) ikincil sertleşme yaratarak meneviş dayanımını (sıcak sertlik) arttırmasıdır. Bu etki karbür oluşturduğundan dolayıdır ve yarattığı karbürler aşınma direncini de oldukça arttırırlar.

Niobyum (Nb): Kuvvetli karbür ve nitrür yapıcıdır. Sertliği, akma sınırını yükseltir, taneleri inceltir ve şekil değişebilirliği azaltır.

Titanyum (Ti): Kuvvetli karbür ve nitrür yapıcıdır, sertliği arttırır. Genel olarak, çeliklerde tane inceltir. Çelik üretimi sırasında deoksidan olarak da kullanılır.

Kobalt (Co): Çeliğin sıcağa dayanımını arttırır, sertleşebilmeyi azaltır. Yüksek sıcaklıklarda tane büyümesini yavaşlattığı için daha çok hız çeliklerine ve sıcaklığa dayanıklı çeliklere katılır. Çeliğin manyetik özelliklerini olumlu olarak etkiler.

Alüminyum (Al): En güçlü oksijen gidericidir. Azot ile kuvvetli nitrür oluşturur. Isıtmada tane kabalaşması ve çeliğin yaşlanma eğilimini azaltır. Çelik üretiminde de taneleri inceltir.

Bor (B): Düşük ve orta karbonlu çeliklerin sertleşebilirliğini en etkin şekilde arttıran, nitrür oluşturan bir elementtir. Ayrıca çeliğin yüzeyine nitrür nüfuz ettirildiğinde 2000 Vickers'a kadar yüzey sertliğine ulaşabilir.

Bakır (Cu): Çeliğin dayanımını ve sertliğini arttırır, sünekliği çok fazla düşürür. Korozyon dayanımını iyileştirir. Sıcak şekillendirmede kırılganlık yaratması, çelik üretiminde sorun yarattığından % 0,5 miktarının aşılması pek istenmez.

Kurşun (Pb): Çelikte çözülmediğinden yalnızca otomat çeliklerinde talaşları kırılgan yapmak amacıyla % 0,2 ile % 0,5 arasında katılır fakat yapıda homojen ve ince dağılması gerekir.

Azot (N): Nitrür oluşturduğu için önemlidir. Çelikte yaşlanma meydana getirir. Yaşlanmanın sorun olmadığı durumlarda sertliği, mekanik dayanımı ve atmosfer korozyonuna dayanımı arttırır. Uygun alaşımlı çeliklerin yüzeyine nüfuz ettirerek, yaklaşık 1100 Vickers değerine kadar yüzey sertliğine ulaşılması sağlanır (Teknik Katalog, Yükselen Çelik).

Özellikle karbon ve mangan, alaşımsız çeliğin sertleşme kabiliyetine etki eden en önemli iki elementtir. Düşük alaşımlı çeliklerde ise, çeliğin bileşiminde bulunan karbon ve mangana ek olarak krom, molibden, vanadyum, nikel ve bakır gibi alaşım elementleri de sertliğe katkıda bulunur. Bu elementlerin sertliğe katkılarını belirlemek üzere "***karbon eşdeğeri***" kavramı oluşturulmuştur. Karbon eşdeğeri ifadesinde, çeliğin bileşimindeki alaşım elementlerinin oluşturduğu sertliğe eşdeğer sertliği veren karbon miktarına karbon eşdeğeri denilmektedir (TMH – Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 426, 2003/4).

$$C_{eş} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \qquad (3.1)$$

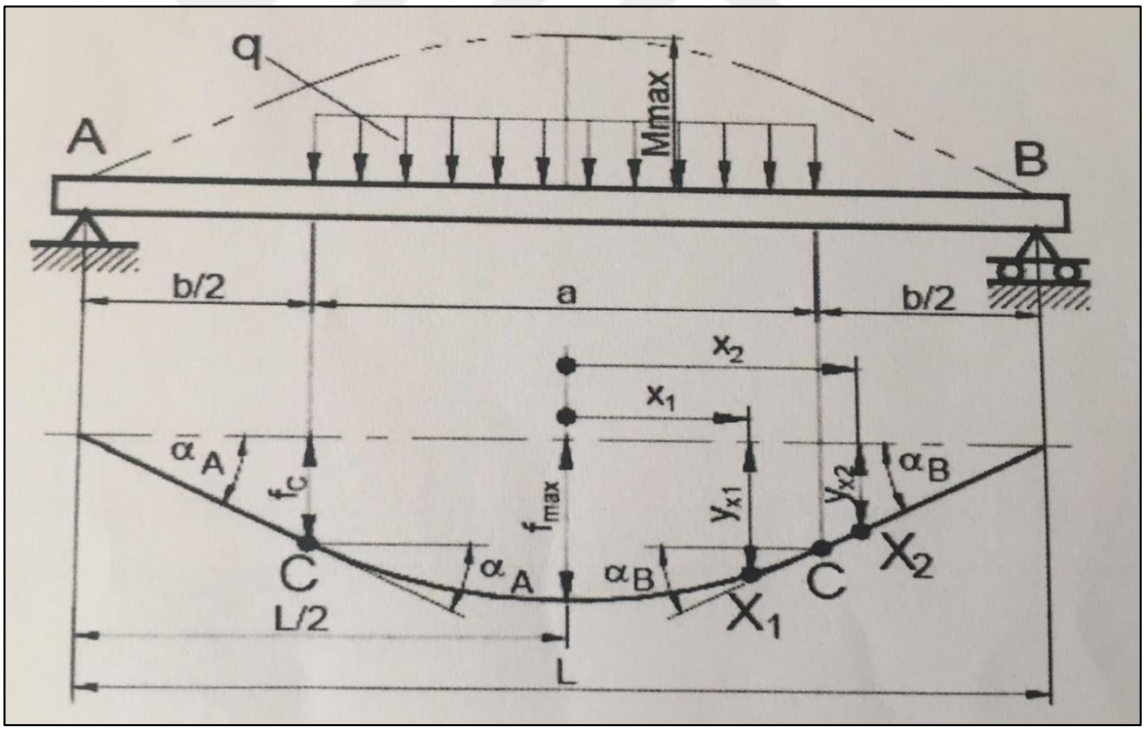
Yukarıda verilen formül, çeliklerde kaynak sırasındaki hızlı soğumayı engellemek için kullanılan ön tavlama işlemi için de bir kılavuz olarak görülebilir. Karbon eşdeğeri ile ön tavlama sıcaklığı arasında kabaca Çizelge 3.3'teki gibi bir ilişki mevcuttur (TMH – Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 426, 2003/4).

Çizelge 3.3. Eşdeğer karbon oranı ile ön tavlama sıcaklığı arasındaki ilişki (TMH – Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 426, 2003/4).

KARBON EŞDEĞERİ (%)	ÖN TAVLAMA SICAKLIĞI (°C)
$0,45 < C_{eş}$	Normal atmosferik koşullarda ön tavlamaya gerek yoktur.
$0,45 \leq C_{eş} < 0,60$	100 – 200
$C_{eş} > 0,60$	200 – 300

3.2.3. Alt Plaka Kalınlığının Emniyet Açısından Hesaplanması

Örnek olarak ele alınan preste, alt plaka üzerinde eğilmeye dayalı 500 tonluk yayılı bir kuvvet etki etmektedir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Alt plaka üzerine etki eden yayılı yük.

F: Uygulanan Kuvvet = 500 Ton = 500000 kg

a: Kuvvet Uygulanan Yüzey = 900 mm = 90 cm

q: Yayılı Yük = F / a = 500000 kg / 900 mm ≈ 555 kg/mm

h: Alt Plaka Kalınlığı = 255 mm = 25,5 cm

b: Alt Plaka Genişliği = 800 mm = 80 cm

L: Kolonlar Arası Mesafe = 1020 mm = 102 cm

$$W = \frac{b*h^2}{6} = \frac{80*(25,5)2}{6} = 8.670\ cm^3 \text{ (Mukavemet Dayanım Momenti)} \quad (3.2)$$

$$M_{max} = 0.25 * q * a * (L - 0.5a) = 0.25 * 555 * 900 * (1.020 - 0.5 * 900) \quad (3.3)$$

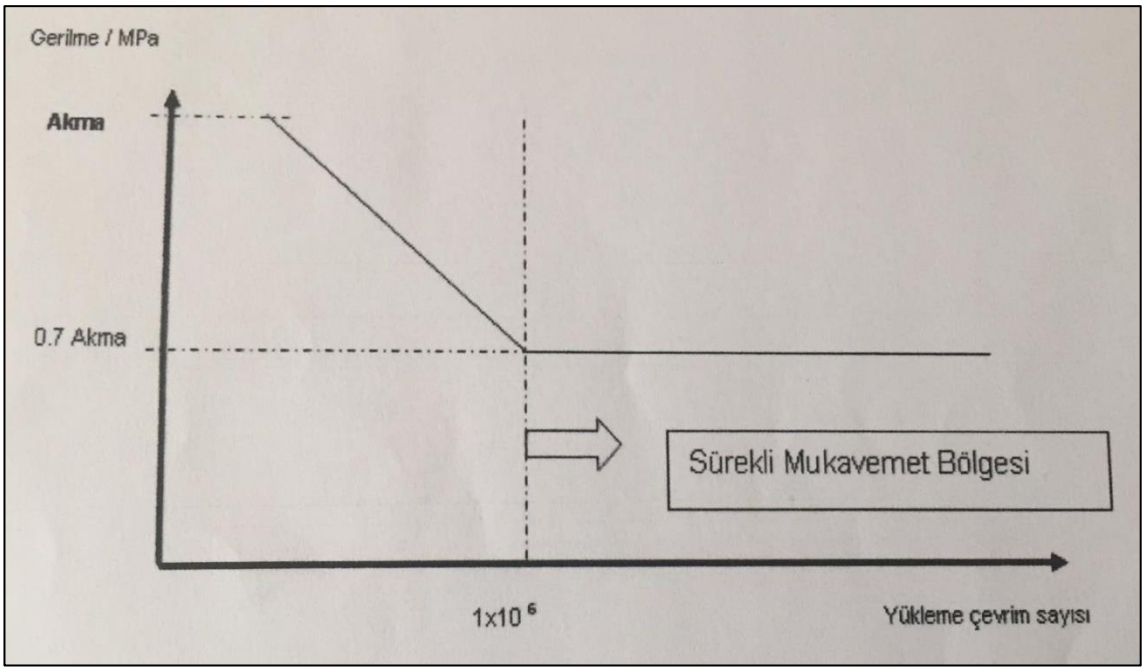
$M_{max} = 71.178.750\ kg.cm \approx 71,1 * 10^5\ kg.cm$ (Maksimum Moment)

Alt plaka üzerinde yüke dayalı olarak oluşan maksimum gerilme değeri;

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W} = \frac{71,1 * 10^5\ kg.cm}{8670\ cm^3} = 820\ kg/cm^2 \text{ olarak hesaplanır.} \quad (3.4)$$

$\sigma_{ak} = 355\ N/mm^2$ (255 mm kalınlığındaki S355JR malzemenin Akma Gerilmesi)

Malzemede zamanla yorulma meydana gelebileceği düşünüldüğünde, sürekli mukavemet bölgesi için gerekli olan mukavemet değeri ise;



Şekil 3.11. Sürekli mukavemet bölgesi diyagramı

$\sigma_{0.7Ak} = 0.7 * 355\ N/mm^2 = 248{,}5\ N/mm^2 = 2485\ kg/cm^2$ (3.5)

$\sigma_{max} \leq \sigma_{0.7Ak}$ olması gerekmektedir.

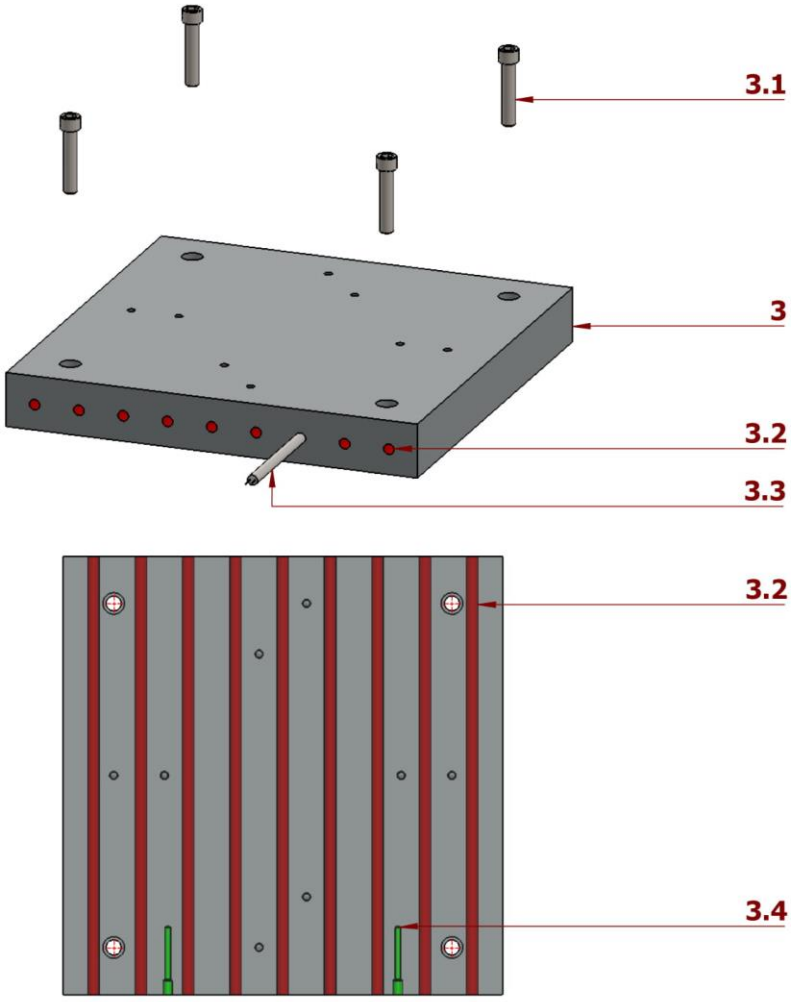
$820 \leq 2485$ olduğundan, $2485 / 820 \approx$ **3 KAT EMNİYETLİDİR.**

3.3. Isıtıcı (Rezistans) Plakaların Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı

Rezistans plakası, sadece sıcak preslerde kullanılan bir plaka olup içerisine yerleştirilen tüp rezistanslar (fişek rezistanslar) sayesinde, kalıp içerisine yerleştirilen ham maddenin belirli bir sıcaklıkta tutulmasını sağlar (Şekil 3.12). Örnek olarak ele aldığımız hidrolik pres, bünyesindeki rezistanslar sayesinde ortalama 165 – 170ºC'ye kadar sıcaklıklarda üretim yapmaya olanak sağlamaktadır.

Rezistans plakası, TS EN 10025 standartlarına (sıcak haddelenmiş yapı çelikleri) uygun özelliklerde DIN 1.0503 / AISI/SAE 1045 / EN C45 kalitede orta karbonlu imalat çeliği malzemeden seçilir. Kullanılacak kalıplara uygun olarak, TS 4091 (DIN 508) (Somunlar- T-Kanallar için, metrik) standartlarına uygun, T kanalları işlenir.

Rezistans plakası ile hareketli (koç) plaka arasındaki ısı geçişini engelleyebilmek amacıyla, havalandırma plakası ve yalıtım levhası kullanılır. Hareketli plakanın alt yüzeyine monte edilen havalandırma plakası, kanallı yapısından dolayı hava sirkülasyonu oluşturur ve temas yüzeyinin azaltılmasıyla, ısı geçişini önlemede yardımcı olur. Rezistans plakası ile havalandırma plakası arasında ise 500℃ sıcaklığa kadar dayanıklı PFB500S ısı yalıtım levhası (Mika) kullanılır.



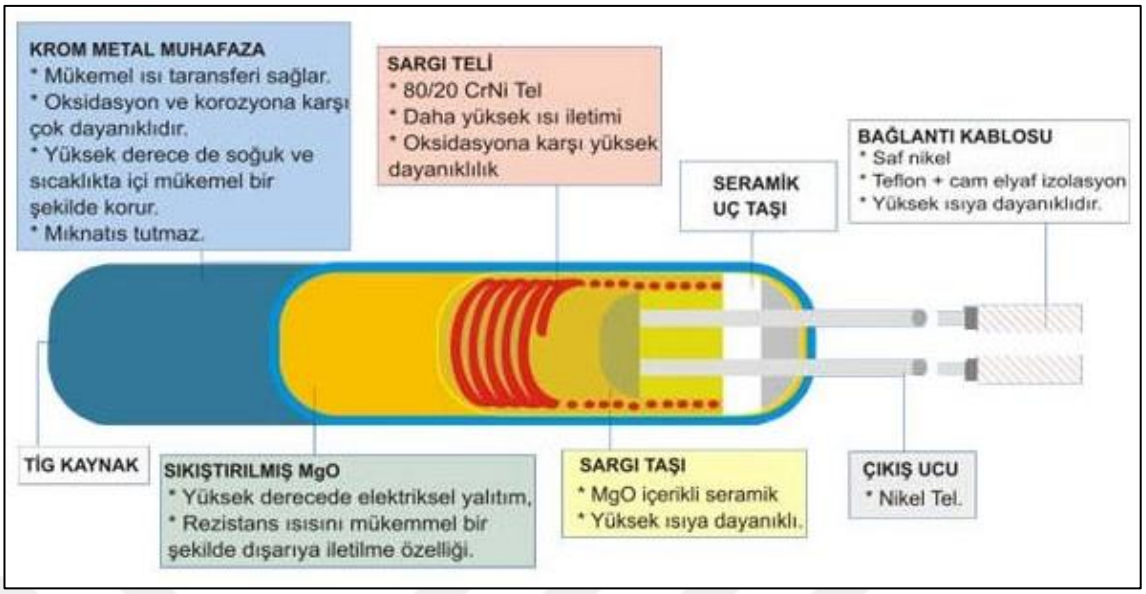
Parça No	Açıklama	Adet
3	Isıtıcı (Rezistans) Plaka	1
3.1	M20 x 100 mm İmbus Cıvata	4
3.2	Rezistans Deliği	12
3.3	Tüp Rezistans Ø16 x 695 mm (1000 W)	12
3.4	Termokupl (Sıcaklık Sensörü)	2

Şekil 3.12. Örnek prese ait rezistans plaka tasarımı.

Isıtıcı plakaların imalat süreci şu adımları izlemektedir;

1. Proje departmanında, kullanıcı firmanın talep ettiği ölçülere göre tasarlandıktan sonra malzeme seçilerek program yardımıyla konstrüksiyona uygunluğu analiz edilir.
2. Analiz sonucuna bağlı olarak seçilen malzeme tedarikçi firmadan talep edilir. Burada, seçilen malzemenin mevcut sertifika, analiz ve ultrason raporları tedarikçi firmadan alınarak mutlaka incelenmelidir.
3. Tedarikçi firmadan gelen malzemeler, depo ve satın alma sorumlusunun kontrolünde, teknik resme göre kontrol edilerek kabul edilir.
4. Tedarik edilen plaka malzeme kaba temizliği yapılmak üzere bohrwerk tezgahına kaldırılır.
5. Kaba temizlik yapıldıktan sonra fişek rezistansların bağlantı yapılacağı delikler delinir. İmalat sırasında tüm kalıba eşit miktarda ısı yayılımı sağlamak adına, delikler plaka üzerine homojen dağılacak şekilde tasarlanmıştır.
6. Pres çalışırken aktif ısı değerlerinin PLC ekrana aktarılmasını sağlamak, operatör tarafından takip edilebilmesini kolaylaştırmak için termokupl (sıcaklık sensörü) kullanılmıştır. Kullanılan bu sensörlerin bağlantı delikleri plaka üzerine işlenir.
7. Son olarak, rezistans plakalarının, hareketli (koç) plakaya ve alt plakaya bağlantılarının yapılacağı cıvata delikleri delinerek plaka montaja hazır hale getirilir.

Rezistans plakasında küçük alanlarda yüksek güç elde edilmesini sağlayan, yüksek verimli sıkıştırma tip fişek rezistanslar kullanılmıştır (Şekil 3.13). Taş üzerine sık hatveli olarak sarılabilme özelliğinden dolayı, rezistans teli ile metal muhafaza arasında ince bir MgO ile izole edilerek, ısıyı daha hızlı bir şekilde dışarıya gönderebilirler. Bu sayede, eski tip fişek rezistanslara kıyasla, düşük güçteki rezistanslardan daha yüksek sıcaklıklar elde edebilmek mümkündür. Kullanıcının talebine bağlı olarak Ni veya CrNi termokupl tipinde imal edilebilir, daha hassas bir ısı kontrolü sağlanabilmektedir (Fişek Rezistanslar, ISIMAK).



Şekil 3.13. Fişek rezistans iç yapısı (ISIMAK).

3.4. Hareketli (Koç) Plaka Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı

Hareketli (koç) plaka, silindirde üretilen gücün piston aracılığı ile iletilmesiyle hareket eden ve iş yapan bileşendir (Şekil 3.19). TS EN 10025 standartlarına (sıcak haddelenmiş yapı çelikleri) uygun özelliklerde, DIN S355JR (St52) kalitede malzemeden seçilir. İsteğe bağlı olarak TS 4091 (DIN 508) (Somunlar- T-Kanallar için, metrik) standartlarına uygun T kanalları işlenir.

Hareketli (koç) plakanın kolon mili yataklamaları için %12 kalay içeren bronz alaşımlı CuSn12 burçlar kullanılır. Sert ve tok bir malzeme olan CuSn12; korozyona, darbelere ve kavitasyona karşı yüksek direnç gösterir. Ayrıca iyi bir yataklama malzemesidir. Preslerde manuel veya otomatik tipte yağlayıcılar kullanılarak, burçların ve dolayısıyla kolon millerinin yağlanmasıyla yüzeyde sürtünme oluşması önlenir. Çalışma boşluğu (toleransı) yüksek olan sıcak preslerde, pik dökümden imal edilen yataklama malzemeleri kullanılabilir.

Kolon millerinin yüzeyinin yabancı cisimlerden etkilenmemesi ve uzun ömürlü olması için toz keçe flanşları yapılarak monte edilir. Standart preslerde kullanılan toz keçeler NBR (doğal kauçuk) malzemeden tercih edilirken, sıcak preslerde çok daha yüksek sıcaklıklara dayanabilen FKM (Viton) (Florokarbon Kauçuk) malzeme seçilir.

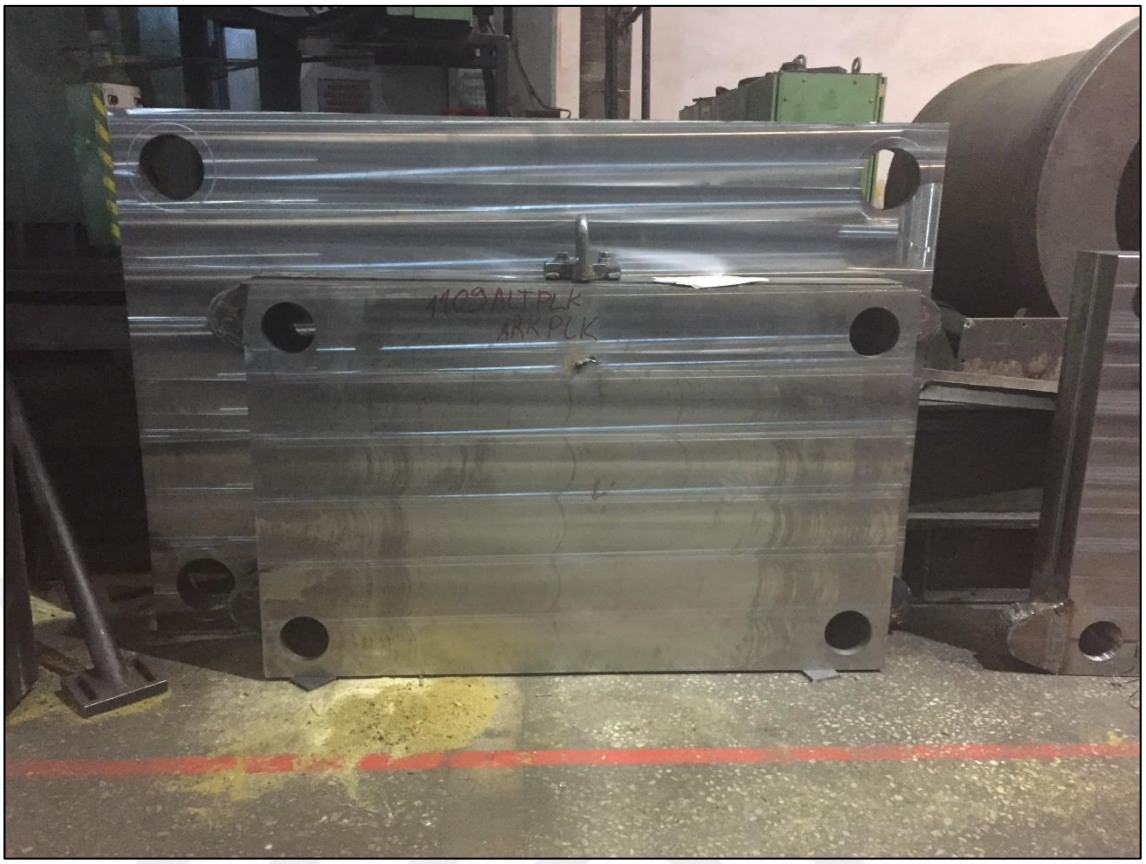
Hareketli (koç) plakanın imalat süreci şu adımları izlemektedir;

1. Proje departmanında, kullanıcı firmanın talep ettiği ölçülere göre tasarlandıktan sonra malzeme seçilerek program yardımıyla konstrüksiyona uygunluğu analiz edilir.
2. Analiz sonucuna bağlı olarak seçilen malzeme tedarikçi firmadan talep edilir. Burada, seçilen malzemenin mevcut sertifika, analiz ve ultrason raporları tedarikçi firmadan alınarak mutlaka incelenmelidir.
3. Tedarikçi firmadan gelen malzemeler, depo ve satın alma sorumlusunun kontrolünde, teknik resme göre kontrol edilerek kabul edilir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Hareketli (koç) plaka malzemesi.

4. Tedarik edilen plaka malzeme kaba temizliği yapılmak üzere bohrwerk tezgahına kaldırılır. Kenar ve alın yüzeyleri kaba olarak temizlendikten sonra plaka kaynağa hazır hale getirilir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Kaynak işlemi için kaba işlenmiş hareketli plaka malzemesi.

5. Burada sırasıyla; pistonun bastığı ve sabitlendiği hareketli plaka göbeği, kolon milleri için yataklama oluşturan hareketli plaka boruları, konstrüksiyonun bir arada durmasını sağlayan dış ve iç federlerin kaynağı yapılır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Hareketli (koç) plaka kaynak işlemi.

6. Kaynak işlemi tamamlanan plaka, hassas işlemlerin yapılması için yeniden bohrwerk tezgahına alınır. Burada teknik resme uygun olarak, yüzeyin hassas temizliği, mevcut T kanallarının açılması, rezistans ve havalandırma plakalarının bağlantı deliklerinin işlenmesi, kolon mili deliklerinin hassas işlenmesi, yan kaldırıcı pistonlarının bağlantı deliklerinin işlenmesi gibi işlemler operasyon sırasına göre tamamlanır (Şekil 3.17).

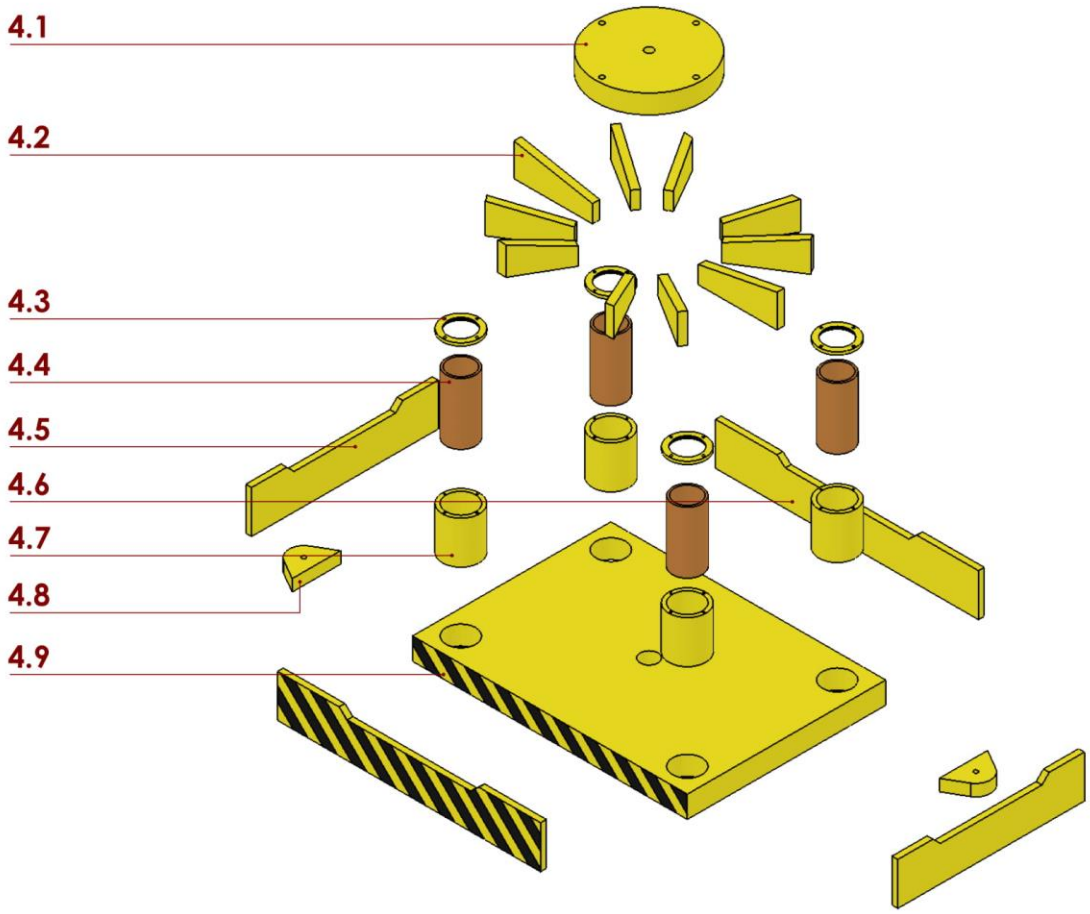


Şekil 3.17. Hareketli (koç) plakanın hassas işlenmesi.

7. Hassas işlemlerin tamamlanmasının ardından hareketli (koç) plaka, astar ve boya işlemleri için boyahane bölümüne sevk edilir (Buradan da montaja hazır hale gelecektir) (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Hareketli (koç) plaka (montaja hazır).



Parça No	Açıklama	Adet
4.1	Hareketli Plaka Göbeği	1
4.2	Hareketli Plaka İç Federleri	10
4.3	Hareketli Plaka Toz Keçe Flanşları	8
4.4	Hareketli Plaka Burçları (CuSn12/Pik)	4
4.5	Hareketli Plaka Dış Federi - 2	2
4.6	Hareketli Plaka Dış Federi - 1	2
4.7	Hareketli Plaka Borusu (St44)	4
4.8	Hareketli Plaka Kulağı (St52)	2
4.9	Hareketli Plaka (St52)	1

Şekil 3.19. Örnek prese ait hareketli (koç) plaka tasarımı.

3.5. Ana Silindir ve Plakası Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı

Ana silindir ve plakası için, "hidrolik presin en önemli bileşenidir" diyebiliriz. Çünkü, presin çalışması için gerekli olan güç burada üretilmektedir (Şekil 3.29). Bu sebep göz önünde bulundurularak yapılacak tasarıma ve seçilecek malzemenin kalitesine oldukça dikkat edilmelidir. Malzeme temini yapılan üretici veya tedarikçi firmalardan malzemeye ait sertifika, analiz ve ultrason raporu gibi belgeler istenerek incelenmelidir.

Ana silindir plakası, hidrolik pres konstrüksiyonuna uygun olarak tasarlanır. TS EN 10025 standartlarına (sıcak haddelenmiş yapı çelikleri) uygun özelliklerde DIN S355JR (St52) kalitede malzemeden seçilir. Büyük tonajlı ve/veya yüksek basınç altında çalışacak presler için DIN 1.0503 / AISI/SAE 1045 / EN C45 malzeme de kullanılabilir. İhtiyaç duyulan gücü karşılayabilmek için iki, üç veya dört silindirli pres tasarımları yapmak mümkündür.

