

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK SICAKLIK ALTINDA ÇALIŞACAK KÜRESEL VANANIN OPTİMUM TASARIMI,
DAYANIM ANALİZİ, İMALATI VE MALİYETİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kadir AKCAN

Uçak ve Uzay Mühendisliği Anabilim Dalı

Uçak ve Uzay Mühendisliği (DAP)

HAZİRAN 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK SICAKLIK ALTINDA ÇALIŞACAK KÜRESEL VANANIN OPTİMUM TASARIMI, DAYANIM
ANALİZİ, İMALATI VE MALİYETİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Kadir AKCAN
(511101116)**

Uçak ve Uzay Mühendisliği Anabilim Dalı

Uçak ve Uzay Mühendisliği (DAP)

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Vedat Z. DOĞAN

HAZİRAN 2013

Savunma Tarihi : 05 Haziran 2013

ÖNSÖZ

Ülkemizin en büyük problemlerinden birisi olan cari açığın giderilmesinde yapılması gereken en önemli adım; üretim yapan ve ihtiyaçlarını mümkün mertebe kendi içerisinde karşılayabilen ve hatta ürettiği ürünleri diğer ülkelere ihraç eden bir ülke olabilmektir. Bunu başarabilen ülkelerin kişi başına düşen geliri ve yaşam standardı üst seviyelerde olmaktadır. Çalışmam içerisinde, alımını tamamen yurtdışı firmalarından yaptığımız, içerisinden 200 derece üzeri akışkan geçen küresel vananın tasarımı, imalat adımları ve analizini yapıp, Türkiye’de üretimi yapıldığı taktirde ve yurtdışından ithal edildiği taktirde ki, fiyat farkı analiz edilmiştir.

Çalışma boyuca bana teknik bilgi ve becerisini aktaran Sn. Doç Dr. Vedat Ziya DOĞAN’a, vanalar hakkında bilgi sahibi olmamı sağlayan Sn. Mikdat AYDIN’a, yüksek lisans eğitimime destek olan Sn. Erhan TAPO’ya, eğitim hayatım boyunca bana destek olan aileme, eşim Şükran AKCAN’a ve 2228 No’lu ‘Son Sınıf Lisans Öğrencileri Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı’ ile maddi yönde destek veren Tubitak kurumuna ve çalışan yetkililerine teşekkürler.

Mayıs 2013

Kadir AKCAN
(Makine Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
SEMBOL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxi
SUMMARY.....	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
2. VANALAR.....	3
2.1 Vanaların Ana Parçaları	3
2.2 Vanaların Sınıflandırılması	4
2.2.1 Akış kontrol şekline göre	4
2.2.2 Bağlantı şekline göre.....	4
2.2.3 Kapama organı hareketine göre	5
2.2.4 Akış yönüne göre	5
2.2.5 Fonksiyonlarına göre.....	6
2.2.6 Tahrik şekline göre.....	6
2.2.7 Malzemeye göre	6
2.2.8 İmalat yöntemine göre.....	6
2.2.9 Gövde yapısına göre.....	6
2.2.10 Salmastra cinsine göre.....	7
2.3 Genel Vana Tipleri	7
2.4 Küresel Vana.....	7
2.4.1 Küresel vana tipleri:	9
2.4.2 Uygulama örnekleri.....	12
2.4.3 Bakım onarım.....	13
2.5 Genel Vana Birimleri	14
2.5.1 K_V değeri.....	14
2.5.2 Vana anma ölçüsü	14
2.5.3 Vana anma basıncı	15
3. KÜRESEL VANALARIN ANA PARÇALARI	17
3.1 Yüksek ve Düşük Sıcaklıkta Çalışan Küresel Vanaların Ortak Parçaları..	17
3.1.1 Gövde	17
3.1.2 Flanş (Kapak)	18

3.1.3	Küre	19
3.1.4	Mil	19
3.1.5	Disk yay.....	20
3.1.6	Somun.....	21
3.1.7	Ring	21
3.1.8	Çanak.....	21
3.1.9	Tahdit pimi	21
3.1.10	Saplama (Cıvata)	21
3.1.11	Eyleyici (Aktuatör).....	22
3.2	Düşük Sıcaklıklarda Çalışan Küresel Vana Parçaları	24
3.3	Yüksek Sıcaklıklarda Çalışan Küresel Vana Parçaları	24
3.3.1	Sızdırmazlık elemanı (Metal).....	25
3.3.2	Küre	26
3.3.3	Grafit	26
3.3.4	Grafit koruyucu	27
3.3.5	Disk yay.....	27
4.	TESİS DURUMU VE VANANIN KULLANIM YERİ	29
4.1	Yüksek Sıcaklıkta Çalışan Küresel Vanaların Kullanım Alanları	29
4.2	Örnek Bir Tesisin Küresel Vana Kullanım Alanı	29
5.	TASARIM.....	33
5.1	Ön Tasarım ve Sınırlamalar	33
5.2	Standartlar	33
5.2.1	Alından alına mesafe standardı	34
5.2.2	Flanş standardı.....	37
5.2.3	Aktuatör standardı.....	38
5.2.4	Flanş bağlantı standardı.....	39
5.2.5	API 6D.....	40
5.2.6	API 608	41
5.3	Temel Tasarım.....	41
5.4	Küresel Vana Tasarımında Farklılıklar	51
5.4.1	Mil uzunluğu farklılıkları	52
5.4.2	Sızdırmazlık elemanı farklılıkları.....	52
5.4.3	Mil yapısı farklılıkları	55
6.	ANALİZ	57
6.1	Akış ve Isıl Analiz.....	57
6.1.1	Teori	57
6.1.2	Analiz kesitleri	60
6.1.3	Akış ve termal analizin uygulanışı	63
6.1.4	Analiz grafiklerinin kademeli oluşumu.....	69
6.1.5	Sıcaklık grafiklerinin birleşimi ve denklem çıkarımı.....	77
6.2	Mekanik Analiz	79
6.2.1	Temel verilerin girilmesi	79
6.2.2	Analiz uygulaması.....	81
6.2.3	Vana sapının mekanik dayanım analizi.....	95
7.	PARÇALARIN TEDARİĞİ VE İMALATI	101
7.1	AISI 316 (1.4408) Malzemesinin Genel Özellikleri	101
7.1.1	Kimyasal kompozisyonu	102

7.1.2	Korozyon dayanımı	102
7.1.3	Isı dayanımı	102
7.1.4	Isıl işlem	102
7.1.5	Kullanım alanları	103
7.2	Grafit Malzemesinin Genel Özellikleri	103
7.2.1	Yapısal özellikleri	103
7.2.2	Çalışma ortamları	104
7.2.3	Kullanım yeri ve ürün şekli	104
7.3	Parçaların İmalat ve Tedarik Yöntemleri	104
8.	MALİYET.....	107
8.1	Metal Parçaların İmalat Maliyeti	107
8.2	Grafit Parçaların İmalat Maliyeti	108
8.3	Toplam İmalat Maliyeti.....	109
8.4	Vananın İthal Edilmesi Durumundaki Maliyeti	109
8.5	Sonuç.....	110
9.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	111
	KAYNAKLAR	113
	EKLER.....	115
	ÖZGEÇMİŞ.....	125

KISALTMALAR

ANSI	: American National Standards Institute
API	: American Petroleum Institute
ASME	: American Society of Mechanical Engineers
ASTM	: American Society for Testing Materials
BS	: British Standards
DIN	: Deutsche Industrie-Normen
DN	: Çap sembolü-mm ifade eder
ISO	: International Standards Organisation
PN	: Basınç sembolü-bar ifade eder
PTFE	: Politetrafloroetilen-Teflon
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Pnomatik Aktuatörün Katalog Bilgileri [3]	23
Çizelge 4.1 : Türkiye’de kaydedilen en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri[9] ...	32
Çizelge 5.1 : DIN basınç sınıfları	33
Çizelge 5.2 : ANSI basınç sınıfları	34
Çizelge 5.3 : ANSI ve DIN normu çevirimi	34
Çizelge 5.4 : Temel standart serileri	35
Çizelge 5.5 : Alından alına standartların ölçüsel değerleri-1	36
Çizelge 5.6 : Alından alına standartların ölçüsel değerleri-2	36
Çizelge 5.7 : Flanş standart tipleri	37
Çizelge 5.8 : Flanş standartlarının ölçüsel değerleri	38
Çizelge 5.9 : Üst aktuatör bağlantı standardı ölçüsel değerleri	39
Çizelge 5.10 : Flanşlarda kullanılan bağlantı civatası ölçüleri [16]	40
Çizelge 6.1 : Sıcaklık ile sap uzunluğu değişimi	77
Çizelge 6.2 : Tasarlanan vananın ana malzeme özellikleri	80
Çizelge 6.3 : Malzemenin mekanik özellikleri	80
Çizelge 6.4 : 700°C sıcaklık 16 bar çalışma sonucu	81
Çizelge 6.5 : 700°C sıcaklık 16 bar,4 mm et kalınlığı çalışma sonucu	84
Çizelge 6.6 : 700°C sıcaklık 16 bar,8 mm et kalınlığı çalışma sonucu	87
Çizelge 6.7 : 8mm et kalınlığı olan vananın kütle ve hacim değerleri	90
Çizelge 6.8 : 8mm et kalınlığı olan vananın serbest cisim kuvvetleri	90
Çizelge 6.9 : 8mm et kalınlığı olan vananın moment kuvvetleri	90
Çizelge 6.10 : 700°C sıcaklık 20 bar,8 mm et kalınlığı çalışma sonucu	90
Çizelge 6.11 : Incoley disk yay özellikleri [29]	93
Çizelge 6.12 : Vana tork çizelgesi [25]	96
Çizelge 6.13 : Döndürme mili gerilme analizi	96
Çizelge 7.1 : AISI 316 malzemesi mekanik özellikleri [21]	101
Çizelge 7.2 : AISI 316 malzemesi fiziksel özellikleri [21]	102
Çizelge 7.3 : AISI 316 malzemesi diğer ülke kodları [21]	102
Çizelge 7.4 : AISI 316 malzemesi kimyasal kompozisyonu [21]	102
Çizelge 8.1 : Talaşlı imalat, metal parçalar ve sertleştirme maliyeti	107
Çizelge 8.2 : Gövde ve flanşın döküm maliyeti	108
Çizelge 8.3 : Pekşen firması grafit maliyeti	108
Çizelge 8.4: Eagleburgmann firması grafit maliyeti	108

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Sap uzatması bulunan aktuatör kontrollü küresel vana	2
Şekil 2.1 : Örnek küresel vana	3
Şekil 2.2 : Küresel Vana	7
Şekil 2.3 : Dört yollu küresel vana	9
Şekil 3.1 : İki parçalı küresel vana	17
Şekil 3.2 : Üç parçalı küresel vana	17
Şekil 3.3 : Düşük sıcaklıkta çalışabilen küresel vana teknik resmi[5]	18
Şekil 3.4 : Disk yay ölçülendirmesi [2]	20
Şekil 3.5 : Örnek disk yay [2]	20
Şekil 3.6 : Pnmatik aktuatörlü küresel vana [20]	22
Şekil 3.7 : Tek etkili pnmatik aktuatör [3]	22
Şekil 3.8 : Yüksek Sıcaklıklarda Çalışabilen Küresel Vana	25
Şekil 3.9 : Küreye krom-karbür uygulaması	26
Şekil 4.1 : Küresel vananın kullanıldığı örnek proses	29
Şekil 4.2 : Rankine çevirimi T-s gösterimi	30
Şekil 5.1 : Alından alına mesafe gösterimi	34
Şekil 5.2 : Flanş standart tipleri	37
Şekil 5.3 : Üst aktuatör bağlantı gösterimi	39
Şekil 5.4 : Flanş bağlantısında kullanılacak cıvata gösterimi	40
Şekil 5.5 : Tasarımın temel çizimi	41
Şekil 5.6 : Ana gövde çapraz	42
Şekil 5.7 : Ana gövde yan profil	42
Şekil 5.8 : Ana gövde kesit görünüm	42
Şekil 5.9 : Ana gövde ile flanş	42
Şekil 5.10 : Ana gövde ile flanş birleşim kesit görünümü	43
Şekil 5.11 : Disk yay	43
Şekil 5.12 : Disk yayın montajı çeyrek kesit	44
Şekil 5.13 : Disk yayın görünümü	44
Şekil 5.14 : Metal koruyucunun gövdeye montajı	44
Şekil 5.15 : Metal grafit koruyucu	45
Şekil 5.16 : Metal grafit koruyucu kesit	45
Şekil 5.17 : Sızdırmazlık elemanı	45
Şekil 5.18 : Sızdırmazlık elemanı kesiti	45

Şekil 5.19 : Kürenin gövde montajı.....	46
Şekil 5.20 : Kürenin ve gövde.....	46
Şekil 5.21 : Mil alt grafit montajı.....	46
Şekil 5.22: Milin montajı	46
Şekil 5.23 : Kapak hariç montaj.....	47
Şekil 5.24 : Kapak hariç montaj kesit	47
Şekil 5.25 : Kapak montajı-1	47
Şekil 5.26 : Kapak montajı-2	47
Şekil 5.27 : Cıvata bağlantıları yapılan vana.....	48
Şekil 5.28 : Gövde ve flanşın bağlantısı	48
Şekil 5.29 : Mil üzerine grafit ve ring montajı.....	48
Şekil 5.30 : Disk yayların takılması	48
Şekil 5.31 : Vananın son hali.....	49
Şekil 5.32 : Kol somun bağlantıları	49
Şekil 5.33 : Tamamlanan vananın farklı açılardan görünümü	49
Şekil 5.34 : Analizi yapılacak vananın boyutsal gösterimi	50
Şekil 5.35 : Tamamlanan küresel vana parçalarının gösterimi	51
Şekil 5.36 : Pekos firmasını mil uzatma miktarı	52
Şekil 5.37 : Pekos firmasının yüksek sıcaklıkta çalışabilen vana dizaynı	53
Şekil 5.38 : Neles firmasının tasarımı [19]	54
Şekil 5.39 : Valbart yay sistemi.....	54
Şekil 5.40 : Valbart temas yapısı	54
Şekil 5.41 : Valbart firmasının komple dizaynı	55
Şekil 5.42 : Metso firmasının mil dizaynı	55
Şekil 6.1 : Vana kompleksinin dış görünümü ve kontrol hacmi	60
Şekil 6.2 : Vananın ön kesit resmi-Y-1	61
Şekil 6.3 : Vananın yan kesit resmi-D-1	62
Şekil 6.4 : Birim seçimi.....	63
Şekil 6.5 : Analiz tipi ve ısı transferi onayı.....	63
Şekil 6.6 : Akışkan seçimi.....	64
Şekil 6.7 : Malzeme seçimi	64
Şekil 6.8 : Sınır değerlerinin seçimi.....	65
Şekil 6.9 : Hız, sıcaklık ve basınç gösterimleri.....	65
Şekil 6.10 :Çözüm ağı düzenleyicisi.....	66
Şekil 6.11 : Kontrol hacmi	66
Şekil 6.12 : Giriş noktasının belirlenmesi	67
Şekil 6.13 : Çıkış noktasının belirlenmesi	67
Şekil 6.14 : Malzeme Tanıtımı.....	68
Şekil 6.15 : 200°C dış sıcaklık sap uzunluğu sıcaklık dağılımı	69
Şekil 6.16 : 200°C dış sıcaklık gövde sıcaklık dağılımı.....	70
Şekil 6.17 : 16bar çıkış basıncının vana boyunca etkisi	70

Şekil 6.18 : 200°C dış sıcaklık vana sıcaklık dağılımı.....	71
Şekil 6.19 : 300°C dış sıcaklık sap uzunluğu sıcaklık dağılımı	71
Şekil 6.20 : 300°C dış sıcaklık vana boyu sıcaklık dağılımı.....	72
Şekil 6.21 : 300°C dış sıcaklık gövde sıcaklık dağılımı	72
Şekil 6.22 : 16 bar çıkış basıncının vana boyunca etkisi	73
Şekil 6.23 : 300°C dış sıcaklık vana sıcaklık dağılımı.....	73
Şekil 6.24 : 300°C vana içi akışkan basıncı değişimi	74
Şekil 6.25 : 400°C dış sıcaklık sap uzunluğu sıcaklık dağılımı	74
Şekil 6.26 : 500°C dış sıcaklık sap uzunluğu sıcaklık dağılımı	75
Şekil 6.27 : 600°C dış sıcaklık sap uzunluğu sıcaklık dağılımı	75
Şekil 6.28 : 700°C dış sıcaklık sap uzunluğu sıcaklık dağılımı	76
Şekil 6.29 : Farklı sıcaklıklardaki sap uzunluğu boyunun birleşim grafiği	77
Şekil 6.30 : Sıcaklık ile sap uzunluğu değişimi	78
Şekil 6.31 : Denklem sonucu elde edilen döndürme mili yuvası tasarımı.....	78
Şekil 6.32 : Vananın mesnetlenme durumunu gösteren örnek resim.....	79
Şekil 6.33 : Ön yüzey mesnet noktaları.....	78
Şekil 6.34 : Arka yüzey mesnet noktaları	79
Şekil 6.35 : 700°C Sıcaklık Von Mises.....	82
Şekil 6.36 : Von Mises'e göre nihai gerilme.....	81
Şekil 6.37 : Nihai gerilme noktası.....	82
Şekil 6.38 : 700°C sıcaklıkta vanadaki bileşke uzama.....	82
Şekil 6.39 : 700°C sıcaklıkta gerinim dağılımı	83
Şekil 6.40 : Flanş ve gövde arası boyun	83
Şekil 6.41 : 700°C Von Mises(4 mm et kalınlık).....	84
Şekil 6.42 : 700°C'deki uzama dağılımı (4 mm et kalınlık)	85
Şekil 6.43 : 700°C gerinme dağılımı (4 mm et kalınlık).....	85
Şekil 6.44 : 700°C'deki emniyet katsayısı (4 mm et kalınlık)	86
Şekil 6.45 : 700°C Von Mises (8mm et kalınlık).....	87
Şekil 6.46 : 700°C'deki uzama dağılımı (8mm et kalınlık)	88
Şekil 6.47 : 700°C'de gerinim dağılımı (8mm et kalınlık)	88
Şekil 6.48 : 700°C'de emniyet katsayısı (8mm et kalınlık)	89
Şekil 6.49 : 700°C Von Mises (8mm et kalınlık, 20bar).....	91
Şekil 6.50 : 700°C'de uzama dağılımı (8mm et kalınlık, 20bar)	91
Şekil 6.51 : 700°C'de X eksenindeki uzama dağılımı (8mm et kalınlık, 20bar)	92
Şekil 6.52 : 700°C'de X eksenindeki uzama kesiti (8mm et kalınlık, 20bar).....	92
Şekil 6.53 : 700°C'de gerinim dağılımı (8mm et kalınlık, 20bar)	93
Şekil 6.54 : 700°C emniyet katsayısı (8mm et kalınlık, 20bar)	94
Şekil 6.55 : Mesnet noktasında oluşan tepki kuvveti.....	94
Şekil 6.56 : Flanş deliklerinde oluşan tepki kuvvetleri.....	95
Şekil 6.57 : Döndürme mili von Mises	97
Şekil 6.58 : Döndürme mili uzama miktarı.....	97

Şekil 6.59 : Döndürme mili gerinme.....	98
Şekil 6.60 : Tasarlanan vanın son görünümü	99
Şekil 6.61 : Tasarlanan vananın kapalı konumu	99

SEMBOL LİSTESİ

A	: Alan
h	: Isı taşınım katsayısı
k	: Isı iletim katsatısı
m	: Kütlesel debi
s	: Entropi
T_e	: Dış sıcaklık
T	: İç sıcaklık
Q	: Toplam ısı miktarı
q	: Birim ağırlık başına düşen ısı miktarı

YÜKSEK SICAKLIK ALTINDA ÇALIŞACAK KÜRESEL VANANIN OPTİMUM TASARIMI, DAYANIM ANALİZİ, İMALATI VE MALİYETİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

İçerisinden +1°C ve 230°C arası akışkan geçen küresel vanalarda sızdırmazlık elemanı olarak PTFE (teflon) malzeme kullanılmaktadır. İçerisinden 230°C üzerinde akışkan geçen küresel vanalarda ise sızdırmazlık elemanı olarak metal malzeme ve grafit kullanılır. Bu iki malzemenin birlikte kullanılmasıyla sızdırmazlık sağlanmaktadır.