Ana silindir ve plakasının imalat süreci şu adımları izlemektedir;

1. Proje departmanında, kullanıcı firmanın talep ettiği ölçülere göre tasarlandıktan sonra malzeme seçilerek program yardımıyla konstrüksiyona uygunluğu analiz edilir.
2. Analiz sonucuna bağlı olarak seçilen malzeme tedarikçi firmadan talep edilir. Burada, seçilen malzemenin mevcut sertifika, analiz ve ultrason raporları tedarikçi firmadan alınarak mutlaka incelenmelidir.
3. Tedarikçi firmadan gelen malzemeler, depo ve satın alma sorumlusunun kontrolünde, teknik resme göre kontrol edilerek kabul edilir.

Silindir plaka malzemesi tedarik edilirken, silindirin geçeceği kısmın hem daha hızlı hem daha kolay işlenebilmesi için, tasarım ölçüsünden belirli bir miktar pay verilerek göbek kısmı çıkarttırılır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Silindir plaka malzemesi.

4. Tedarik edilen plaka malzeme kaba temizliği yapılmak üzere bohrwerk tezgahına kaldırılır. Kenar ve alın yüzeyleri kaba olarak temizlendikten sonra kolon millerinin geçeceği delikler belirli bir miktar pay bırakılarak delinir (Göbek ve bağlantı delikleri kaynak sonrası finish işlemi sırasında net ölçüye getirelecektir) (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Silindir plakanın işlenmesi.

5. Kaba işlemesi (temizliği) biten plaka malzeme kaynak operasyonuna hazır olacak şekilde yarı mamul olarak bekletilir. Bu sırada, silindire kaynatılacak olan destek federlerinin de kaynak işlemi için hazırlığı yapılmaktadır (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. Kaynak işlemi için bekletilen yarı mamul plaka.

Ana silindir, yüksek basınçlara dayanabilecek şekilde hesaplanarak tasarlanır. Tasarım yaparken, seçilecek malzeme çapına ve silindir cidar kalınlığına özellikle dikkat edilir. Burada yapılacak en ufak bir hata, silindirin yüksek basınçtan dolayı patlamasına sebep olarak kötü sonuçlar ortaya çıkarır.

Silindir malzemesi seçilirken, presin çalışma şartları göz önüne alınmalıdır. Çalışma basıncı ve tonajı, silindirin emniyetli tasarım açısından gereksinimlerini, buna bağlı olarak uygun malzeme seçimini belirleyici niteliktedir. Silindirin plaka ile kaynak yöntemi kullanılarak birleştirilmesi ve/veya geçme tip (kafes sistem) olarak imal edilmesi durumlarına bağlı olarak, az karbonlu veya orta karbonlu (kaynağa uygunluk şartı aranmaktadır), dolu malzeme veya iç çağı tasarıma uygun boru malzemeler tercih edilmektedir. Genellikle St52, C45 kalitede ve daha fazla mukavemet gerektiren yerlerde 4140 (42CrMo4) malzemeler kullanılmaktadır (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Ana silindir malzemesi.

6. Ana silindir malzemesi, iç boşaltma işlemi için bohrwerk tezgahına alınır. Çıkarılacak çapa ve boya göre, özellikle orta karbonlu C45 malzemelerde, malzemenin içini talaşa ayırmak yerine aparatlar yardımıyla yeniden kullanılmak üzere iç boşaltma işlemi yapılabilir (Şekil 3.24).



Şekil 3.24. Ana silindir malzemesinin iç boşaltma işlemi.

7. İç boşaltma işlemi tamamlanan silindir malzeme, plakaya geçeceği kısmın (faturanın) işlenmesi için torna tezgahına alınır ve kaynağa hazır hale getirilir. Daha önce hazırlanmış olan silindir plaka ve silindir plaka federleri ile birlikte kaynak işlemi başlatılır (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. Silindir plaka (kaynak işlemi sonrası).

8. Kaynak işlemi sonrası plakada oluşan gerilmeleri gidermek için "gerilim giderme tavı" yapılır. Bu işlem için iki farklı yöntem kullanılabilir. Bunlardan birincisi, ortalama 550 – 630ºC sıcaklıkta, malzemenin fırında ısıtılıp kontrollü olarak soğutulması; diğeri ise vibrasyon (titreşim) ile gerilim giderme yöntemidir. Burada kullanılacak yöntem, presin çalışma şartlarına (sıcaklık, basınç, baskıda kalma süresi, günlük presleme adedi vb.) ve gerilim giderme yapılacak parçanın ağırlığına bağlı olarak tercih edilmektedir (Şekil 3.26).



(a)



(b)

Şekil 3.26. a) Fırında gerilim giderme b) Vibrasyon ile gerilim giderme.

9. Gerilim giderme işlemi sonrası, plakanın hassas işlemesinin (finish) yapılması ve ana piston boğazının bağlantılarının yapıldığı yerlerin işlenmesi için tekrar bohrwerk tezgahına kaldırılır (Şekil 3.27).

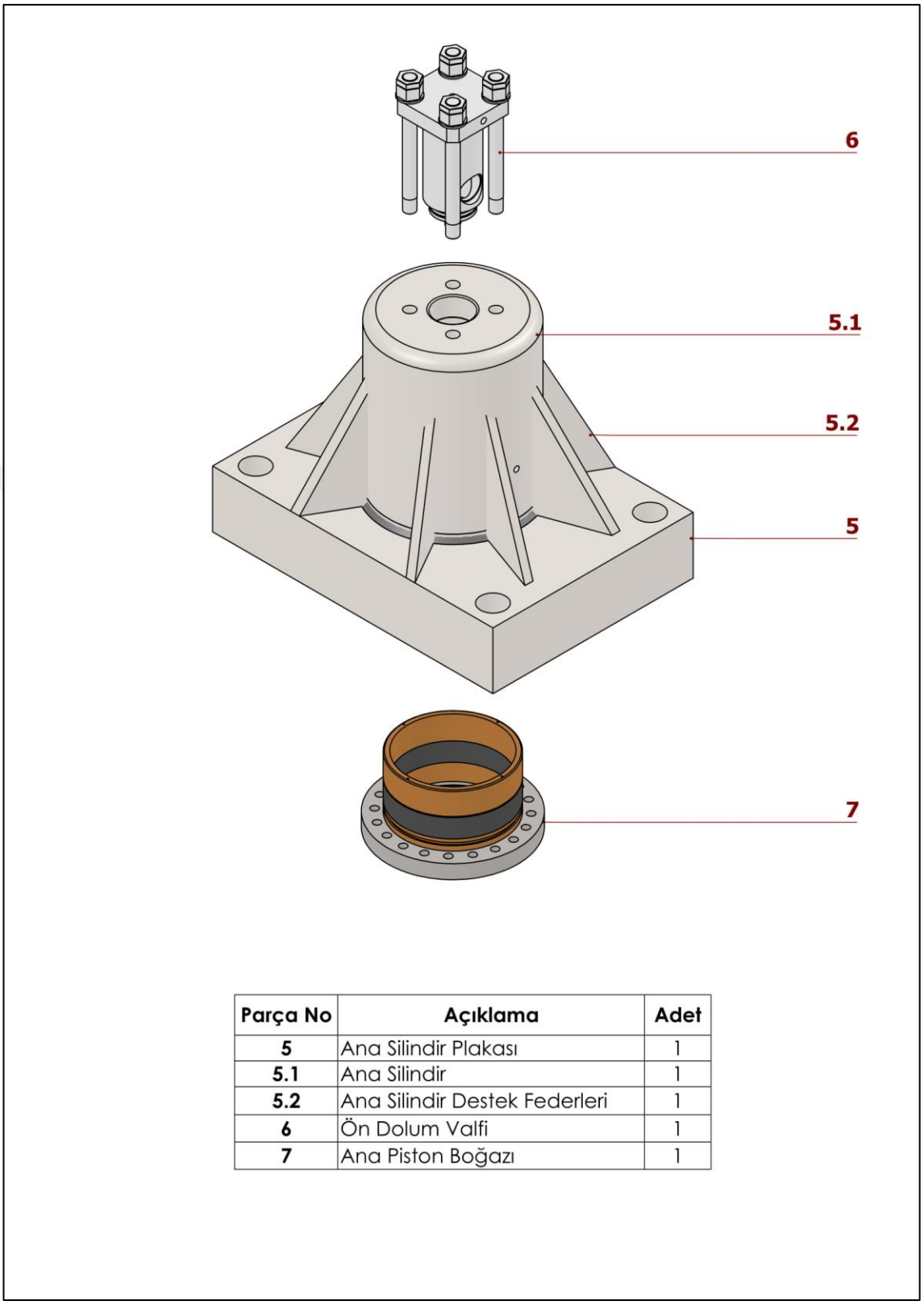


Şekil 3.27. Ana silindir plakasının hassas işlenmesi.

10. Hassas işlemlerin tamamlanmasının ardından ana silindir plakası, astar ve boya işlemleri için boyahane bölümüne sevk edilir (Buradan da montaja hazır hale gelecektir) (Şekil 3.28).



Şekil 3.28. Ana silindir plakası astar ve boya işlemi.



Parça No	Açıklama	Adet
5	Ana Silindir Plakası	1
5.1	Ana Silindir	1
5.2	Ana Silindir Destek Federleri	1
6	Ön Dolum Valfi	1
7	Ana Piston Boğazı	1

Şekil 3.29. Örnek prese ait ana silindir ve plakası tasarımı.

3.5.1. Ana Silindir Cidar Kalınlığının Emniyet Açısından Hesaplanması

Dökme demir veya dövme çelik gibi gevrek malzemelerden üretilen silindirlerin cidar (duvar) kalınlığını belirlemek için Lame denkleminden yararlanılır (Denklem 3.5). Lame teorisi, maksimum gerilmenin malzeme için müsaade edilen maksimum gerilime eşit olduğu kırılma teorisine dayanır.

$$t = \frac{D_i}{2}\left[\sqrt{\frac{\sigma_t + P_i}{\sigma_t - P_i}} - 1\right] \tag{3.5}$$

t: Ana Silindir Cidar (Et) Kalınlığı (mm)

D_i: Ana Silindir İç Çapı (mm)

σ_t: Malzeme İçin Belirlenmiş Normal Güvenlik Dayanımı

P_i: Ana Silindir İç Basıncı (Çalışma Basıncı) (kg/mm^2)

Örnek olarak ele aldığımız preste, ana silindir iç cidarına 250 bar basınçta 500 tonluk yayılı bir kuvvet etki etmektedir. Burada;

D_i = 505 mm

P_t = 250 bar = 250 kg/cm^2 = 2,5 kg/mm^2

σ_t = 9 kg/mm^2 (Silindir malzemesi St52 (S355JR)'dir. TS EN 10025 standartlarının belirlediği, ağır yük altında sürekli çalışan; asansör vb. gibi insan hayatını doğrudan etkileyen durumlarda emniyet katsayısı 8'den küçük olamaz.)

$t = \frac{505}{2} * [\sqrt{\frac{9+2,5}{9-2,5}} - 1] = 252,5 * [\sqrt{\frac{11,5}{6,5}} - 1] = 252,5 * 0,33 = 83,325 \approx 85$ mm'dir (Seçilecek minimum cidar (et) kalınlığı bu olmalıdır).

Ana silindir dış çapı 710 mm olarak seçildiğine göre, cidar (et) kalınlığı;

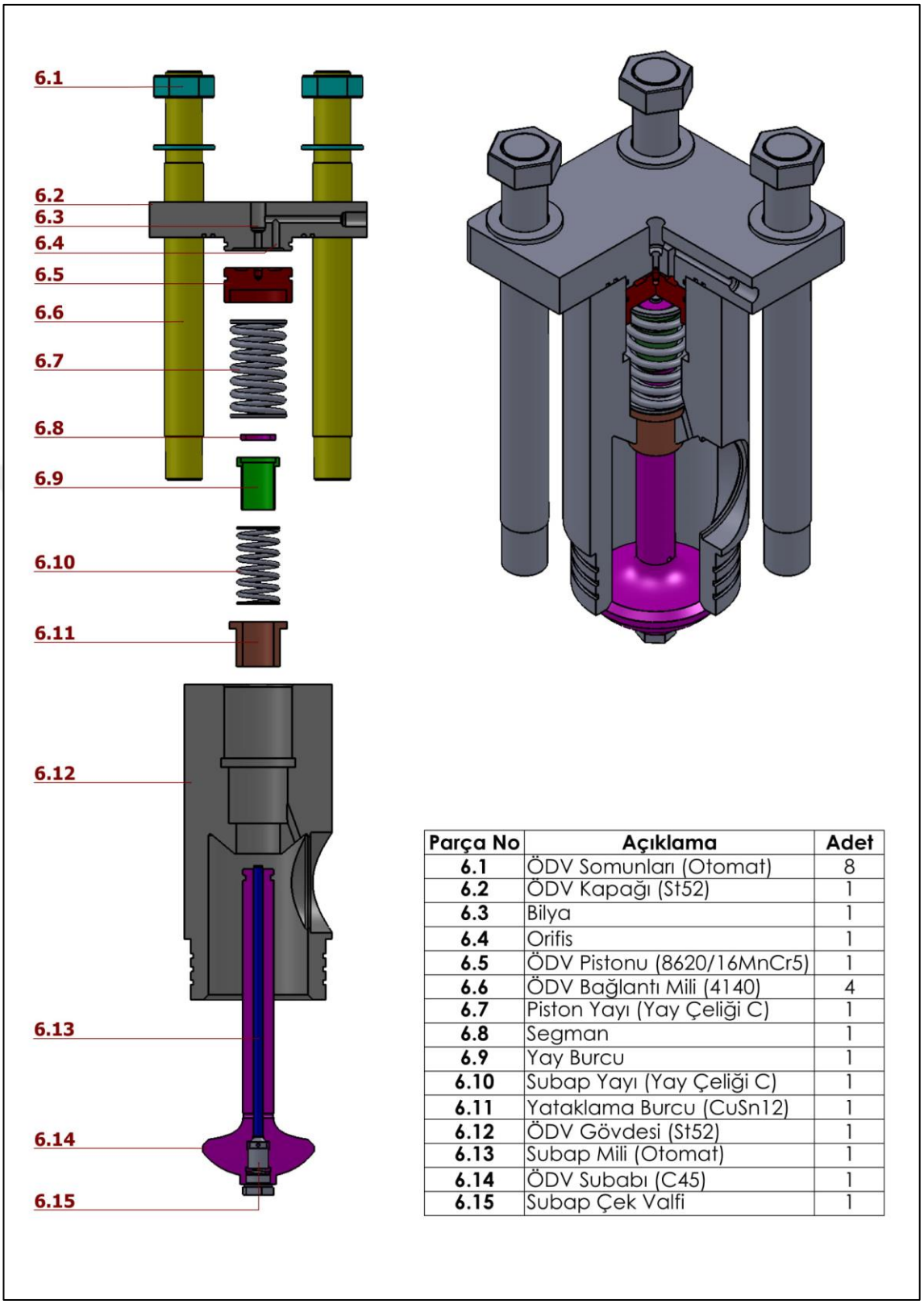
t = (710 – 505)/2 = 102,5 mm'dir. (3.6)

3.6. Ön Dolum Valfi Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı

Ön dolum valfi, hidrolik presin, motordan hareketini alan pompanın sisteme basınçlı yağ göndermesini sağlayan bileşenidir. Ana silindir üzerine monte edilen bu bileşen yağın silindir içerisine geçişini sağlayan çek valf görevi görmektedir (Şekil 3.30).

Gövdesi ve kapağı kaynaklı bağlantı olduğundan St52 (S355JR), yağın pistona geçişini sağlayan subap aşınmaya karşı dirençli olması gerektiğinden C45 (1045), saplamaları veya bağlantı milleri 1050 kalite imalat çeliğinden ya da 4140 (42CrMo4) kalite ıslah çeliği malzemeden seçilir. Bağlantının sağlamlığı açısından milleri sabitlemek için kullanılan somunlar ve kontra somunlar altıköşe geometri formunda otomat çeliği malzemeden seçilir. Presleme ve üst ölü noktaya geri dönüş (yağın geri basılması) sırasında sürekli olarak çalışan piston AISI/SAE 8620 (EN 20NiCrMo2) kalitede veya AISI/SAE 5115 (EN 16MnCr5) kalitede sementasyon çeliği malzemeden seçilir. Benzer şekilde, sürekli sıkışma ve gevşeme durumunda olan ön dolum valfi yayları (piston yayı ve subap yayı) uzun ömürlü olması açısından C kalite yay çeliğinden seçilir ve yüzeyi nikel kaplanır.

Kauranne, Koitto, Calonius, Minav ve Pietola (2018), yaptıkları çalışmada ağır yüklerin hızlı dikey konum kontrolü için hidrolik silindirin doğrudan tahrikli pompa kontrolü, damlama ve yük kompanzasyonu etkisi de dahil olmak üzere enerji verimliliği üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Doğrudan tahrikli sistemlerin, enerji verimliliğinin yük kompanzasyonu ile arttırılıp arttırılmayacağı üzerinde çalışmışlardır. Konumlandırmanın düzgünlüğü, basınçların, kuvvetlerin ve gücün dalgalanmaları açısından enerji tüketimi ve sistem davranışlarını test etmişlerdir. Sonuç olarak, dalgalanma ve titreşim probleminin çözümünün, daha yumuşak ancak daha hızlı bir hareket üreten bir kontrol stratejisi ile sağlanacağı önerisinde bulunmuşlardır.



Parça No	Açıklama	Adet
6.1	ÖDV Somunları (Otomat)	8
6.2	ÖDV Kapağı (St52)	1
6.3	Bilya	1
6.4	Orifis	1
6.5	ÖDV Pistonu (8620/16MnCr5)	1
6.6	ÖDV Bağlantı Mili (4140)	4
6.7	Piston Yayı (Yay Çeliği C)	1
6.8	Segman	1
6.9	Yay Burcu	1
6.10	Subap Yayı (Yay Çeliği C)	1
6.11	Yataklama Burcu (CuSn12)	1
6.12	ÖDV Gövdesi (St52)	1
6.13	Subap Mili (Otomat)	1
6.14	ÖDV Subabı (C45)	1
6.15	Subap Çek Valfi	1

Şekil 3.30. Örnek prese ait ön dolum valfi tasarımı.

3.7. Ana Piston ve Boğazı Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı

Ana piston, hidrolik preste gücü üreten bileşendir. Hidrolik pompa tarafından ön dolum valfine gönderilen basınçlı hidrolik yağ; ana silindir içerisinde pistonun üst noktasında bulunan hacme dolar ve burada oluşan basınç pistonun aşağı hareketini sağlayarak presleme işlemini gerçekleştirir (Şekil 3.34).

Ana piston, TS EN 10025-2 standartlarına (sıcak haddelenmiş yapı çelikleri – bölüm 2: alaşımsız yapı çeliklerinin teknik teslim şartları) uygun DIN 1.0503 / AISI/SAE 1045 / EN C45 kalitede imalat çeliği veya TS EN ISO 683-2 standartlarına (ısıl işlemli çelikler, alaşımlı çelikler ve serbest kesim çelikler – Bölüm 2: Söndürme ve temperleme için alaşımlı çelikler) uygun DIN 1.7225 / AISI/SAE 4140 / EN 42CrMo4 kalitede ıslah çeliği malzeme seçilerek imal edilir. Mukavemet açısından gerekli görülen hesaplamalar sonucunda, emniyetli çap belirlenerek malzeme ölçüleri tayin edilir. Ana pistonun çapı, preste oluşacak kuvveti (tonajı); boyu ise presin strokunu (kursunu) belirler.

Ana piston ve boğazının imalat süreci şu adımları izlemektedir;

1. Proje departmanında, kullanıcı firmanın talep ettiği ölçülere göre tasarlandıktan sonra malzeme seçilerek program yardımıyla konstrüksiyona uygunluğu analiz edilir.
2. Analiz sonucuna bağlı olarak seçilen malzeme tedarikçi firmadan talep edilir. Burada, seçilen malzemenin mevcut sertifika, analiz ve ultrason raporları tedarikçi firmadan alınarak mutlaka incelenmelidir.
3. Tedarikçi firmadan gelen malzemeler, depo ve satın alma sorumlusunun kontrolünde, teknik resme göre kontrol edilerek kabul edilir (Şekil 3.31).



Şekil 3.31. Ana piston malzemesi.

4. Tedarik edilen malzeme uygun çap ölçüsüne getirilmek üzere torna tezgahına kaldırılır (Buradaki işlemin ardından önce ısıl işlem sonra krom kaplama işlemi gerçekleşeceğinden yüzeyde taşlama payı bırakılır) (Şekil 3.32).

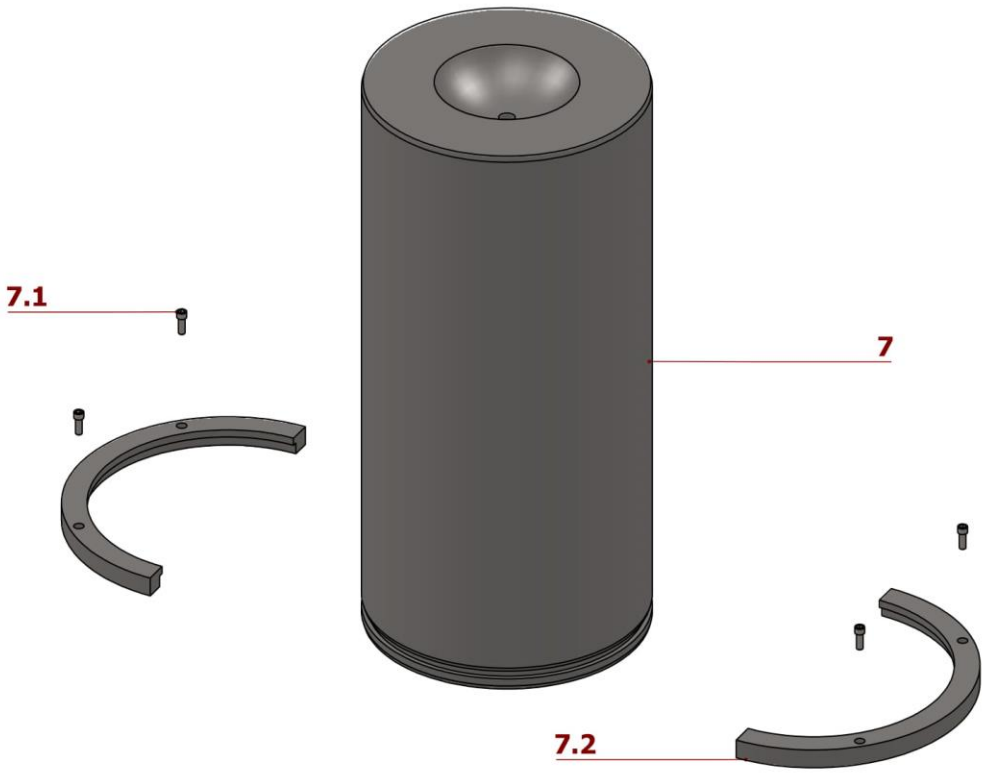


Şekil 3.32. Ana pistonun işlenmesi.

5. Tornalama işlemi tamamlanan piston, ısıl işlem için sevke hazır hale getirilir. Isıl işlem tamamlandıktan sonra yüzeye krom kaplama işlemi yapılacaktır. Uygulanan ısıl işlem indüksiyonla sertleştirme işlemidir. Bu operasyonda piston malzemesine, yüzeyinden 5 ile 8 mm kadar çekirdeğe doğru 56 – 62 HRC (Rockwell) sertlik kazandırılır. Isıl işlem tamamlandıktan sonra, malzeme yüzeyi uygun tolerans değerlerinde taşlanarak krom kaplama işlemine hazır hale getirilir. Burada, malzeme yüzeyinde noktada 75 – 100 mikron net krom kalacak şekilde (2.taşlama sonrası) kaplama yapılır (Şekil 3.33). Ayrıca, piston sızdırmazlık elemanı ile birlikte çalışacağından ikinci taşlama, sızdırmazlık elemanı üreticisi firma tarafından belirtilen pürüzlülük (R_a) değerine uygun şekilde yapılır.



Şekil 3.33. Ana piston (montaja hazır).



Parça No	Açıklama	Adet
7	Ana Piston (C45)	1
7.1	Ana Piston Bağlantı Cıvataları	6
7.2	Ana Piston Bağlantı Flanşları	2

Şekil 3.34. Örnek prese ait ana piston tasarımı.

6. Aşağı yukarı hareket eden pistona yataklama yapmak, silindir içerisindeki yağın dışarı çıkmasını önlemek amacıyla; ana silindirin ağzına işlenen faturaya geçecek şekilde piston boğazı tasarlanır (Şekil 3.37). Burada yataklama özelliği iyi olan, %12 kalay içeren bronz alaşımlı CuSn12 burç malzeme kullanılır (Şekil 3.35).

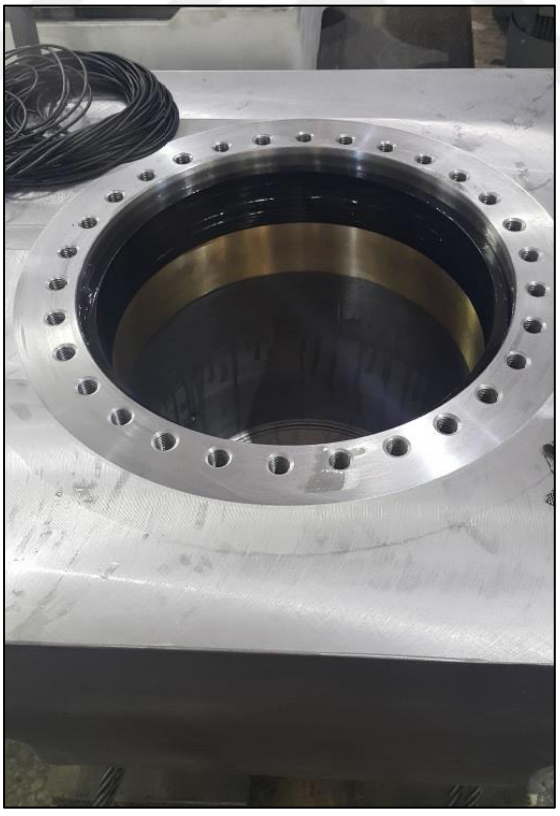


Şekil 3.35. Ana piston boğaz yataklama malzemesi.

7. Tedarik edilen burç malzemesi, dış çapı silindir içerisindeki faturanın ölçüsüne göre, iç çapı ise krom kaplama sonrası pistonun nihai ölçüsüne göre mikrometre yardımıyla hassas bir şekilde ölçülerek işlenir. Ağırlığı taşıyacak adette ve kalitede (8.8, 10.9, 12.9 gibi) cıvata kullanılarak, tasarıma uygun bir flanş yardımıyla konstrüksiyona sabitlenir (Şekil 3.36).

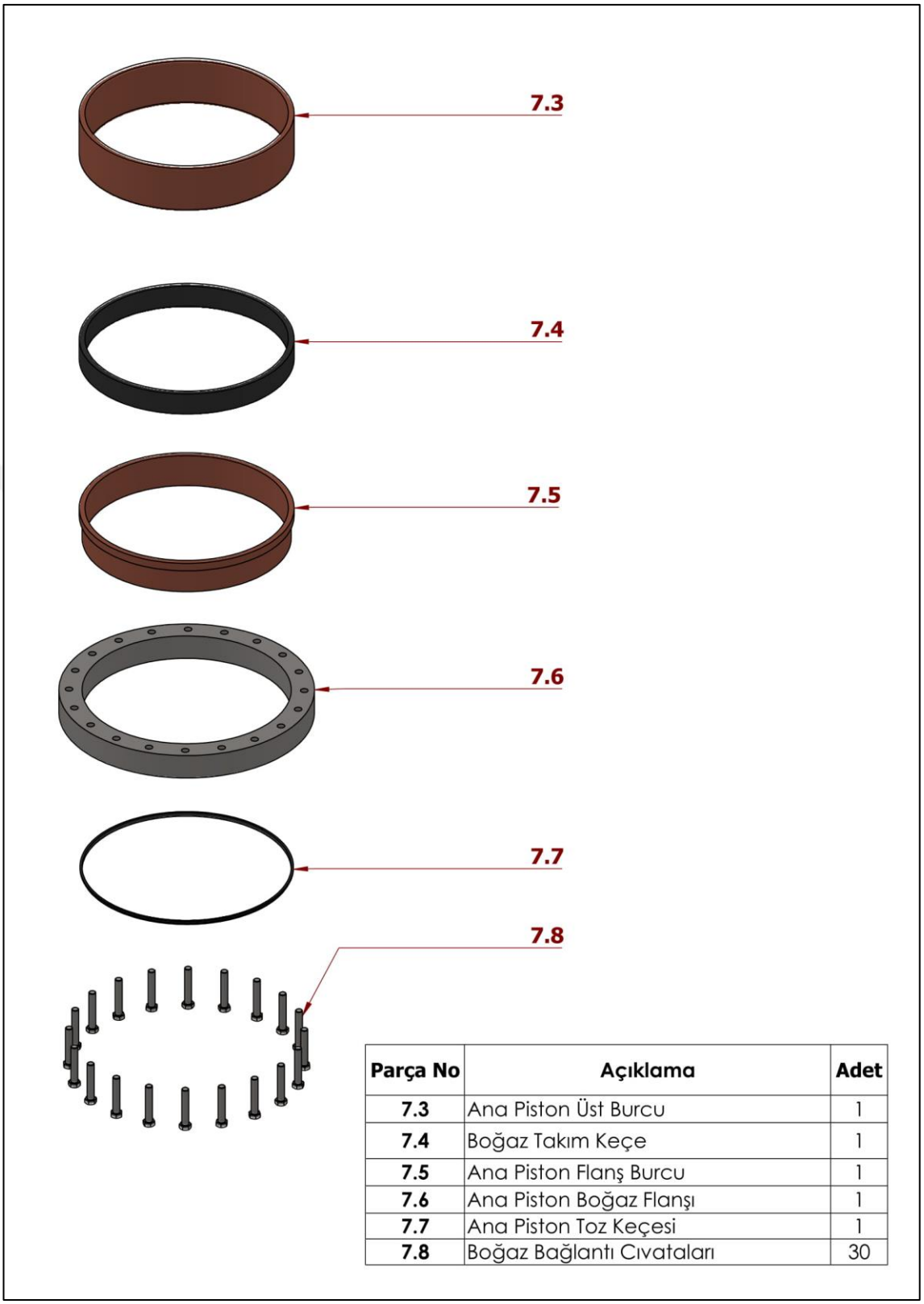


(a)



(b)

Şekil 3.36. a) Ana piston boğaz flanşı b) Boğaz flanşı bağlantı yeri.



Parça No	Açıklama	Adet
7.3	Ana Piston Üst Burcu	1
7.4	Boğaz Takım Keçe	1
7.5	Ana Piston Flanş Burcu	1
7.6	Ana Piston Boğaz Flanşı	1
7.7	Ana Piston Toz Keçesi	1
7.8	Boğaz Bağlantı Cıvataları	30

Şekil 3.37. Örnek prese ait ana piston boğaz tasarımı.

3.7.1. Ana Piston Çap Ölçüsünün Belirlenmesi

Ana piston çap ölçüsü belirlenirken genel mukavemet denklemlerinden yararlanılır.

$$P = F / A \tag{3.7}$$

P: Çalışma Basıncı (bar) (kg/cm^2)

F: Uygulanan Kuvvet (kg)

A: Piston Yüzey Alanı (cm^2)

Örnek olarak ele aldığımız preste 250 bar basınçta 500 tonluk bir kuvvet üretilmesi istenmektedir. Burada;

$P = 250$ bar $= 250$ kg/cm^2

$F = 500$ Ton $= 500000$ kg

$$A = \pi * D^2 / 4 \tag{3.8}$$

250 $kg/cm^2 = 500000$ kg $/ A$

$A = 2000$ cm^2 'dir. Denklem 3.8'de yerine yerleştirilirse;

2000 $cm^2 = \pi * D^2 / 4$

$D^2 = 8000 / \pi \approx 2547$ cm^2

$D \approx 50$ cm $= 500$ mm olarak hesaplanır.

3.8. Kolon Mili ve Somunları Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı

Kolon milleri, konstrüksiyonun bir arada durmasını sağlayan bileşendir. Hidrolik preste iş yapılırken oluşan yükün (gücün) karşılanması kolonlar tarafından sağlanır. Tasarım gereği konstrüksiyonda 4 adet bulunan kolon millerinin her birinin eşit şekilde yükü taşıyabilecek kapasitede (çapta) seçilmesine özen gösterilir (Şekil 3.43).

TS EN ISO 683-2 standartlarına (ısıl işlemli çelikler, alaşımlı çelikler ve serbest kesim çelikler – Bölüm 2: Söndürme ve temperleme için alaşımlı çelikler) uygun özelliklerde, DIN 1.7225 / AISI/SAE 4140 / EN 42CrMo4 kalitede ıslah çeliği malzeme seçilerek imal edilir. Mukavemet açısından gerekli görülen hesaplamalar yapılarak konstrüksiyon için emniyetli malzeme çapı seçilir. Ayrıca kolon millerini konstrüksiyonda sabitlemek için TS EN 10216-4 (Basınç amaçları için dikişsiz çelik borular-Teknik teslim şartları-Bölüm 4: Belirtilen düşük sıcaklık özellikleri olan alaşımsız ve alaşımlı çelik borular) standartlarına uygun özelliklerde, “St44” kalitede "Çelik Çekme Boru” malzeme kullanılarak sabitleme somunları ve kontra somunları imal edilir.

Kolon mili ve somunlarının imalat süreci şu adımları izlemektedir;

1. Proje departmanında, kullanıcı firmanın talep ettiği ölçülere göre tasarlandıktan sonra malzeme seçilerek program yardımıyla konstrüksiyona uygunluğu analiz edilir.
2. Analiz sonucuna bağlı olarak seçilen malzeme tedarikçi firmadan talep edilir. Burada, seçilen malzemenin mevcut sertifika, analiz ve ultrason raporları tedarikçi firmadan alınarak mutlaka incelenmelidir.
3. Tedarikçi firmadan gelen malzemeler, depo ve satın alma sorumlusunun kontrolünde, teknik resme göre kontrol edilerek kabul edilir (Şekil 3.38).



Şekil 3.38. Kolon mili malzemesi.

4. Belirli bir miktar paylı olarak tedarik edilen kolon mili malzemeleri belirlenen çap ölçüsüne getirilmek üzere torna tezgahına kaldırılır (Şekil 3.39). Burada, önce kaba temizliği yapılarak, malzeme nihai ölçülerinden belirli bir tolerans payı bırakılarak yarı mamul şeklinde işlenecektir (Şekil 3.40).



Şekil 3.39. Kolon millerinin işlenmesi.



Şekil 3.40. Kolon milleri (yarı mamul).

5. Kolon mili malzemelerinin tamamı yarı mamul olarak işlendikten sonra torna tezgahında tekrar ayar yapılarak kolon millerinin konstrüksiyona sabitlendiği dişler açılmaya başlanır (Şekil 3.41a). Diş açma işlemi tamamlandıktan sonra hareketli (koç) plakanın çalışacağı yüzeyde, iyi bir yataklama sağlayabilmek için, krom kaplama işlemi yapılacaktır. Burada, malzeme yüzeyinde noktada 75 – 100 mikron net krom kalacak şekilde (2.taşlama sonrası) kaplama yapılır. Kaplama işlemi sonrası kolon milleri montaja hazır hale gelecektir. Kaplama işlemi sonrası kolon milleri, derhal montaj aşamasına alınmayacaksa, krom kaplı yüzeylerin zarar görmemesi için, çok iyi bir şekilde muhafaza edilmesi gerekmektedir (Şekil 3.41b).
6. Kolon millerinin imalatı tamamlandıktan sonra, kolon millerini konstrüksiyona sabitlemek amacıyla kullanılacak olan somun ve kontra somunların imalatına geçilir (Şekil 3.42). Somun ve kontra somun malzemeleri uygun ölçülerde işlendikten sonra iç çaplarına kolon millerine açılan ölçüye uygun ölçüde diş açılır. Bu işlem için daha önceden hazırlanmış olan mastarlar ve/veya şablonlar kullanılır.

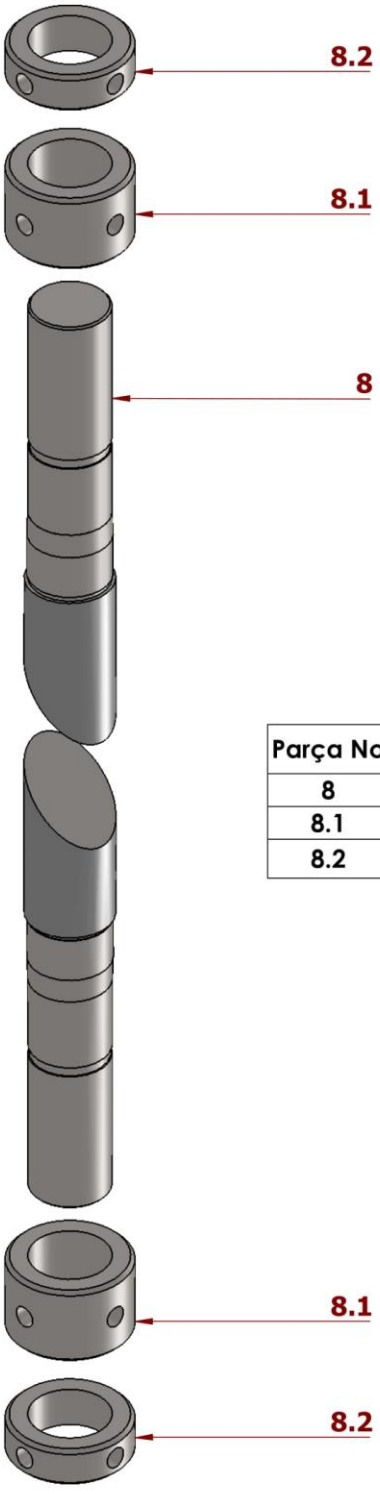


(a) **(b)**

Şekil 3.41. a) Kolon milleri (kaplamaya hazır) b) Kolon milleri (montaja hazır).



Şekil 3.42. Kolon mili somunları ve kontra somunları.



Parça No	Açıklama	Adet
8	Kolon Mili 4140 (42CrMo4)	4
8.1	Kolon Mili Somunları (St44)	8
8.2	Kolon Mili Kontra Somunları	8

Şekil 3.43. Örnek prese ait kolon mili ve somunları tasarımı.

3.8.1. Kolon Mili Çap Ölçüsünün Emniyet Açısından Hesaplanması

Kolon mili çap ölçüsü belirlenirken genel mukavemet denklemlerinden yararlanılır.

$$\sigma = F / A \tag{3.9}$$

σ: Emniyetli Çekme Gerilme Değeri (42CrMo4 / 4140)
F: Kolon Miline Uygulanan Kuvvet (kg)
A: Kolon Mili Kesit Alanı (cm^2)

Örnek olarak ele aldığımız preste kolon millerine 250 bar basınçta 500 tonluk kuvvet etki etmektedir. Buradan hareketle;
1 Adet kolon miline gelen yük: 500/4 = 125 Ton = 125000 kg'dir.

σ = 180 MPa (N/mm^2) = 1800 bar (kg/cm^2) olarak kabul edildi.
F = 125000 kg

$$A = \pi * D^2 / 4 \tag{3.10}$$

$1800\ kg/cm^2 = 125000\ kg / A$
$A \approx 69{,}5\ cm^2$ 'dir. Denklem 3.10'da yerine yerleştirilirse;
$69{,}5\ cm^2 = \pi * D^2 / 4$
$D^2 = 278 / \pi \approx 88{,}5\ cm^2$
D ≈ 9,5 cm = 95 mm (Seçilecek minimum kolon mili çapı bu olmalıdır.)

Seçilen Kolon Mili Çapı: 150 mm (M138) olduğuna göre;
150 / 95 ≈ 1,5 kat emniyetlidir.

3.9. Yan Kaldırıcı Silindiri ve Mili Tasarımı, Malzeme Seçimi ve İmalatı

Yan kaldırıcılar, hareketli (koç) plakanın kontrollü olarak serbest düşmesini ve presleme sonrası hareketli (koç) plakanın ve ana pistonun yukarı kalkmasını (geri dönmesini) sağlar (Şekil 3.51).

Yan kaldırıcı silindirleri, TS EN 10216-4 (Basınç amaçları için dikişsiz çelik borular-Teknik teslim şartları-Bölüm 4: Belirtilen düşük sıcaklık özellikleri olan alaşımsız ve alaşımlı çelik borular) standartlarına uygun özelliklerde, “St44” kalitede "Çelik Çekme Boru” malzeme kullanılarak imal edilir. Yan kaldırıcı pistonları ise TS EN 10025-2 standartlarına (sıcak haddelenmiş yapı çelikleri – bölüm 2: alaşımsız yapı çeliklerinin teknik teslim şartları) uygun DIN 1.0503 / AISI/SAE 1045 / EN C45 kalitede imalat çeliği kullanılarak imal edilir.

Yan kaldırıcı silindir ve pistonlarının imalat süreci şu adımları izlemektedir;

1. Proje departmanında, kullanıcı firmanın talep ettiği ölçülere göre tasarlandıktan sonra malzeme seçilerek program yardımıyla konstrüksiyona uygunluğu analiz edilir.
2. Analiz sonucuna bağlı olarak seçilen malzeme tedarikçi firmadan talep edilir. Burada, seçilen malzemenin mevcut sertifika, analiz ve ultrason raporları tedarikçi firmadan alınarak mutlaka incelenmelidir.
3. Tedarikçi firmadan gelen malzemeler, depo ve satın alma sorumlusunun kontrolünde, teknik resme göre kontrol edilerek kabul edilir (Şekil 3.44).



Şekil 3.44. Yan kaldırıcı silindir malzemesi (www.yilmazcelikboru.com).

4. Tedarik edilen boru malzeme işlenmek üzere torna tezgahına alınır. Malzemenin iç ve dış çap ölçüleri belirli bir pay bırakılarak işlenir (Bu işlemden sonra malzeme kovan haline getirilmek üzere kaynak işlemine alınarak bir yüzeyine parça kaynatılacaktır. Kaynak işlemi boyunca malzemede çekme, çarpılma vb. sorunların oluşma ihtimali göz önüne alınarak bu pay bırakılır) (Şekil 3.45).



Şekil 3.45. Yan kaldırıcı silindiri (kaynağa hazır).

5. Yan kaldırıcı silindirin bir yüzeyine, kaynağa uyumlu malzeme kullanılarak, sıkı geçme şeklinde parça çakılır. Parça çakılmadan önce, malzemeye kaynak operasyonunun gerektirdiği miktarda kaynak ağzı açılır ve bu bölge işlem sırasında kaynakla doldurulur (Şekil 3.46).



Şekil 3.46. Yan kaldırıcı silindiri (kaynak işlemi).

6. Kaynak işlemi sonrası silindir malzeme tekrar torna tezgahına alınır. Bu aşamada, malzemenin dış ve iç çapları nihai ölçüye uygun olarak işlenir. Yan kaldırıcı pistonunun yataklama yuvası, silindir iç çapına hassas olarak açılır ve silindir içerisine yağ giriş çıkışını sağlayacak hidrolik bağlantı elemanlarının yerleri işlenir (Şekil 3.47).



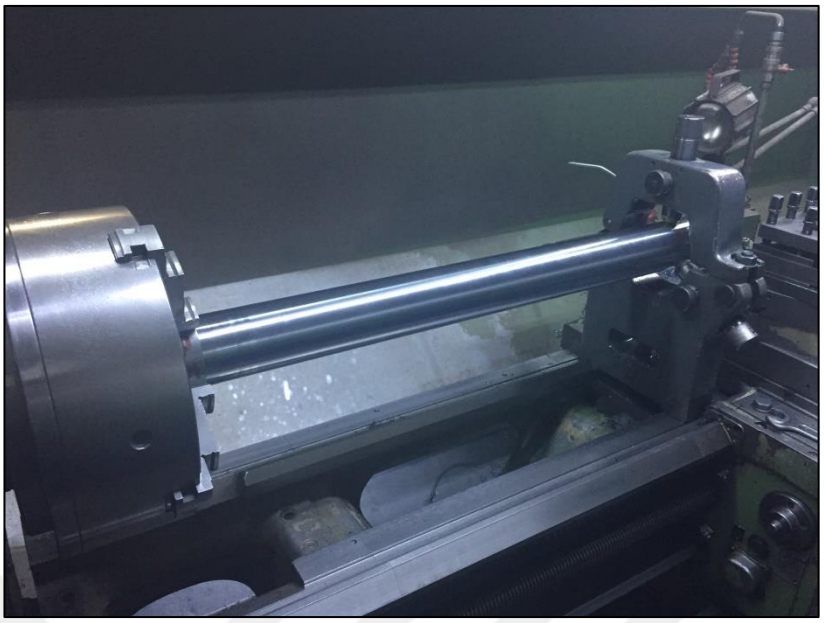
Şekil 3.47. Yan kaldırıcı silindiri (nihai ölçülerde işlenmiş).

7. Aşağı yukarı hareket eden pistona yataklama yapmak, silindir içerisindeki yağın dışarı çıkmasını önlemek amacıyla; yan kaldırıcı silindirinin ağzına işlenen faturaya geçecek şekilde piston kapağı tasarlanır. Burada, yataklama özelliği iyi olan, %12 kalay içeren bronz alaşımlı CuSn12 burç malzeme kullanılır (Şekil 3.48). Bu malzemenin; dış çapı (şapka çapı) silindirin dış çap ölçüsüne göre, alt fatura çapı silindir içerisine işlenmiş fatura ölçüsüne göre, iç çapı ise yan kaldırıcı pistonunun krom kaplama işleminden sonraki nihai ölçüsüne göre işlenir. Yataklama malzemesi işlendikten sonra yağın silindir dışına çıkmasını engellemek amacıyla kullanılacak olan sızdırmazlık elemanının ölçüsüne uygun şekilde kesilerek iki parça haline getirilir (sızdırmazlık elemanı bu iki parçanın arasına yerleştirilecektir). Ayrıca şapkalı parçanın üst noktasına, yan kaldırıcı pistonunu çevredeki toz, pislik vb. zarar verecek maddelerden korumak amacıyla toz keçe yuvası işlenir.



Şekil 3.48. Yan kaldırıcı yataklama malzemesi.

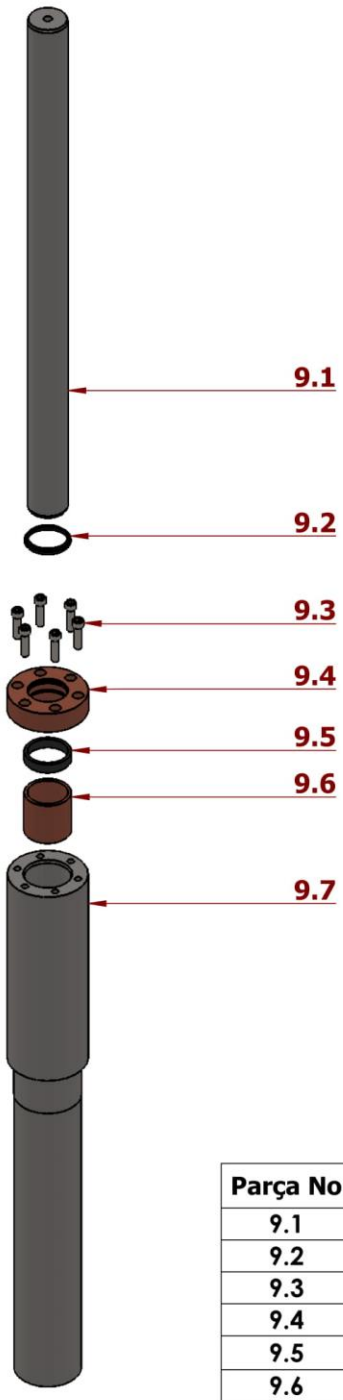
8. Tedarik edilen piston malzemesi işlenmek üzere torna tezgahına alınır (Şekil 3.49). Çap ölçüsü, daha sonra krom kaplama işlemine sevk edileceği için, belirli bir tolerans payı (taşlama payı) bırakılarak işlenir. Pistonun hareketli plakaya bağlantı yapılacağı cıvata delikleri delinir. İşlem sonrası, piston malzemesi yüzeyde noktada 50 – 75 mikron net krom kalacak şekilde krom kaplama işlemi görecektir. Diğer kaplama işlemlerinden farklı olarak burada, ayna yüzey (süper finish) işlemi yapılmaktadır. Bu işlem sayesinde malzemenin yüzey pürüzlülük değeri (R_a değeri) 0.005 – 0.015 kadar hassas hale getirilmektedir. Pistonlar da hazır olduktan sonra yan kaldırıcı grubu montaja hazır hale gelecektir (Şekil 3.50).



Şekil 3.49. Yan kaldırıcı pistonunun işlenmesi.



Şekil 3.50. Yan kaldırıcı grubu (montaja hazır).



Parça No	Açıklama	Adet
9.1	Yan Kaldırıcı Pistonu (C45)	2
9.2	Yan Kaldırıcı Toz Keçesi (NBR)	2
9.3	Yan Kaldırıcı Burç Cıvataları	12
9.4	Yan Kaldırıcı Üst Flanşı (CuSn12)	2
9.5	Sızdırmazlık Elemanı (NBR)	2
9.6	Burç (CuSn12)	2
9.7	Yan Kaldırıcı Silindiri (St44)	2

Şekil 3.51. Örnek olarak ele alınan prese ait yan kaldırıcı grubu tasarımı.

BÖLÜM 4

BİR HİDROLİK PRESİ OLUŞTURAN BİLEŞENLERİN GERİLME ANALİZİ

Bu bölümde, örnek olarak ele alınan hidrolik presin yük altındaki parçalarının statik ve dinamik yüklemeler altında maruz kaldıkları gerilmeleri incelenecektir. Bunun için "Sonlu Elemanlar Yöntemi" ile analizler yapıp "Solidworks" tasarım programının "Simulation" bileşeninden faydalanılmıştır.

Solidworks Simulation, bir ürünün gerçek dünyadaki fiziksel davranışlarını CAD modellerini sanal olarak test ederek tahmin etmek için Sonlu Elemanlar Analizi (FEA) kullanan, kullanımı kolay bir yapısal analiz araçları portföyüdür. Portföy doğrusal, doğrusal olmayan statik ve dinamik analiz özellikleri sunar (www.solidworks.com / solidworks simulation).

Makine imalatında kullanılan çelik malzemeler yük altında kaldıkları zaman genellikle plastik şekil değişimi gösterirler ve ardından kırılmaya uğrarlar. Tasarımın emniyeti için malzemelerde müsaade edilen elastik sınır aşılmamalıdır. Malzemelerde teorik olarak mukavemet hesaplaması yapılırken, basit yükleme koşulları altında (sadece tek bir noktada tek bir gerilme tipi varmış gibi (çekme-basma, eğilme, burulma, kesme gerilmeleri)) hesaplamalar yapılıyordu. Ancak gerçekte malzemeler, bir noktada birden fazla gerilme türüne maruz kalmaktadır. Tasarım yapılırken, konstrüksiyon güvenliği açısından, bu gerilmelerin malzemelerin üzerindeki etkilerini gözlemlemek için akma ve kırılma kriterlerinden yararlanılır. Sünek malzemeler için akma olup olmadığı, gevrek malzemeler için ise kırılma olup olmadığı incelenir.

Sünek malzemeler için akma kriterleri;

- Tresca Kriteri (Maksimum Kayma Gerilmesi Kriteri)
- **Von-Mises Kriteri** (Eşdeğer Gerilme veya Maksimum Çarpılma Enerjisi Kriteri) (Sünek Malzemelerin Akması İçin Mükemmel Sonuçlar Verir)

Gevrek malzemeler için kırılma kriterleri;

- Rankine Kriteri
- Columb Kriteri (Gevrek Malzemeler İçin Çok İyi Sonuç Verir)
- Mohr Kriteri

Hidrolik pres bileşenlerinin analizi yapılırken elde edilen sonuçlar, gerçeğe en uygun sonuçlar verdiği için, Von-Mises kriterine göre incelenecektir. Von-Mises gerilmeleri bir yapıdaki eşdeğer gerilme değerini vermektedir (çok eksenli gerilme durumunu tek eksenli gerilme durumuna indirger). Sünek bir malzeme için Von-Mises gerilmesi ($\sigma_{eş}$) malzemenin kalıcı şekil değişimi yapmaya başladığı gerilme değeri olan akma mukavemet değeri ile karşılaştırılabilecek bir değerdir. Malzemenin güvenli kabul edilebilmesi için $\sigma_{eş} \leq \sigma_{ak}$ olmalıdır.

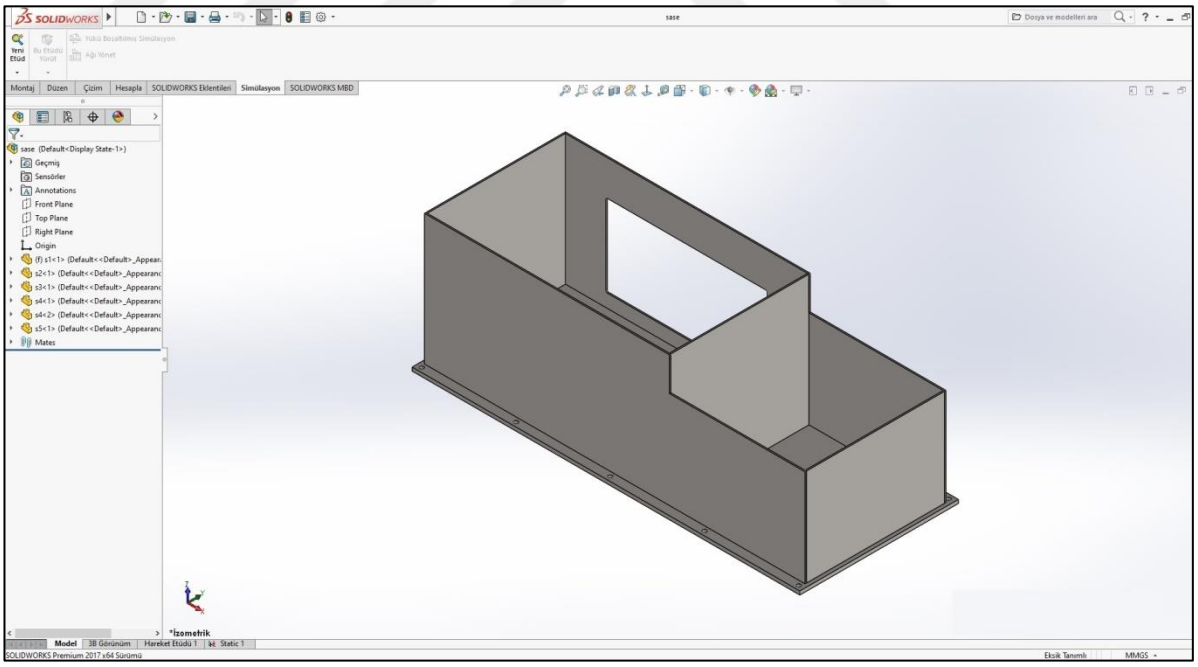
Solidworks programı ile analiz yapıldıktan sonra elde edilen sonuçlar Von-Mises kriterine göre incelenerek tasarımının emniyeti açısından hesaplamalar yapılacaktır. Solidworks programı ile analiz yapılırken izlenmesi gereken belirli adımlar vardır. Bunlar:

1. **Modelleme:** "Parça veya Part" modülü altında, bir önceki bölümde incelediğimiz hidrolik pres bileşenlerinin oluşturulması.
2. **Malzemenin Atanması:** Analizi yapılmak istenen parçaya malzeme atanarak elastik özellikleri belirlenir (Örneğin, St52, C45, 4140).
3. **Montaj:** Malzeme atama işleminden sonra oluşturulan model "Sabitleme (fixtures)" modülü altında belirlenen noktalardan veya deliklerden sabitlenir. Bu delikler parçanın konstrüksiyona sabitlendiği noktalardır.
4. **Sınır Şartlarının Girilmesi:** Parça üzerinde oluşan gerilme ve yer değiştirmeleri görebilmek amacıyla malzeme üzerine uygulanacak kuvvet ve/veya basınç değerleri girilir.

5. **Çözüm Ağının Oluşturulması (Mesh):** Mesh oluşturma işlemi, fiziksel bir tanım aralığının daha küçük tanım aralıklarına bölünmesi işlemi olarak tanımlanabilir. Bu işlem bir diferansiyel denklemin çözümü gibi düşünülebilir. Oluşturulan mesh yoğunluğuna bağlı olarak elde edilen sonuçlar arasındaki fark gözlemlenebilir. Mesh yoğunluğunun arttırılması, sonlu elemanlar yönteminde sonuca yaklaşım doğruluğunu da beraberinde getirmektedir.
6. **Çözüm Verme (Analiz):** Belirlenen kriterlere göre "sonuçlar (result)" kısmına tıklanarak görmek istenen parametreler seçilir.
7. **Sonuçları İzleme:** Analiz sonucu elde edilen değerler gözlemlenir. Anlık uygulanan maksimum yük altında, parçalarda meydana gelen yer değiştirmeler ve Von-Mises gerilmeleri gözlemlenebilir.

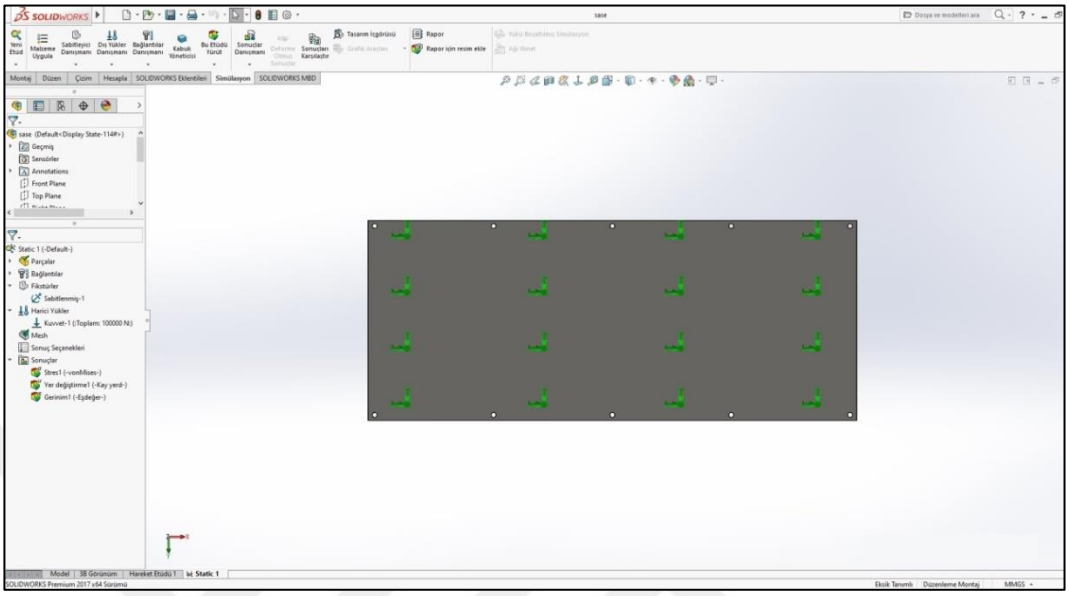
4.1. Şase İçin Gerilme Analizi

1. Şaseyi oluşturan saclar ayrı ayrı modellenerek montaj ortamında bir araya getirilir. Parçaların tamamı "St52" malzeme seçilerek tasarlanmıştır (şekil 4.1).



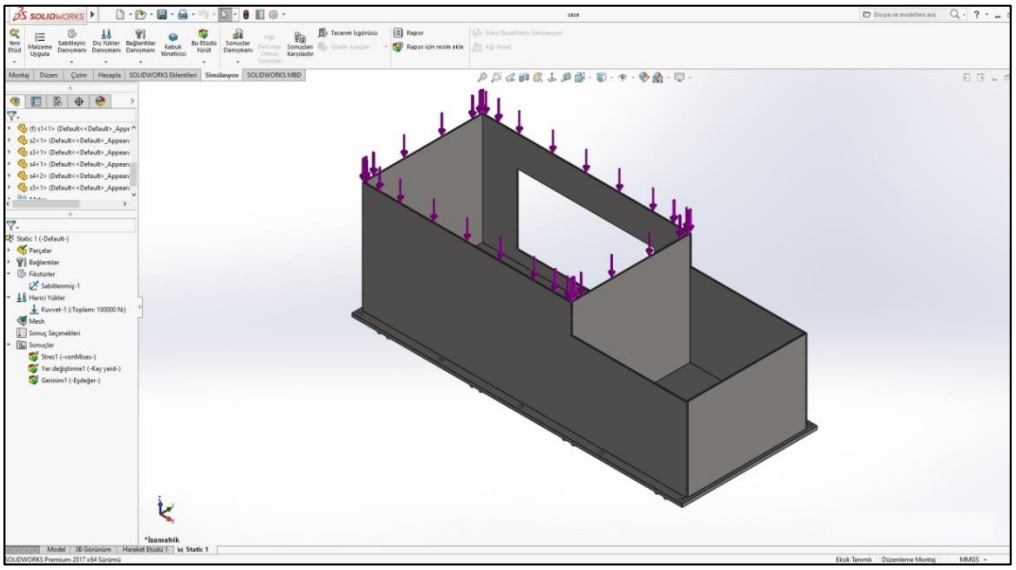
Şekil 4.1. Şasenin modellenmesi.

2. Şase, tasarım gereği sacları bir arada tutan taban sacıyla zemine oturmaktadır (şekil 4.2).



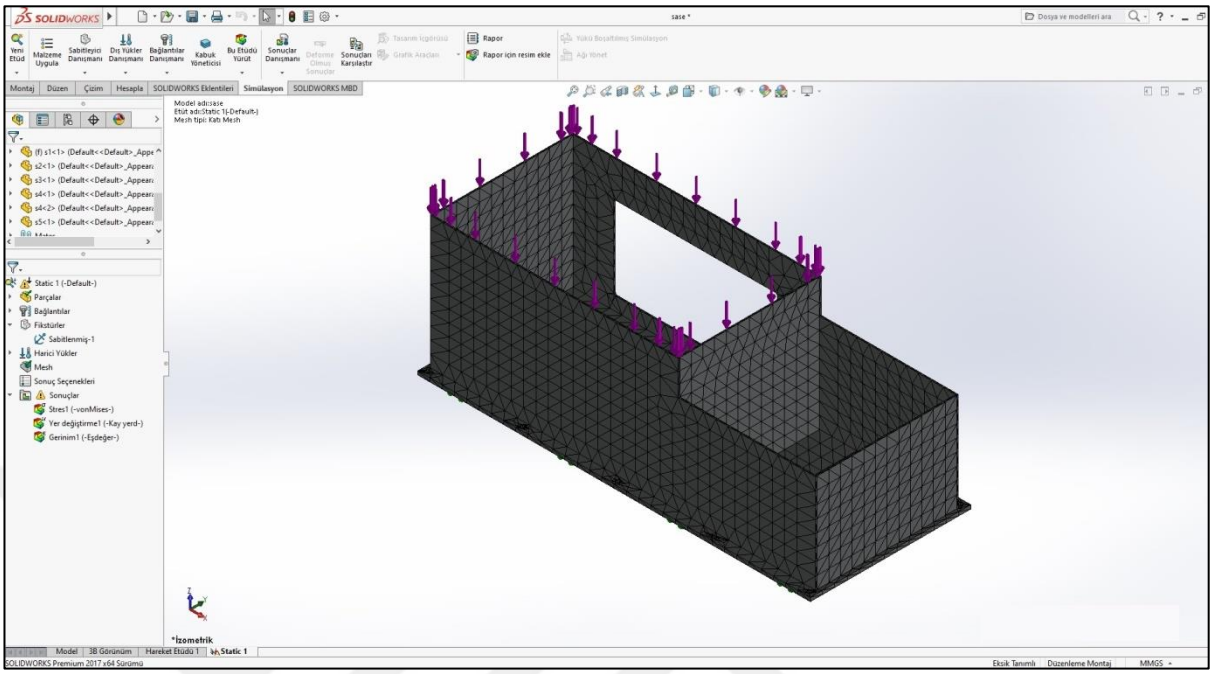
Şekil 4.2. Şasenin sabitlenmesi (fikstür).

3. Şase, hidrolik pres bileşenlerini taşıyan ve konstrüksiyonu ayakta tutan bileşen olduğu için üzerinde herhangi bir gerilme yoktur, yalnızca üzerinde bulunan parçaların ağırlığını taşımaktadır. Presi oluşturan bileşenlerin toplam ağırlığı yaklaşık 10 tondur (şekil 4.3).