İhtiyaç duyulan düşük sıcaklıkta çalışan küresel vanalar, birçok farklı imalatçı tarafından Türkiye’de üretilebilmektedirken, yüksek sıcaklıkta çalışan vanalar yurtdışından ihraç edilerek getirilmektedir. Yurtdışından yapılan bu alımı azaltmak ve Türkiye’de bu tip vanaların imal edilebilme durumu, tasarım ve analiz sonuçları ile, üretildiği taktirde, pazarda maliyet açısından yer edinebilirliğini araştırmak hedeflenmiştir.

Bunun için, model alınan bir tesiste, 400°C ve 14 barlık basınç altında çalışacak küresel vananın, bu sınıfa göre gerekli standartlara uyularak, Solidworks programı ile, ana tasarımı yapıldı. Tasarımda vana parçalarının kolay montajlanabilmesi ve standartlara uygunluğu belirtildi.

Amaç, maliyet açısından uygun, yüksek sıcaklıkta çalışabilen küresel vana imalatı olduğundan, diğer imalatçıların standart boyda ürettiği, kullanıcının elini ya da vananın kontrol edilmesini sağlayan eyleyiciye zarar vermemesi için, içerisinden geçecek akışkana göre döndürme miline optimum uzatma yapabilmek için, tasarlanan vana, Solidworks Flow Simulation programına aktarıldı ve burada, farklı kullanım sıcaklıklarında, gerekli optimum kontrol mili mesafesi saptandı. Elde edilen bu verilerle, giriş sıcaklığına bağlı üstel denklem elde edildi.

Mekanik analizde ise, vananın çalışacağı maksimum ve minimum çalışma sıcaklıklarındaki uzama mesafeleri hesaplandı, vananın yüksek basınçlarda dayanımı incelenerek, et kalınlıklarında azaltma yapılabilecek yerler belirlendi ve bu sayede maliyette azaltmaya gidildi. Ağırlıkta yapılan azaltma, bu çalışmada oransal olarak az görünse de; büyük çapta üretilecek olan vanalarda aynı sistemin kullanılması ile yüksek ağırlık farklılıkları elde edilecektir.

Parçaların imalatı, imalat türleri, parçaların tedarik edilebileceği yerli ve yabancı firmalar belirlendi ve ilgili firmalardan, gerekli parçalarının teklifleri alınarak, tasarımı ve optimizasyonu yapılan küresel vananın, toplam üretim maliyeti hesaplandı. Aynı tip bir vananın yurtdışındaki firmalardan alınması ile yerli olarak Türkiye’de üretilmesi durumundaki maliyet farkı incelendi.

BALL VALVE WORKING IN HIGH TEMPERATURE, OPTIMUM DESIGN, RESISTANCE ANALYSE, MANUFACTURING AND COST STUDY

SUMMARY

While inlet temperature of ball valve under the 230°C, PTFE is used as seal in order to prevent water leak, if it is over the 230°C, metal seat have to be used as seal because of melting of seal parts.

Ball valves are bought from foreign companies if it is over 230°C fluents. It will be manufactured in Turkey by Turkish companies if costs and manufacturing has enough advantages.

Ball valves whether using in high temperature or using low temperatures, they have some common parts which are body, flange (cover), shaft, disc spring, nuts, rings, screws and also actuator.

If valve using in high temperature process, its parts are differ from low temperature ball valve parts such as; metal surface sealing, ball which is actually common for high and low temperatures ball valves but in high temperature process, ball must be hardened because of metal sealing will damage its surface, graphite, graphite protector and also disc spring.

Study steps are; ball valve design which is resistance high temperature, analyse the design, optimisation, manufacturing and cost analyse.

First step ball wall whose working pressure class and diameter was determined, will work in 400°C, DN 50 and 14 bar pressure in a model heater plant. According to determined working status and also the standarts, a ball valve was designed by Solidworks program.

In this stage, firstly investigating the ball valve standarts which are; face to face dimension standart which is EN 558. It includes lots of standarts different from country or using area such as; DIN 3201/F1, DIN 3201/F32, DIN 3201/F33, DIN 3201/F4, DIN 3201/F5, DIN3202, ANSI B16.10, BS 2080, BS 5154, API609, BS 5156, BS 2080, API 600, API 609. Suitable standart was choosen for design ball valve.

Flange standarts was investigated which is EN 1092. It has different dimensions for different pressure class and different inlet diameter for ball valves. So suitable standart was choosen for DN 50, PN 14 ball valve.

Actuator joint standart was investigated which is ISO 5211, ISO 5210 and DIN 3210. ISO 5211 for single way actuator joint dimensions, ISO 5210 is for double way actuator joint dimension and DIN3210 electrical actuator joint dimension standarts.

Suitable dimension was chosen from ISO 5211 for DN 50 PN 16 ball valve design which is resistance for 400°C.

Flange joint standart was chosen in DIN2633 standart and it was added standarts list for DN 50 PN 16 ball valve design.

After determining suitable standarts, general design was scratched, it has not detail informations. Some dimensions can't find from standarts, so they scratched but analayse and making optimisation in next subject.

Ball dimension has not any standarts, it is differ form company to company. This dimension was taken from ball manufacturer company in order to produce prototype cheaper.

After general design parts were created as 3D solid model. Firstly main body and flange were generated in Solidworks program and than the other parts which are body, flange (cover), shaft, disc spring, nuts, rings, screws, actuator metal surface sealing, ball graphite, and also graphite protector. Parts are assembled and the ball was ready for analyse.

Before analysing, different companies designs were shown because of proofing it has lots of different method for ball valve design. Especially Pekos, Valbart and also Neles products are shown.

In analyse step; first aim is that determining optimum extended stem dimension whic is used to prevent damage of pneumatic or electirical actuator or human hand, equation was created for minimum manufacturing cost by Solidworks Flow Simulation Program which calculates flow and thermal problems. Not only to determine the stem dimension for 400°C inlet temperature situation but also determining from 200 °C to 700 °C in order to not calculate again for different orders in future dor DN 50 PN16 ball valves.

In last step for flow analyse, creating an equation in order to find required stem dimension for different inlet temperature. It advantage for companies because they manufacture their products with constant stem dimension, so customer will use that valve different temperature but if use not so high temperature like 300 °C, it causes cost excess.

The other analyse step is mechanical analyse via Solidworks Simulation program. Firstly joint the ball valve from its hole and enter required datas for analyse. First condition was 700 °C and 16 bar pressure resistance study.

After proving design is enough for that working condition, changing the design in order to get cost reduction, so changing wall thickness from 17.5 mm to 4 mm and working the program again with 700 °C and 16 bar pressure but results show that it is not enough thickness for ball valve. And changing the wall thickness from 4 mm to 8 mm, and it showed that it is enough in working conditions.

As a last study for valve body in mechanical and thermal analyse, 700 °C and 25 bar pressure durable condition was investigated in order to be sure it is really durable for pressure walves in working conditions.

The flange screws forces, and valve extension diameters and also disc spring extension diameter was calculated.

The other mechanical durable analyse is that twisted analyse for control shaft, Experimental necessary turning moment was given the companies catalogues so 85Nm was used as turning moment force and investigated the resistance situation for shaft.

All analyses provides to manufacture ball valve lighter, cheaper and also more effective. Maybe it not have big costs and weight advantage but it is a model, so it will provide more contribute for bigger dimensions.

The next step is supplying parts from companies and manufacturing system. In this part, AISI 316 material mechanical, thermal and general using properties was given because lots of parts of valves will be manufactured with this material. And the hardening process information was given for some parts of valve must be send to hardening company to Holland. And graphite properties and the last one disc spring information was given in this section.

In cost analyse step, firstly investigating manufacturing to metal parts. This parts will be manufactured with two option which is casting or machining. Both costs are taken from manufacturer and compared with each other.

Order was taken for hardening process from Bodycote company which is in Holland and also transportation costs, all of them were added to cost matrix.

Inconel disc springs quotation was taken from Gökşen makine which is located in Bursa and costs was added to cost matrix too.

The sum of the parts' costs was acquired. And seen that it is possible to manufacture the high temperature resistance ball valve in Turkey. It is not required great technological developments. But selling these valves is required to have all quality certificate, it is long term for a company.

In last step, two quotation was taken from companies which are high temperature ball valve manufacturer. One is Ava armaturen and the other one is Metso. They give their quotation more expensive than the study design. And also their delivery date is 14-15 weeks.

If manufacturing these valves in Turkey, companies will have lots of advantage and earnings. They will delivery their products shorter time and also customer will prefered them because of cost advantage.

But big problem is not have any certificate if company is new. So it is possible to manufacture these high temperature resistance ball valves by valves companies because of their working area and human power will simplify the first step.

This study will help for next studies such as; low temperature ball valves which are working approximately -200 °C are not manufactured in Turkey and also nuclear power plant ball valves are not manufactured in Turkey.

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun başta su ve hava olmak üzere, çeşitli akışkanlara hükmetmek, bu akışkanların; geçişini veya durdurulmasını sağlamak, debisini ayarlamak, geri dönüşünü engellemek, akış yönünü değiştirmek, akış basıncını sınırlamak ve akış emniyetini sağlamak gibi amaçlara ulaşmak için kullandığı mekanik cihazlara vana denir.

Diğer bir tanımlama ile, vana; akışkanlara yol veren, onları durduran, karıştıran veya akışkanın yönünü ve/veya miktarını, basınç veya sıcaklığını değiştirebilen bir cihazdır.

Vanalar; borulama armatürleri içinde ağırlıklı bir yer tutarlar. Günümüzde geniş bir yelpazede; basit açma, kapama musluklarından, aşırı karmaşık servo sistemlere uzanan ve akışkanların kontrolü için kullanılan çok fazla sayıda vana çeşidi kullanılmaktadır. Bunlar; uzay uygulamalarında kullanılan çok küçük ölçme vanalarından, çapı metrelerle, ağırlığı tonlarla ifade edilen boru hattı vanalarına kadar değişiklik gösterebilmektedir. Değişik amaçlı kullanımlarda, kontrol edilen akışkan; bilinen sıvılar, gazlar, buharlar, radyoaktif malzeme olabileceği gibi, katı partiküller içeren sıvılar ve gazlar da olabilir. Hatta çimento, un gibi katı tozlar da akışkan olarak dikkate alınabilir. Vanalar; vakum bölgesinden, 7000 bar ve üzerindeki basınçlara, -200⁰C soğuktan, ergimiş metal sıcaklıklarına kadar kullanılabilir. Ömürlerine gelince; sadece bir kere açma veya kapama yapabilecek vanalar olduğu gibi, bakım ve onarım gerektirmeden binlerce kere açıp, kapaması beklenen vanalar da vardır.

1.1 Tezin Amacı

Tahrik şekli, akış yönü, fonksiyonu, malzemesine göre farklı tipte bir çok vana tipi mevcuttur. Bu tiplerden günümüzde en yaygın kullanılan vanalardan birisi küresel vana tipidir.

Küresel vanalar alçak ve yüksek sıcaklıkta çalışma durumuna göre imal edilirler. Bunun sebebi alçak sıcaklıkta kullanılan vananın sızdırmazlık elemanı olan PTFE malzemesinin 200 derece üzerinde erimesi ve bu sebeple vananın sızdırmazlık özelliğini kaybetmesidir.

Yüksek sıcaklıkta çalışan vananın, içerisinden geçen akışkana göre, kontrolünün sağlandığı çevirme kolu ya da aktuatör, Şekil1.1’de görüldüğü gibi, vananın gövdesine yakın mesafede montajlanmaktansa, yukarıya doğru uzatma yapılarak montajlanır. Bunun sebebi çevirme kollu vanalar için kullanıcının elini yakması istenmemesi, aktuatörlü vanalar içinse elektrik, pnomatik yada hidrolik çalışan eyleyicilerin(aktuatör) fonksiyonlarına zarar vermesi istenmemesindendir.

Çalışma alanı atık yönetimi, havacılık sanayisi, uzay sanayisi, atık prosesi, geri dönüşüm santralleri, enerji santralleri, lastik fabrikaları, maden tesisleri, petrol ve petrokimya sanayi, ısı değiştirgeçlerinin bulunduğu prosesleri gibi birçok farklı alanda kullanılan yüksek sıcaklıkta çalışaşan küresel vanaların imalatı, yurtdışında yapılmaktadır ve Türkiye’ye ithat edilmektedir. Tezin amacı, birçok endüstriyel işlemdede gerekli olan yüksek sıcaklıkta çalışma sağlayacak DN50 çapında ve PN16 bar çalışma şartlarına uygun küresel vananın tasarımı, tasarım sonrası imalatı, imalat maliyeti ve yurtdışı firmalarından tedarik edilme maliyeti, Solidworks Simualtion programı ile vananın dayanım koşullarının incelenmesi, ve Solidworks Flow Simulation programı ile, vanadan geçecek farklı akışkan sıcaklıklarına göre optimum kontrol paneli yükseltisini sağlayacak denklemin edilerek, her sıcaklık için farklı kontrol paneli yükseltisi uygulayabilmek ve bu sayede bundan sonraki üretilecek olan yüksek sıcaklıkta çalışan vanalarda fiyat avantajı sağlanabilmesidir.



Şekil 1.1:Sap uzatması bulunan aktuatör kontrollü küresel vana

2. VANALAR

2.1 Vanaların Ana Parçaları

Gövde: Kapatmanın gerçekleştiği akışkan geçiş kesitini ve fonksiyonel elemanları bünyesinde bulundurur, akışkanı çevreler ve yönlendirir, boru ile birleşmeyi sağlar, basınca mukavemet gösterir, çevreyi zehirli ve yanıcı akışkanlardan korur.

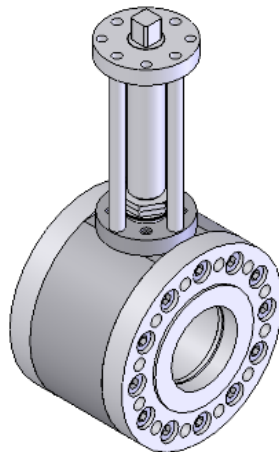
Kapak: Gövdeye kapaklık, açma kapama miline yataklık yapar, aktüatörü taşır, fonksiyonel parçaların montaj ve demontajını kolaylaştırır.

Açma ve Kapama Mili: Vanaya dışarıdan uygulanan açma kapama kuvveti ve hareketini, kapama organına iletir, kapama organına kayıtlama yapar. Şekil 2.1’de uzun döndürme mili gözükmektedir.

Açma Kapama Mili Salmastrası: Hareketsiz ve hareketli parçalar arasında sızdırmaz bağlantı sağlar.

Kapama Organı: Aldığı göreve göre akışı etkiler.

Aktüatör(Eyleyici): Kapama organına hareket iletilmesini sağlayarak otomatik açma-kapama veya ayar yapar. İsteğe göre vanaya monte edilir. Çeşitli tipleri vardır.



Şekil 2.1 : Örnek küresel vana

2.2 Vanaların Sınıflandırılması

Vanalar, özel yapıda ve özel amaçlar için kullanılan bazı tiplerin dışında genel olarak aşağıda verildiği şekilde sınıflandırılırlar.

2.2.1 Akış kontrol şekline göre

Kapama Vanaları: Akışkanın istenilen yerde olup, olmamasını kontrol ederler, akışkanların karışmasına izin verirler veya engellerler, acil durumlarda akışı keserler. Kapalı konumda belirlenmiş bir sızdırma değerini aşmamaları, açık konumda da basınç kaybını minimize etmeleri beklenir.

Kısma ve Kontrol Vanaları: Debinin zamana bağlı olarak değiştirilmesi veya ayarlanması istendiğinde kullanılırlar. Elle (Manuel) veya aktüatör ile akış debisini, basıncını ve sıcaklığını düzenlerler. Ayrıca, değişen proses şartlarında, etken faktörlerin kontrolü ile, bir parametrenin sabit tutulması gibi görevleri de olabilir.

2.2.2 Bağlantı şekline göre

Vidalı (İç vidalı, Dış vidalı): Genelde DN 50, vida sızdırmazlığının çok önemli görülmediği durumlarda da DN 100 anma ölçüsüne kadar kullanılır. Bu bağlantılarda kendi kendine sızdırmazlık sağlayan (TS 61-210, ISO 7/1) ve sağlamayan (TS 61-200, ISO 228/1) vidalar söz konusudur.

Flanşlı: Bu bağlantılar, genelde DN 65 ve yukarı anma ölçülerinde kullanılır. Vidalı bağlantıya göre tesisata daha kolay monte edilirler. Vana veya borunun döndürülmesine gerek yoktur. Vanaların sökülmesi de kolay olur. Basınç kademesi, malzeme, kullanım yeri ve işletme sıcaklığı gibi parametrelere göre flanş kalınlığı, çapı, bağlantıyı sağlayan saplama çapları standartlarda verilmiştir. (TS ISO 7005, TS 5014, TS 6755, ISO 2084, ISO 2441, ANSI B16.5, API 6A)

Kaynak Bağlantılı (Alın Kaynak- Buttweld end connection/ Schweissende veya Geçme Kaynak Bağlantılı- Socketweld end connection/ Schweissmuffe): Flanşlı bağlantıların sıcaklığa bağlı form değişikliğine uğramaya eğilimleri, sıcaklığın ve sıcaklık dalgalanmalarının fazla olduğu işletmelerde kaynak bağlantısını gündeme getirmiştir. Bu bağlantı; çevre, emniyet, sağlık veya verimlilik sebepleri ile bağlantılarda “sıfır kaçak” istendiğinde, PN 160 (ANSI Class 900) basınç kademesi

ve üstünde kullanılır. Kuvvet santralleri, rafineriler gibi işletmelerin hemen hemen bütün su ve buhar hatlarında kaynak bağlantı söz konusudur. Yüksek basınç- yüksek sıcaklık uygulamalarında; Alın kaynak bağlantı, DN 65 ve üstü anma ölçülerinde, Geçme kaynak bağlantı ise DN 50 ve altı anma ölçülerinde kullanılır.

Sıkıştırılmalı (Wafer- Sandviç Tip): Kendisinde herhangi bir bağlantı sistemi olmayıp, flanşlı armatür ve/ veya tesisat flanşları arasında sıkıştırılarak monte edilebilen, vana boyut ve ağırlığında ciddi küçülmeler sağlayan bir bağlantı şeklidir.

Rakor Bağlantılı: Vidalı bağlantılı vanaların, boruların geri sökülmesi gibi sorunlu işlemlere yol açmadan monte edilip, sökülmesini sağlayan ara bağlantı sistemidir.

Kelepçe Bağlantılı: Hortumların vanaya bağlantısı için kullanılır. Yüksek basınçlar için uygun değildir.

Sert Lehim Bağlantılı: Genelde bakır ve bakır alaşımı malzemeden imal edilmiş vanaların, yine aynı malzemelerden borulara bağlantısı için kullanılır. Kolay sayılabilecek bir bağlantı şeklidir. Yüksek sıcaklık ve yüksek basınç uygulamalarında kullanılmaz. [1]

2.2.3 Kapama organı hareketine göre

Doğrusal ve akış yönüne dik dönerek olmak üzere iki farklı tip vardır.

2.2.4 Akış yönüne göre

Vanalar akış yönlerine göre incelendiğinde, akışın düz bir hatta akmasını sağlayan; düz akış küresel vanalar, boru hattının dönme durumlarında kullanılan; köşe küresel vana, içeriye giren hattın ikiye ayrılarak dağılmasını sağlayan yada gelen hattın iki farklı hattan birisine girmesini sağlayan; üç yollu küresel vana, yine giren hattın üç farklı boru hattına dağılımını sağlayabilen dört yollu küresel vana çeşiti bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, standardın tamamen dışında ve özel imalata yönelik; çok yollu küresel vanalar bulunmaktadır.

Vanalar kataloglarda özellikle akış yönüne göre detaylandırılmaktadır ve en fazla tercih edilenleri iki ve üç yollu vanalardır. Üç yollu vanalarda standartlara uygun imalat olduğu gibi, özel imalat ile üretilen türleride mevcuttur.

2.2.5 Fonksiyonlarına göre

Vanalar fonksiyonlarına göre incelendiğinde; kapama, boşaltma, basınç ayarını yapma, basınç değerini düşürme, debi ayarı yapma, seviye ayarı yapma, sıcaklık ayarı yapma ve karıştırma gibi eylemde kullanılmaktadır.

2.2.6 Tahrik şekline göre

Vanalar el ile tahrik edilebildiği gibi vana üzerine takılan eylemciler aracılığı ile, elektrik, pnomatik yada hidrolik olarak kontrol edilebilmektedir.

2.2.7 Malzemeye göre

Vanalar kullanım yerine göre farklı malzemelerden imal edilebilmektedir. Bunlar arasında en fazla kullanılan metal (demir ve alaşımları), metal (demir dışı metaller ve alaşımları), termoplastik malzeme ve elastomer malzeme ile imal edilen türleridir.

2.2.8 İmalat yöntemine göre

Vanaların imal usulünün belirlenmesinde en önemli faktör kullanım yeri ve maliyettir. Seri imalata yönelik ürünlerde daha çok; döküm, dövme, çekme cubuktan imalat veya enjeksiyon döküm kullanılırken, adet bazında imalatla dolu malzemedan talaşlı imalat yöntemleri ile üretimi gerçekleştirilir.

2.2.9 Gövde yapısına göre

Vanalar gövde yapısına göre incelendiğinde; tek parçalı, iki parçalı, üç parçalı ve çok parçalı olarak üretilebilmektedir. Burada yine en önemli faktör, kullanım yeri ve maliyettir. Parçaların ufak boyutta ve daha fazla adette imal edilmesi montaj konusunda işçilik getirse bile, imalat fiyatlarının azalmasını sağlamaktadır. Vananın kullanım yerine göre, içerisindeki parçaların kolay ve hızlı değişiminin sağlanabilmesi yönünde gövde yapısı değişebilir.

Özellikle üç parçalı seri imalatlarda kullanılan yöntemlerden birisi, orta kısma boru yerleştirmek, ve diğer iki flanş kısmını döküm, ardından talaşlı imalat uygulayarak düşük maliyet ile ürünleri imal etmektir. Bu konuda yıllardır avantaj sağlayan firmalar mevcuttur. Bu tür vanalar endüstri alanlarda kullanılmazlar.

2.2.10 Salmastra cinsine göre

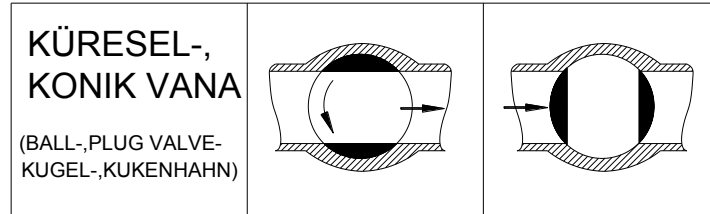
Salmastra cinsine göre, elastomer örgü veya paket salmastralı, kendi kendine sızdırmazlık sağlayan O-Ring salmastralı, metal körük salmastralı ve membran salmastralı olarak, farklı salmastra özelliklerine sahip vanalar bulunmaktadır.

2.3 Genel Vana Tipleri

Günümüzde kullanılan bir çok vana vardır. Kısaca bu vana tiplerini belirtecek olursak, sürgülü vana, glob vana, pistonlu vana, membranlı vana, tapalı vana, kelebek vana, çekvalf, kontrol vanaları, balans vanaları ve debi sabitleme vanaları ve küresel vanalardır.

Her vana tipinin kullanım yerine göre üstünlük ve zayıf yönleri olabilmektedir ve seçim kriteri kullanım yerine göre değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada küresel vanalar detaylı olarak incelenecektir.

2.4 Küresel Vana



Şekil 2.2 : Küresel Vana

Küresel vanalar; bir milin ucuna yerleştirilmiş ortasında bir veya birden fazla delik olan, çoğunlukla elastomer (İhtiyaca göre metal de olabilir) iki conta arasında dengelenmiş bir kürenin, akışkan geçiş delik ekseninde 90° döndürülmesi ve deliğin (deliklerin) geçişe açık veya kapalı konuma getirilmesi ile akışkan geçişini kesip, açarak görevlerini yerine getirirler. Şekil 2.2’de çalışma hali gözükmektedir. Tam açık veya tam kapalı olarak çalışmaları tercih edilir.

Üstünlükleri:

- Akışkanın serbest, rahat geçişini sağlarlar.

- Özellikle 2 yollu vanalarda basınç düşümü çok düşüktür. Armatür akış direncinin en düşük olduğu vana tiplerindendir.
- Kullanımları rahattır.
- Aktüatörlü olarak kullanılabilirler.
- Gaz akışkanlar için de uygundur. Özellikle elastomer contaların kullanılması ile “sıfır kaçak” sağlanabilmektedir.
- Vananın her iki yönünden de akış mümkündür.

Zayıf Yönleri:

- Yapıları sebebi ile ağırlıkları fazladır.
- Anma ölçüsü büyüdükçe fiyatları nispi olarak pahalılaşmaktadır.
- Küre ve gövde iç boşluğu arasında ölü hacim söz konusudur.
- Ani açma kapama koç darbeleri yaratabilir.
- Elastomer contalı vanalarda, elastomerin sıcaklık dayanımına bağlı olarak, nispeten düşük çalışma sıcaklıkları söz konusudur.

Akışkan Cinsi:

Temiz, katılaşmayan, nötr veya agresif sıvı ve gaz akışkanlar

Akış Yönü:

İki yönlü kesme vanalarında her iki yönde de akış mümkündür. 3 ve 4 yollu vanalarda, akış yönü belirtilmektedir.

Kullanım Yerleri:

Sıcak ve Soğuk Su Tesisatları, Doğal Gaz- Petrol taşıma ana hatları, Gaz dağıtım Tesisatları, Basıncılı hava tesisatları, Petrokimya Tesisleri, Makina İmalatı, Özel Araç İmalatı, Kağıt imalatı, vb.

Tahrik Şekli:

El ile, motorlu, hidrolik, pnömatik aktüatörler ile.

Anma Ölçüleri:

DN 8'den DN 1500'e kadar olabilmektedir.

Anma Basıncı:

PN 500'e kadar çıkılabilmektedir. Ancak, genelde PN 40'a kadar imal edilmektedirler.

Çalışma Sıcaklık Aralığı:

-275⁰C'den +800⁰C'ye kadar genişleyebilmektedir. Ancak, genelde -20⁰C ve +150⁰C aralığı için imal edilmektedirler.

Gövde Malzemesi:

Bakır alaşımları (Pirinç, Bronz), Pk, sfero, çelik ve paslanmaz çelik Döküm ile Çelik ve Paslanmaz Çelik, Titanyum, Alüminyum, Seramik, PVC, PP, PTFE

Sızdırmazlık conta malzemesi:

Çeşitli Elastomerler (PTFE- Teflon, NBR, vb.), Grafit, Seramik, Nikel alaşımları gibi metal malzeme

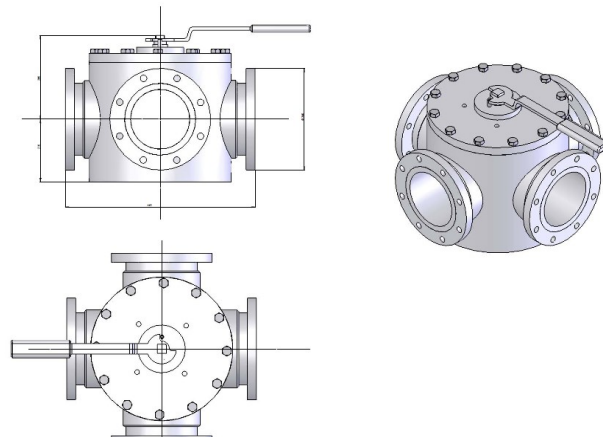
Tesisata Bağlantı Şekli:

Vidalı, Flanşlı, Kaynak Ağızlı, Rakorlu.

İlgili bazı mamul standartları:

TS 3148, TS 9809, DIN 3357, DIN 3441- 3442, API 6D, BS 5159, BS 5351

2.4.1 Küresel vana tipleri:



Şekil 2.3 : Dört yollu küresel vana

2.4.1.1 Geçiş delik büyüklüğüne göre

- Tam geçişli vanalar: Geçiş deliği; vananın anma ölçüsüne bağlı olarak standartlarda verilen ve genelde anma ölçüsünün mm cinsinden ifade edilmiş değerine çok yakın olarak belirlenmiş çapta olan, türbülanssız, düzgün bir akış sağlayan vanalar
- Dar (redüksiyon) geçişli vanalar: Geçiş deliği; anma ölçüsünün mm cinsinden ifade edilmiş değerinden düşük olarak belirlenmiş ve genelde vana anma ölçüsünden bir küçük anma ölçüsü için verilmiş çapta olan vanalar

Anılan tiplerin;

Üstünlükleri:

Tam geçişli vanaların geçiş deliği, bağlı oldukları boru iç çapına çok yakın bir ölçüde olduğundan, vananın tam açık pozisyonunda çok düşük bir akış direnci gösterirler ve sistem toplam direnç faktörünün düşük seviyede kalmasını sağlarlar.

Dar geçişli vanalar, daha küçük küre kullanılabildiği için daha hafif ve ucuzdur. Direnç faktörleri, tam geçişlilere göre daha yüksek olmasına rağmen, diğer tip vanalara göre daha düşük seviyede kaldığı için, çok sayıda vana kullanımının söz konusu olmadığı yerlerde rahatlıkla kullanılabilirler.

Zayıf Yönleri:

Dar geçişli vanalarda, akış önce daralan, sonra tekrar genişleyen bir yol izlediğinden, türbülans oluşmakta ve vana direnç faktörü artmaktadır. Bu artış, sistemde artan vana sayısına paralel, daha büyük pompa basma yüksekliği ve artan enerji sarfıyatı anlamına gelmektedir.

2.4.1.2 Akış yönüne göre

İki, üç ve dört yollu küresel vanalar bulunmaktadır. İki yollu vanalar en geniş şekilde kullanılan tiplerdir. Üç ve dört yollu vanalar, iki yollu vanalarda bulunan doğrusal geçiş deliğine dik olarak, akış eksenine dik olarak delik (delikler) delinmesi ile üretilir ve tesisata bağlantı şekline göre dağıtım veya karışım vanası olarak kullanılırlar. Şekil 2.3’de dört yollu küresel vana tasarımı gösterilmiştir.

2.4.1.3 Küre yataklama şekline göre:

- Yüzer küreli (Floating ball): Kürenin sadece iki tarafındaki sızdırmazlık contaları ile yataklandığı vanalardır. Vananın kapalı konumunda, açma- kapama mili, küreye akış ekseninde hareket edebilme imkanı veren, bir kanal içinde bağlanmaktadır ve akışkan basıncı, küreyi karşı tarafta kalan contaya doğru iterek, sızdırmazlığa olumlu katkıda bulunmaktadır. Vana anma basıncına göre değişmekle beraber, bu tip yataklama DN 100-125 anma ölçülerine kadar kullanılabilir. Basınç ve Sıcaklık değerleri düşük uygulamalarda kullanılırlar.
- Yataklanmış küreli (trunnion ball): Kürenin akış eksenine dik doğrultudaki ekseni üzerinde. alttan ve üstten mile doğrudan bağlı olarak yataklandığı vanalardır. Kapalı vana geçiş kesiti üzerinde oluşacak basınç kuvveti contalar değil, alt ve üst yataklar tarafından karşılanır. Basınç- Sıcaklık değerleri yüksek uygulamalarda kullanılırlar. DN 150, geçiş delik çapı 150 mm olan tam geçişli, PN 25 bir vanayı incelediğimizde, akışkan basıncının $P = 20$ Bar olması durumunda, kapalı vanada küreye uygulanan basınç kuvvetini 1.1 nolu basınç denklemiyle ile incelendiğinde aşağıdaki kuvvet değeri ortaya çıkar.

$$F=P \times A \quad (1.1)$$

$F = [(\pi \times 15^2) / 4] \times 20 = 3.532$ N gibi oldukça yüksek bir boyuta ulaştığını ve bu kuvvetin sadece elastomer contalar tarafından karşılanması durumunda, contayı deforme edebileceğini görürüz

- Tabak yay takviyeli: Sızdırmazlık contalarının tabak yay içine yerleştirilmesi ile akışkan geliş yönünde de, contanın küre yüzeyine yapışması sağlanarak, sızdırmazlığa olumlu katkı sağlanmaktadır. Hem “yüzer küreli”, hem de “yataklanmış küreli” tiplerde kullanılabilir.

2.4.1.4 Gövde yapısına göre

- Tek parçalı: Gövdenin tek parça olup, küre ve contaların yandan veya üstten monte edilerek, sıkıştırıldığı tiplerdir. Üstten giriş monteli tiplerde, vana hattan sökülmeden bakım ve parça değişikliği yapılabilir.