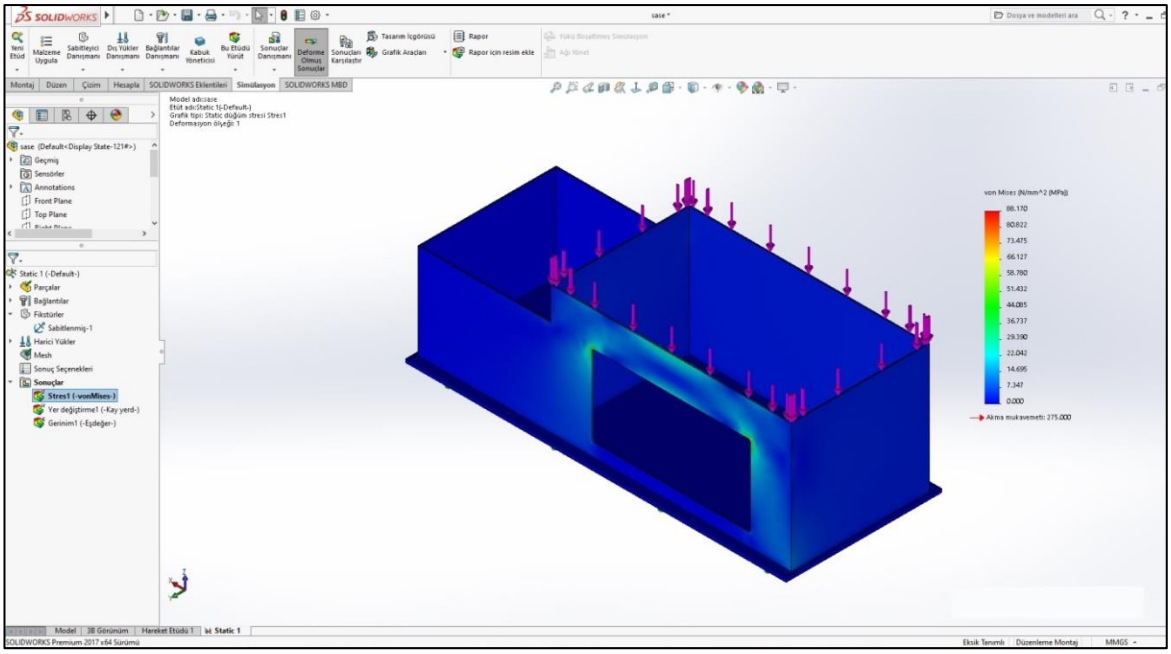
Şekil 4.3. Şase için sınır şartlarının girilmesi.

4. Sınır şartları girildikten sonra “mesh” oluşturulur (şekil 4.4).

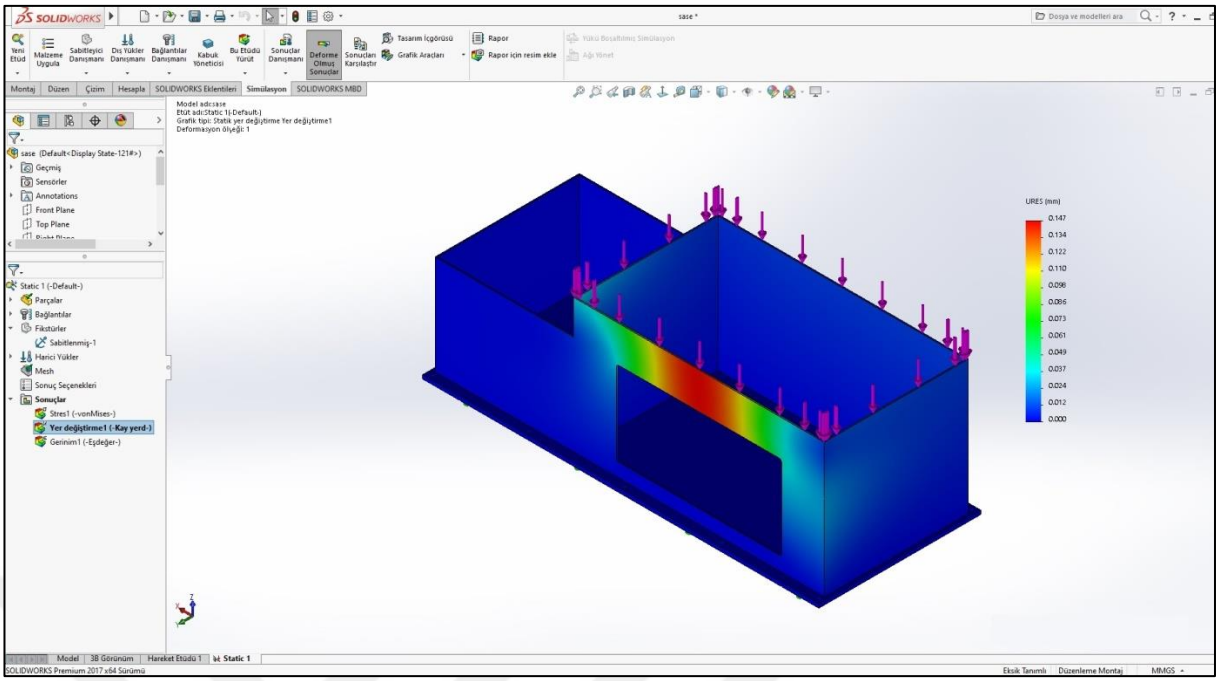


Şekil 4.4. Şase için mesh oluşturma.

5. “Etüdü Yürüt” seçeneği ile analiz yapılır ve sonuçlar izlenir (şekil 4.5 ve şekil 4.6).



Şekil 4.5. Şase üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises).

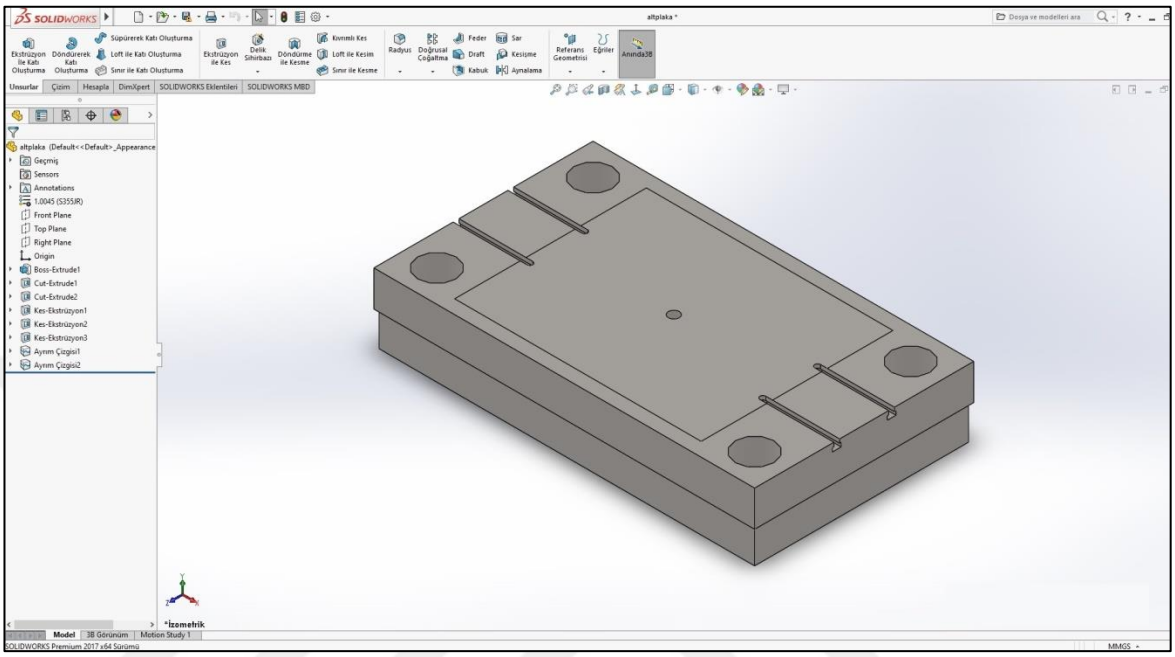


Şekil 4.6. Şase üzerinde meydana gelen yer değiştirmeler.

DEĞERLENDİRME: Şase üzerine uygulanan gerilme sonucunda maksimum 90 MPa değerinde gerilme tespit edilmiştir. Uygulanan malzemenin akma sınırı değeri 275 MPa olduğundan tasarım yaklaşık 3 kat emniyetlidir.

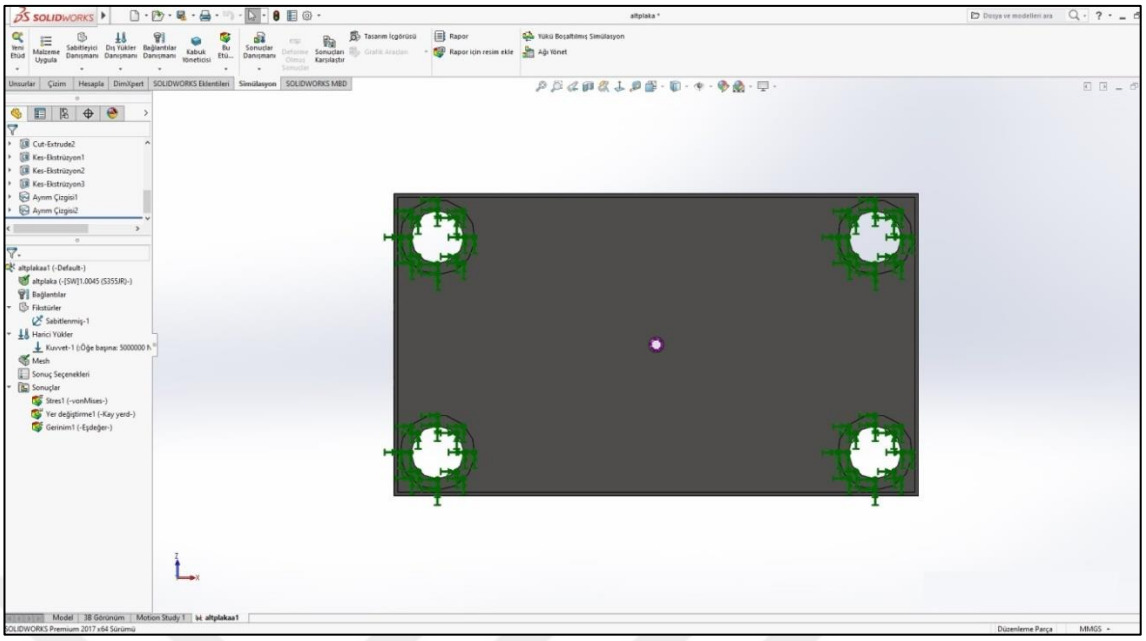
4.2. Alt Plaka İçin Gerilme Analizi

1. Alt plaka konstrüksiyona uygun olarak modellenir. Alt plaka “St52” malzeme seçilerek tasarlanmıştır (şekil 4.7).



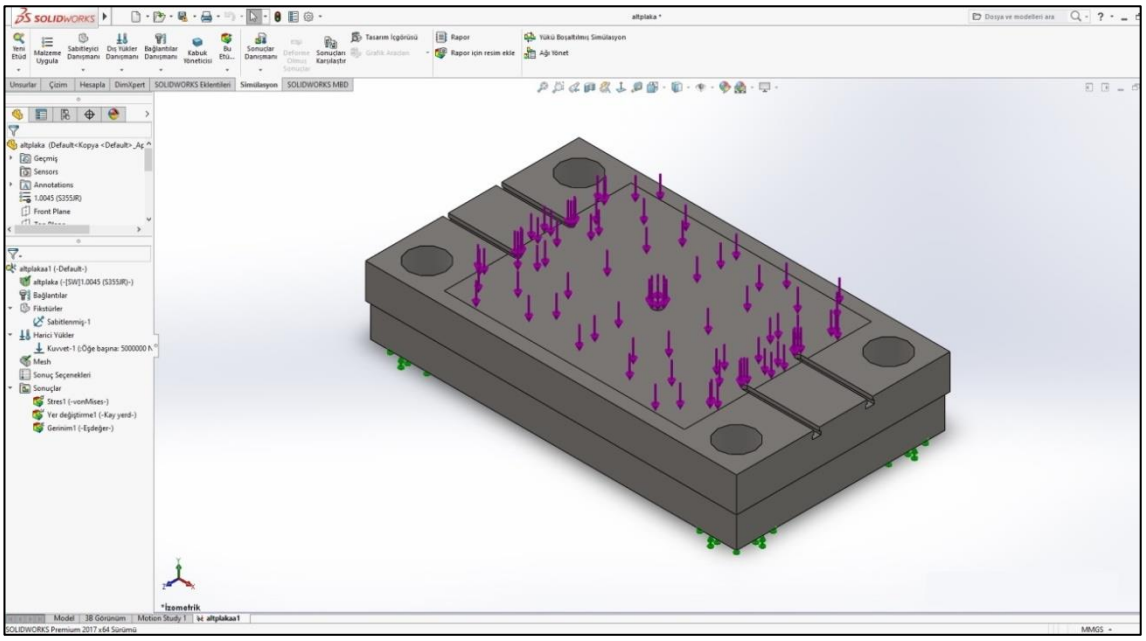
Şekil 4.7. Alt plakanın modellenmesi.

2. Alt plaka, konstrüksiyonda alt yüzeyinden kolon mili somunları ile sıkılarak şase üzerine oturtulmuştur. “Ayrım Çizgisi” komutu ile bu bölgeler oluşturularak (somun ölçüsünde) sabitleme (fikstür) modülü uygulanmıştır (şekil 4.8).



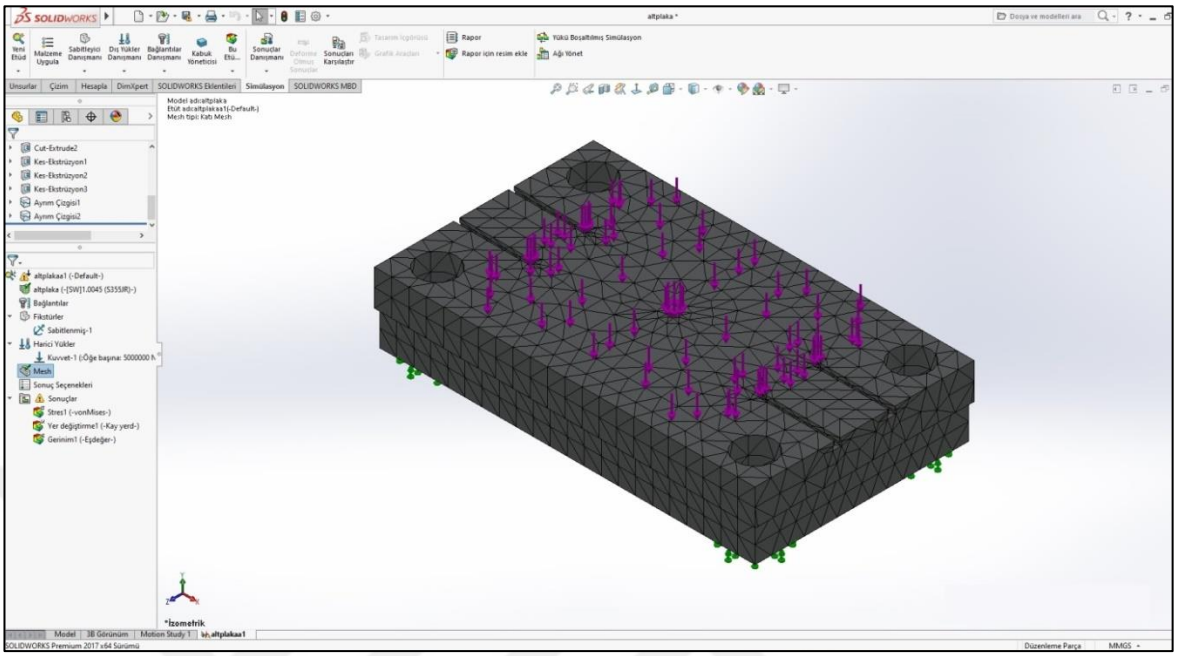
Şekil 4.8. Alt plakanın sabitlenmesi (fikstür).

3. Tasarlanan pres, sıcak bir pres olduğundan alt ve hareketli plaka üzerinde ısıtıcı plakalar yer almaktadır. Kullanılacak kalıplar bu plakalara bağlanacağından bu plakanın kapladığı alana yayılı bir yük uygulanacaktır. 900 x 700 mm'lik bir alana (ısıtıcı plaka ölçüleri) 500 tonluk bir yayılı kuvvet etki etmektedir (şekil 4.9).



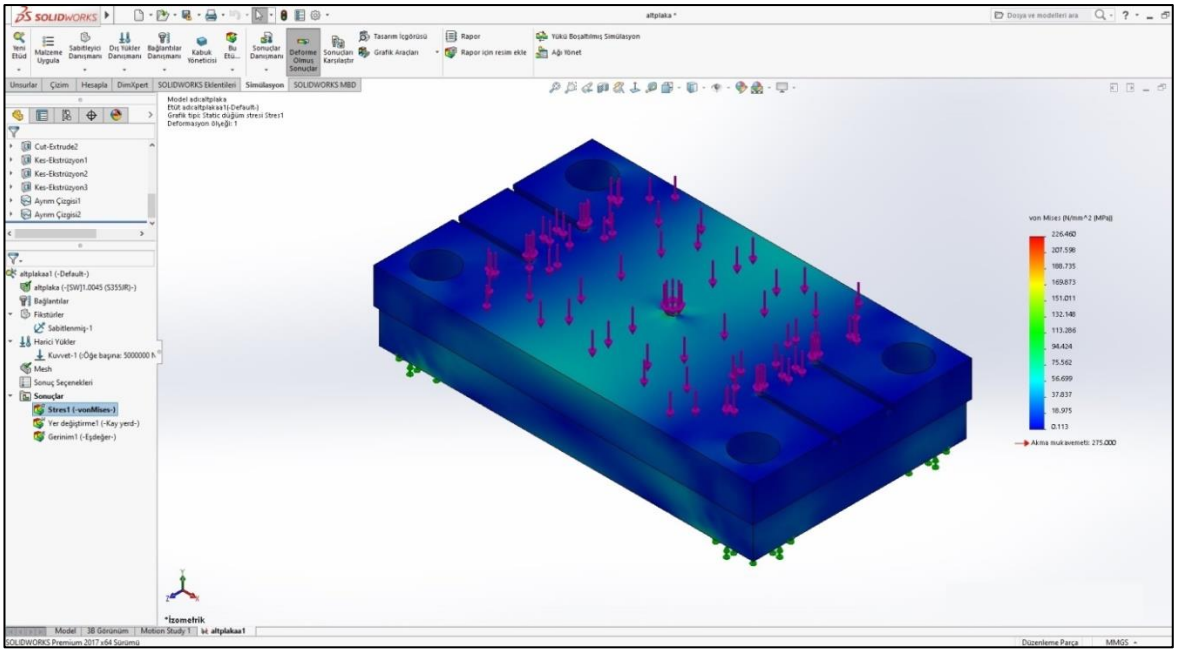
Şekil 4.9. Alt plaka için sınır şartlarının girilmesi.

4. Sınır şartları girildikten sonra “Mesh” oluşturulur (şekil 4.10).

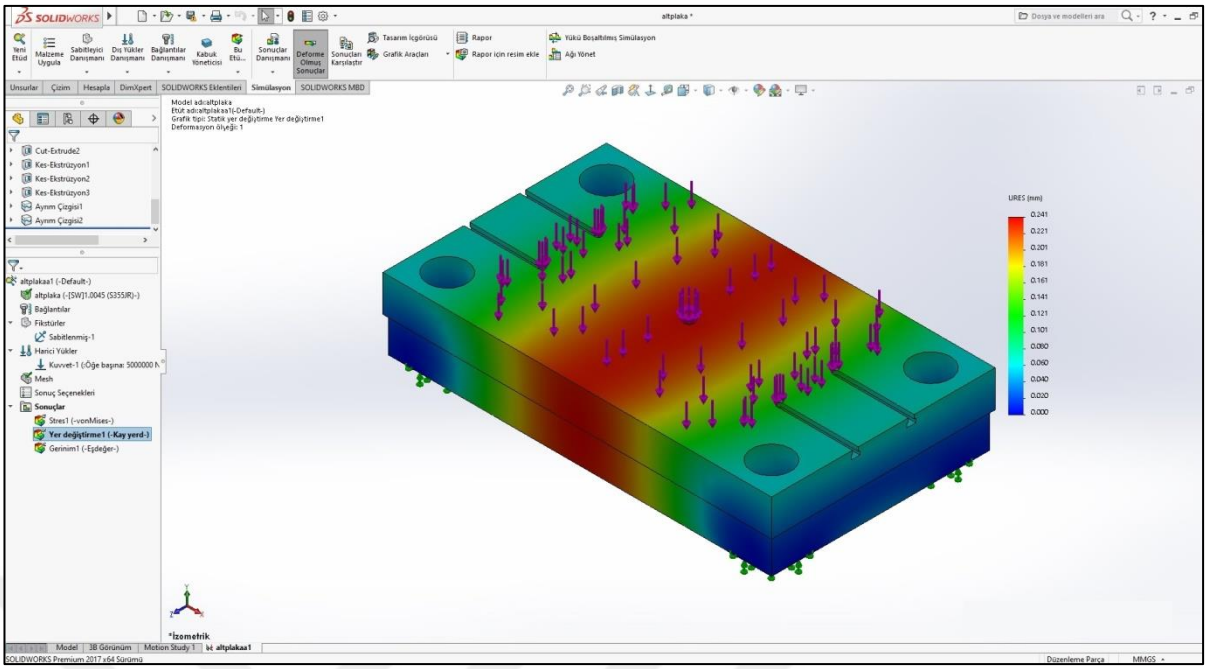


Şekil 4.10. Alt plaka için mesh oluşturma.

5. “Etüdü Yürüt” seçeneği ile analiz yapılır ve sonuçlar izlenir (şekil 4.11 ve şekil 4.12).



Şekil 4.11. Alt plaka üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises).

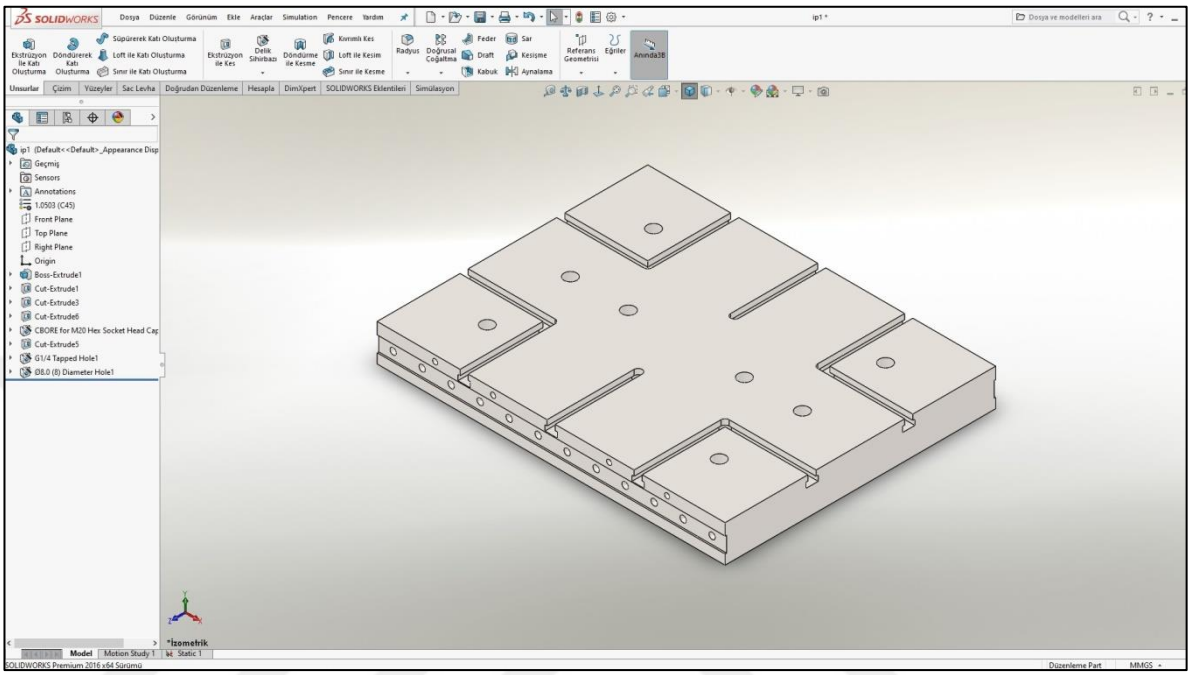


Şekil 4.12. Alt plaka üzerinde eğilmeye bağlı meydana gelen yer değiştirmeler.

DEĞERLENDİRME: Alt plaka üzerine uygulanan gerilme sonucunda ortalama 90 MPa değerinde gerilme tespit edilmiştir (Somunların bastığı yüzeyde, delik kenarlarında ufak bir bölgede 225 MPa gerilme tespit edilmiştir). Uygulanan malzemenin akma sınırı değeri 275 MPa olduğundan tasarım yaklaşık 3 kat emniyetlidir.

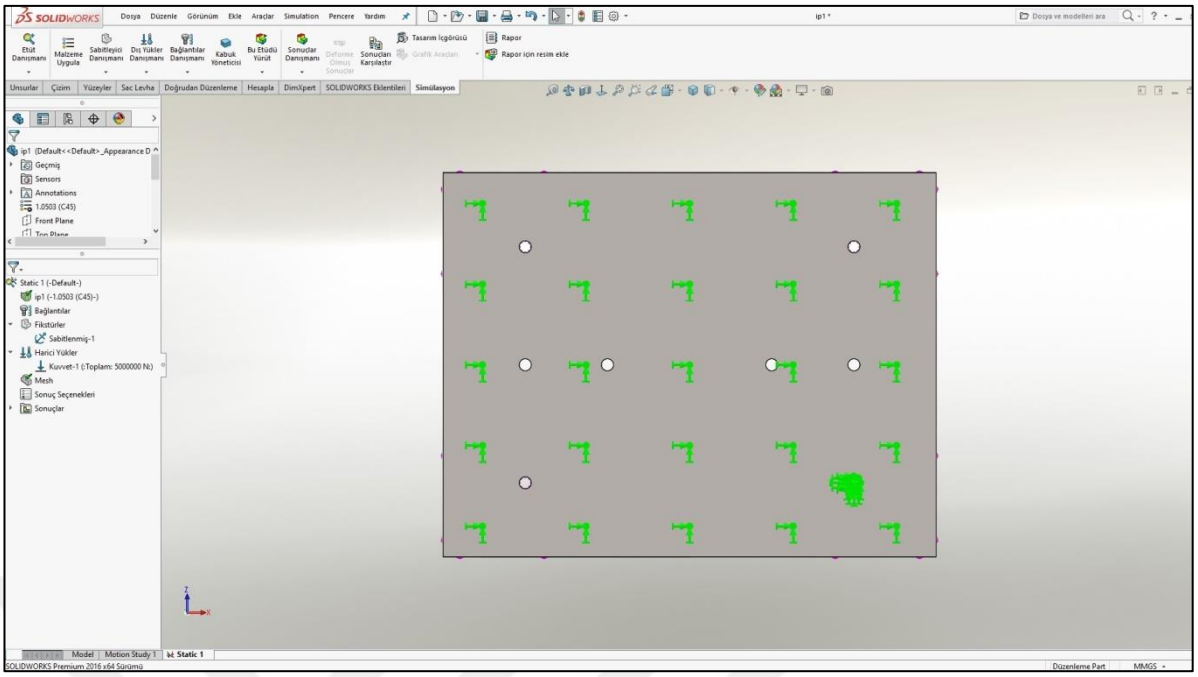
4.3. Isıtıcı Plakalar İçin Gerilme Analizi

1. Alt ve üst ısıtıcı plakalar konstrüksiyona uygun olarak modellenir. Isıtıcı plakalar “C45” malzeme seçilerek tasarlanmıştır (şekil 4.13).



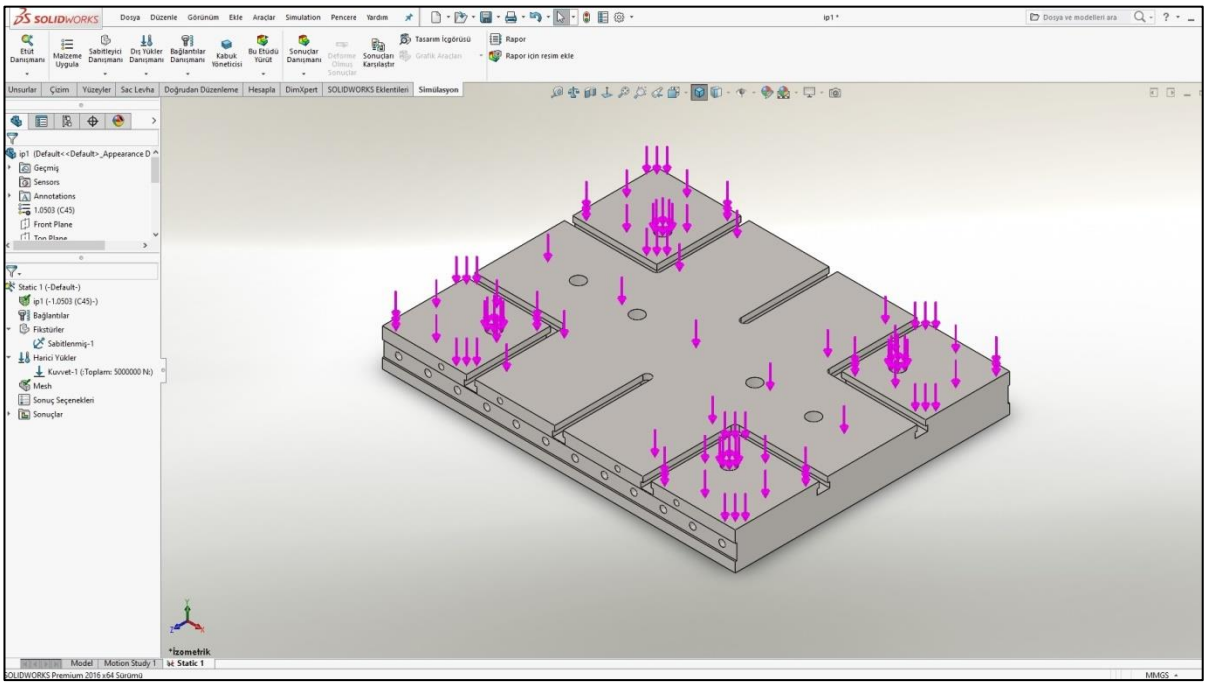
Şekil 4.13. Isıtıcı plakaların modellenmesi.

2. Alt ısıtıcı plaka, alt yüzeyi alt plaka üzerine denk gelecek şekilde; üst ısıtıcı plaka ise alt yüzeyi hareketli plaka üzerine denk gelecek şekilde cıvatalar yardımıyla konstrüksiyona sabitlenmiştir (şekil 4.14).



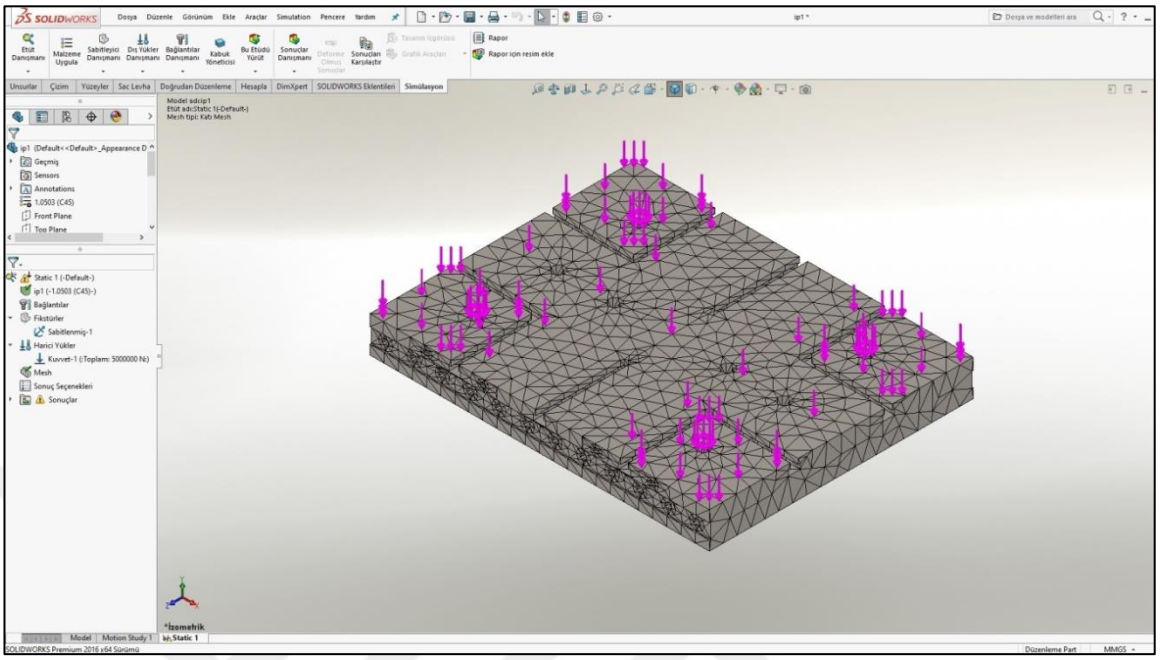
Şekil 4.14. Isıtıcı plakaların sabitlenmesi (fikstür).