- İki veya üç parçalı: Vana gövdesini oluşturan parçaların biri birine vidalı olarak veya cıvata, saplama ve somunlarla birleştirildiği tiplerdir.
- Tam kaynaklı: Vananın bütün parçaları monte edildikten sonra gövde parçalarının biri birine kaynatıldığı, bakım yapmanın mümkün olmadığı tiplerdir. Bu tipler genelde, bağlantı yerlerinden atmosfere kaçak istenmeyen akışkanlar ile yüksek basınç ve sıcaklıklarda kullanılırlar.

2.4.1.5 Kontrol kabiliyetine göre

- Kesme vanası: Küresel vanalar genelde bu tipte olup, geçiş kesiti engelsiz bir deliktir. Sadece, tam açık ve tam kapalı kullanılmaları uygundur.
- Kontrol vanası: Geçiş kesitine yerleştirilmiş özel form delikler sayesinde kontrol kabiliyeti kazanmış tiplerdir.

2.4.2 Uygulama örnekleri

Rafinerilerde, gaz hatlarında, yangın durumunda elastomer contaların eriyip görev yapamaması durumunda, sızdırmazlık sağlamaya devam edecek “Yangın emniyetli-Fire safe” küresel vanalar kullanılır. Bu vanalar için özel test standartları mevcuttur. (API 607, BS 6755)

2.4.2.1 İşletmede dikkat edilecek hususlar

Sızdırmazlık, küre ve conta yüzeylerinin biri birinin üzerine oturmaları ile sağlandığı için, akışkanın temiz olmaması durumunda, açma, kapama işlemi sırasında iki yüzeyin arasına katı partiküllerin girmesi ile, öncelikle yüzeylerde bozulmalar olacak ve sızdırmazlık sağlanamayacak, kaçak başlayacaktır. Akışkanın temiz olması, filtreleme her vanada olduğu gibi, bu vanalarda da çok önemlidir.

Vanaların uzun süre kapalı kalması söz konusu olduğunda, akışkan ile temas halinde bulunan küre yüzeyinde, akışkanın cins ve kalitesine göre kalıcı tabakalar oluşabilmektedir. Bu tabakalar oluşuktan sonra, kürenin açılması çok zorlaşmakta, açmak için kuvvet uygulandığında, açma- kapama mili kırılabilmekte, kolun mile geçme noktası yalama olabilmektedir. Bu yüzden, uzun olmayan periyotlarla (1-2

hafta) vanaların kısa süreli açılıp, kapanmaları tabakaların oluşmasını önleyecek, vananın ömrü uzayacaktır.

Bu tür vanalar yapıları gereği tam açık veya tam kapalı konumda çalışmalıdır. Aksi takdirde, kapanmaya yakın, yani küre deliğinin, conta tarafından büyük ölçüde kapandığı durumlarda, küre ile conta arasında kalan küçük aralıkta akışkan hızı ciddi şekilde artar. Akışkanın hızlı geçişi conta yüzeyinde izler bırakır. Bu izler zamanla büyür ve vana kaçırmaya başlar. Bu hızlı akış aynı zamanda yüksek gürültü anlamına gelmektedir. Uzun süreli bu ara durumda kalan conta yüzeyinde deformasyon söz konusu olur ve kürenin tekrar açılıp, kapanması sırasında conta yaralanır.

Kullanılan akışkanın sıcaklık düştüğünde donma veya katılaşması söz konusu olabilecek ise, gövdenin serpantin, ceket gibi bir düzenle ısıtılması gerekir.

Genel enerji tasarrufu açısından da; vanaların ortama ısı kaybına yol açacak geniş yüzeyleri olduğu unutulmamalı ve ortam sıcaklığından farklı akışkanın geçtiği vanalar muhakkak izole edilmelidir.

2.4.3 Bakım onarım

Bu tür vanalarda en çok karşılaşılan sorunlar, yine; sızdırmazlık yüzeylerinin (küre ve/ veya conta) aşınması ve salmastra kaçaklarıdır.

Mil salmastrasından kaçak söz konusu olduğunda, salmastra sıkıştırılarak kaçaklar önlenmelidir. Ancak; vanalar sıkıştırılabilme sınırının sonuna gelmiş ise, salmastralar esnekliklerini kaybederek, kaçırmayı önleyemez hale gelebilirler. Bu durumda onarım mümkün değildir ve salmastra yenilenmelidir.

Sızdırmazlık yüzeylerinin zarar görmüş olması sonucu onarım işi gerektiğinde, küre yüzeylerinin taşlanması, conta alıştırılması gibi işlemler zorunlu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yüzden bu tür onarım işinin imalatçı firmada yaptırılması daha doğru olacaktır. Bozulan parçaların yenileri ile değiştirilmeleri genelde mümkündür. Ancak, parça değişimi sonrası, vananın sızdırmazlık açısından kontrol edilmesi şarttır.

Bakım onarımın periyodik olarak yapılması küresel vanaların ömrünü arttırmasının yanında bir diğer faydasıda, kontrolün kolaylığıdır.

2.5 Genel Vana Birimleri

Bir tesisatı projelendiren mühendisin görevi; var olan veya yeni yapılacak olan bir boru hattında verilmiş çalışma şartları altında, en uygun kontrol imkanını verecek vana, diğer armatürler, vb.. ile en uygun boruları seçmektir. Vanalarda da; debi, çalışma basıncı, sıcaklık, akışkan, korozyon vb.. ile ilgili kabuller ve standartlarla, yönetmeliklerin öngördüğü şartları yerine getirecek armatürün, tipi, anma ölçüsü, anma basıncı, malzemesi vb..'nin tespiti gereklidir.

Vanalar, tahrik şekillerine göre el kumandalı olabilecekleri gibi, çeşitli şekilde (elektrikle, pnömatik, v.d.) tahrik edilen ayar vanalarından da söz edebiliriz. Vanalar, tesisatta öngörülen en büyük debiyi geçirebilmeli, aynı zamanda ayar için gereklidirler.

2.5.1 K_V değeri

K_V değeri; 20 °C sıcaklıktaki suyun, 1 Bar basınç kaybı ile belirli bir oranda açık vanadan geçen, m³/saat cinsinden debisini belirtmektedir,

K_V değeri, belirli, sabit tutulan bir doğrultudaki akış sırasında yapılan ölçümlerle tespit edilir.

A.B.D'nde kullanılan, eşdeğer C_V (Valve Coefficient) değeri de basınç farkı 1.0 psi (0,07 bar) ve akışkan sıcaklığı 60 °F olmak üzere US-Galon/ dak cinsinden debi olarak tanımlanmıştır.

2.5.2 Vana anma ölçüsü

Bir boru sistemini oluşturan parçaların tanımlanmasında kullanılan, alfanumerik bir referans değeridir. (EN ISO 6708, Haziran 1995) Başında DN harfleri bulunur. Arkada ise; mm cinsinden düşünülen, armatür deliğinin fiziksel büyüklüğü veya bağlantı dış çapı ile ilişkili boyutsuz bir tam sayı gelir. Burada ilişki dolaylı olarak düşünülmektedir. Yani anma ölçüsü, ölçülebilir bir değer değildir ve aksi belirtilmedikçe, hesaplamalarda kullanılamaz.

Standart, anma ölçülerini aşağıdaki sıra ile vermektedir.

DN10, DN15, DN20, DN25, DN32, DN40, DN50, DN65, DN80, DN100,

DN125, DN150, DN200, DN250, DN300, DN350, DN400, DN450, DN500,
DN600, DN700, DN800, DN900, DN1000, DN1100, DN1200, DN1400,
DN1500, DN1600, DN1800, DN2000, DN2200, DN2400, DN2600,
DN2800, DN3000, DN3200, DN3400, DN3600, DN3800, DN4000

Amerikan sisteminde; anma ölçüleri “Inch” olarak verilmektedir ve yine fiziksel ölçüler ile endirekt ilişki söz konusudur. (ANSI Anma Ölçüleri)

1/4 “, 3/8”, 1/2 “, 3/4”, 1”, 1 1/4 “, 1 1/2 “, 2”, 2 1/2 “, 3”, 4”, 5”, 6”, 8”, 10”, 12”,
14”, 16”, 18”, 20”, 24”, 30”, 36”, 42”, 48”

2.5.3 Vana anma basıncı

Bir boru sistemini oluşturan parçaların mekanik ve ölçüsel özelliklerine bağlı olarak, tanımlanan alfanumerik bir referans değeridir. Başında PN harfleri bulunan, birimsiz bir sayı ile belirtilir. (EN 1333, Ağustos 1996) Genelde, PN arkasından gelen sayı “bar” cinsinden izin verilen işletme basıncı olarak bilinmekte ise de, bir boru sistem parçası için izin verilen işletme basıncı; armatürün PN kademesi, malzemesi, yapısı, izin verilen akışkan sıcaklığı gibi değerlere bağlıdır ve Basınç- Sıcaklık ilişkileri ilgili standartlarda verilmiştir. Yükselen sıcaklıklarda, malzeme mukavemeti düştüğü için, parçalarda izin verilen işletme basıncı ters orantılı olarak düşmektedir.

Standart, Anma Basınç Kademelerini aşağıdaki sıra ile vermektedir.

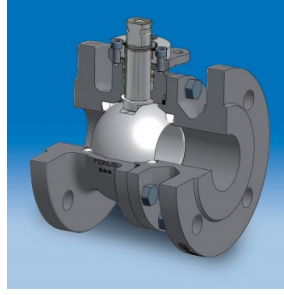
PN2,5; PN6; PN10; PN16; PN25; PN 40; PN63, PN100

Amerikan sisteminde; Anma Basınçlarında “ANSI Class” harflerinden sonra, genelde “psi- pounds of force per square inch of surface area” olarak verilen sayılardan oluşmaktadır. ANSI Basınç Kademeleri, kullandığımız SI Sistemi değerlerine tam olarak uyuşmaz. Bu değerler;

ANSI Class 125, Class 150, Class 250, Class 300, Class 600, Class 900, Class 1500,
Class 2500 şeklinde verilmektedir [1].

3. KÜRESEL VANALARIN ANA PARÇALARI

Küresel vanalar yaklaşık 15 parçadan oluşmaktadır. Yüksek sıcaklıkta çalışan küresel vanalar ile düşük sıcaklıkta çalışanlar arasındaki farkı görebilmek için, önce ortak olan parçalar açıklanacak ve ardından farklı olan diğer parçalar (sızdırmazlık parçaları) üzerinde açıklama yapılacaktır.



Şekil 3.1 : İki parçalı küresel vana

3.1 Yüksek ve Düşük Sıcaklıkta Çalışan Küresel Vanaların Ortak Parçaları

Yüksek sıcaklıkta çalışan küresel vanalar ile düşük sıcaklıkta çalışan küresel vanaların benzer yada ortak parçaları bulunmaktadır. Hatta birçok imalatçı firma, bu ortak parça miktarını mümkün olduğunca arttırarak, maliyet alanında avantaj elde etme amacındadır. Kesiti alınmış küresel vana Şekil 3.1’de verilmiştir.

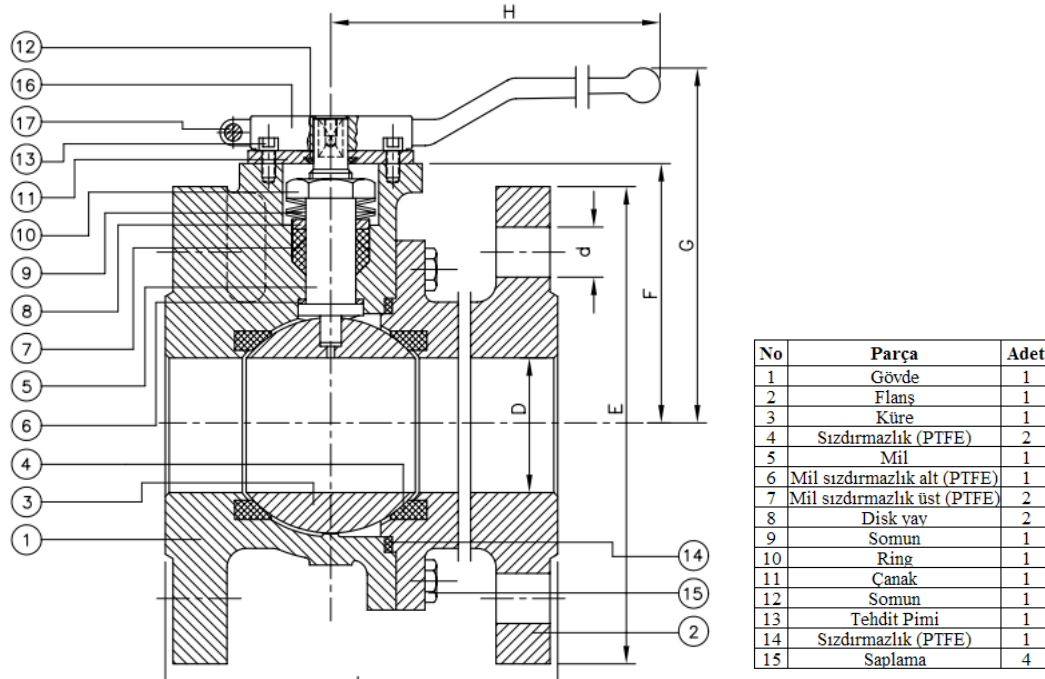
3.1.1 Gövde



Şekil 3.2 : Üç parçalı küresel vana

Tüm vana parçalarının konumlandığı ana kısımdır. Üretilen küresel vananın iki parçalı olması durumunda (Şekil3.1) vananın diğer bütün parçaları bu ana gövdeye bağlanır, içine yerleştirilir ve flanş denilen ikinci parçanın kapatılıp civataların takılmasıyla vana hazır hale gelir. Vananın üç parçalı olması durumunda (Şekil3.2) gövde kısmı yalnızca ortadaki silindirik kısımdır ve bu kısım diğer iki taraftaki flanşları saplamalar yardımı ile bir arada tutar.

Gövde kısmı vananın talebine göre döküm yada dolu malzemeden yapılabilir. Düşük sıcaklıklarda çalışan vanalarda gövde malzemesi olarak pirinç, GG 25, GGG40.3 kullanılmaktadır. Gıda fabrikasında yada yüksek sıcaklıklarda kullanım durumunda ise gövde malzemesi olarak AISI 304 ve ya AISI 306 kullanılmaktadır. Bu iki malzemenin yüksek sıcaklıklarda kullanılma sebebi, yüksek erime sıcaklığı, korozyona karşı yüksek dayanım ve yüksek sertlik değerleridir.



Şekil 3.3 : Düşük sıcaklıkta çalışabilen küresel vana teknik resmi[5]

3.1.2 Flanş (Kapak)

Şekil 3.3’de 2 numaralı parça olan flanş, iki parçalı küresel vanalarda gövdeye civata yardımı ile takılan ve bir adet olan parçadır. Üç parçalı küresel vanalarda ise iki adet bulunmaktadır ve ana gövde üzerinden geçen saplama ile, iki flanş birbirine bağlanır.

Kapak sayesinde, gövde içerisine yerleştirilen vana parçaları dışarı çıkmamaktadır. Flanş kısmı EN 1092, DIN2633 ve DIN2635 standardına uygun imal edilmelidir, bu standart flanştaki bağlantı delik sayısını, kullanılacak cıvata tipini, tırnak uzunluğunu vermektedir. Flanşın gövdeye bağlanan kısmındaki delik sayısı ve çapı, yine yukarıda belirtilen standartlarda üretilebilir ancak bu kısım vana imalatçısının belirlemesine bırakılmıştır.

Flanşlarda kullanılan malzeme tipleri, gövdede olduğu gibi GG25, GGG40.3, pirinç olabileceği gibi, yüksek sıcaklık ya da gıda uygulamalarında AISI 304 veya AISI 306 kullanılmaktadır.

3.1.3 Küre

Şekil 2.3’de 3 numaralı parça olan küre vananın kontrol mekanizmasıdır ve malzemesi AISI 304 veya AISI 306 olarak üretilir. Bunun sebebi, yüzey pürüzlülüğünün iyi olması ve devamlı hareket halinde olacak bir parça olmasındandır. Kürelerle ilgili bir standart yoktur, farklı imalatçılar, farklı boyutlarda üretebilirler. Bugün Türkiye’de vana imalatı yapan firmaların çoğunluğuna küre tedarik eden firma Asya Paslanmaz’dır.

3.1.4 Mil

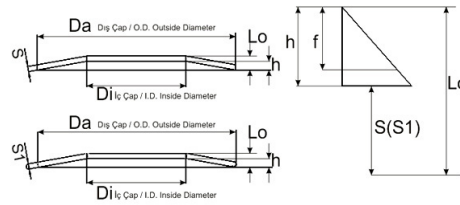
Şekil 2.3’de 5 numaralı parça olan mil, hareket halinde olacak diğer bir parçadır, yukarıdan aldığı döndürme kuvvetini, aşağıdaki küreye ileten milin, burulma değerleri iyi olmalı ve uzun yıllar çalışabilmesi için, korozyona dayanıklı olmalıdır. Bir bölümü gövde ile birebir temas halinde olduğundan ve burada sürtünme oluşacağından, aşınma ve sertlik değerlerinin yüksek olması istenir. Bu yüzden mil kısmı ağırlıklı olarak 1.4122(SS-AISI316Ti), 1.4401(AISI304),1.4408(AISI306), 1.4571(SS-AISI316) malzemelerden üretilir. Burada tercih edilen malzeme müşterinin talep ettiği kullanım ömrüne ve kullanım alanına göre değişmektedir.

Yüksek sıcaklıklarda çalışan vanalarda, aktuatörlü ise, aktuatöre zarar gelmemesi açısından, el ile çevriliyor ise, eli yakmaması için milde uzatma yapılır. Bu işlem yurtdışında vana imalatı yapan firmalarda belirli bir ölçü ortaklaştırılıp kullanılmaktadır. Aslında bu uzunluk, içerisinden geçen akışkana göre değişiklik

gösterilebilecek bir bölümdür. Yani 300°C’de akışkan geçen vana ile 600°C’de akışkan geçişine sahip vanaların sap uzatma miktarları birbirinden farklıdır.

3.1.5 Disk yay

Şekil 3.3’de 8 numaralı parça olan disk yayın görevi, milin devamlı yukarı doğru çekilmesini sağlamaktır. Detaylı açıklamak gerekir ise; disk yayın üzerinde bulunan somun, vananın uğradığı titreşimlerle zamanla tork kaybına uğrar ve gevşer. Bunun sonucu sızdırmazlık elemanlarının gövdeyle arası açılır ve vananın üst kısmından akışkan ve basınç kaybı başlar. Disk yayların teknik resmi Şekil 3.4’de verilmiştir. Disk yay somunun zamanla gevşemesini engellediği gibi, gevşediği taktirde de, milin sıkı ve gergin şekilde sisteme tutunmasını sağlar.



Şekil 3.4 : Disk yay ölçülendirmesi [2]

Disk yaylar DIN 2093 [28] standardına göre imal edilirler ve katalogtan buna göre seçim yapılır. Malzeme olarak DIN 17222’ye göre CK 60 , CK 67 , CK 75 , 50CrV4 Yaylık Bantlar 50CrV4 DIN 17221’e göre yaylık lamalar imal edilmektedir [2]



Şekil 3.5 : Örnek disk yay [2]

Katalog bilgilerine göre $Da/Di= 2$ olan Inconel X750 malzemeye sahip disk yayın yay sabiti 3500 N/mm² olarak alınmaktadır. [2] Disk yaylar Şekil 3.5’deki görünümde dirler.

Disk yayların malzemesinin X750 seçilme sebebi, bu malzemenin yüksek korozyon ve sıcaklık dayanımına sahip olmasıdır.

3.1.6 Somun

Şekil 3.3’de 9 numaralı parça olan somun, kontrol milini yukarı doğru çektilirerek sıkı durmasını sağlar, ayrıca üç parçalı vanalarda kullanılan ilave somunlar vardır ki, bunlar gövdeye bağlanan saplamaların uçlarına takılarak, flanşların gövdeye bağlantısını sağlarlar.

3.1.7 Ring

Şekil 3.3’de 10 numaralı parça olan ring, sızdırmazlık elemanı ile disk yayın arasında bulunur ve disk yaylardaki kuvveti sızdırmazlık elemanlarının tüm yüzeyine dağıtmanın yanında, asıl görevi sızdırmazlık elemanlarının deformasyonunu engellemektir. Akışkana ve yoğun yüke maruz kalmamasından ötürü, yüksek dayanıklı malzeme olmasına gerek yoktur.

3.1.8 Çanak

Küresel vananın kontrol kolunun dönmesi ile birlikte hareket eden ve Şekil 3.3’de 11 numaralı parça olan çanak, dairesel bir yüzeyin dörtte üçünden oluşur . Dörtte birlik boş kısım hareket halinde tahdit pimi arasında hareket ederek vananın kapandıktan sonra tekrar açılmasını yada açıldıktan sonra tekrar kapanmasını engeller. Yani tahdit pimi ile beraber düşünülmesi gereken bir parçadır. Küçük vanalarda sapla birlikte imal edilirler.

3.1.9 Tahdit pimi

Şekil 3.3’de 12 numaralı parça olan bu pin sınırlandırıcı görevi görür ve gövdeye açılan dişli yardımıyla montajı yapılır yada döküm vanalarda, gövde üzerine kaynatılan ek bir parçaya kaynaklanır.

3.1.10 Saplama (Cıvata)

Şekil 3.3’de 15 numaralı olan bu parçalar, iki parçalı küresel vanalarda saplama, üç parçalı olarak üretilen küresel vanalarda cıvata olarak tanımlanır ve gövdeye açılmış olan dişliye montajlanır. Petrol alanında kullanılan cıvatalar inchlik sistemde diş özelliklerine sahipken, diğer bir çok alanda cıvata diş DIN normunda kullanılmaktadır.

3.1.11 Eyleyici (Aktuatör)

Eyleyiciler uzaktan yada yüksek kuvvet gerektiren yerlerde, vananın kontrolünü sağlamak amacıyla, milin uzuna montajı yapılan ekipmanlardır.

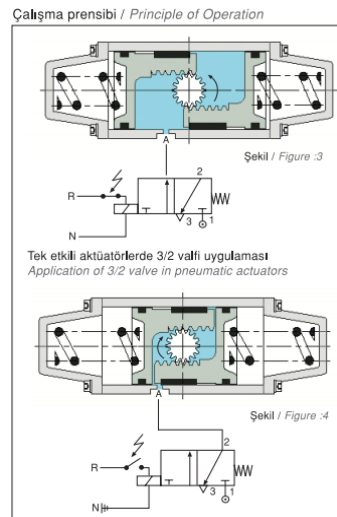


Şekil 3.6 : Pnömatik aktuatörlü küresel vana [20]

Çift etkili pnömatik eyleyiciler; kelebek vana, küresel vana ve damperlerin, aç ve kapa olarak veya oransal kontrol edilmesini sağlar. 90 derece dönüşlü olup, krameyer dişli sistemi ve pinion dişli sistemi ile imal edilmiştir. 6 bar basınçlı hava ile verebildiği tork değeri 11 Nm-2900 Nm arasındadır.

Tek etkili eyleyiciler, yan kapakları içindeki yayların çıkarılmasıyla çift etkili tipe veya çift etkili aktüatör de, yay eklenerek tek etkili tipe dönüştürülebilir. Yay dönüşlü eyleyici; yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı ortamlarda tercih edilirler.

Herhangi bir sebeple eyleyici besleme havası kesilirse, vana aktüatör tarafından otomatik olarak kapatılarak akışkanın kontrolsüz dolaşımı engellenir. Çift etkili Eyleyicilerde ise mutlaka hava basıncının yönlendirilmesi gerekir.



Şekil 3.7 : Tek etkili pnömatik eyleyiciler [3]

Çift etkili eyleyicilerde vananın açık-kapalı veya oransal kontrolü için mutlaka hava basıncının yönlendirilmesi gerekir [3]. Çizelge 3.1’de PVD firmasından alınan aktuatör katalog bilgileri verilmiştir. Ekipman maksimum 80°C’de çalışabilmektedir.

Çizelge 3.1 : Pnömatik Aktuatörün Katalog Bilgileri [3]

PNOMATİK AKTUATÖR KATALOG BİLGİLERİ	
Mil	Çelik veya Paslanmaz
Strok Kamı	Çelik veya Paslanmaz
Sızdırmazlık Elemanı	NBR
Yataklama Malzemesi	POM
Aktuatör Yağı	Suya Dayanıklı özel bileşim
Civatalar	Paslanmaz Çelik
Çalışma Ortam Sıcaklığı	-20 / +80 C
Çalışma Basıncı	Tavsiye Edilen 6 bar
Maximum Çalışma Basıncı	10 bar
Gövde Dayanım Basıncı	40 Bar
Aktuatör Vana Bağlantısı	ISO 5211
Limit Switch ve Pozisyoner Bağlantısı	NAMUR
Solenoid Valf Bağlantısı	NAMUR
Strok Ayarı	+-%5 Standart (%10-40 isteğe bağlı)
Pozisyon	2 veya 3 Pozisyon 180 derece
Pozisyon Göstergesi	Lokal açık kapalı

3.2 Düşük Sıcaklıklarda Çalışan Küresel Vana Parçaları

Şekil 3.3’de gösterilen 4,6,7,14 nolu parçalar, düşük sıcaklıklarda sızdırmazlık elemanı olarak kullanılan PTFE (Teflon) malzemesidir. Flor atomlarıyla doymuş uzun ve düz bir karbon zincirinden meydana gelmiş moleküler yapı, atomlar arasındaki kuvvetli bağlar sebebiyle oldukça inert özelliklere sahiptir. Isıya, kimyevî maddelere, neme, elektrik atlamasına (dielektrik), sürtünmeye dayanıklı olan Teflon hiçbir maddeye yapışmaz, sürtünme katsayısı bütün katı cisimlerinden küçüktür.

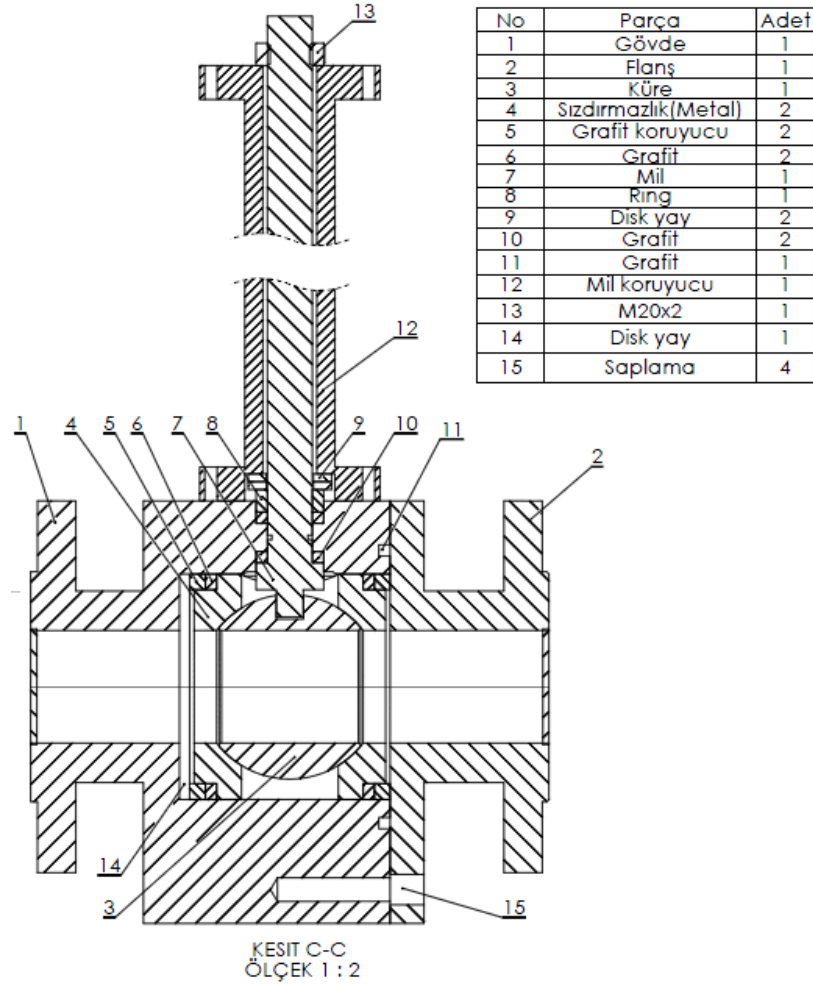
Teflon 260 °C üzerindeki sıcaklıklarda bozulmaya başlar; 350 °C civarında tamamen yapısı bozulur [4].

Teflon dolu halde alınır ve gerekli talaş kaldırma tezgahlarında işlenerek sızdırmazlık elemanı olarak kullanılırlar. 4 numaralı parçanın bir ucu küreye, diğer ucu ise gövde yada flanşa temas etmektedir. Küreye temas eden kısımda küre açılıp kapanırken üzerinde kayar. 6 ve 7 nolu parçalarda ise milin sızdırmazlık elemanı olarak görev yapar. 14 nolu parça vananın ana gövdesi ile birleşen flanşın arasında sızdırmazlık sağlar. İmalat sırasında bu parçalar normalden 0.1-0.2 mm uzun çap olarakta 0.1mm dar üretilirler ki, sıkışma esnasında yüzeye iyice otursun, bombeleşerek yüzeye hükmetsin.

3.3 Yüksek Sıcaklıklarda Çalışan Küresel Vana Parçaları

Yüksek sıcaklıklarda çalışan vana parçalarında sızdırmazlık elemanı olarak PTFE kullanılmamasının sebebi, 230°C sonrası bu malzemenin özelliğini kaybederek erimeye başlamasıdır. Parçanın erimesiyle birlikte sızdırmazlık görevini yerine getiremez ve kullanım alanında büyük sıkıntılara sebep olabilir.

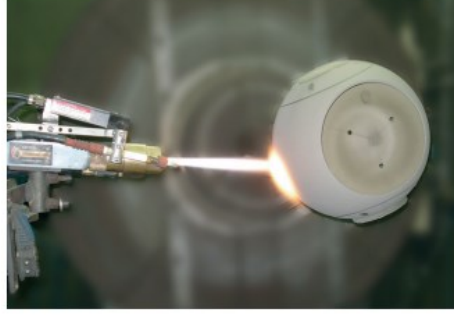
Genel olarak incelendiğinde yapı yüksek sıcaklıklarda çalışan küresel vanalar ile, alçak sıcaklıklarda çalışan küresel vanalarda benzerdir. Ancak kilit nokta sızdırmazlık olduğundan ve yüksek sıcaklıklarda teflon malzemenin erimeye başlaması sebebiyle, yüksek ısıya dayanımlı metal parçalar sızdırmazlık görevini yerine getirirler.



Şekil 3.8 : Yüksek Sıcaklıklarda Çalışabilen Küresel Vana

3.3.1 Sızdırmazlık elemanı (Metal)

Şekil 3.8 ile Şekil 3.3 karşılaştırıldığında, en başta sızdırmazlık elemanının büyük olduğu gözükmemektedir. İçerisinden 230°C üzeri akışkan geçen vanalarda sızdırmazlık elemanı olarak metal malzeme kullanılmaktadır. Şekil 3.8’de 4 numaralı parça olan metal sızdırmazlık elemanının küreye temas eden kısmı, talaş kaldırma makinelerinde imal edilir ve bu yüzey üzerinde küre kayacağından bu malzemenin aşınma özelliğinin düşük olması, sertlik değerinin yüksek olması gerekmektedir. Bu yüzden yüzey sertleştirme işlemleri yapılmaktadır. Firmalar farklı yüzey sertleştirme yöntemlerini tercih etmektedir. Buna göre küre malzeme olarak 1.4401 standardında paslanmaz çelik malzemesi seçilir ve bu malzemeye, Şekil 3.9’da görüldüğü gibi, krom karbür sertleştirilmesi uygulanır [5].



Şekil 3.9 : Küreye krom-karbür uygulaması

Ancak krom karbür sertleştirilmesine giren malzemelerde yüzey kalınlığı 3 mikrona kadar artmakla birlikte yüzey pürüzlülüğüde artmaktadır. Bu sebeple malzemenin tekrar işlenerek yüzey kalitesinin artırılması gerekmektedir. Krom karbür uygulaması ile malzemenin sertlik değeri 950-1100 HVN değerine ulaşır [5]

Bir diğer alternatif sertleştirme işlemi ise kolsterisieren diye adlandırılan, 300 dereceden düşük derecede metale yapılan işlem ile, yüzeyde ve metalin şeklinde hiçbir deformasyona sebep olmadan yapılan işlemdir [6]. 1.4401 ve 1.4408 malzemelerde uygulanan bu sertleştirme işlemi ile malzeme sertliği 1000-1800 HVN değerlerine ulaşır [7].

3.3.2 Küre

Yüksek sıcaklıklarda kullanılan küresel vanalarda, küre ile metal devamlı sürtünme halinde olacağından kürenin, sızdırmazlık elemanında belirtilen sertleştirme proseslerine girmesi gerekmektedir. Aksi takdirde kısa süre içerisinde aşınarak, vana sızdırmazlık görevini yerine getiremez.

3.3.3 Grafit

Şekil 3.8’de görülen 6,10 ve 11 numaralı parçalar grafiti göstermektedir. Grafit, yumuşak, yağlı, kâğıtta iz bırakan, siyah renkli bir katı maddedir. Grafit, yağ haline getirilip makinelerde, çalışan parçaların birbirine sürtünürken aşınmasını azaltmak ya da engellemek amacıyla yağlayıcı olarak kullanılır. Grafit çok yüksek sıcaklıklara dayanabilir, ayrıca çok iyi bir elektrik iletkenidir. Bu nedenle, çamaşır makinesi ve elektrikli süpürge gibi aygıtlardaki, elektrik motorlarının fırçaları grafitten yapılır. [6]

Grafitin dezavantajı ise ani darbelere maruz kalması durumunda kırılğan, diğ er bir anlatımla gevrek olmasıdır. Bu durumun problem yaratmasını engellemek amacıyla, grafitin  n ve arkadan gelebilecek ani kuvvetlerden korunması için metal koruyucular yerleştirilir.

Vana içerisine konumlanabilecek grafit Türkiye'deki firmalar tarafından imal edilebilmektedir.

3.3.4 Grafit koruyucu

şekil 3.8'de 5 numaralı parça olan, sağıda ve solda toplamda iki adet olan grafit koruyucular yüksek sıcaklıklara dayanım gerektiğinden AISI304 yada AISI 306 malzemeden imal edilebilirler, bir yüzeyi grafitte temas ederken, diğ er yüzeyi disk yaya veya flanşa, gövdeye temas eder.

3.3.5 Disk yay

şekil 3.8'de 9 numaralı disk yaylar, düşük sıcaklıkta kullanılan disk yay ile aynıdır ve aynı görevi yerine getirirken, 14 numaralı disk yay kullanımı imalatçılara göre değışmektedir.  rneğ n Pekos ya da V&M Technology firmaları disk yay kullanmaz iken, Metso veya Argus gibi firmalar içeride mutlaka disk yay bulundurmaktadırlar. Yüksek sıcaklıkta çalışan küresel vanalarda, içeride bulunan malzemeler sıcaklık arttıkça genleşme yapacağından, bu genleşmeyi t lere edebilmek, küreyi devamlı merkezde tutabilmek ve imalat sırasında olabilecek ölçü ka ıklılıklarını giderebilmek için buradaki disk yay kullanılmaktadır. Disk yayın kullanım gerekliliğı hakkındaki çalışma analiz kısmında belirtilmektedir.