3. Isıtıcı plakaların üzerine presleme sırasında maksimum 500 tonluk bir yayılı kuvvet etki etmektedir (şekil 4.15).



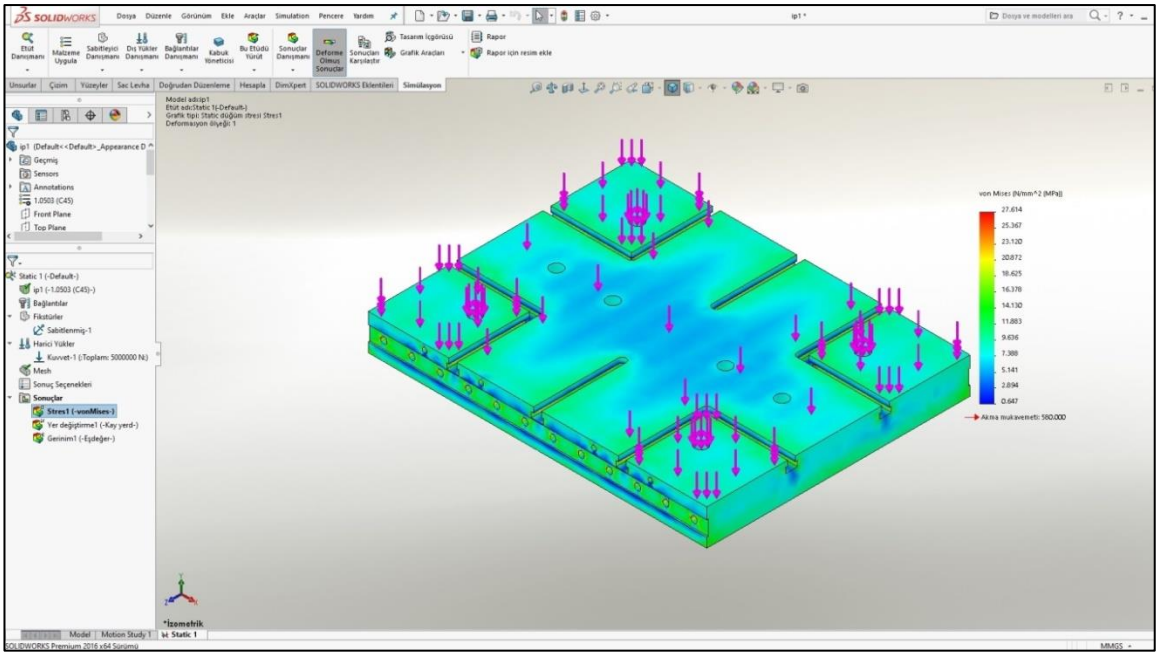
Şekil 4.15. Isıtıcı plakalar için sınır şartlarının girilmesi.

4. Sınır şartları girildikten sonra “Mesh” oluşturulur (şekil 4.16).

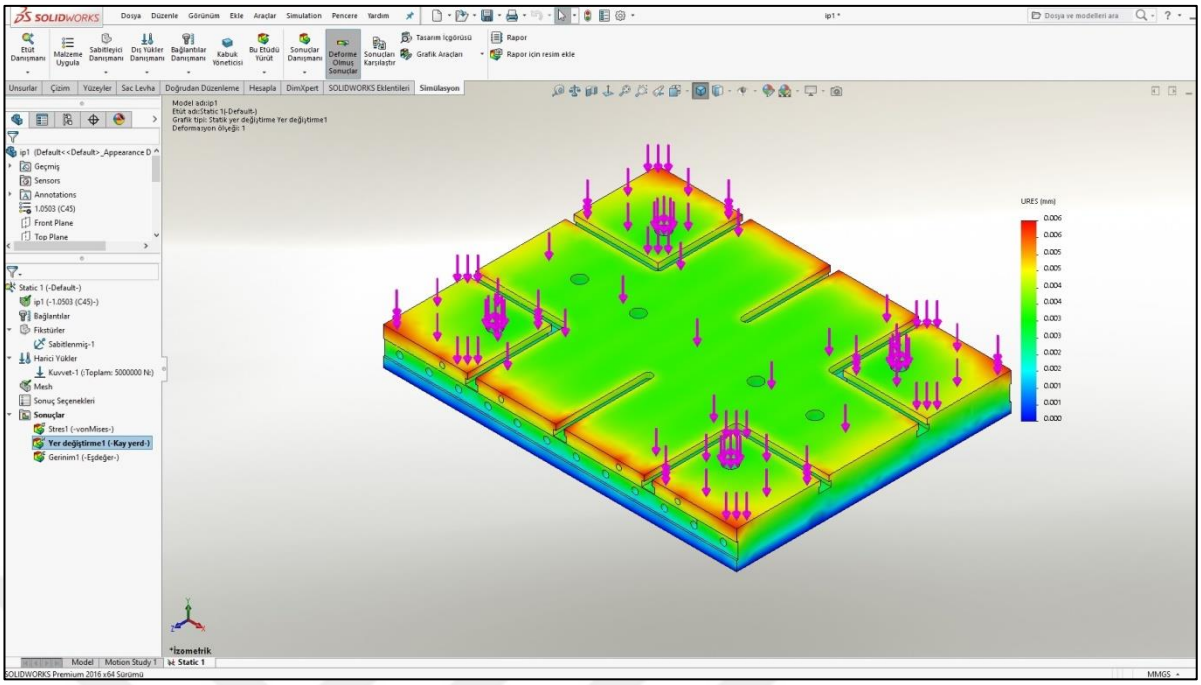


Şekil 4.16. Isıtıcı plakalar için mesh oluşturma.

5. “Etüdü Yürüt” seçeneği ile analiz yapılır ve sonuçlar izlenir (şekil 4.17 ve şekil 4.18).



Şekil 4.17. Isıtıcı plakalar üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises).

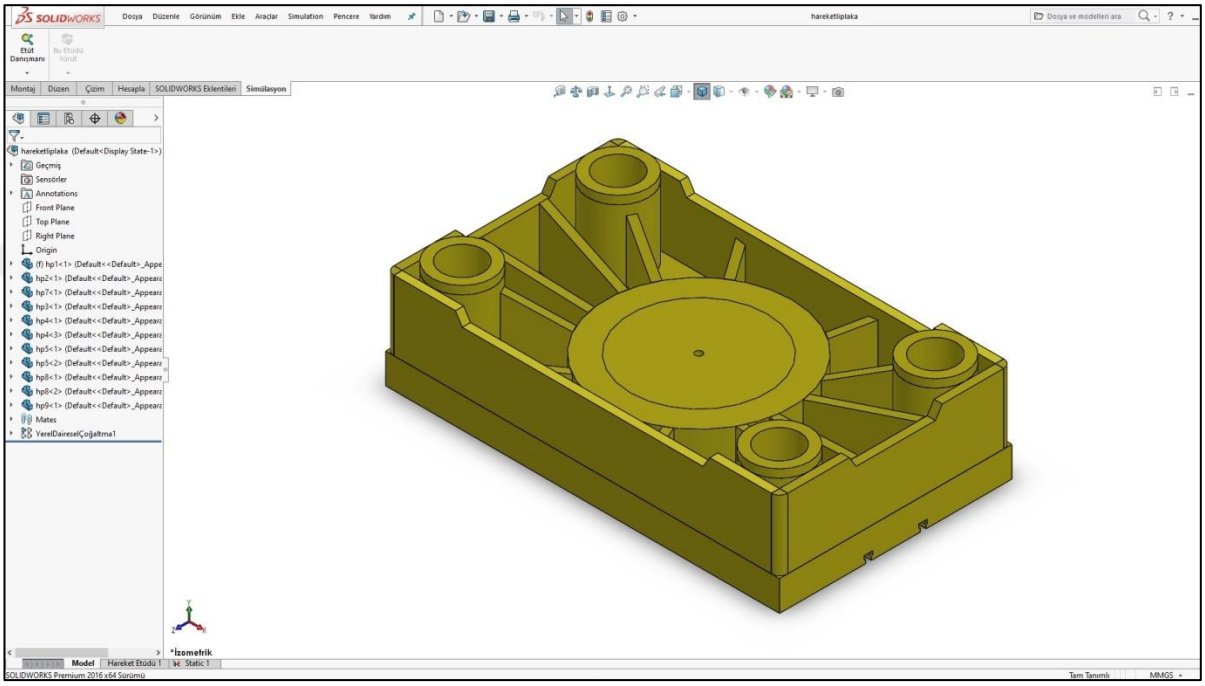


Şekil 4.18. Isıtıcı plakalar üzerinde eğilmeye bağlı yer değiştirmeler.

DEĞERLENDİRME: Isıtıcı plakaların üzerine uygulanan gerilme sonucunda maksimum 30 MPa değerinde gerilme tespit edilmiştir. Uygulanan malzemenin akma sınırı değeri 580 MPa olduğundan tasarım oldukça emniyetlidir. Isıtıcı plaka, alt plaka ve/veya hareketli plaka üzerine monte edilerek birlikte de analiz edildiğinde tasarımın gayet emniyetli olduğu gözlemlenmiştir.

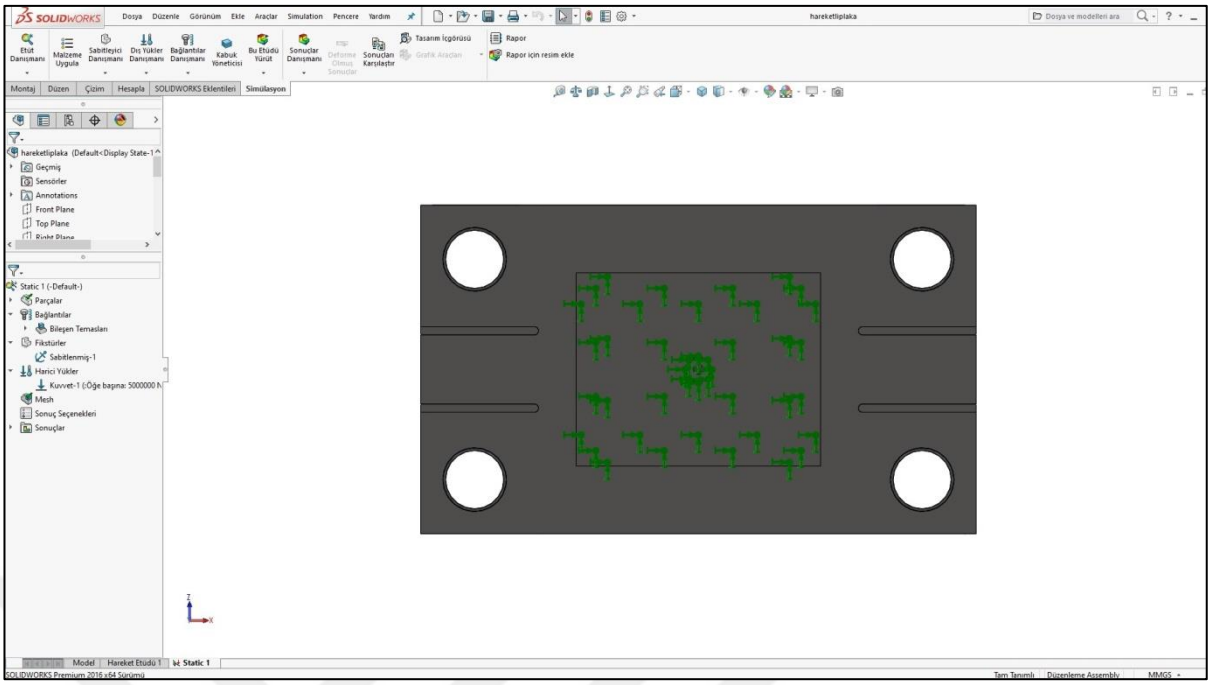
4.4. Hareketli (Koç) Plaka İçin Gerilme Analizi

1. Hareketli plaka konstrüksiyona uygun olarak modellenir. Hareketli plaka, destek federleri, hareketli plaka göbeği (piston altı takozu) “St52” ; hareketli plaka boruları “St44” ; kolon mili yataklamaları ise “Dökme Demir (Pik Döküm)” malzeme seçilerek tasarlanmıştır (şekil 4.19).



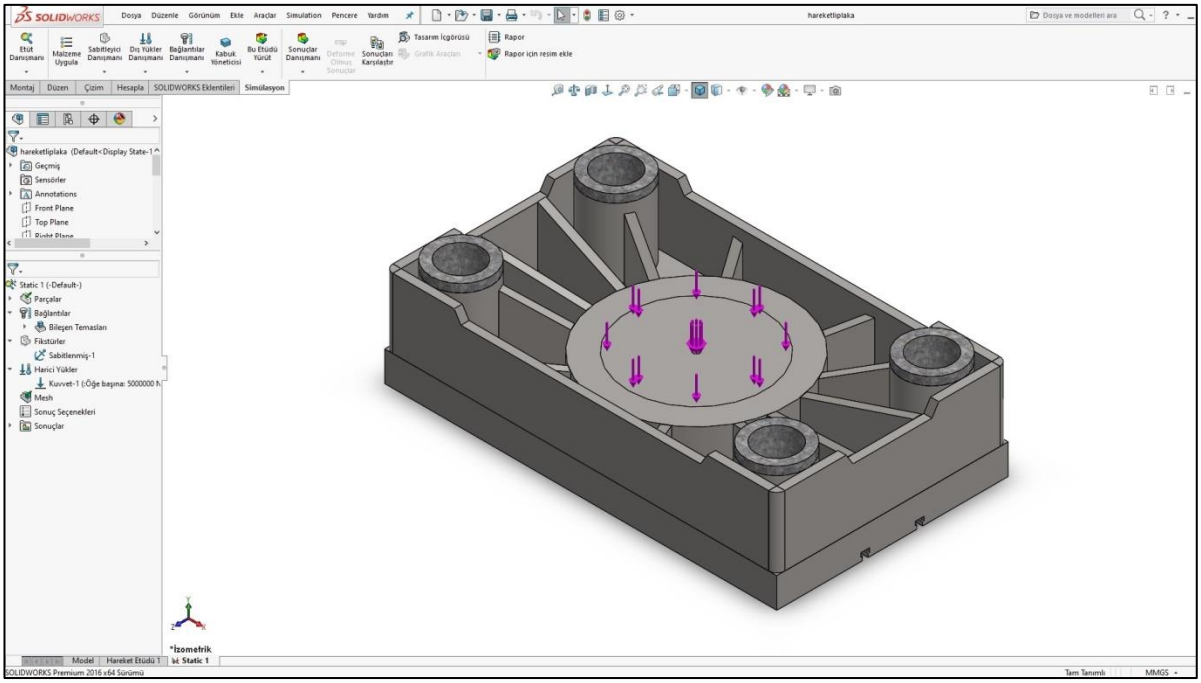
Şekil 4.19. Hareketli plakanın modellenmesi.

2. Hareketli plaka, aşağı/yukarı hareket eden bileşen olduğu için konstrüksiyonda sabit konumda değildir. Bu yüzden analiz yapılırken piston tarafından üretilen itme kuvvetini karşılamak için, plakanın alt yüzeyinde kalıp alanının 2/3’ü kadar bir alan “Ayrım Çizgisi” komutu ile işaretlenerek buradan sabitleme (fikstür) yapılmaktadır (şekil 4.20).



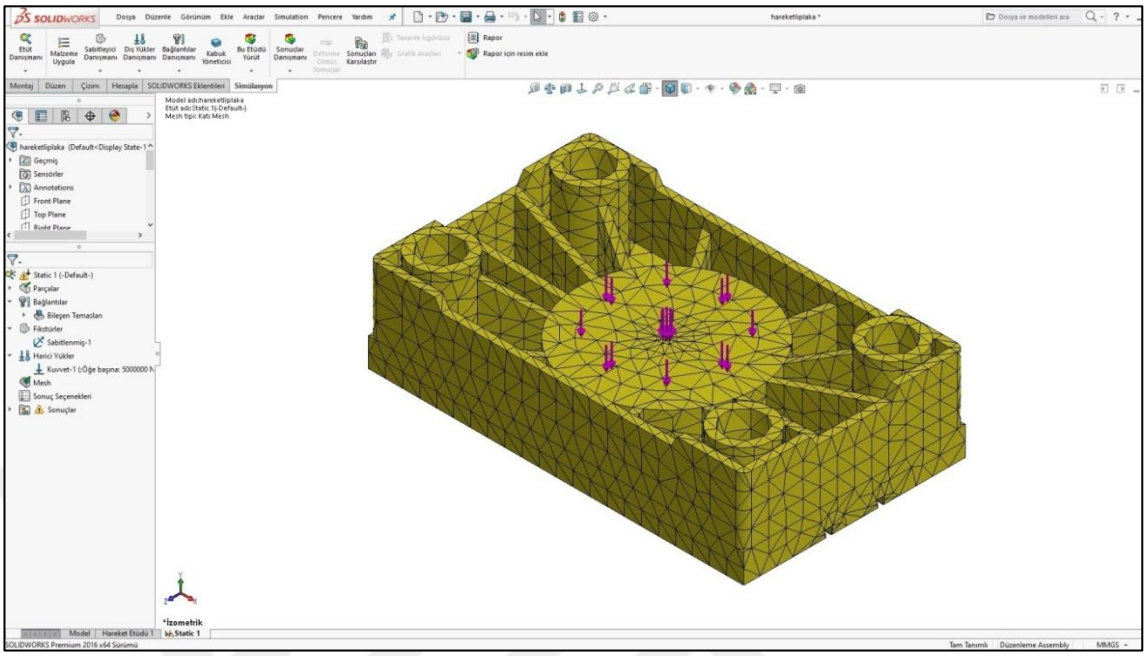
Şekil 4.20. Hareketli plakanın sabitlenmesi (fikstür).

3. Pistonun bağlı olduğu ve itme kuvvetinin etki ettiği hareketli plaka göbeğinin üzerine piston çapı kadar bir alan “Ayrım Çizgisi” komutu ile işaretlenerek buradan 500 tonluk bir kuvvet uygulanır (şekil 4.21).



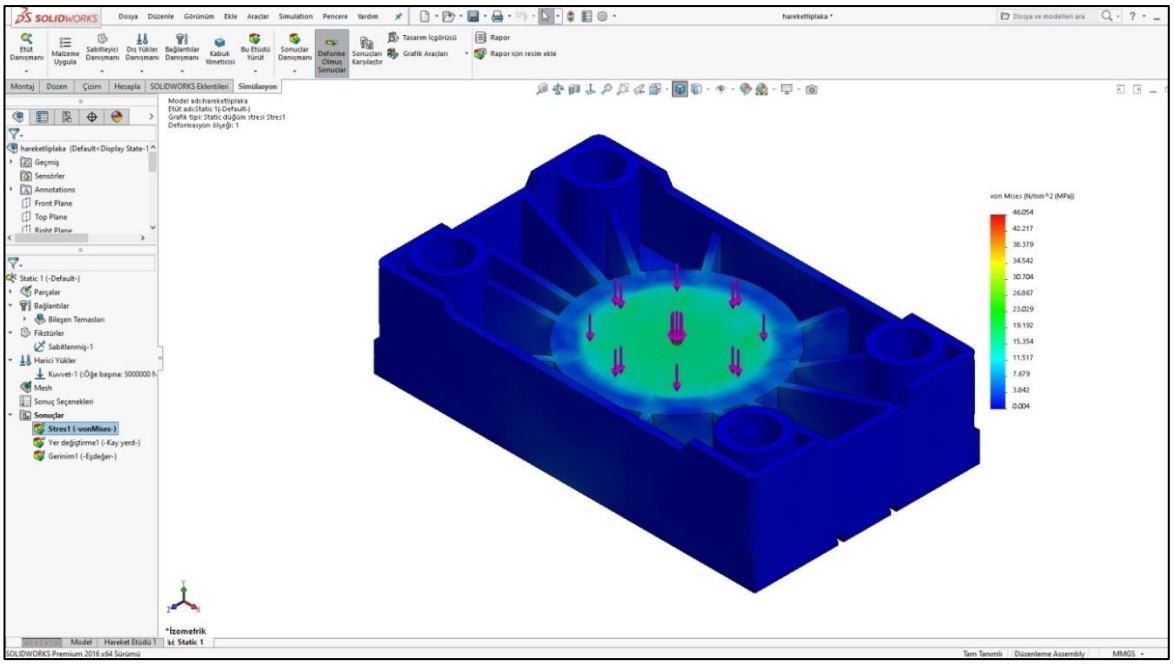
Şekil 4.21. Hareketli plaka için sınır şartlarının girilmesi.

4. Sınır şartları girildikten sonra “Mesh” oluşturulur (şekil 4.22).

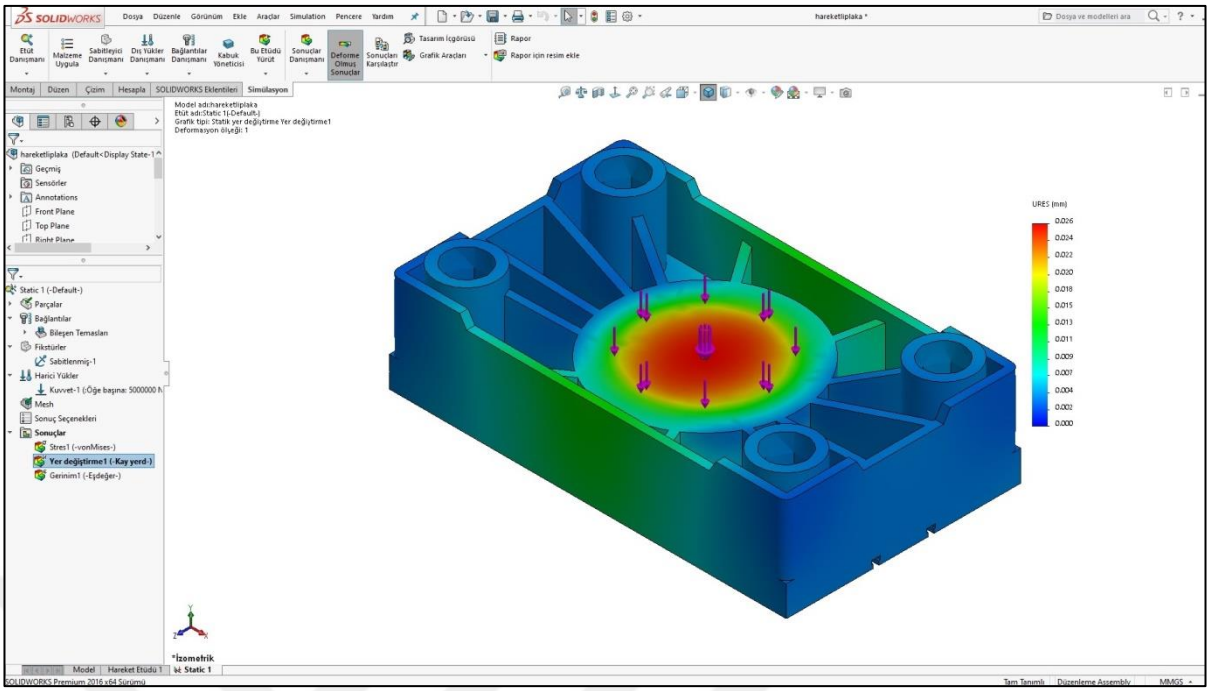


Şekil 4.22. Hareketli plaka için mesh oluşturma.

5. “Etüdü Yürüt” seçeneği ile analiz yapılır ve sonuçlar izlenir (şekil 4.23 ve şekil 4.24).



Şekil 4.23. Hareketli plaka üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises).

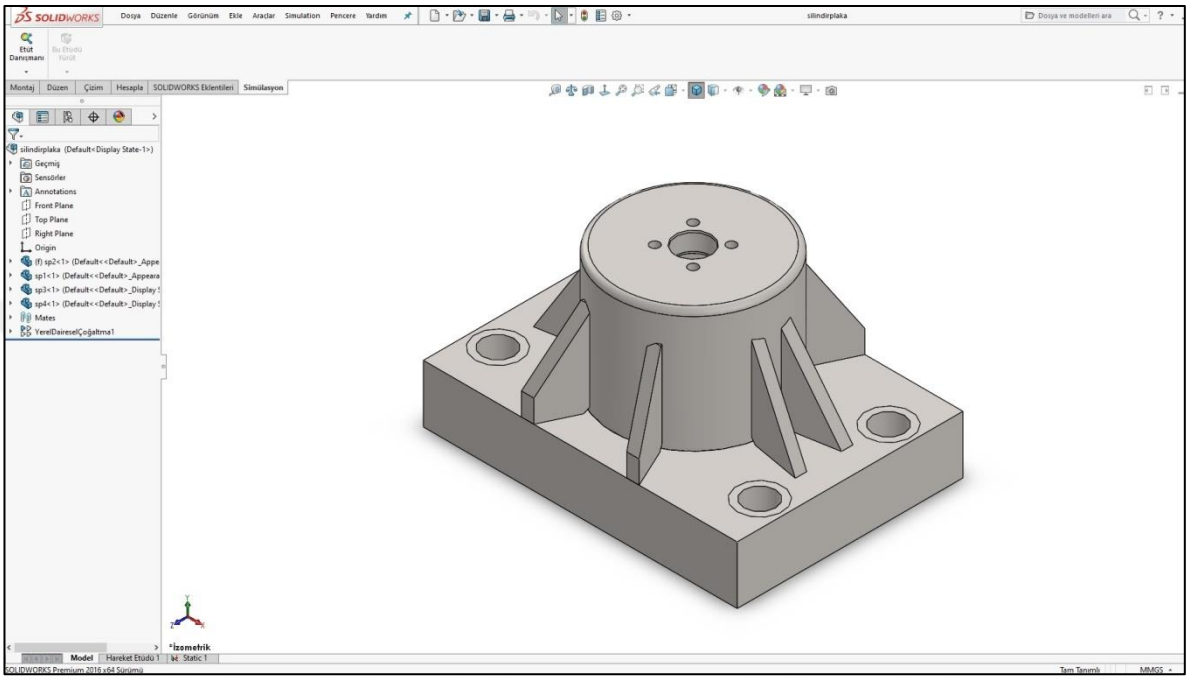


Şekil 4.24. Hareketli plaka üzerinde eğilmeye bağlı yer değiştirmeler.

DEĞERLENDİRME: Hareketli plakanın üzerine uygulanan gerilme sonucunda ortalama 30 MPa, maksimum 46 MPa (noktasal) değerinde gerilme tespit edilmiştir. Uygulanan malzemenin akma sınırı değeri 275 MPa olduğundan tasarım oldukça emniyetlidir.

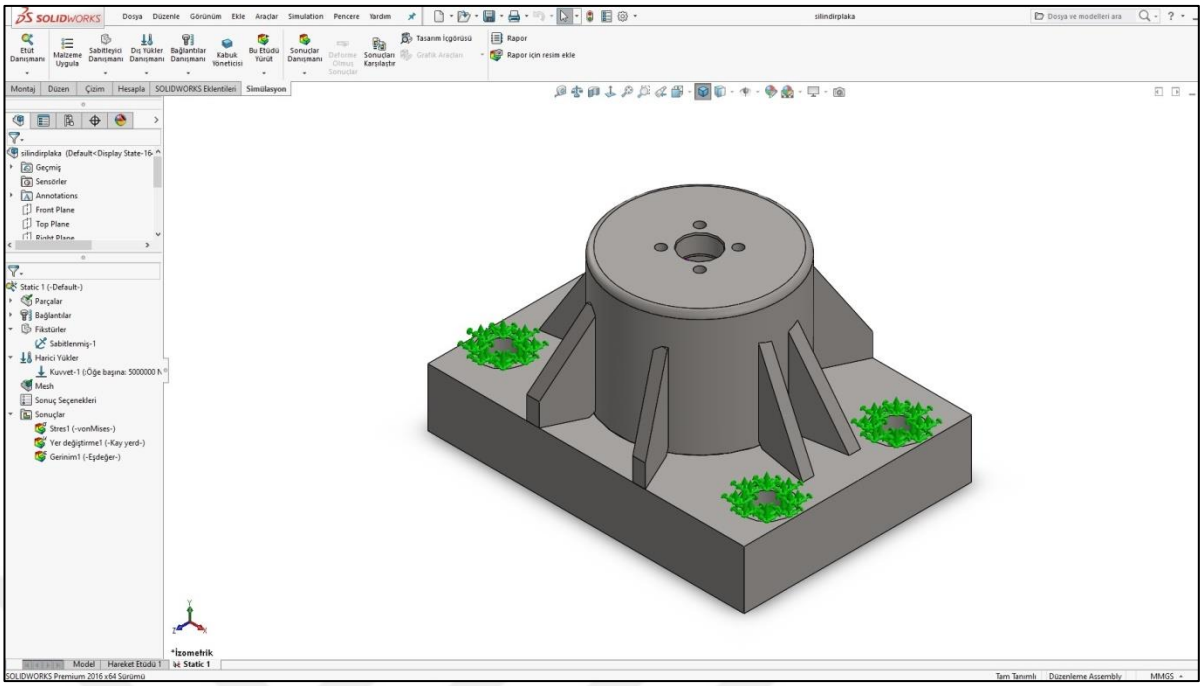
4.5. Silindir Plaka İçin Gerilme Analizi

1. Ana silindir ve plakası konstrüksiyona uygun olarak modellenir. Silindir plaka, ana silindir ve destek fedeleri “St52” malzeme seçilerek tasarlanmıştır (şekil 4.25).



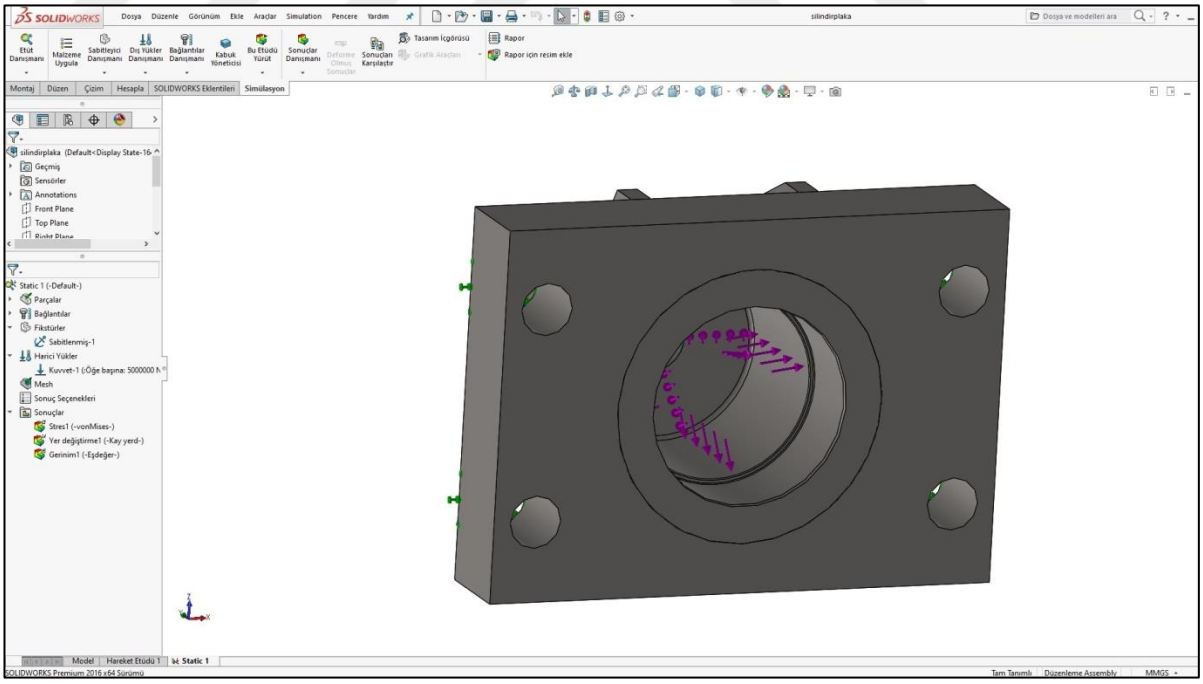
Şekil 4.25. Silindir plakanın modellenmesi.

2. Silindir plaka, konstrüksiyona kolon mili somunları ile üst yüzeyinden sabitlenmiştir. Bu yüzden, kolon mili somunlarının çapı kadar bir alan “Ayrım Çizgisi” komutuyla işaretlenerek buradan sabitleme (fikstür) yapılmaktadır (şekil 4.26).



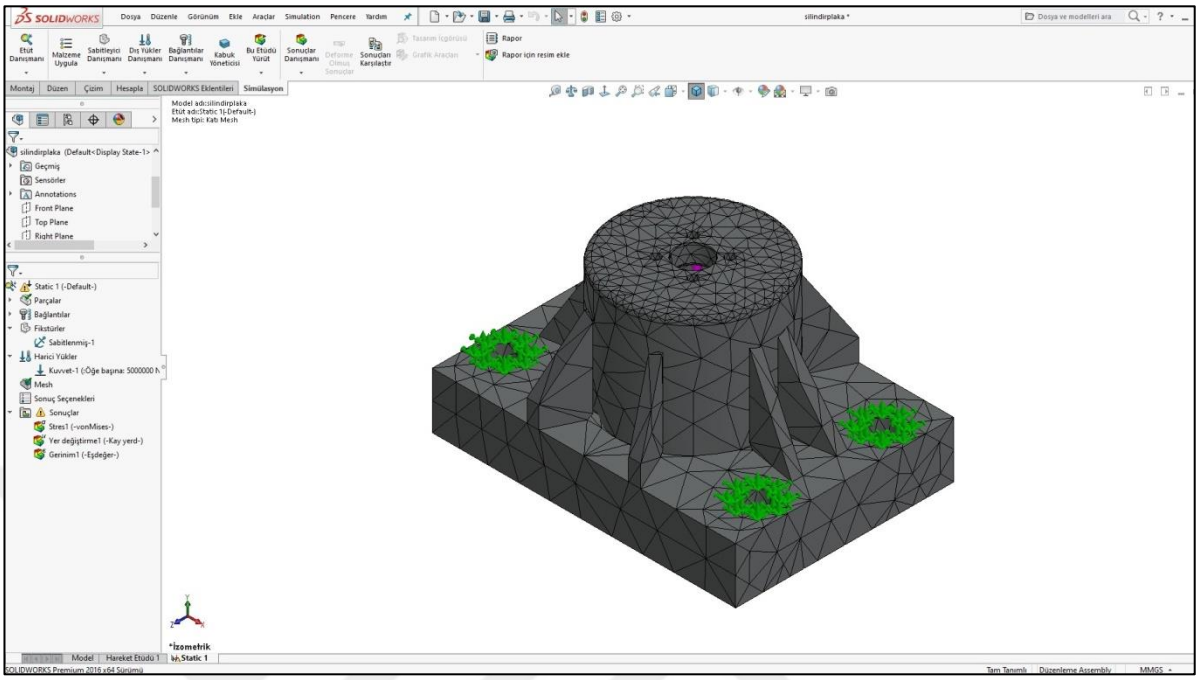
Şekil 4.26. Silindir plakanın sabitlenmesi (fikstür).

3. Ana silindir iç cidarlarında 500 tonluk bir kuvvet oluşmaktadır (şekil 4.27).



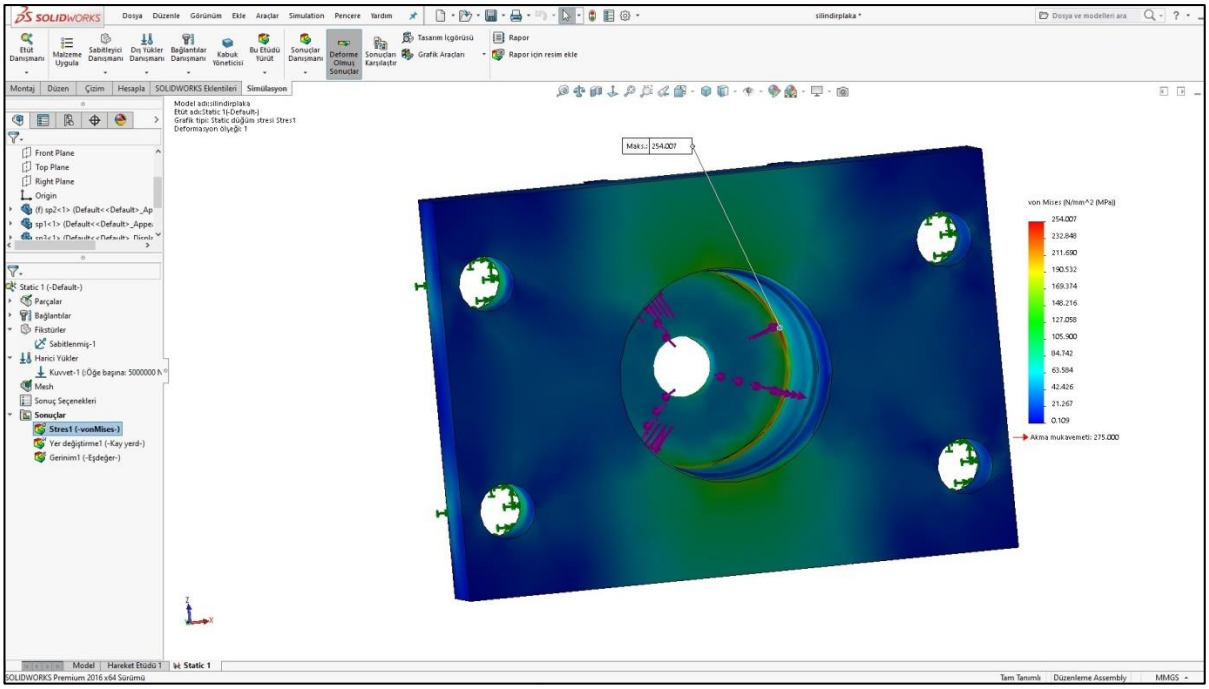
Şekil 4.27. Silindir plaka için sınır şartlarının girilmesi.

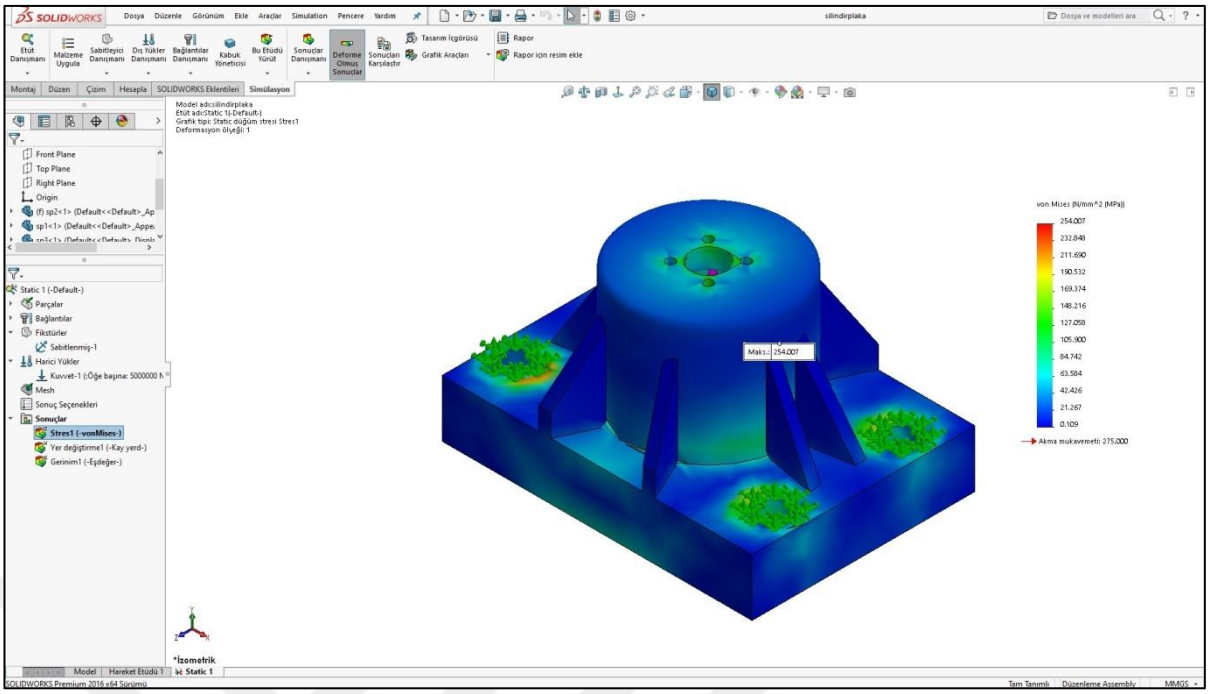
4. Sınır şartları girildikten sonra “Mesh” oluşturulur (şekil 4.28).



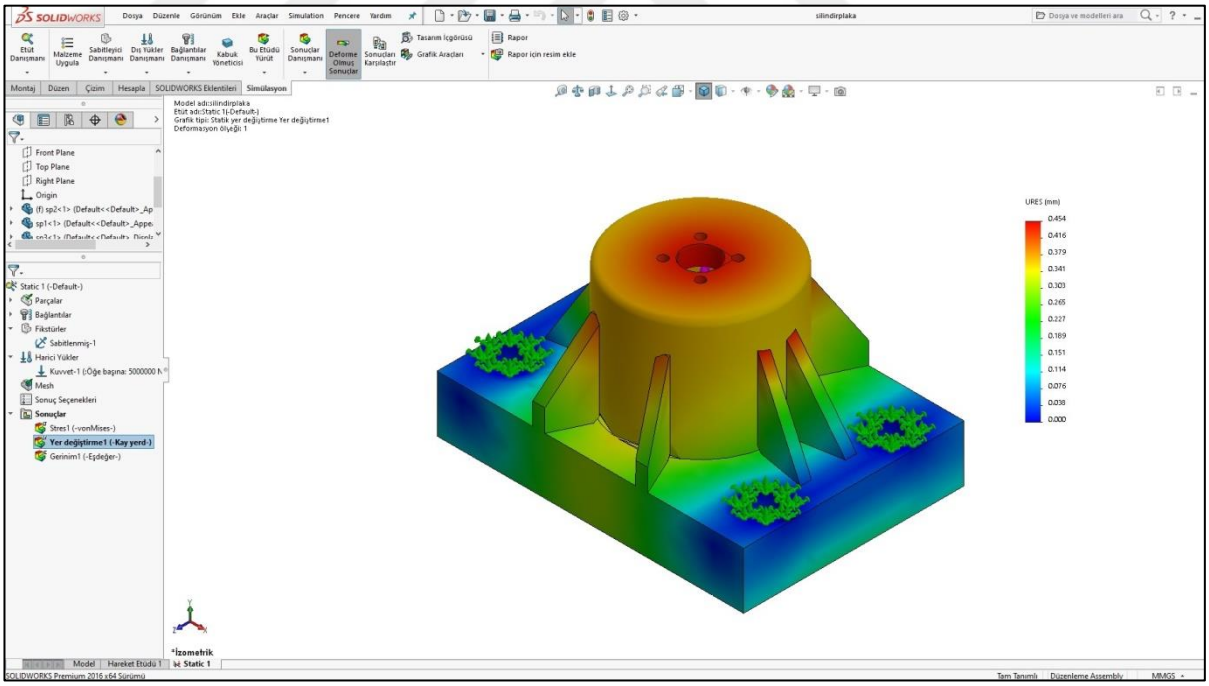
Şekil 4.28. Silindir plaka için mesh oluşturma.

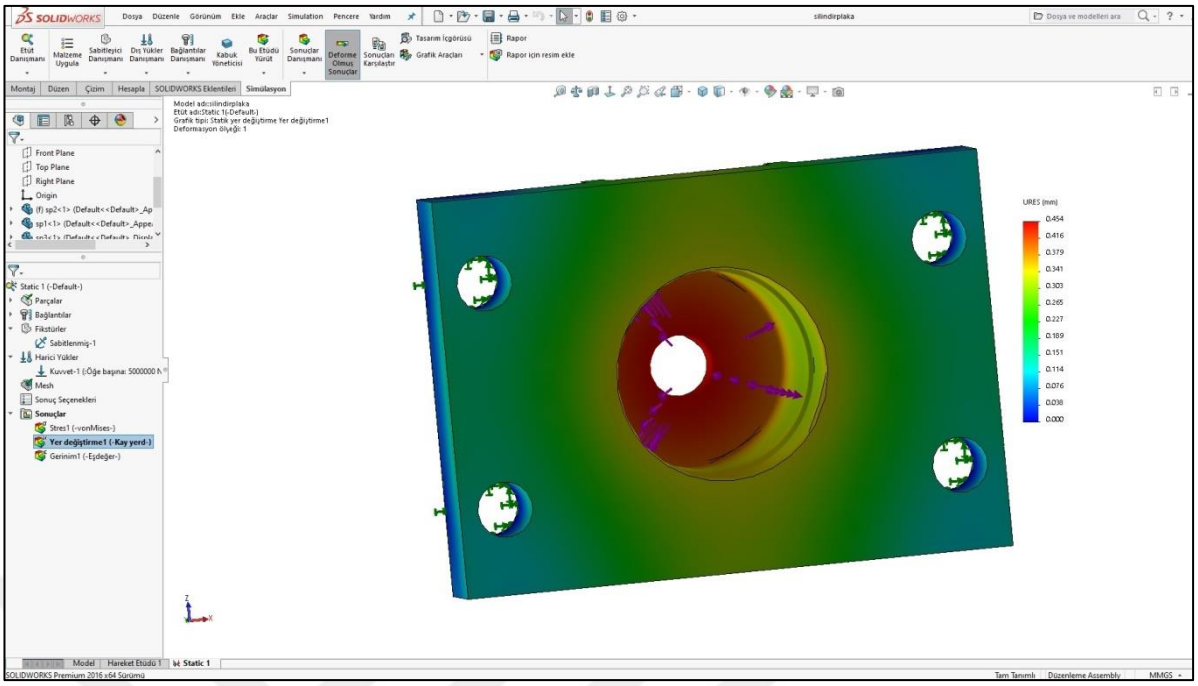
5. “Etüdü Yürüt” seçeneği ile analiz yapılır ve sonuçlar izlenir (şekil 4.29 ve şekil 4.30).





Şekil 4.29. Silindir plaka üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises).





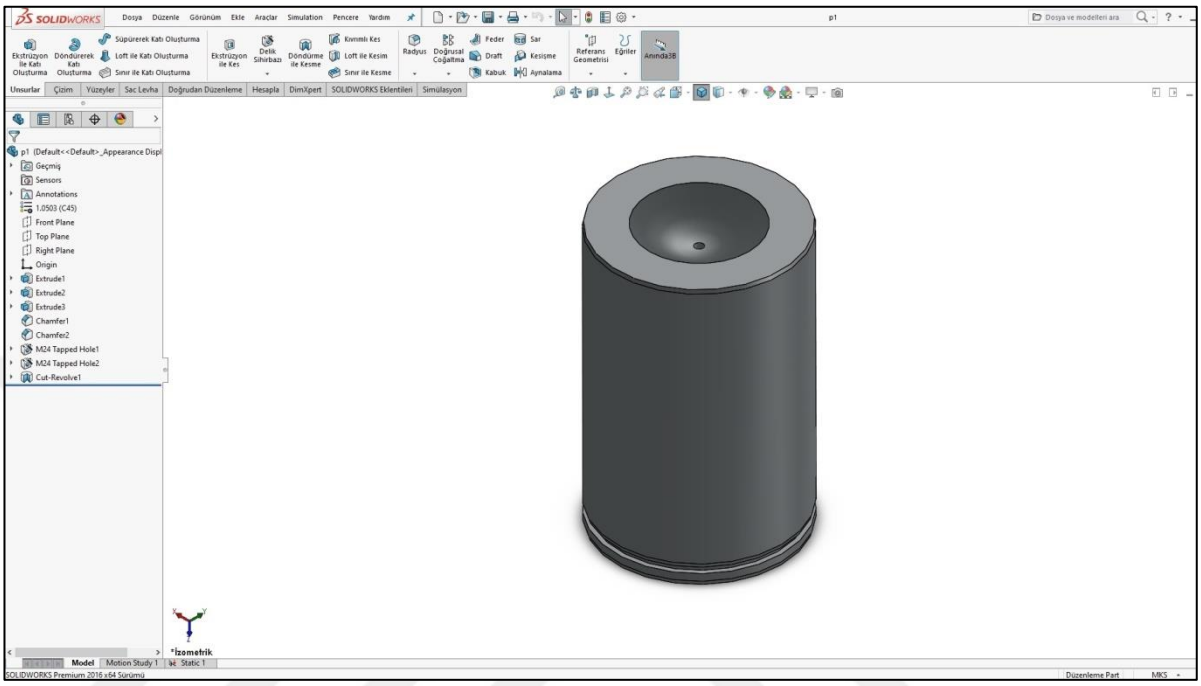
Şekil 4.30. Silindir plaka üzerindeki yer değiştirmeler.

DEĞERLENDİRME: Silindir plakanın üzerine uygulanan gerilme sonucunda ortalama 50 MPa, maksimum 254 MPa (noktasal) değerinde gerilme tespit edilmiştir. Uygulanan malzemenin akma sınırı değeri 275 MPa olduğundan tasarım 5-6 kat emniyetlidir.

Yu, Fan, Huang ve Yu, M. (2012), yaptıkları çalışmada büyük bir hidrolik presin ana silindirlerinin kapalı döngü pozisyon kontrolü için ilgili tek silindirin transfer fonksiyonunu çıkararak matematiksel bir model oluşturmuşlardır. Çalışan her bir silindirin, servo pozisyon kontrol sisteminin tepki hızını ve stabilitesini arttırmak için, analizini ve kalibrasyonunu MATLAB ile gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak, tek bir hidrolik pistonlu silindirin, hidrolik pres senkronizasyon sisteminin ana sürücülerinin tasarımı için daha iyi bir konum kontrol özelliğine sahip olduğunu göstermişlerdir.

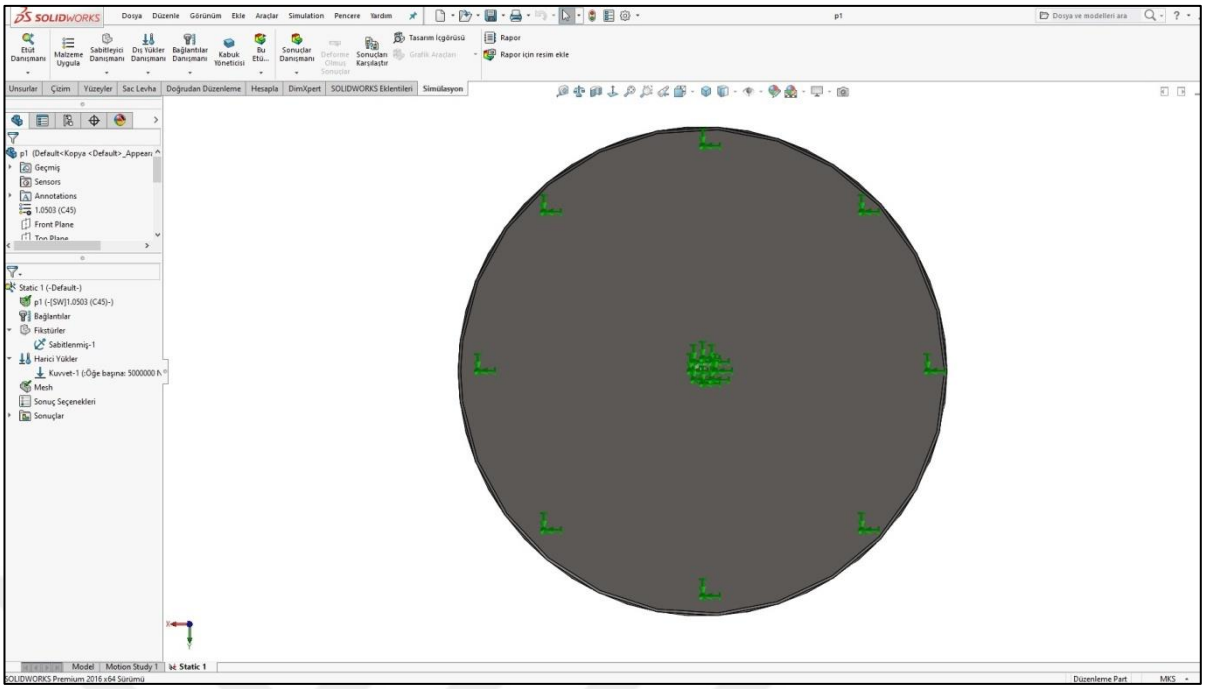
4.6. Ana Piston İçin Gerilme Analizi

1. Ana piston konstrüksiyona uygun olarak modellenir. Ana piston “C45” malzeme seçilerek tasarlanır (şekil 4.31).



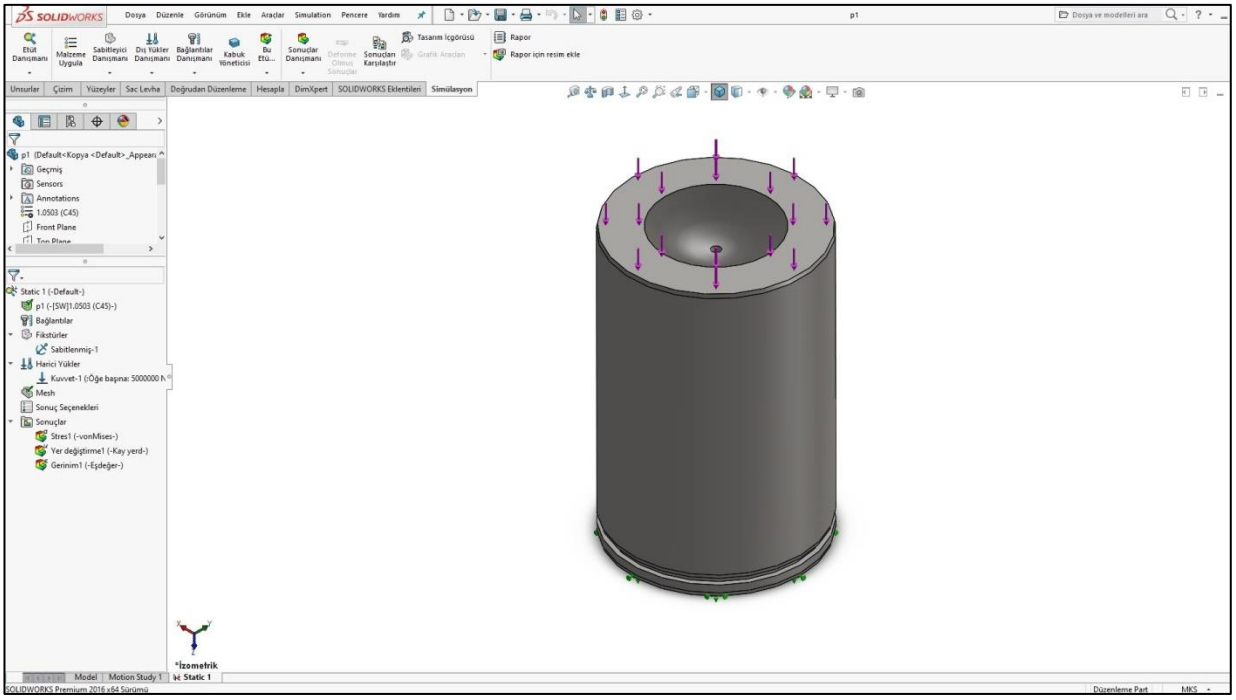
Şekil 4.31. Ana pistonun modellenmesi.

2. Ana piston alt yüzeyinde bulunan faturaya uygun olarak tasarlanmış flanşlar yardımıyla hareketli plaka göbeğine (piston altı takozu) sabitlenmiştir (şekil 4.32).



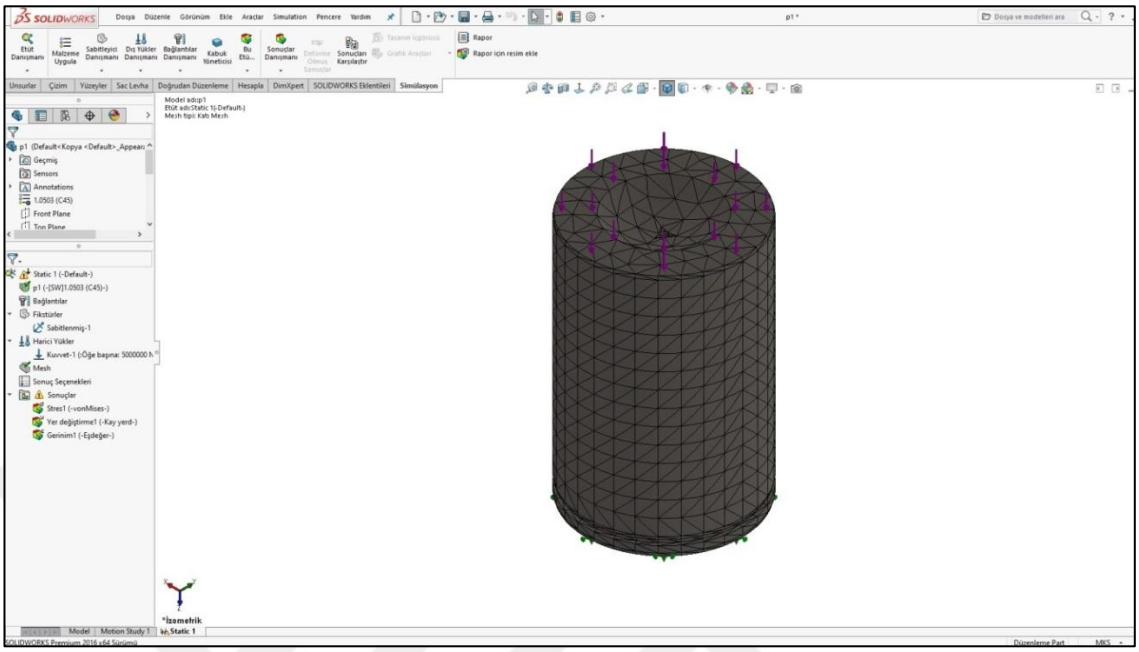
Şekil 4.32. Ana pistonun sabitlenmesi (fikstür).

3. Ön dolum valfi yardımıyla silindir içerisine basınçlı yağ gönderilmesiyle, pistonun üst yüzeyinden aşağıya doğru 500 tonluk bir itme kuvveti etki etmektedir (şekil 4.33).



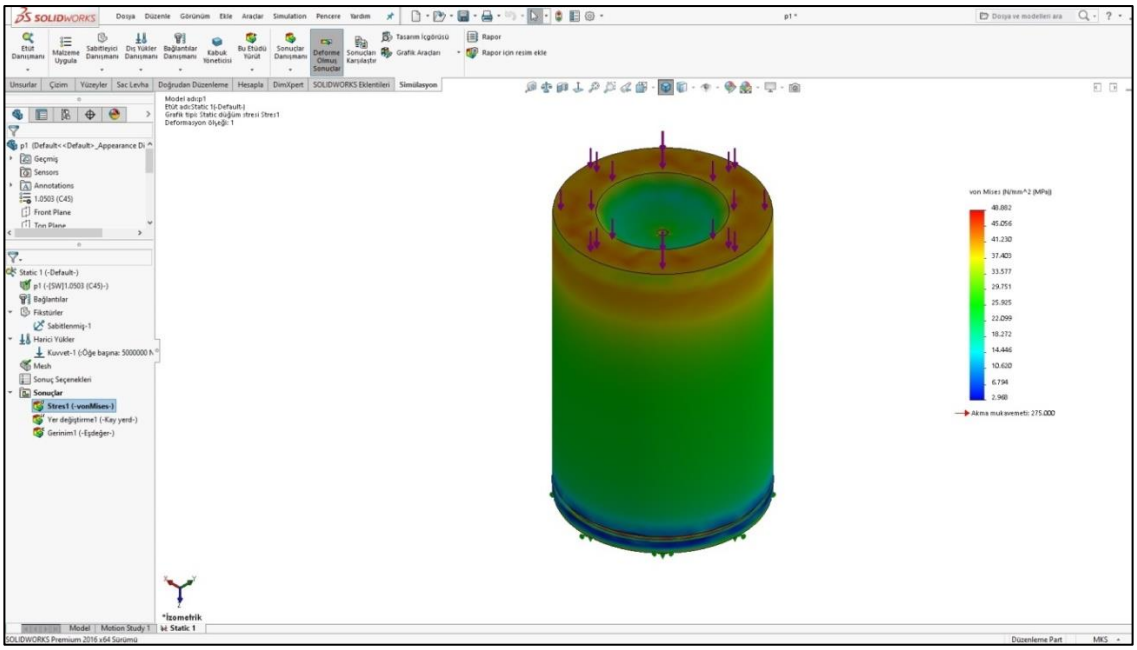
Şekil 4.33. Ana piston için sınır şartlarının girilmesi.

4. Sınır şartları girildikten sonra “Mesh” oluşturulur (şekil 4.34).

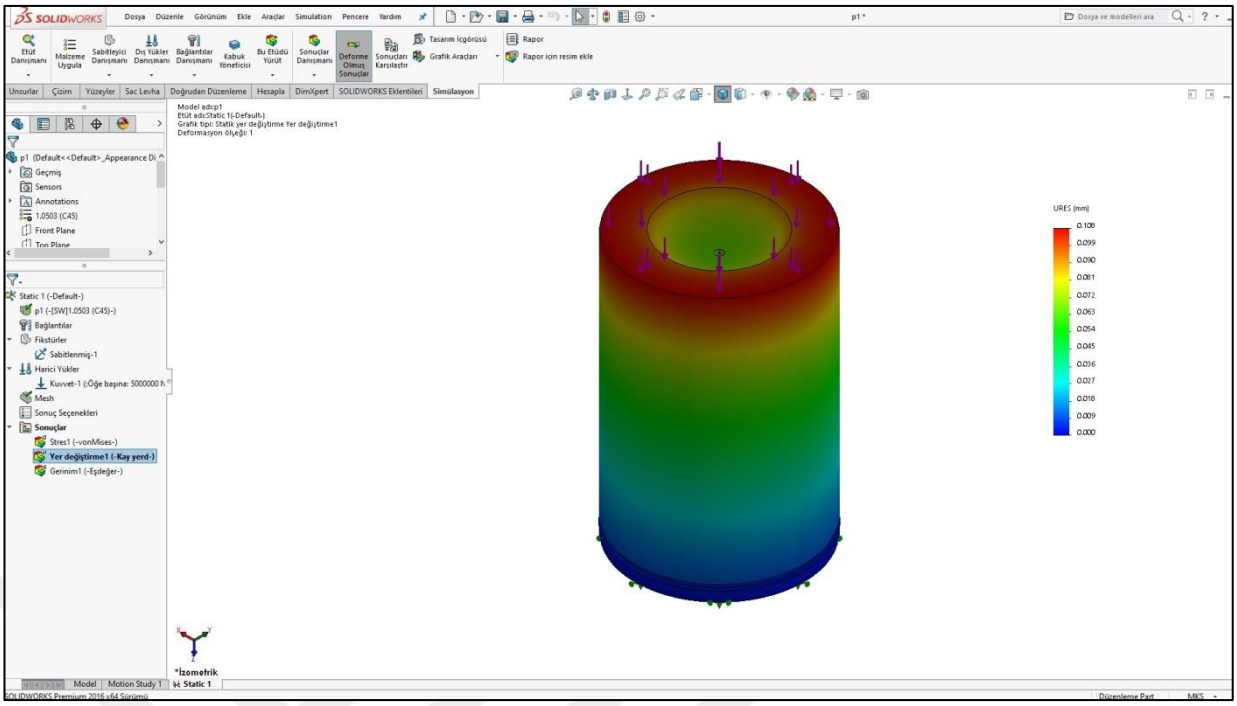


Şekil 4.34. Ana piston için mesh oluşturma.

5. “Etüdü Yürüt” seçeneği ile analiz yapılır ve sonuçlar izlenir (şekil 4.35 ve şekil 4.36).



Şekil 4.35. Ana piston üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises).