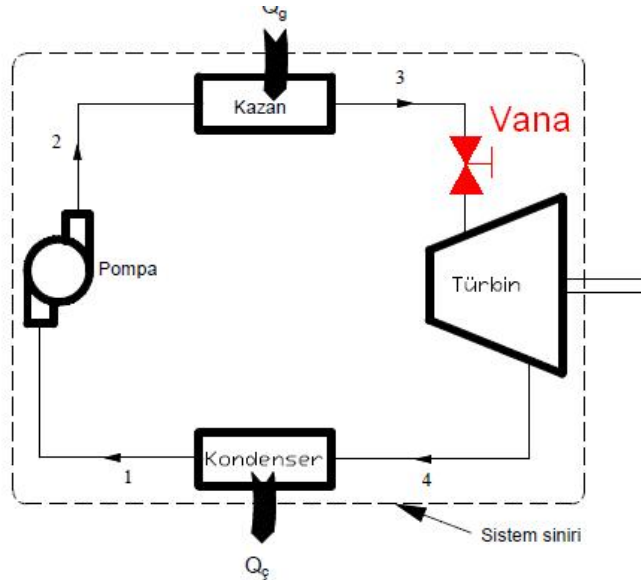
4. TESİS DURUMU VE VANANIN KULLANIM YERİ

4.1 Yüksek Sıcaklıkta Çalışan Küresel Vanaların Kullanım Alanları

Yüksek sıcaklıkta çalışan küresel vanalar; tekstil, kağıt, kimya, petrol, enerji, maden, otomotiv gibi bir çok alanda kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıkta çalışan küresel vanaya ihtiyaç duyan Türkiye’de bulunan şirketlerden bazıları; Tüpraş, Petkim, Aygaz, Alkim, Botaş, Enerjisa, Elbistan Enerji Santrali, Trakya Cam, Şişe Cam, Mopak, İzaydaş gibi farklı alanlardaki kuruluşlardır.

4.2 Örnek Bir Tesisin Küresel Vana Kullanım Alanı

Küresel vananın ihtiyaç duyulduğu temsili bir proses Şekil 4.1 de gösterilmiştir. Rankine çeviriminin kullanıldığı tesiste; türbinden, su pompasını çevirecek 400kW değerinde güç çıkışı istenmektedir. Türbine buharın belirli bir kaliteye ulaştıktan sonra girmesi istendiğinden türbin öncesinde bir 50 mm çapında açma-kapama vanası bulunmaktadır.

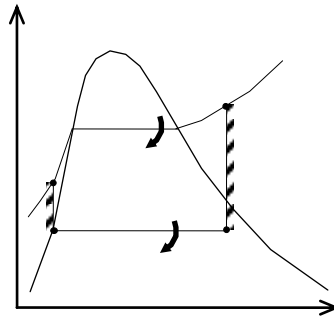


Şekil 4.1 : Küresel vananın kullanıldığı örnek proses

- 1-2: kompresörde, izentropik sıkıştırma
- 2-3: yoğuşturucuda, sabit basınçta dışarıya ısı verilmesi
- 3-4: genleşme valfinda, sabit entalpide genişleme
- 4-1: buharlaştırıcıda, sabit basınçta dışarıdan ısı alınması

Şekil 4.2’de çevrimin akışkan sıvısı ısı kaynağından düşük basınç ve sıcaklıkta ısı alır kompresör ile basıncı yükselir. Kompresörden yüksek basınç ve sıcaklıkta çıkan akışkan yoğunlaştırıcıya gelir burada ısını verdikten sonra genleşme valfinden tekrar buharlaştırıcıya dönerek burada basınç eşitlenir ve çevrim tamamlanır. [8]

Türbine giren basınç değerinin 1.4 MPa ve 400° C olduğu ve türbin veriminin 0.87 olduğu proseste, kızgın buhar türbinden atmosfer basıncında buhar-sıvı halinde çıkıyor. Buna göre kullanılması gereken 50 mm çapındaki küresel vananın tasarım ve analizlerinin yüksek sıcaklık değerlerinde çalışabilecek seviyede yapılması gerekmektedir.



Şekil 4.2 : Rankine çevrimi T-s gösterimi

$$\begin{aligned}
 h_1 &= h_{f@100kPa} = 417.46 \text{ kJ/kg} \\
 v_1 &= v_{f@50kPa} = 0.001043 \text{ m}^3 / \text{kg} \\
 w_{p,in} &= v_1 (P_2 - P_1) \\
 &= (0.001043 \text{ m}^3 / \text{kg}) (1400 - 100 \text{ kPa}) \left(\frac{1 \text{ kJ}}{1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3} \right) \\
 &= 1.35 \text{ kJ/kg} \\
 h_2 &= h_1 + w_{p,in} = 417.46 + 1.35 = 418.81 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

$$\begin{aligned}
P_3 = 1.4 \text{ MPa} \quad \left. \begin{aligned} h_3 &= 3257.5 \text{ kJ/kg} \\ T_3 &= 400^\circ \text{C} \end{aligned} \right\} s_3 = 7.3026 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \\
P_4 = 50 \text{ kPa} \quad \left. \begin{aligned} s_4 &= s_3 \end{aligned} \right\} x_4 = \frac{s_4 - s_f}{s_{fg}} = \frac{7.3026 - 1.3026}{6.0568} = 0.99 = 1 \quad (4.2) \\
h_4 &= h_f + x_4 h_{fg} \\
&= 2258 \text{ kJ/kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
q_{in} &= h_3 - h_2 = 3257.5 - 418.81 = 2838.69 \text{ kJ/kg} \\
q_{out} &= h_4 - h_1 = 2258 - 417.46 = 1840.54 \text{ kJ/kg} \\
w_{net} &= h_3 - h_4 = (3257 - 2258) \cdot 0.87 = 870 \text{ kJ/kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\dot{W}_{net} &= \dot{m} w_{net} = (\dot{m} \text{ kg/s}) (870 \text{ kJ/kg}) = 400 \text{ KW} \\
\dot{m} &= 0.46 \text{ kg/s} \quad (4.3)
\end{aligned}$$

$$Q = \dot{m} v_3 = (0.46 \text{ kg/s}) (0.2178 \text{ m}^3/\text{kg}) = 0.1 \text{ m}^3/\text{s} \quad (4.4)$$

4.3 Örnek Küresel Vananın Tesis İçerisinde Konumlandığı Nokta

Belirtilen DN50 mm çapındaki vana 14 bar basınç altında çalışacaktır. Tesis Kocaeli’de büyük bir petrokimya tesisidir ve vana açık alanda kullanılacaktır. Yüksek sıcaklıkta çalışan vananın soğuması dış ortamdaki hava tarafından yapıldığından, dış ortam sıcaklık değerlerinin analiz öncesi aktarılması gerekmektedir. Kocaeli’de bugüne kadar yaşanan en yüksek sıcaklık 44°C olarak kaydedilmesine rağmen, vananın bazı konularda standartlık kazanması ve her Türkiye müşterisinde tekrar dizayn yapmamak için Çizelge 4.1’de görülen Türkiye’nin maksimum sıcaklık kayıtlarına bakılmış ve sıcaklık değeri olarak $48,8^\circ\text{C}$ alınmıştır.[9]

Dış sıcaklığı maksimum değerde almamızın sebebi ısı geçişi ile ilgilidir. Vananın çalışacak olan döndürme milinin insan eline yada üzerine takılacak olan pnomatik ekipmana zarar vermemesi için ve yılın az bir döneminde görülmesine rağmen emniyet açısından en iyi tasarımı yapabilmek için, maksimum sıcaklık değerinin alınması tercih edilmektedir.

Çizelge 4.1 : Türkiye’de kaydedilen en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri[9]

Ölçülen Değer	Değer	Ölçüldüğü Yer	Tarih
En Yüksek Sıcaklık	48.8°C	Mardin-Kocatepe	14 Ağustos 1993
En Düşük Sıcaklık	-46.4°C	Van-Çaldıran	9 Ocak 1990
En Yüksek Yıllık Ortalama Sıcaklık	21.3°C	Hatay-İskenderun	1962
En Düşük Yıllık Ortalama Sıcaklık	1.8°C	Sarıkamış	1972
Yıllık En Yüksek Toplam Yağış	4045.3 mm	Rize	1931
Yıllık En Düşük Toplam Yağış	114.5 mm	İğdır	1970
Günlük En Yüksek Yağış	469.9 mm	Kemer	11 Aralık 1971
En Yüksek Kar Kalınlığı	525 cm	Bitlis	Şubat 1954
En Yüksek Basınç	1045.2 mb	Zonguldak-Eregli	1 Ocak 1973
En Düşük Basınç	747.2 mb	Van-Başkale	21 Şubat 2001
En Yüksek Rüzgar Hızı	48.9 ms	Tokat	1 Ocak 1978

Bundan sonraki aşamalarda küresel vananın konumlanacağı dış ortam sıcaklığı 48.8°C olarak ele alınarak hesaplamalar yapılacaktır.

Ayrıca dış ortamdaki ısı taşınım katsayısının belirlenmesi gerekmektedir. Bu bilgi analiz kısmında ısı iletimi bölümünde anlatılacaktır.

5. TASARIM

5.1 Ön Tasarım ve Sınırlamalar

Vanalar birçok sektörde kullanılmaktadır. Vananın uygun şekilde imalatının yapılmasını sağlamak, pazarlamasını yapabilmek ve hızlı montajını yapabilmek için belirli standartlar çerçevesinde üretilmektedir.

Bu sayede vanaya ihtiyacı olan firma, vana imalatı yapan firmadan ürünleri kolayca tedarik edebilir ve eskisinin yerine takabilir.

Bir vana tasarımında ilk dikkat edilmesi gereken kısım çalışma şartları ve vananın geçiş çapıdır.

Tasarımı yapılacak olan çapı 50 mm olacak vananın, 14 bar ve 400°C sıcaklıkta, içerisinden 0.47 kg/s miktarında kızgın buharın geçebilmesi gerekmektedir. Çalışmalarda 400°C ile birlikte vananın maksimum dayanım sıcaklığına da erişilecektir.

Tasarım kısmında en önemli bilgi vananın anma çapı ve basınç sınıfıdır. 14 bar basınçta kullanılacak bir vana olduğundan, basınç sınıfı olarak 16 barlık sınıfın seçilmesi uygundur.

5.2 Standartlar

Bugün DIN, ANSI, ASME, API, ISO, BS ve EN standartları kullanılmaktadır.

İki farklı gösterim ve standartın, birbirleriyle aralarında olan ilişkiyi anlayabilmek için, aralarındaki gösterim farkının iyi anlaşılması gereklidir.

Çizelge 5.1 : DIN basınç sınıfları

DIN BASINÇ SINIFLARI (bar)														
1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	64	100	160	250	320	400

Çizelge 5.2 :ANSI basınç sınıfları

ANSI BASINÇ SINIFLARI (Class)						
150	300	400	600	900	1500	2500

Çizelge 5.3 : ANSI ve DIN normu çevirimi

ANSI NORMU-DIN NORMU CEVRİM ÇİZELGESU								
ANSI	Class	150	300	400	600	900	1500	2500
DIN	Bar	20	50	64	100	150	250	420

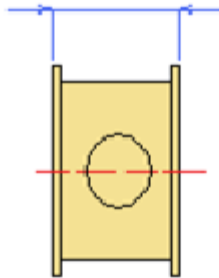
Bugün dünyada vana sektöründe en fazla kullanılan standartlar DIN ve ANSI normlarıdır. Bu iki standardın birbirleri ile olan basınç ilişkisi Çizelge 5.1, Çizelge5.2 veÇizelge 5.3’de görülmektedir [10]

5.2.1 Alından alına mesafe standardı

EN 558 tüm alından alına standartlarını kapsamaktadır. Bu standartlar çizelge 5.4’de görülen birbirinden farklı normlardan oluşmaktadır [11]

EN558-1’in TSE tanımına baktığımız zaman: ‘Bu standart flanşlı boru sistemlerinde kullanılan PN sembeollü vanaların alından alına (FTF) ve merkezden alına (CTF) boyutlarının belirtilmesini kapsar’ ifadesi görülmektedir [12].

Alından alına mesafe



Şekil 5.1 : Alından alına mesafe gösterimi

Çizelge 5.4 : Temel standart serileri

Temel Seriler		
Seri 1: DIN 3202-1/F1	Seri 9: DIN 3202/F33	Seri 18: BS 5154
Seri 2: DIN 3202-1/F2	Seri 10:ANSI B16.10 BS 1803	Seri 19: ANSI B16.10
Seri 3: ANSI B16.10	Seri 11: ANSI B16.10	Seri 20: API 609 BS 5156
Seri 4: ANSI B16.10	Seri 12:ANSI B16 10 BS 5353	Seri 21: ANSI B16.10
Seri 5: ANSI B16.10	Seri 13: BS 5155	Seri 22: BS 2080
Seri 6:	Seri 14: DIN 3202/F4	Seri 23: BS 2080
Seri 7: BS 2080	Seri 15: DIN 3202/F5	Seri 24: ANSI B16.10
Seri 8: DIN 3202-1/F32	Seri 16: API 609 BS 3135	Seri 25: MSS SP 67 - BS2080
Seri 9: DIN 3202-1/F33	Seri 17: API 600	

Alından alına olan mesafe bilgisi, akışkanın geçeceği delik çapı ile birlikte vana tasarımında kullanılacak olan ilk sınırlayıcı bilgidir.

Alından alına mesafe değeri Şekil 5.1’de temsili olarak gösterilmiştir. Bu bilgi sayesinde bozulan bir vana kullanıldığı yerden hızlıca sökülmemekte ve yerine aynı boy standardında yeni bir vana takılabilmektedir.

Yapılacak olan çalışmada Çizelge 5.6’da, kalın şekilde işaretlenen DN50 çapında ve Seri 1’e ait olan, DIN 3202-1/F1 alındı. Standartlar prosesin kurulumu esnasında tasarım mühendisleri tarafından seçilirler. Seçilmesinde en önemli faktörler, vananın kullanılacağı konumdur. Vananın bulunduğu boru hattı tasarımında, vana bölgelerine, kullanılan standartlar dahilinde boşluklar ve bağlantı elemanı flanşlar bırakılır. Bu bölgeye uygun vananın getirilmemesi durumunda montaj gerçekleşemez.

Ayrıca vananın kullanıldığı tesisin kullandığı standart önemli konudur. Burada petrol tesisleri daha çok ANSI birimlerini kullanmaktadır.

Çizelge 5.5 : Alından alına standartların ölçüsel değerleri-1

DN	TEMEL SERİLER-1											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	130	210	102	-	-		108	90	105	-	-	130
15	130	210	108	140	165		108	90	105	108	57	130
20	150	230	117	152	190		117	95	115	117	64	130
25	160	230	127	165	216		127	100	115	127	70	140
32	180	260	140	178	229		146	105	130	140	76	165
40	200	260	165	190	241		159	115	130	165	83	165
50	230	300	178	216	292		190	125	150	203	102	203
65	290	340	190	241	330		216	145	170	216	108	222
80	310	380	203	283	356		254	155	190	241	121	241
100	350	430	229	305	432		305	175	215	292	146	305
125	400	500	254	381	508		356	200	250	330	178	356
150	480	550	267	403	559		406	225	275	356	203	394
200	600	650	292	419	660		521	275	325	495	248	457
250	730	775	330	457	787		635	325		622	311	533

Çizelge 5.6 : Alından alına standartların ölçüsel değerleri-2

DN	TEMEL SERİLER-2												
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
10	-	115	-	-	-	80	-	-	-	65	70	-	-
15	-	115	-	-	140	80	140	-	152	65	70	83	-
20	-	120	-	-	152	90	152	-	178	70	75	95	-
25	-	125	120	-	165	100	165	-	216	80	85	108	-
32	-	130	140	-	178	110	178	-	229	90	95	114	-
40	106	140	240	33	190	120	190	33	241	5	100	121	-
50	108	150	250	43	216	135	216	43	267	105	115	146	-
65	112	170	270	46	241	165	241	46	292	115	125	165	
80	114	180	280	64	283	185	283	46	318	125	135	176	49
100	127	190	300	64	305	229	305	52	356	135	146	216	56
125	140	200	325	70	381		381	56	400			254	64
150	140	210	350	76	403		403	56	444			279	70
200	152	230	400	89	502		419	60	533			330	71
250	165	250	450	114	568		457	68	622			394	76

5.2.2 Flanş standardı

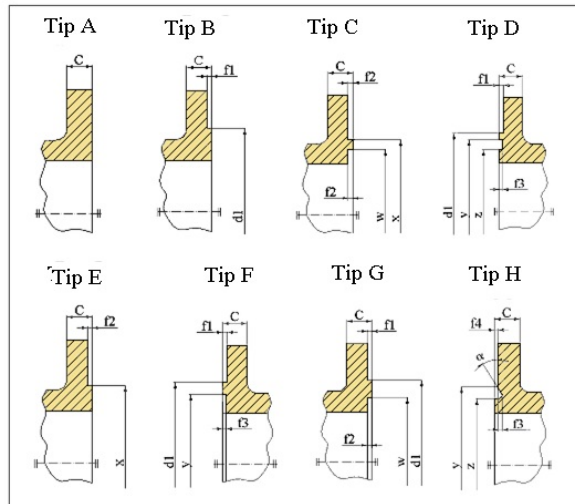
EN 1092 ye göre flanş tasarımı yapılır, burada delik çapı ve kullanım basıncı ile birlikte, flanş bağlantısında kullanılacak delik sayısı, tırnak kalınlığı, flanş et kalınlığı, verileri elde edilmektedir.

EN 1092'nin TSE tarafından yapılan açıklaması: ' bu standard, flanşların bir tek serisi için PN 2,5'ten PN 400'e kadar ve anma boyutları DN 10'dan DN 4000'e kadar olan PN kısa gösterilişli dairesel çelik flanşlar için kuralları kapsar.' şeklindedir [13].Flanş standart tipleri Çizelge 5.7'de verilmiştir.

Çizelge 5.7 : Flanş standart tipleri

Flanş tipleri					
Tip A	Düz alın	Tip D	Oluklu alın	Tip G	O-yüzük girintili alın
Tip B	Uzatılmış alın	Tip E	Tıkaç alın	Tip H	O yüzük oluklu alın
Tip C	Din alın	Tip F	Girintili alın		

Farklı tipteki flanş tipleri Şekil 5.2'de verilmiştir. Aynı zamanda farklı flanş boyutları Çizelge 5.8'de verilmiştir. Alınadan alına mesafeden sonra, vana tasarımında sınırlayıcı bir diğer madde de flanş standartlarıdır [14].



Şekil 5.2 : Flanş standart tipleri

Çizelge 5.8 : Flanş standartlarının ölçüsel değerleri

DN	PN									f1	f2	f3
	02.May	6	10	16	25	40	63	100	160			
	d1											
10	35	35	40	40	40	40	40	40	40	2		
15	40	40	45	45	45	45	45	45	45			
20	50	50	58	58	58	58	58	58	58			
25	60	60	68	68	68	68	68	68	68			
32	70	70	78	78	78	78	78	78	78			
40	80	80	88	88	88	88	88	88	88		4,5	4,0
50	90	90	102	102	102	102	102	102	102			
65	110	110	122	122	122	122	122	122	122			
80	128	128	138	138	138	138	138	138	138			
100	148	148	158	158	162	162	162	162	162			
125	178	178	188	188	188	188	188	188	188			
150	202	202	212	212	218	218	218	218	218			
200	258	258	268	268	278	285	285	285	285			
250	312	312	320	320	335	345	345	345	345	3	5,0	4,5

Oldukça uzun olan flanş standardı tablosunun tasarımımıza gerekli olan kısmını aldığımızda birimi mm olan, Çizelge 5.8 deki tabloyu görüyoruz [14].

Yapılan tasarımda, çizelge üzerinde koyu rakamlar ile belirtildiği gibi, 16 bar basınç şartında çalışacak vana ele alındığından dış çap olarak 102 mm, tırnak kalınlığı 3mm ve C kalınlığı da toplamda, 20 mm alındı.

5.2.3 Aktuatör standardı

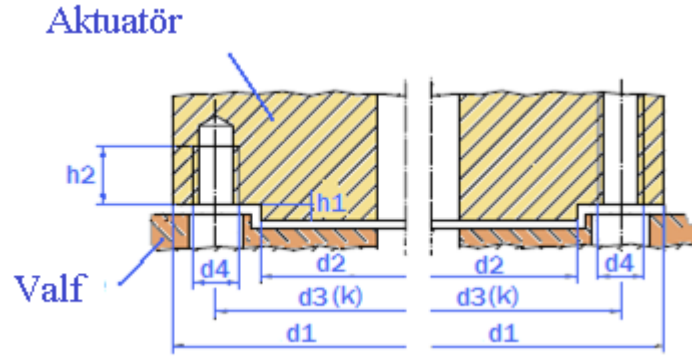
ISO 5211, ISO 5210 ve DIN3210 Standartları, vananın bir kontrol ekipmanı ile açma kapama yapılması durumunda vananın üst yüzeyindeki deliklerin, konumlarını ve çaplarını belirten standarttır. Aktuatör denilen vanaların kontrol edilmesini sağlayan ekipmanların bağlantı noktaları da, Şekil 5.3 ve Çizelge 5.9’da gösterildiği gibi, standarda uygun üretilir ve iki delik öpüştürülerek bağlantı yapılır.

Üç standardın boyutsal olarak birbirinden farkı yoktur, ancak

ISO 5211: Tek yönlü hareket kabiliyeti olan aktuatörlerde

ISO 5210: Çift yönlü hareket kabiliyeti olan aktuatörlerde

DIN 3210: Elektrikli aktuatörlerde, kullanılmak üzere ayrılmışlardır.



Şekil 5.3 : Üst aktuatör bağlantı gösterimi

Çizelge 5.9 : Üst aktuatör bağlantı standardı ölçüsel değerleri

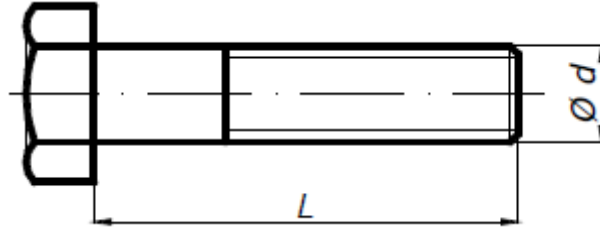
Format	Tork	d1(mm)	d2(mm)	d3(mm)	h1 maks	Vida sayısı	d4 Metrik
	(N·m)						
F03	32	46	25	36	3	4	M5
F04	63	54	30	42	3	4	M5
F05	125	65	35	50	3	4	M6
F07	250	90	55	70	3	4	M8
F10	500	125	70	102	3	4	M10
F12	1000	150	85	125	3	4	M12
F14	2000	175	100	140	4	4	M16
F16	4000	210	130	165	5	4	M20
F25	8000	300	200	254	5	8	M16

ISO 5211'e göre DN 50 olan bir vananın F07'lik standartlara sahip olması yeterlidir[15]. Bu sebeple tasarlanacak olan vananın üst aktuatör bölgesi F07 standardında tasarlanacaktır. Bu bilgi sayesinde vana millerine uygulanacak olan torka göre vananın dayanma durumu tekrar tekrar analiz edilmediği gibi, yanlış mühendislik hesaplamalarına karşı müşterilerde korunmuş olmaktadır.

5.2.4 Flanş bağlantı standardı

Flanşlarda kullanılan bağlantı civatalarının uzunluk ve çap değerlerini veren standarttır. DIN2633 16 bar basınçtaki civata bilgilerini verirken, DIN2635, 40 bar

basınç altında flanşlarda kullanılması gereken cıvata kalınlık ve uzunluk değerlerini vermektedir. Şekil 5.4’de kullanılan cıvatanın teknik resmi verilmiştir.



Şekil 5.4 : Flanş bağlantısında kullanılacak cıvata gösterimi

Çizelge 5.10 : Flanşlarda kullanılan bağlantı cıvatası ölçüleri [16]

FLANŞLARDA KULLANILAN BAĞLANTI CİVATALARI				
VANA ÇAPI	PN16		PN40	
	DIN 2633' e uygun flanş		DIN 2635' e uygun flanş	
	L	d	L	d
DN 10	50	12	50	12
DN 15	50	12	50	12
DN 20	50	12	50	12
DN 25	50	12	50	12
DN 32	50	16	55	16
DN 40	55	16	55	16
DN 50	55	16	60	16
DN 65	55	16	65	16
DN 80	60	16	65	16

Çizelge 5.10’da gösterilen bu standart; bağlantısı yapılan vananın, kullanım sırasında kullanım arasından çıkmasını yada zamanla gevşeme problemini önlemeye yöneliktir. Vana dizaynında bu standardı kullanarak aynı zamanda vana kapağının gövdeye montajındaki cıvata sayısı, cıvata tipi ve konumları da belirlenebilir [16].

5.2.5 API 6D

Vanaların test spesifikasyonlarını anlatan standarttır.İçersinden petrol ürünleri yada doğalgaz geçen hatlarda genelde zorunlu tutulan standarttır. Özellikle yangın ve güç kaynağı kesintisi gibi durumlarda, vananın vermesi gereken outputların doğruluğunu sağlar.

5.2.6 API 608

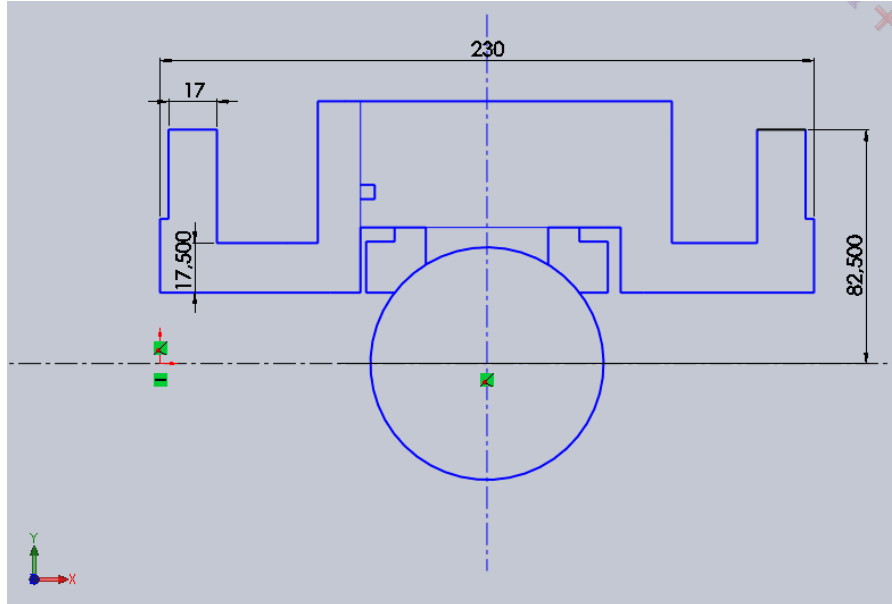
Küresel Vana Flanş ve boyutlarını gösteren başka bir standarttır. Petrol ve doğalgaz boru hatlarında, ANSI B16.34 ile birlikte kullanılırlar.

5.3 Temel Tasarım

Vananın çalışacağı basınç sınıfı PN16, anma çapı DN50 ve uygulama alanına göre alından alına mesafe standardı DIN3202-F1 yani kısa tiptir. Buna göre vananın istenilen uzunluğu 230 mm'dir. Vananın flanş boyutları ise EN1092'ye göre 165 mm çapında, 3 mm tırnak çıkıntısıyla toplamda 20 mm et kalınlığına sahip olması gerektiği gözükmemektedir. Ayrıca tırnak çapıda 102 mm'e kadar olmalıdır.

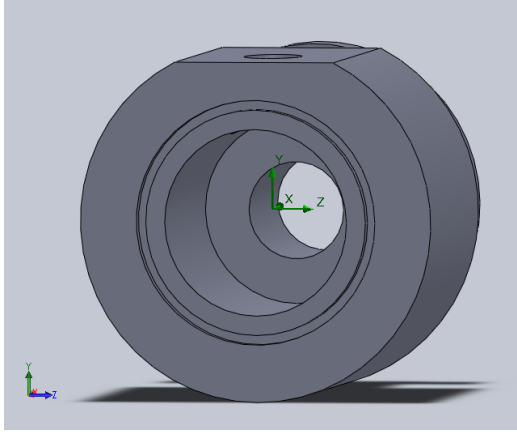
Orta kısımdaki ölçüler, vanaya takılacak olan mil ve sapa göre ortalama olarak oluşturulmuş değerlerdir. Buna göre vananın flanş ile gövde bağlantısı arası mesafedeki et kalınlığı 17.5 mm alınmıştır. Vananın orta kısmının çapı ise 210 mm alınmıştır. Bu kısmın üst alanında düz bir yüzeyde istendiğinden, silindirik yüzeyin bir bölümü frezelenmelidir. Bu değerlere göre taslak tasarım Şekil 5.5 ile oluşmuştur.

Bu değerlerin doğruluğu, vanada yapılabilecek revizyonlar analiz kısmında incelenecektir.

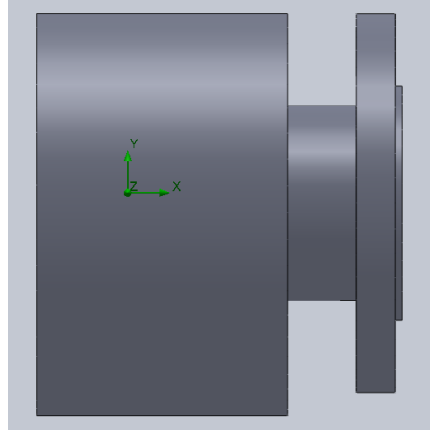


Şekil 5.5 : Tasarımın temel çizimi

Tasarım yapılırken, imalat ve diğer parçaların montajı göz önüne alınmalıdır. Aşağıdaki Şekil 5.6 ve Şekil 5.7 nolu resimlerde vananın ana gövdesi görünmektedir. İçerisine kürenin girebileceği genişçe bir ağız bırakılmıştır. Ayrıca ön yüzeyinde, diğer kapağın montajı yapıldığında sızdırmazlık elemanlarının takılacağı girinti ve çıkıntılar görünmektedir.

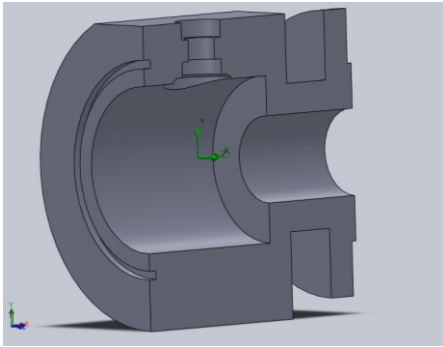


Şekil 5.6 : Ana gövde çapraz

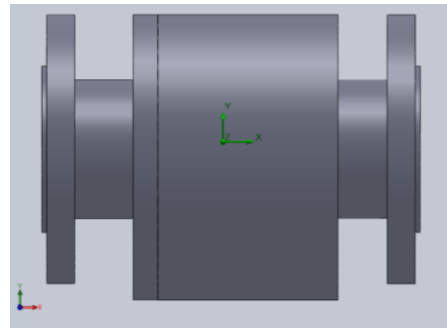


Şekil 5.7 : Ana gövde yan profil

Gövdenin frezelenmiş olan üst yüzeyi Şekil5.8 ve Şekil5.9’da gözükmektedir, bu bölgenin frezelenme sebebi, takılması gereken, stoplayıcının, aktuatörün düz bir alana takılması gerekliliğindendir.



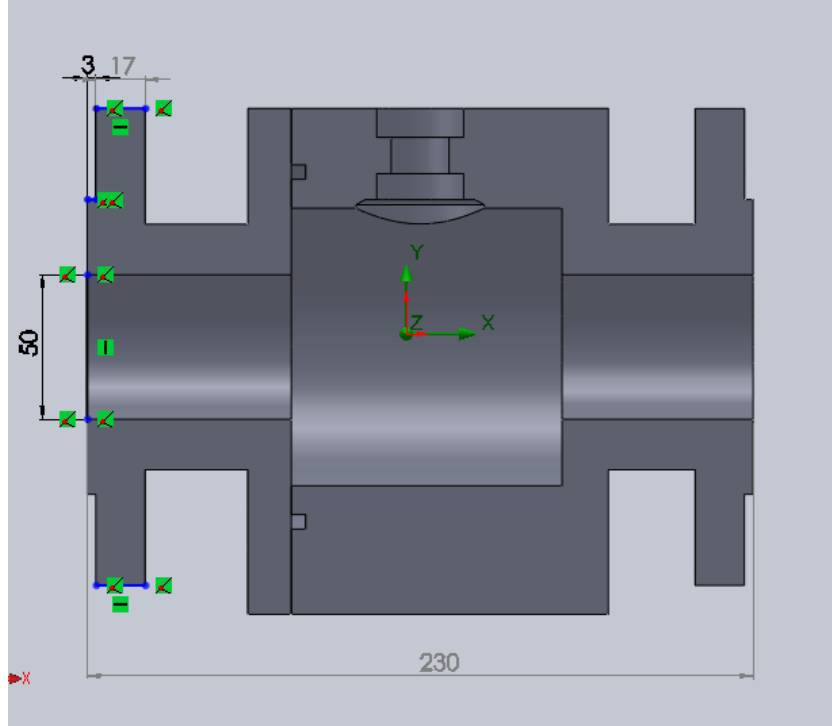
Şekil 5.8 : Ana gövde kesit görünüm



Şekil 5.9 : Ana gövde ile flanş

Ana gövdeye flanş montajı yapıldıktan sonraki kesit resim Şekil5.10’da gösterilmiştir. Kesiti incelediğimizde kürenin girebileceği bir boşluk gözükmektedir. Bu boşluk kürenin dış çapının daha önceden belirlenmiş olması sayesinde ortaya

çıkıştır. DIN 3202-1 in verdiği, yüzden yüze olan 230 mm’lik mesafede resimlerde gözükmemektedir.



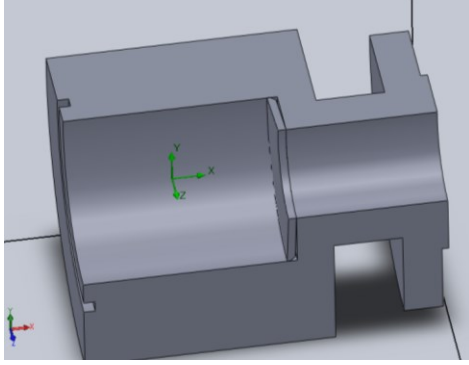
Şekil 5.10 : Ana gövde ile flanş birleşim kesit görünümü

Şekil 5.11’deki gibi küresel vanalarda kullanılan disk yaylar standart ürünler olarak piyasada bulunur. Inconel malzemeden üretilen disk yaylar yüksek sıcaklıklarda uzun ömürlü çalışma özelliğine sahiptir. Tasarlanan vananın iç çapı 50 mm’dir ve disk yay çizelgesuna bakıldığında dış çap 100 mm olarak alınmıştır.

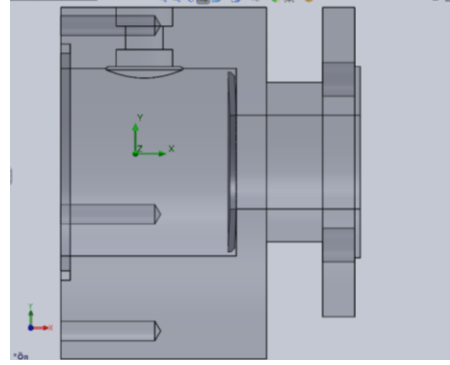


Şekil 5.11 : Disk yay

Disk yay gövde içerisine yerleştirilir. Burada önemli olan kısım disk yayın şişkin olan iç çapı vana gövdesine temas etmelidir ki, diğer dış çapı grafit koruyucu ile temas sağlayabilsin. Disk yayın vana gövdesine yerleştirilmiş hali Şekil5.12 ve Şekil5.13’de verilmiştir.