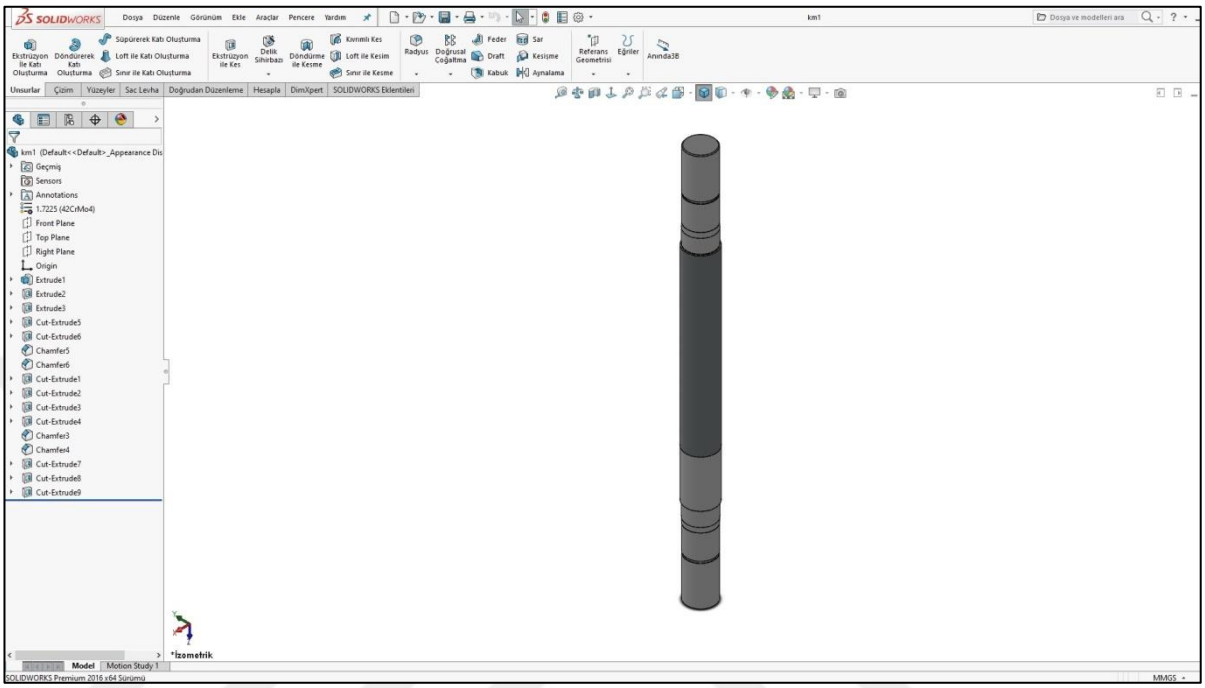
Şekil 4.36. Ana piston üzerinde oluşan yer değiştirmeler.

DEĞERLENDİRME: Ana pistonun üzerine uygulanan gerilme sonucunda ortalama 30 MPa, maksimum 50 MPa (bölgesel) değerinde gerilme tespit edilmiştir. Uygulanan malzemenin akma sınırı değeri 430 MPa olduğundan tasarım 7-8 kat emniyetlidir.

Şekil 3.36a ve şekil 3.36b'de görüldüğü gibi cıvatalı boğaz bağlantısı hidrolik preslerde sıklıkla tercih edilen tasarımlardandır. Bağlantının güvenirliği hidrolik presin sağlıklı çalışması açısından önemlidir. Cıvatalı bağlantılarda yaşanan ana problemler genellikle cıvata üzerine gelen kesme gerilmelerinden kaynaklanmaktadır. Duan, Gao ve Su (2011), yaptıkları çalışmada sonlu elemanlar yöntemi kullanarak, cıvatalı bağlantılarda somun ve cıvata dişleri üzerinde birincil gerilmeler ile oluşan kesme kuvvetinin diş üzerindeki gerilme dağılımını incelemiştir. Farklı çap ve diş adımlarına sahip somun-cıvata numuneleri üzerinde analizler yaparak uygun bağlantı elemanı kullanımı konusunda araştırmalarda bulunmuşlardır.

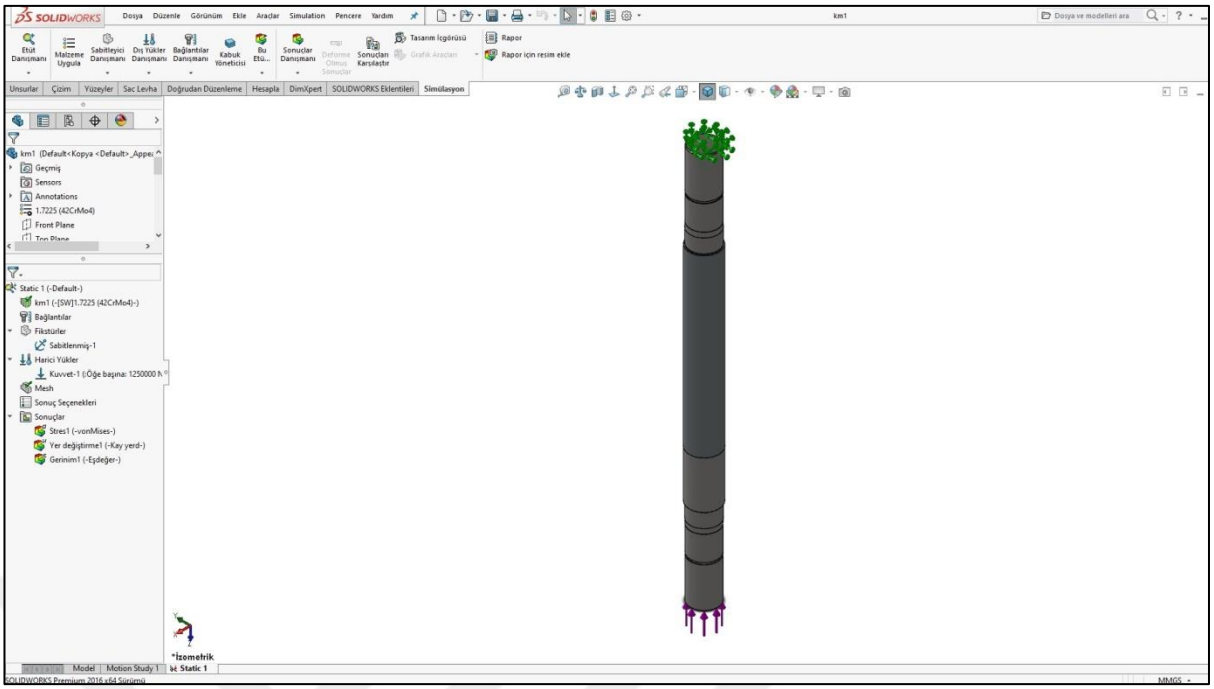
4.7. Kolon Milleri İçin Gerilme Analizi

1. Kolon milleri konstrüksiyona uygun olarak modellenir. Kolon milleri “4140” malzeme seçilerek tasarlanmıştır (şekil 4.37).



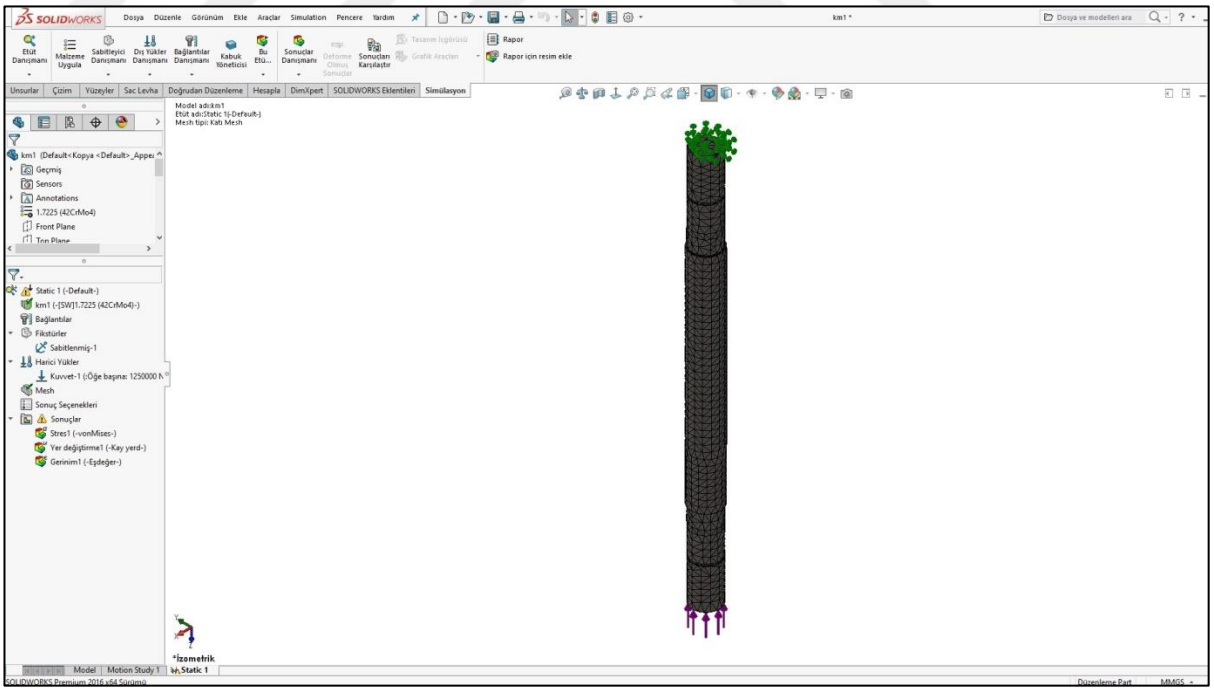
Şekil 4.37. Kolon milinin modellenmesi.

2. Kolon milleri, üst ve alt uç bölgelerine açılmış dişli kısımlarla somunlar ve kontra somunlar vasıtasıyla, silindir plakanın üst noktasına ve alt plakanın alt noktasına sıkılarak konstrüksiyonda sabitlenmiştir.
3. Presleme esnasında oluşturulan 500 tonluk kuvvet konstrüksiyonda kolon milleri tarafından taşınmaktadır. Tasarım gereği konstrüksiyonda 4 adet kolon mili bulunduğu için her bir kolon miline 125 tonluk kuvvet etki etmektedir (şekil 4.38).



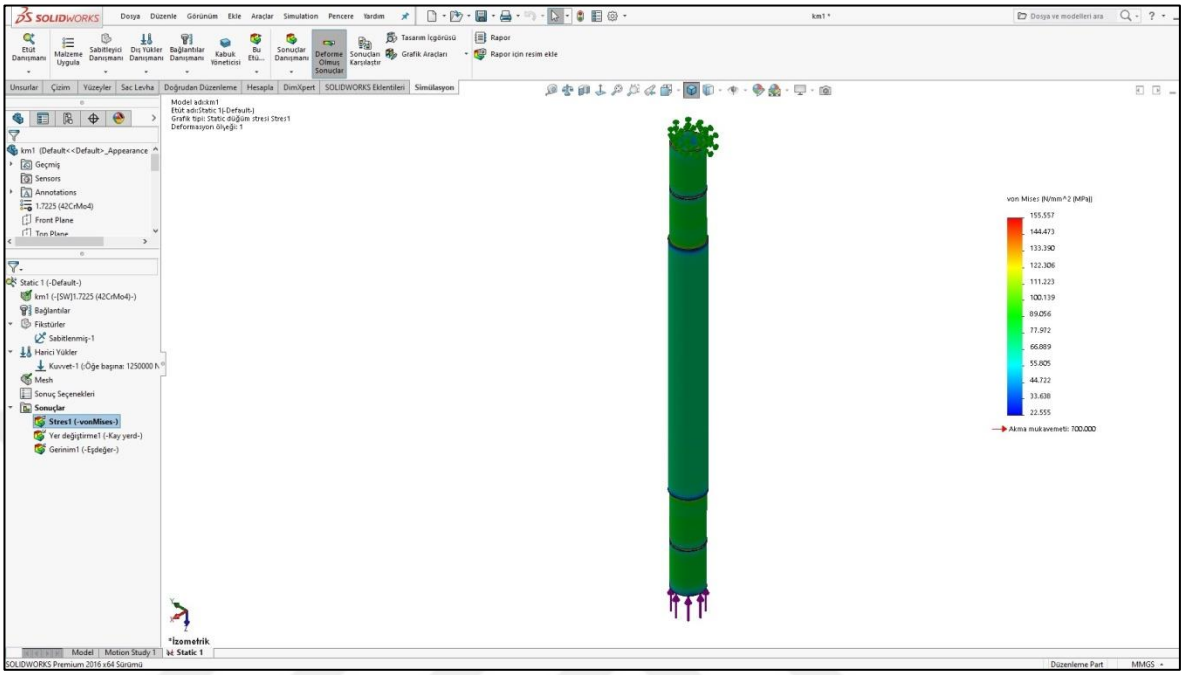
Şekil 4.38. Kolon mili için sınır şartlarının girilmesi.

4. Sınır şartları girildikten sonra “Mesh” oluşturulur (şekil 4.39).

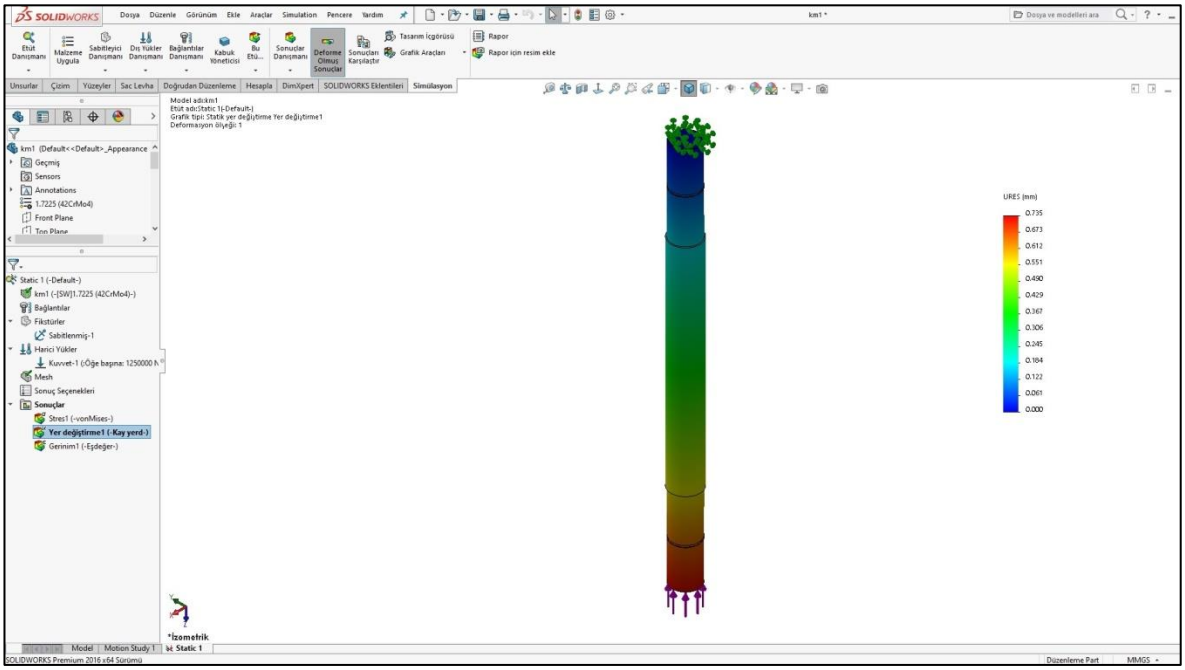


Şekil 4.39. Kolon mili için mesh oluşturma.

5. “Etüdü Yürüt” seçeneği ile analiz yapılır ve sonuçlar izlenir (şekil 4.40 ve şekil 4.41).



Şekil 4.40. Kolon mili üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises).

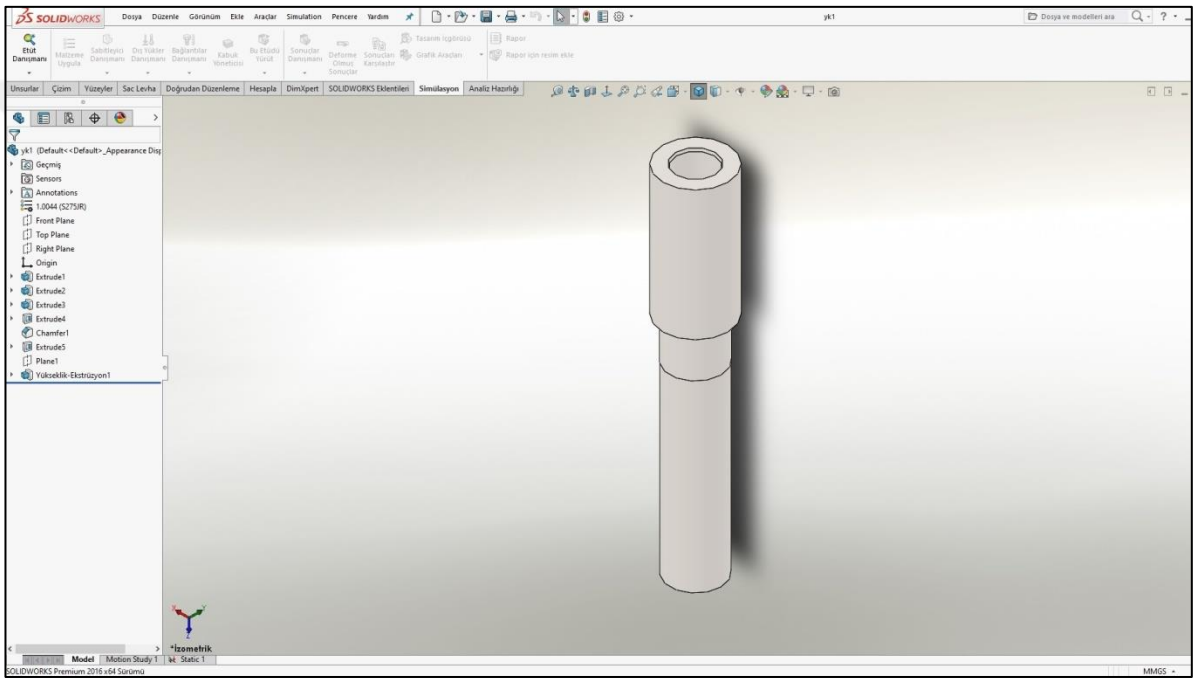


Şekil 4.41. Kolon mili üzerinde oluşan yer değiştirmeler.

DEĞERLENDİRME: Kolon milinin üzerine uygulanan gerilme sonucunda ortalama 100 MPa, maksimum 155 MPa (bölgesel) değerinde gerilme tespit edilmiştir. Uygulanan malzemenin akma sınırı değeri 700 MPa olduğundan tasarım 6-7 kat emniyetlidir.

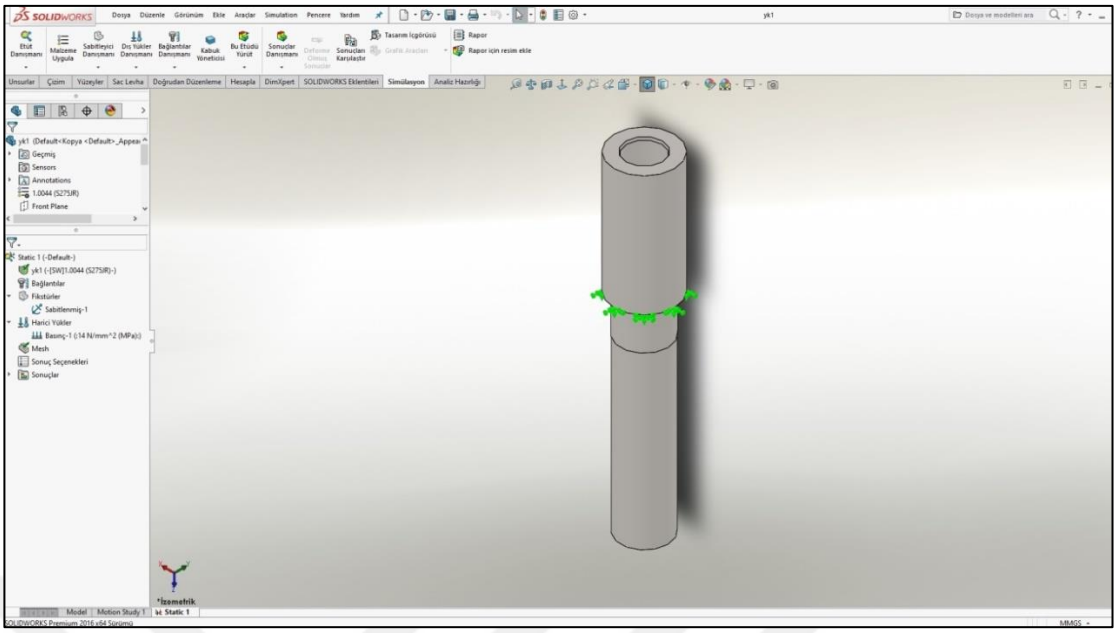
4.8. Yan Kaldırıcılar İçin Gerilme Analizi

1. Yan kaldırıcı silindirleri konstrüksiyona uygun olarak tasarlanır. Yan kaldırıcı silindirleri "St44" malzeme seçilerek tasarlanır (şekil 4.42).



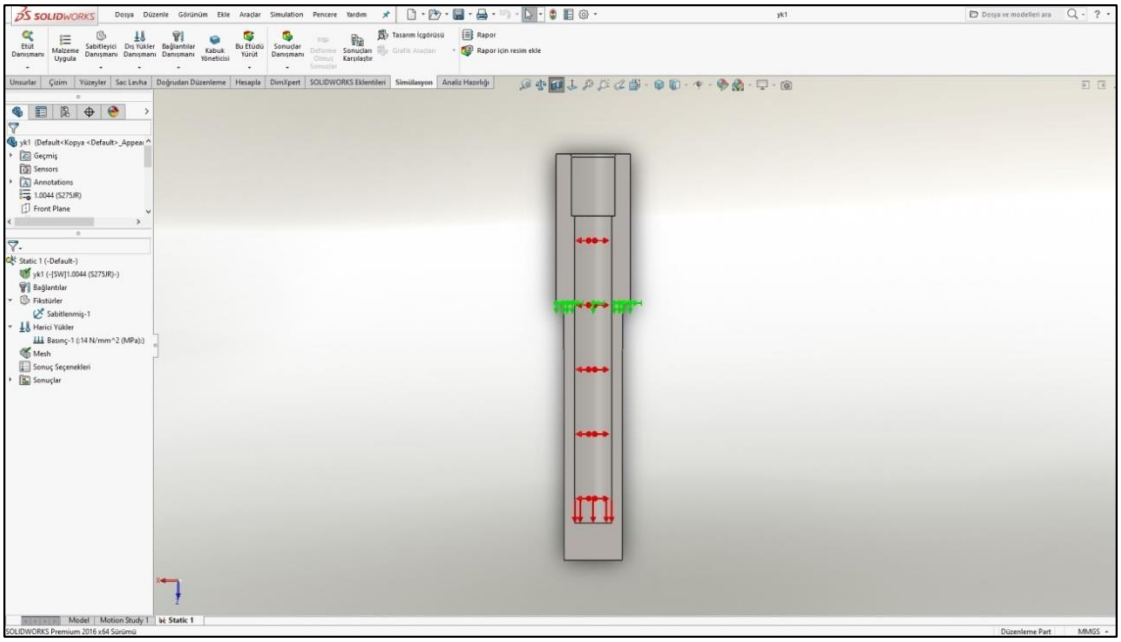
Şekil 4.42. Yan kaldırıcı silindirlerin modellenmesi.

2. Yan kaldırıcı silindirleri konstrüksiyonda, tasarım sonucu belirlenen ölü bölgenin hemen altına açılan fatura ile alt plaka kulağına oturtularak sabitlenmiştir (şekil 4.43).



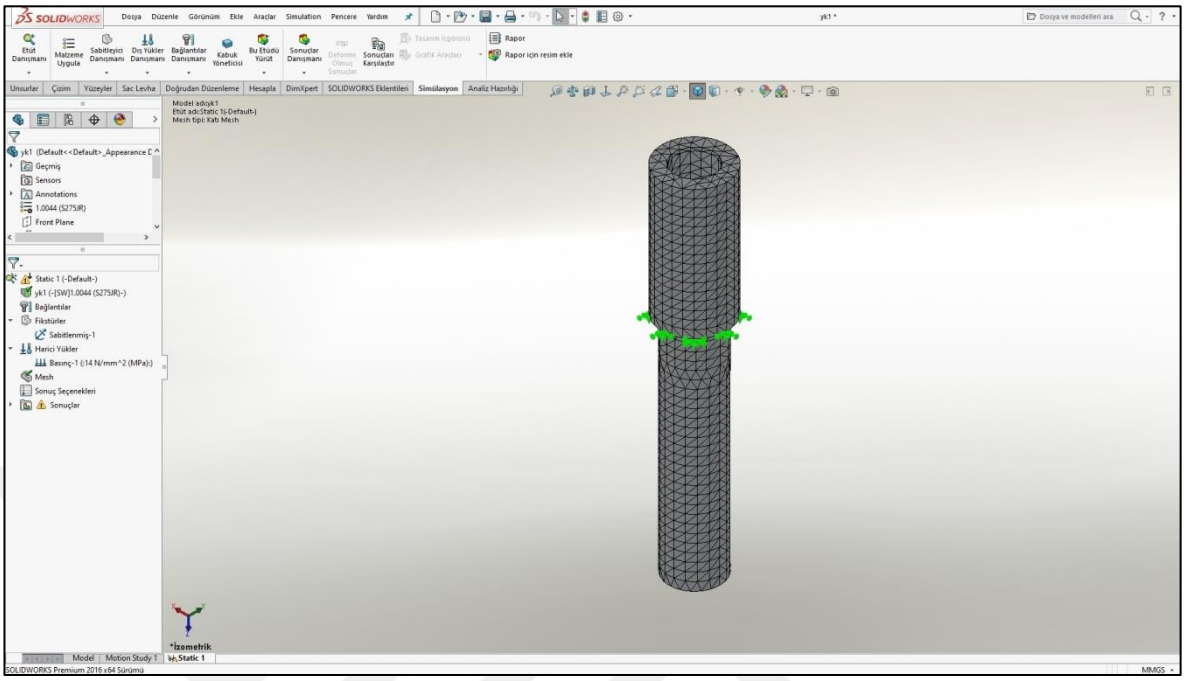
Şekil 4.43. Yan kaldırıcı silindirlerin sabitlenmesi (fikstür).

3. Yan kaldırıcılar, presleme sırasında hareketli plakanın düzgün bir şekilde aşağıya inmesini (paralellik); presleme sonrasında ise üst ölü noktaya geri dönmesini sağlamaktadır. Konstrüksiyon tipi ve bağlantı şekli incelendiğinde yan kaldırıcı silindirlerinin iç cidarlarına 140 bar basınç etki etmektedir (şekil 4.44).



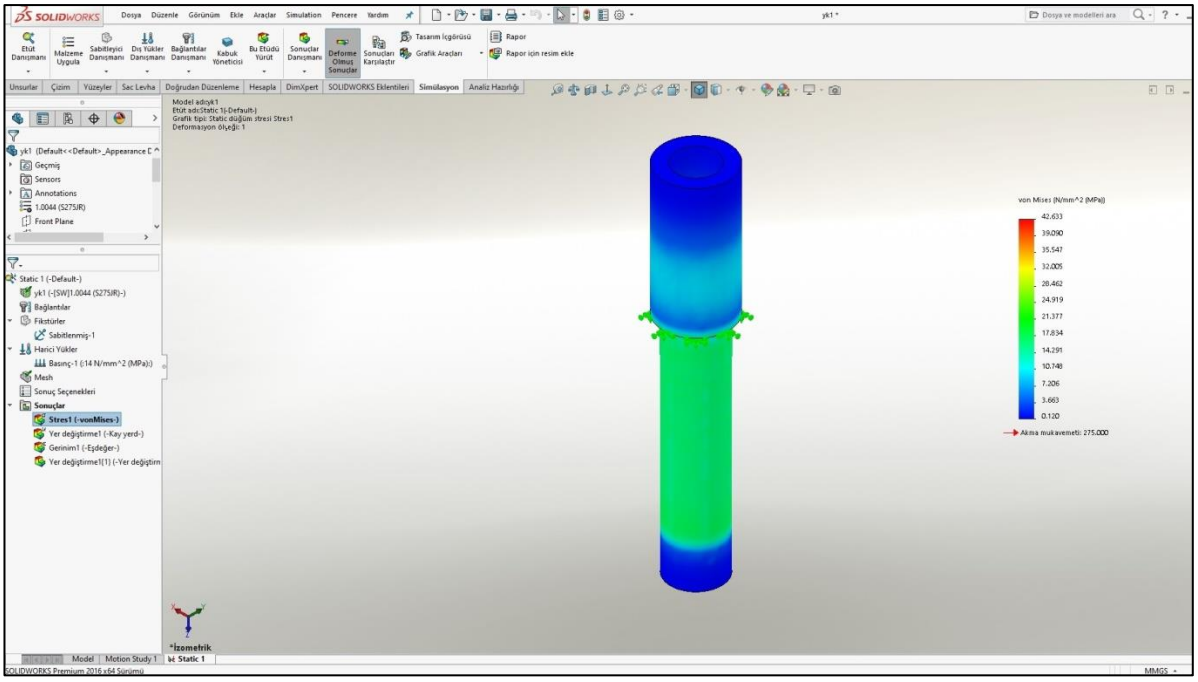
Şekil 4.44. Yan kaldırıcı silindirleri için sınır şartlarının girilmesi.

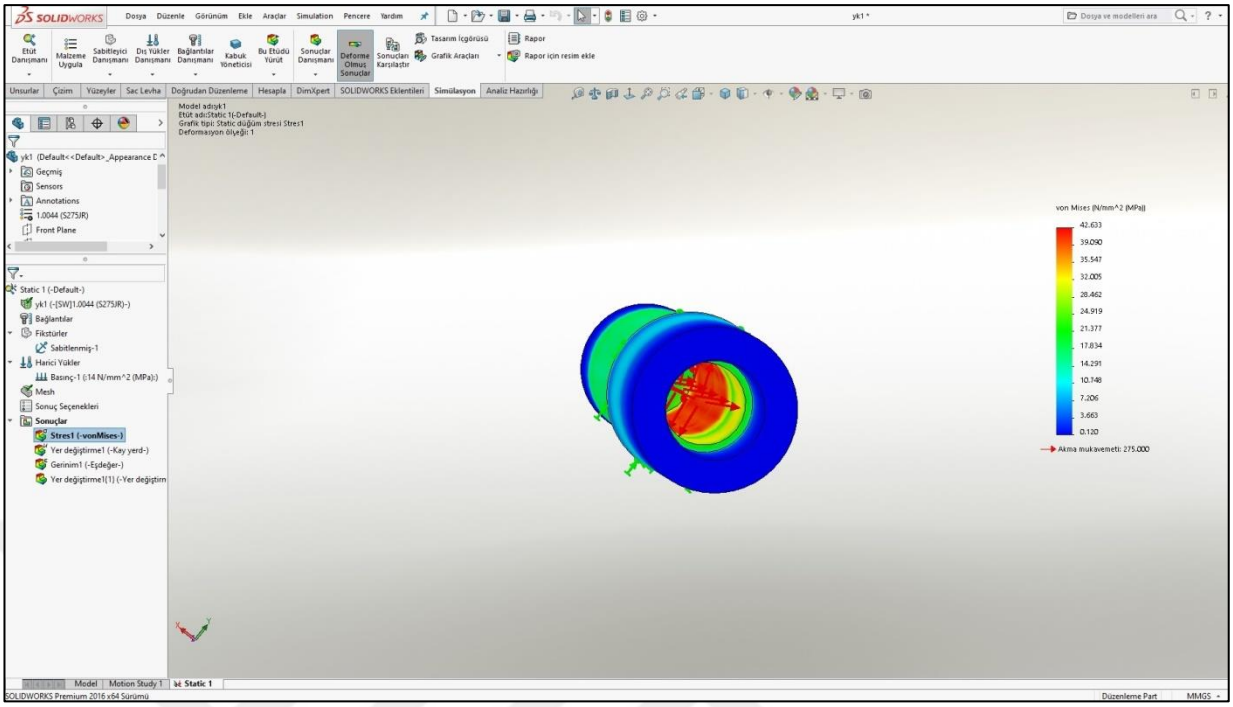
4. Sınır şartları girildikten sonra “Mesh” oluşturulur (şekil 4.45).



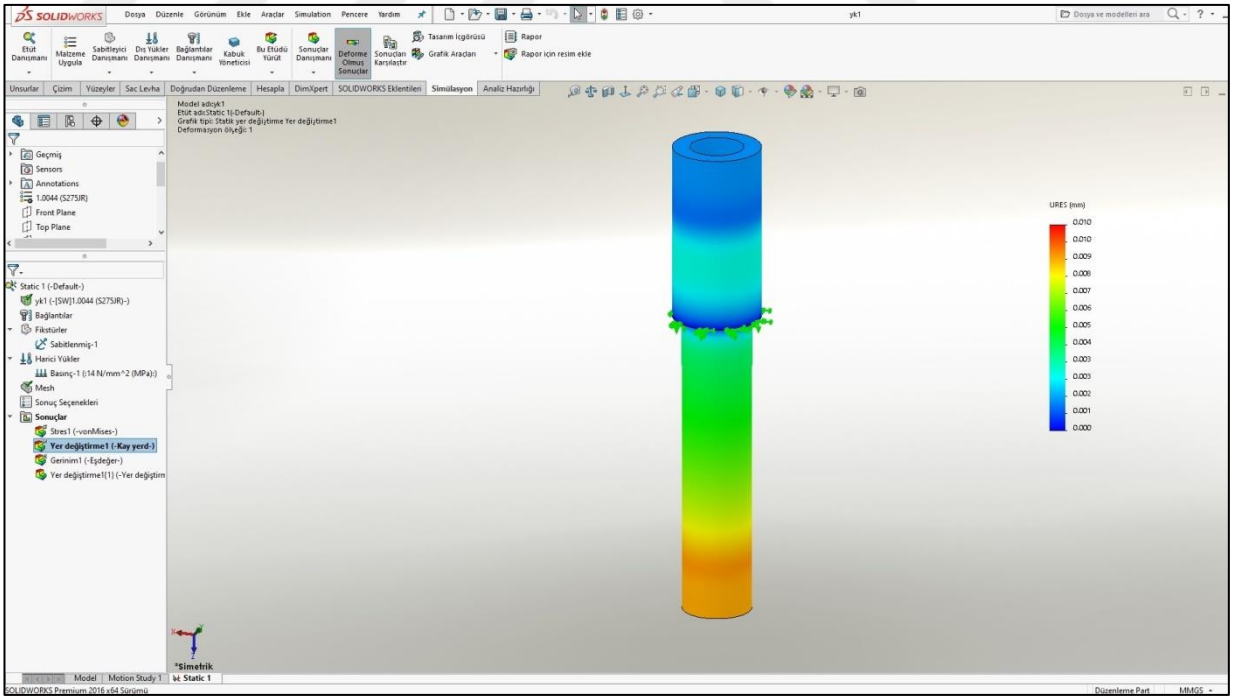
Şekil 4.45. Yan kaldırıcı silindirleri için mesh oluşturma.

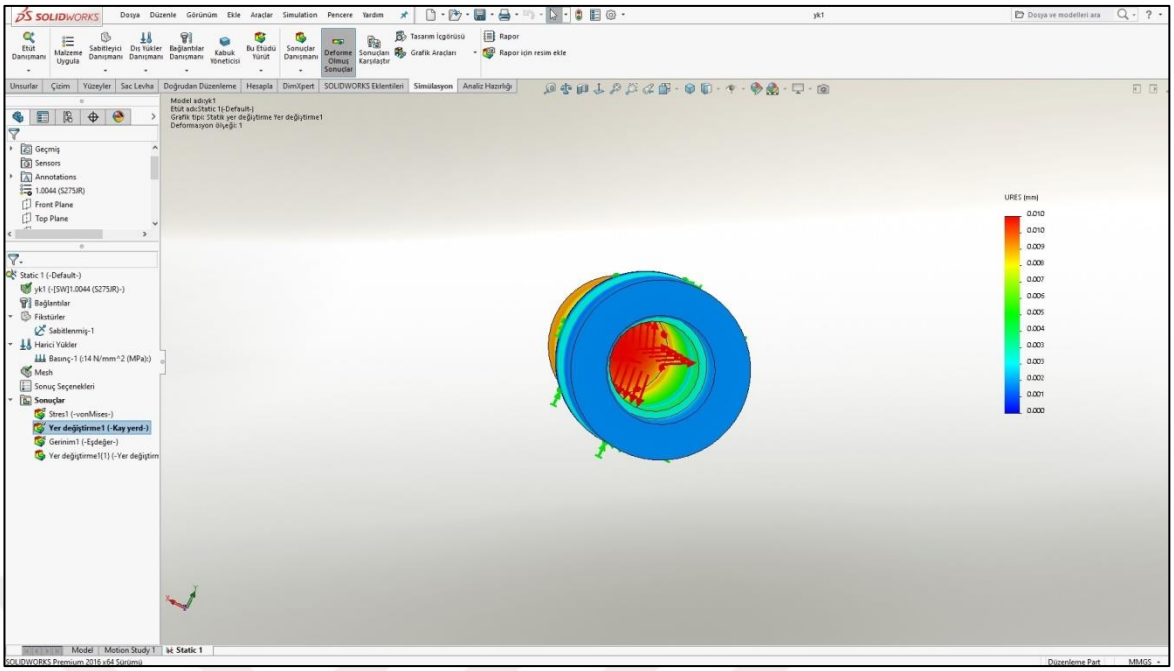
5. “Etüdü Yürüt” seçeneği ile analiz yapılır ve sonuçlar izlenir (şekil 4.46 ve şekil 4.47).





Şekil 4.46. Yan kaldırıcı silindirleri üzerinde oluşan gerilmeler (Von-Mises).





Şekil 4.47. Yan kaldırıcı silindirleri üzerinde oluşan yer değiştirmeler.

DEĞERLENDİRME: Yan kaldırıcı silindirlerinin üzerine uygulanan gerilme sonucunda ortalama 30 MPa, maksimum 45 MPa (bölgesel) değerinde gerilme tespit edilmiştir. Uygulanan malzemenin akma sınırı değeri 275 MPa olduğundan tasarım 7-8 kat emniyetlidir.

BÖLÜM 5

BİR HİDROLİK MELAMİN PRESİ İLE ÜRETİM AŞAMALARININ İNCELENMESİ

Hidrolik melamin presleri sıcak üretim yapan preslerdir. Preste bulunan ısıtıcı plakalarının üzerine yerleştirilmiş kalıpların arasına doldurulan hammaddenin şekillendirilmesiyle ortaya ürün koyulmasını sağlamaktadır. Bu hammaddeler, üre kalıplama bileşimleri ve melamin kalıplama bileşimleri olarak sınıflandırılabilir.

Üre kalıplama bileşenleri, boyutsal kararlılığın yüksek olması gereken kalıplar için selüloz içeren kalıplama bileşimleridir. Normal üre ve kırılmaz üre (krem) olarak iki çeşidi mevcuttur. Bu bileşimler doğru kürleme işlemi (kükürt ile besleyerek malzeme dayanımını arttırma) ile aşağıda belirtilen özelliklere sahip ürünlerin imal edilmesini sağlar:

- Tat ve koku içermez.
- Yanıcı değildir.
- Korozyona dayanıklıdır.
- Elektriksel özelliklere sahiptir.
- Yağlara, greslere, zayıf asitlere ve alkalilere karşı dayanıklıdır.
- Renkli olanları dayanıklıdır, solmazlar (Körfez Kimya).

Bu özellikleri sayesinde; elektrik ekipmanları (priz, fiş), tuvalet koltukları, şişe kapakları, düğmeler, dominolar, dekoratif ve sıhhi ürünler, promosyon ürünleri gibi birçok ürün için hammaddedir. Şekil 5.1'de bu ürünlere ait örnekler verilmiştir.



Şekil 5.1. Üre kalıplama bileşimi ile imal edilen ürünler (www.korfezkimya.com).

Melamin kalıplama bileşimleri, düz, büyük ürünler için hammadde olduğu gibi derin çekme kalıplarında da kullanılabilen selüloz içerikli dolgu tozlarıdır. Üre kalıplama bileşimlerinin sahip olduğu özelliklere kıyasla daha üstün özelliklere sahiptir.

- Boyama ve renk değişimine karşı direnç daha fazladır.
- Yüksek sıcaklığa karşı direnç daha fazladır.
- Darbelere ve kırılmaya karşı direnci oldukça yüksektir.
- Zayıf asitlere ve alkalilere karşı daha fazla dirençlidir (Körfez Kimya).

Bu özellikleri sayesinde; mutfak gereçleri, yemek takımları, elektrik armatürleri, tavalar ve fırınlar için kulplar, kül tablaları, tepsiler vb. birçok ürün için hammaddedir. Şekil 5.2'de bu ürünlere ait örnekler verilmiştir.



Şekil 5.2. Melamin kalıplama bileşimi ile imal edilen ürünler (www.korfezkimya.com).

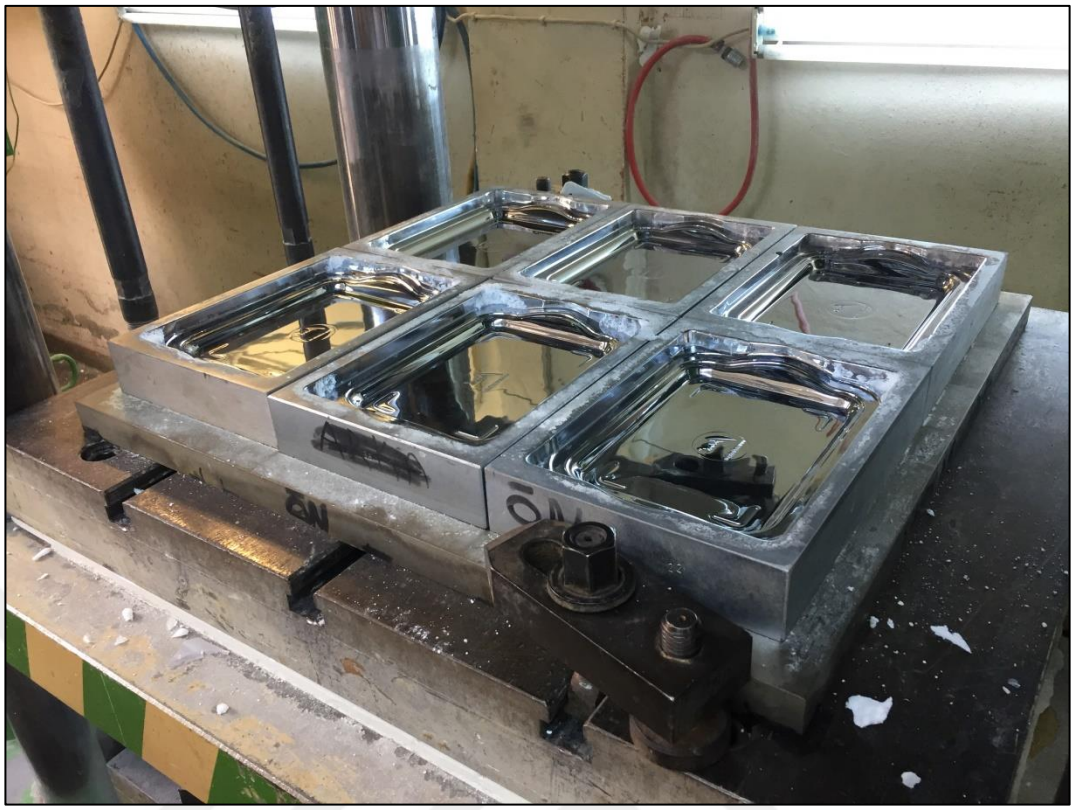
Aşağıda bir hidrolik melamin presi ile üretimi gerçekleştirilen “tepsinin” üretim aşamaları sistematik incelenmiştir.

1) Hammadde olarak “üre kalıplama bileşimi” kullanılmıştır (şekil 5.3). Üretilecek malzemenin ihtiyacına göre belirlenen hammadde ölçü kapları yardımıyla kalıp boşluğuna doldurulur (Örn; 300 g, 500 g, 1 kg gibi).



Şekil 5.3. Üre baskı tozu.

Üretim yapılacak kalıplara malzeme yapışmaması açısından krom kaplama işlemi yapılır. Hem dişi kalıp hem de erkek kalıp krom ile kaplanır (şekil 5.4). Ayrıca kalıplar arasındaki boşluk malzemenin yoğunluğunu, kalitesini ve kullanım ömrünü arttırır. Malzeme kalınlığı yeteri kadar olursa, malzeme o kadar dayanıklı olur.



Şekil 5.4. Tepsi imalatında kullanılacak olan kalıplar.

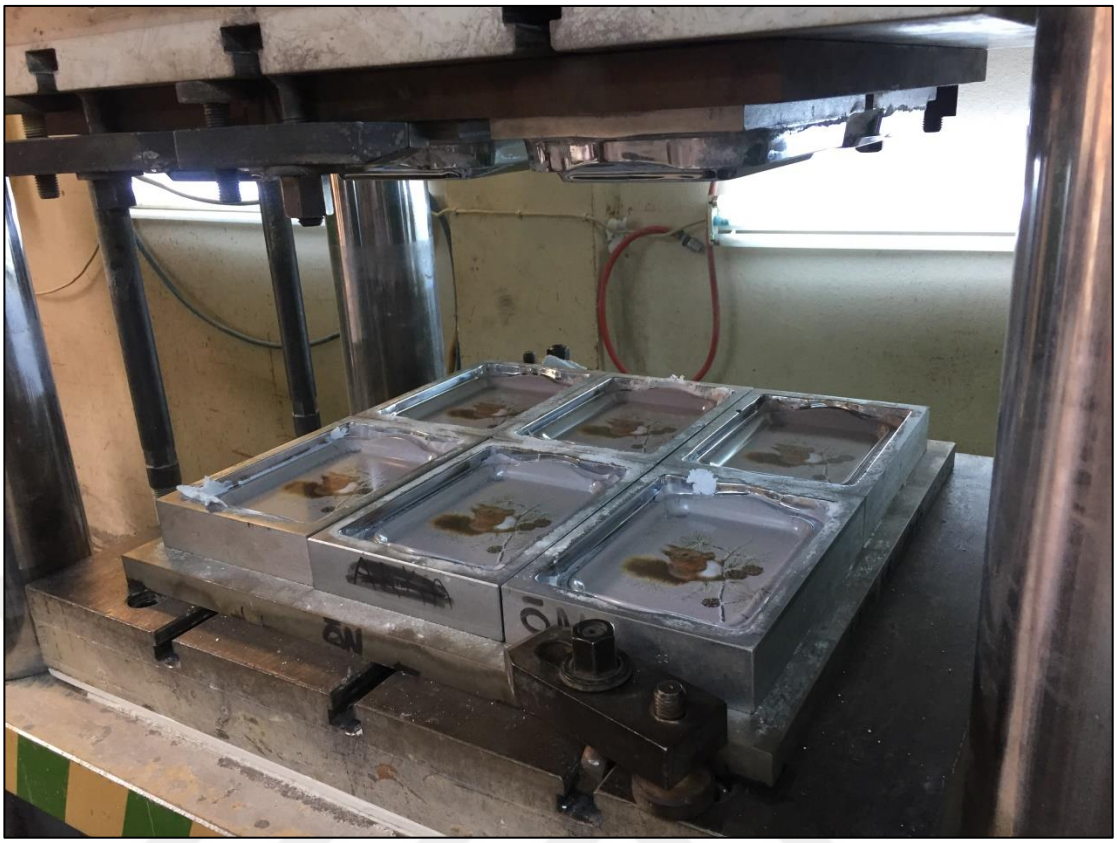


Şekil 5.5. Üre kalıplama bileşiminin kalıba doldurulması.

2) Kalıba hammadde doldurulduktan sonra 1.baskı yapılarak ürünün ana geometrisi oluşturulur (şekil 5.5). Bu işlem, 220 bar basınçta ortalama 150 – 160 ℃ sıcaklıkta yaklaşık 1 dakika 40 saniye sürmektedir. Sıcaklık tüm üretim boyunca sabittir. Normal üre kalıplama bileşimi için üst ısı 156 – 160℃ ; alt ısı ise 128℃'dir (Kırılmaz üre kalıplama bileşimi için üst ısı 160 – 163℃ ; alt ısı 135℃'dir). 1.baskı sonucunda elde edilen ürün oldukça kırılgan bir yapıya sahiptir.
3) 1.baskı tamamlandıktan sonra 2.baskıya geçilir. Bu aşamada, pişirilen malzeme üzerine malzeme boyutlarında kesilmiş A4 kağıdına bastırılmış desenler yerleştirilir (şekil 5.6). Malzemenin desenle birlikte pişirilmesi sağlanır (şekil 5.7). Bu işlem, 220 bar basınçta sıcaklık değiştirilmeden yaklaşık 2 dakika 20 saniye sürmektedir.



Şekil 5.6. Baskı deseni.



Şekil 5.7. 2.Baskı ile desenin malzeme üzerine işlenmesi (pişirme).

Tüm baskılar boyunca preste gazlama işlemi yapılır. Bu işlem sayesinde malzemenin veya desenin boya vermesi, şişmesi veya kabarması önlenmiş olur.

4) 2.baskı tamamlandıktan sonra üçüncü ve son baskıya geçilir. Bu aşamada desen kaplı malzeme üzerine "lamanid" tozu dökülerek preslenir. Bu işlem sayesinde yüzey parlaklığı sağlanmış olunup üst taban çizilmelere ve sararmaya karşı korunur (Laminasyon İşlemi) (şekil 5.8). Bu işlem 220 bar basınçta sıcaklık değiştirilmeden yaklaşık 1 dakika 20 saniye sürmektedir.

Laminasyon işlemi yalnızca üre kalıplama bileşimi ile üretilen malzemelere uygulanır. Melamin kalıplama bileşimi ile üretilen malzemelerde yüzey parlaklığı aranmaz, dolayısı ile bu malzemelerde üretim iki baskıdan oluşmaktadır.



Şekil 5.8. 3.Baskı ile yüzey parlaklığının sağlanması (laminasyon).



Şekil 5.9. Presleme aşamalarının PLC ekrandan izlenmesi.

5) Presleme işlemleri tamamlandıktan sonra üretilen malzemeler kalıptan alınır. Üretim yüksek sıcaklıkta gerçekleştirildiği için malzemenin ani soğumayla çekmesini önlemek amacıyla üzerine bir ağırlık bırakılır (şekil 5.10).



Şekil 5.10. Malzemenin sıcaktan çekmesini engellemek amacıyla ağırlık yardımıyla desteklenmesi.

6) Malzeme bir miktar soğutulduktan sonra, pişirme esnasında kalıptan taşarak katılaşan büyük kenar çapakları "eğe" yardımıyla temizlenir. Kaba temizlik yapıldıktan sonra "kenar temizleme makinesi" ile malzemenin kenarında kalan keskin köşeler ve çapaklar temizlenir (şekil 5.11).



Şekil 5.11. Malzeme kenarlarının temizlenmesi.

7) Kenar temizliği tamamlandıktan sonra “kenar parlatma makinesi” ile malzemenin kenarlarının parlatma işlemi yapılarak bu bölgeler neredeyse pürüzsüz hale getirilir (şekil 5.12). Bu işlem tamamlandıktan sonra ürünler kullanıma hazır hale gelecektir (şekil 5.13).



Şekil 5.12. Kenar parlatma makinesi.



Şekil 5.13. Kullanıma hazır ürünler.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Hidrolik presler, uzun yıllardan beri ülkemiz imalat teknolojisinde yerini almaktadır ve genel olarak üretici firmaların edindiği tecrübelere dayandırılarak tasarımı ve üretimi yapılmaktadır. Yapılan araştırma sonucunda, mühendislik hesaplamaları dikkate alınmaksızın tasarlanan ve imal edilen preslerin gereğinden fazla mukavemetli olduğu kanısına varılmıştır. Bu duruma bağlı olarak, artan hammadde sarfiyatı ve tüketilen fazla enerji başta üretici firmalar olmak üzere, ülke ekonomisine zarar vermektedir.

Ülkemizde yer alan pres üretici firmalar; çalışma koşulları, tasarım ve üretim yöntemleri, üretimde kullanılan ekipmanlar vb. konular baz alınarak incelendiğinde aşağıda belirtilen ortak durumlar tespit edilmiştir:

- Üretici firmaların birçoğu atölye tipi üretim yapmaktadır.
- Yetersiz altyapıya sahip atölyeler dizgesel (sistemli) yapıya sahip üretim yöntemlerinden uzaktadırlar.
- Kullanılan tezgahların hassasiyetlerinin yeteri kadar olmamasına ve sınırlı kapasiteye sahip olmalarına bağlı olarak üretilen parçaların uygun tolerans aralığında olmaması, talep edilen güçlere tam anlamıyla ulaşılmasını engellemektedir.
- İmal edilen pres sayısı, sürekli gelişen teknolojiyle birlikte artan pazar ihtiyacını karşılanmadığından, alıcı firmalar presle ilgili yeteri kadar bilgi birikimine sahip olmadan yatırım yapmaktadır.

- Benzer tonajlara ve/veya benzer tabla alanlarına sahip presler, projelendirme aşamasındayken yeniden tasarım yapmak yerine tersine mühendislik yöntemiyle önceki projelere benzetilmeye çalışılmaktadır. Üretim maliyetlerinin birçoğunu malzeme oluşturan bu preslerde aşırı ve gereksiz malzeme kullanımı yapılmaktadır.

Yukarıda belirtilen durumlar beraberinde bazı problemleri meydana getirmektedir:

- Pres gövde veya diğer bileşenlerinde çatlama, kırılma ve eğilme gibi plastik şekil değiştirme gözlemlenmektedir. Bu durumlar presin çalışmasını engellemekte, kullanılan kalıpların bozulmasına veya hasar görmesine sebep olarak üretimde verim kaybına ve kapasite düşüklüğüne yol açmaktadır.
- Belirli kaynaklara dayanarak preslerin güç, kapasite ve ömürleriyle alakalı bazı değerler verilmektedir ancak bu değerlere gerçekte ulaşılamamaktadır.
- Her pres üreticisi kendine özgü tasarım ve imalat yaptığından piyasada mevcut pres türü artmakta; kullanılan takım, yedek malzeme ve diğer ekipmanların presler için standartlaştırılması güçleşmektedir (özgün pres üretme rekabeti mevcut benzerliklerden de uzaklaşılmasına sebep olmaktadır). Bu durum takım ve malzeme kullanımına olan ihtiyacı daha fazla arttırmakta ve pres imalatında maliyetlerin artmasına sebep olmaktadır.

Tüm bu bilgilerin ışığında değerlendirme yapılırsa uygun "**fiyat/performans oranının**" yakalanması gerekliliği ön plana çıkmaktadır.

Bu tez çalışmasında, ilk etapta hidrolik presler ve hidrolik preslerin endüstrideki yeri araştırılmış, çalışma sistemleri ve uygulamaları açıklanarak, hidrolik preslerin genel anlamda tanınmasına imkan sağlayacak bir literatür çalışması yapılmıştır. Daha sonra presi oluşturan temel parçalardan, bu parçaların imal yöntemleri, tasarımı ve malzeme seçimleri, üzerinde durulmuştur. İkinci etapta, parçalar üzerinde mühendislik ve analiz çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca, üretilen presin somut olarak çalışma sistemi incelenmiş, çeşitli çalışma koşulları göz önünde bulundurularak, ürün baskısı yapılıp yaşanabilecek sorunlar gözlemlenmiştir.

Hidrolik preslerin büyük tonajlarda tercih edilme sebepleri, büyük tonajlarda gövde parçaları üzerinde meydana gelen esneme değerlerinin bu şekildeki yapıya uygun olmasıdır. Bu durum da pres rijitliğinin olumsuz değerlerde olmasını ve dolayısı ile işlemlerin hassas bir şekilde gerçekleşmesini önlemektedir.

Hidrolik preslerdeki parçaların esnemelerinin belirli sınırlarda kalması işlem hassasiyeti için hayati öneme sahiptir. Bu nedenle preslerdeki esnemeler birçok üretici firma tarafından henüz tasarım aşamasında belirli sınırlar içerisinde tutulmaya çalışılmaktadır. Üretici firmalar çeşitli analiz metotları kullanarak esneme ve gerilme analizi yapmaktadır.

Yük altında çalışan hidrolik preslerin alt ve üst tablalarında meydana gelebilecek açısal deformasyon bu bölgeler arasındaki parallelliğin bozulmasına ve buna bağlı olarak kullanılan kalıplarda aşınmaların meydana gelerek işlem hassasiyetinin kaybolmasına sebep olabilmektedir.

Çalışmanın ikinci kısmında 500 tonluk örnek bir hidrolik melamin presi ele alınarak şase, alt plaka, ısıtıcı plakalar, hareketli plaka, silindir plaka, piston, kolon milleri ve yan kaldırıcı silindirler gibi yük altındaki bileşenler, anlık olarak uygulanan maksimum yükleme durumunda, malzemelerin üzerine gelecek olan gerilme ve yer değiştirmeler, farklı kalitedeki malzemeler için analiz edilmiştir. Analiz çalışmalarında Solidworks Simulations programı kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlar daha önce yapılmış çalışmalar ile kıyaslandığında ve ayrıca makine imalatı ile ilgili düzenlenmiş yönetmelikler incelendiğinde, fiyat/performans açısından gerekli görülen emniyet katsayıları sürekli yüke maruz kalmayan parçalarda minimum 3; sürekli güç ve yük altında çalışan parçalarda ve doğrudan insan hayatının etkilendiği durumlarda ise maksimum 8 olacak şekilde düzenlendiği tespit edilmiştir.

Elde edilen analiz verileri doğrultusunda, parçalarda meydana gelen yer değiştirmelerin, pres boyutları göz önüne alındığında çok küçük miktarlarda oluştuğunu, gerilmelerin ise pres bileşenlerinde kullanılan malzemelerin emniyetli gerilme değerinin altında kaldığı gözlemlenmiştir. Bu kapsamda hidrolik presi oluşturan bu bileşenlerin ölçülerinin belirlenen değerler için uygun olduğu kanısına varılmıştır.

Tasarımı, analizi ve bunlara bağlı olarak imalatı gerçekleştirilen hidrolik pres, müşteri firmaya teslim edildikten sonra yerinde incelenerek örnek ürün baskısı alınmış

ve sistematik üretim aşamaları takip edilmiştir. Burada, imalat sırasında yaşanabilecek sorunlar yerinde incelenerek bu sorunlara karşı çözüm oluşturulmuştur.

- Sıcaklık ve basınç doğru ayarlanmaz ise hammadde düzgün olarak pişirilemez (şekil 6.1).



Şekil 6.1. Sıcaklık ve basınçtan kaynaklanan ürün hatası.

- Desen için kullanılan A4 kağıdı kalıp içerisine düzgün bir şekilde yerleştirilmelidir (şekil 6.2).



Şekil 6.2. Kağıdın düzgün yerleştirilmemesinden kaynaklanan ürün hatası.

- Ürünün parlatmasında kullanılan "lamanid" kalıp içerisine homojen yayılacak şekilde yerleştirilmez ise mat bölgeler kalacaktır (şekil 6.3).



Şekil 6.3. Lamanidin kalıp içerisine homojen olarak yayılmamasından kaynaklanan ürün hatası.

KAYNAKLAR

Çağlayan, Ö.B.; Piroğlu, F.; Uzgider, E.; Vural, M., (2003/4), Yapı Çeliklerinin Kaynaklanabilirliği, *Türkiye Mühendislik Haberleri (TMH)*, sayı: 426.

Duan, Z., D.; Gao, J., F.; Su, T., M., (2011), Investigation into the Effect of the Nut Thread Cutting on the Stress Distribution in a Bolt Using the Finite Element Method, *Manufacturing Processes and Systems*, Pages: 99-102.

Fındık, A., (2004), Mekanik Sac Şekillendirme Pres Tasarımında Sistematik Konstrüksiyon ve Sonlu Elemanlar Yöntemlerinin Kullanımı, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kauranne, H.; Koitto, T.; Calonius, O.; Minav, T.; Pietola, M., (2018), Direct Driven Pump Control Of Hydraulic Cylinder For Rapid Vertical Position Control Of Heavy Loads Energy Efficiency Including Effecst Of Daming And Load Compensation, *Proceedings of the Bath/Asme Symposium on Fluid Power and Motion Control*.

Köseler, S., (2014), Üç Etkili, Yüksek Hızlı Bir Hidrolik Presin Tasarımı ve Analizi, (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

MEGEP, (2011), Hidrolik Sistemler, *Elektrik – Elektronik Teknolojisi*, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.

Özgenç, B., (23-25 TEM 2018), Temel Hidrolik Eğitimi, Stratejik Eğitim ve Danışmanlık, İstanbul.

Sezgen, H.Ç., (2016), H Tipi Hidrolik Presin Topolojik Optimizasyon ve Konum Kontrolü, (Yüksek Lisans Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Song, W.; Liu, S.; Pan, H.J.; Zhu, S.Q., (2016), Investigation on the design of hydraulic high-speed punching press with a large press force and a long press stroke, *Advances in Mechanical Engineering*, Volume: 8, Issue: 12.

Şanlı, C., (2019), Hidrolik Preste İş Sağlığı ve Güvenliği, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Aydın Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, sf. 3-13.

Taş, B., (2008), Hidrolik Pres Tasarımı, (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, 90 s. (yayınlanmamış).

Yağbasan, O., (2010), C Tipi Bir Pres Gövdesinin Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Analizi, (Yüksek Lisans Tezi), Osmangazi Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Yanmış, N., (2010), Bilgisayar Destekli Prototip Hidrolik Pres İle Çökertme İşleminde Presin Basınç Hız ve Pozisyon Kontrolünün İncelenmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, sf. 5-10.

Zengil, H., (2004), Endüstride Kullanılan Preslerin Uygulama Alanlarının İncelenmesi ve Eğitim Tipi Hidrolik Presin Tasarımı, (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

https://www.alfil.com.tr/dosyalar/urunler/TOZ_BOYA_FYLTRESY_1.jpg
https://www.erok.com.tr/Hidrolik/EROK/PleytTipiEmniyetValfi.aspx
https://www.erok.com.tr/Hidrolik/EROK/PleytTipiEmniyetValfiSifirlamali.aspx
https://www.erok.com.tr/Hidrolik/EROK/KartricEmniyetValfi.aspx
https://www.erok.com.tr/Hidrolik/EROK/Cekvalf_KilitlemeSistemleri.aspx
https://www.erok.com.tr/Hidrolik/EROK/KilitlemeValfiBoruTipi.aspx
http://www.gem-fa.com/urun_SDK-ZDK-KDK-VDK-HKP-HKM_Serisi.htm
https://hidropaks.com.tr/urun/hidrolik/baglanti-elemanlari/rakor-ve-hortum-rakorlari/rakor-ve-hortum-rakorlari-cast/
https://hidropaks.com.tr/urun/hidrolik/baglanti-elemanlari/hidrolik-hortum/hidrolik-hortum-dunlop-hiflex/
http://www.hydac.com.tr/products-filtrasyon-33.html#!prettyPhoto[gallery]/2/
http://www.hydac.com.tr/products-filtrasyon-33.html#!prettyPhoto[gallery]/1/
http://www.hydac.com.tr/products-filtrasyon-33.html#!prettyPhoto[gallery]/8/
http://www.hydac.com.tr/products-kompakt-hidrolik-38.html#!prettyPhoto[gallery]/3/
http://www.isimak.com/FisekRezistansKullanimAvantajlari.php?Mn=1
http://korfezkimya.com/product/melamine-moulding-compound/?lang=tr
http://korfezkimya.com/product/urea-moulding-compound/?lang=tr
https://www.pakkens.com/tr/product/mg-063-156
https://ph.parker.com/tr/tr/valves
https://www.pinarbasimakina.com.tr/
https://www.solidworks.com/tr/category/simulation-solutions
http://yilmazcelikboru.com/celik-cekme-boru.html
http://www.yucelmakina.com.tr/
https://www.yukselen.com/teknik/elementlerin-celige-etkisi

ÖZGEÇMİŞ

İlköğretimi, İstanbul – Bağcılar 50.Yıl Adnan Ötügen İlköğretim Okulunda bitirdi (2008). Liseyi, İstanbul – Bakırköy Yahya Kemal Beyatlı Anadolu Lisesinde tamamladıktan sonra Trakya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünü kazandı (2012). 2016 yılında Makine Mühendisliği bölümünden birincilikle mezun oldu. 2018 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Makine Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı.

Muhammed Fatih ÖZMAN