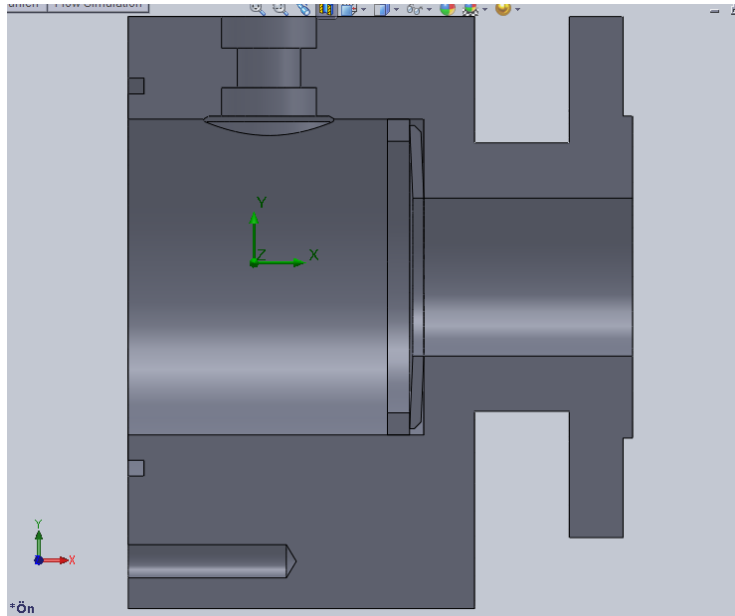


Şekil 5.12 : Disk yayın montajı çeyrek kesit

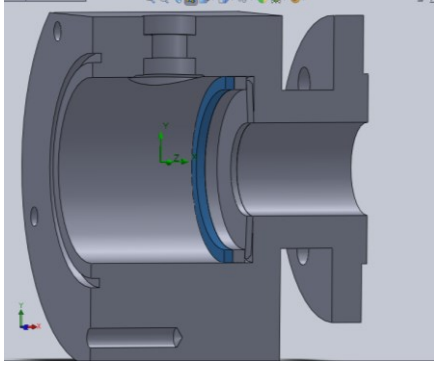


Şekil 5.13 : Disk yayın görünümü

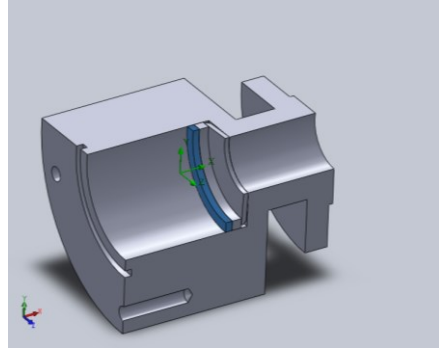
Şekil 5.14’de görülebildiği gibi, disk yayın üst kısmına grafit koruyucu parça yerleştirilir, bu parça yay kuvvetinin ve vana içerisinde oluşabilecek ani basınç artışlarından grafiti korumak amacıyla yerleştirilmektedir. Dış çapı vana içi çapa göre belirlenirken, iç çapı metal sızdırmazlık elemanının dış çapı boyutunda yapılır.



Şekil 5.14 : Metal koruyucunun gövdeye montajı

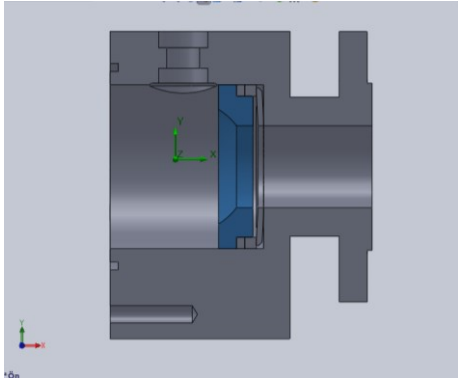


Şekil 5.15 : Metal grafit koruyucu

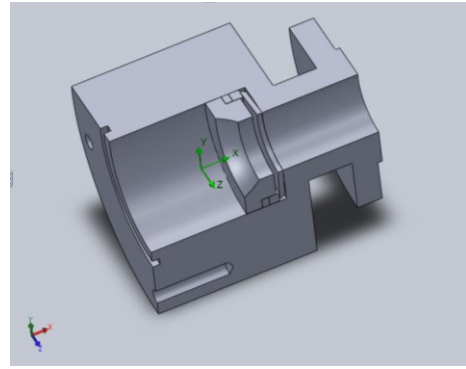


Şekil 5.16 : Metal grafit koruyucu kesit

Metal grafit koruyucunun ardından grafit Şekil 5.15 ve Şekil 5.16’da görülebileceği gibi yerleştirilmektedir. Grafitin kalınlığı hakkında herhangi bir literatür çalışması yoktur. Üretici firmalar et kalınlığı olarak 5 mm kullanırlar. Dış ve iç çapı ise, grafit koruyucu parçasında olduğu gibi vana içi çap ve metal sızdırmazlık elemanının çapları arasında belirlenir.



Şekil 5.17 : Sızdırmazlık elemanı

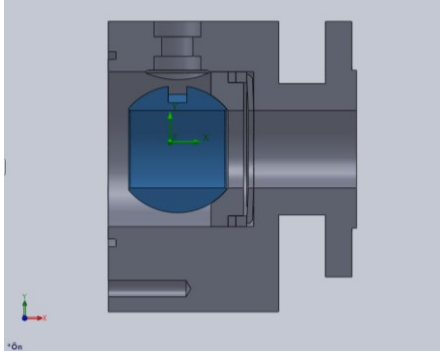


Şekil 5.18 : Sızdırmazlık elemanı kesiti

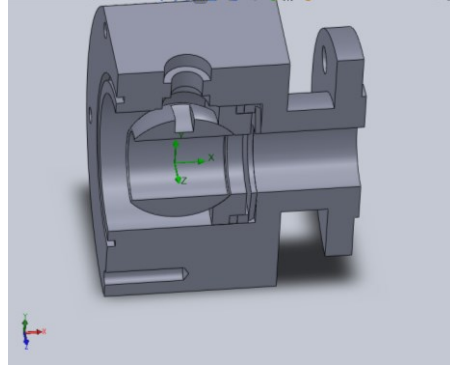
Metal sızdırmazlık elemanı Şekil 5.17 ve Şekil 5.18 de olduğu gibi gövdeye yerleştirilir. Bu parça sertleştirilmiş özel parça olduğundan parçanın ölçülerinde sapma olmamalı ve birebir doğru olmalıdır. Buraya kadar olan kısım tamamen iç içe geçme sisteminden oluşmaktadır ve ilerleyen kısımlarda aynı montaj kürenin diğer tarafında da yapılacaktır. Bu 4 elemanın amacı küreye sıkıca dayanmak ve sızdırmazlık sağlamaktır. Buradaki parçaların boyutlandırmaları milimetrik kağıt üzerinde orantısal olarak belirlenmiştir. İmalat kısmında bu parçaların sertleştirme süreçleri hakkında detaylı bilgi verilecektir.

Bu parçaları belirleyen en temel parça ise küre boyutudur. Küre boyutları için temel bir standart yoktur, ancak uygun fiyata protatip imalatı yapabilmek için, mevcut küre üreticisi Asya Paslanmaz firmasından DN50 PN16 küresel vanalarda üretimini yaptıkları dış çap boyutlarını baz alınmıştır.

Küreyi gövde üzerinde metkeze aldıktan ve çizimini yaptıktan sonra diğer yan parçaların tasarımı yapılabilmektedir.

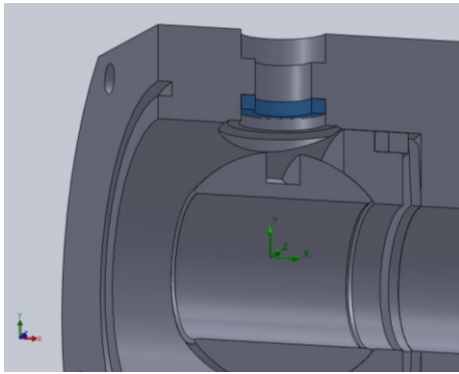


Şekil 5.19 : Kürenin gövde montajı

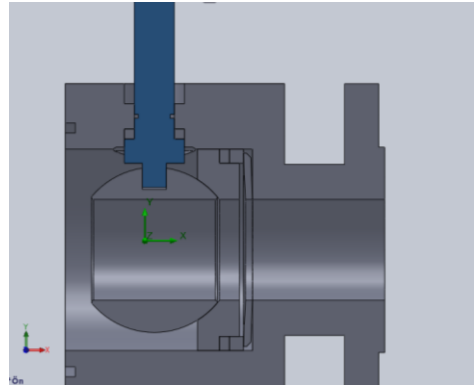


Şekil 5.20 : Kürenin ve gövde

Şekil 5.21 ve Şekil 5.22’de olduğu gibi, kürenin yerine sabitlenebilmesi için döndürme milinin kürede açılmış olan kama yuvasına oturtulması gerekmektedir. Mili yerine sabitlemeden önce mil ile gövde arasında sızdırmazlığı sağlayacak olan alt grafitin yerine oturtulması ve ardından döndürme milinin aşağıdan geçirilerek takılması gerekmektedir.

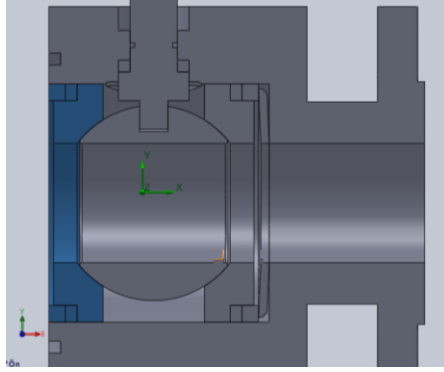


Şekil 5.21 : Mil alt grafit montajı

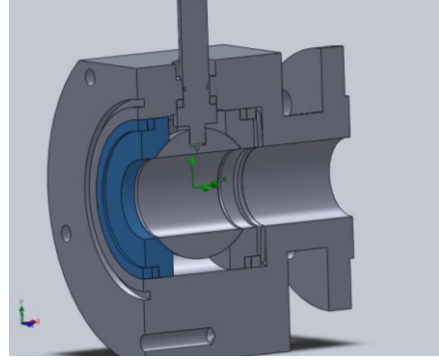


Şekil 5.22: Milin montajı

Kürenin diğer tarafına sırasıyla metal sızdırmazlık elemanı, grafit ve grafit koruyucu Şekil 5.23 ve Şekil5.24’de olduğu gibi yerleştirilerek kapağın takılmasına hazır hale getirilir.

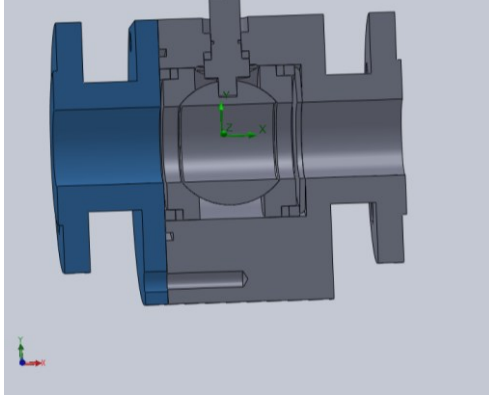


Şekil 5.23 : Kapak hariç montaj

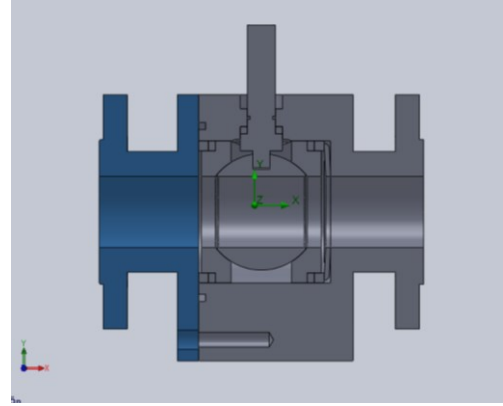


Şekil 5.24 : Kapak hariç montaj kesit

Bir sonraki adım şekil 5.25 ve şekil 5.26’te gösterildiği gibi gövde ile kapak arasına sızdırmazlık elemanı grafiti yerleştirmek ve kapağı kapatmaktır. Tasarımda yay 1mm sıkıştırılmış şekildedir, yani kapak kapatılırken uygulamanız gereken bir kuvvet olacak. Bu vana içerisindeki elemanların sıkı şekilde küreyi sarmasını sağlayacaktır.

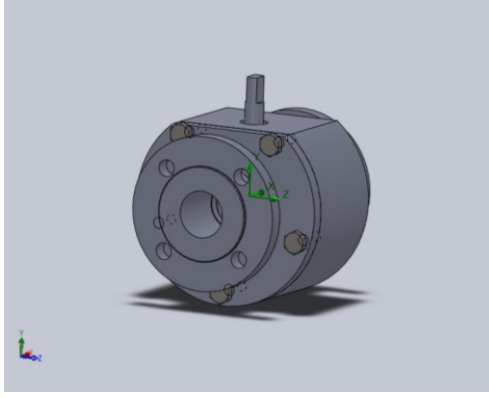


Şekil 5.25 : Kapak montajı-1

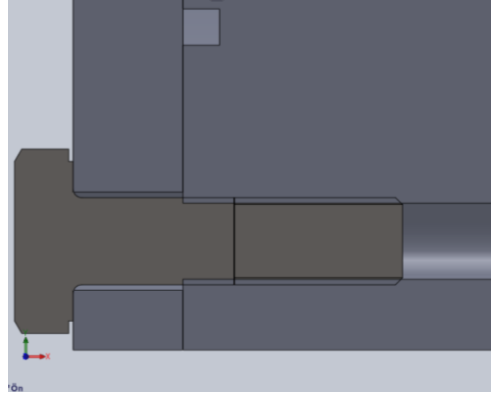


Şekil 5.26 : Kapak montajı-2

Bu kısım firmadan firmaya, vananın boyutlarına göre farklılık gösterebilir. En başta bu yapılan tasarımda amaç, 400°C’lik akışkanda vananın zarar görmemesi ve sızdırmazlık görevini yerine getirmesidir. Vana ısındıkça, küre ve küreye bağlı sızdırmazlık elemanları orantısal olarak uzamak isteyecekler ve bu sebeple bir itme kuvveti oluşacaktır, bu kuvveti absorbe edecek olan disk yay, parçaların imalatı sırasında oluşacak küçük boyutsal hataları tolere edecektir.

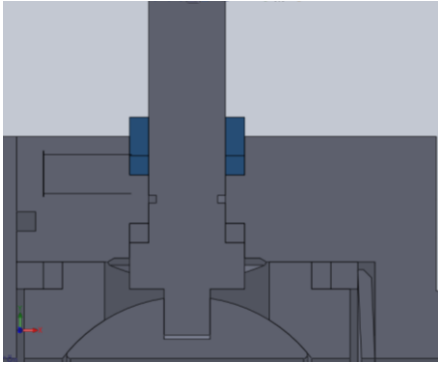


Şekil 5.27 : Bağlantıları yapılan vana

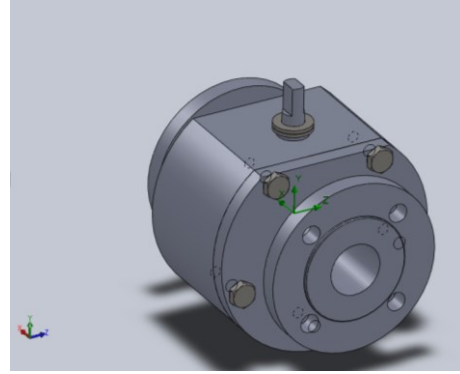


Şekil 5.28 : Gövde ve flanşın bağlantısı

Şekil 5.27 ve Şekil 5.28’ de olduğu gibi gövde ve flanş birbirine 4 adet M16x55 cıvata ile bağlanır. Burada DIN2633’ün verdiği standart kullanılabilir. Burada uygulanması zorunlu bir standart yoktur, ve güvenlik katsayısını imalatçı firma arttırmak istediği durumlarda sayı ya da cıvata çapını arttırabilir.



Şekil 5.29 : Mil üzerine grafit ve ring montajı

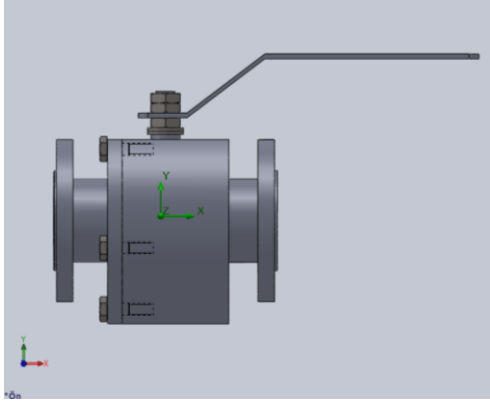


Şekil 5.30 : Disk yayların takılması

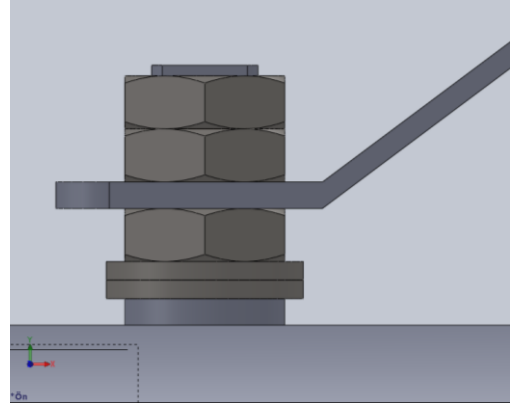
Şekil 5.29’de grafitin yuvaya oturtulması ve üzerine grafiti korumak amacıyla tasarlanmış bileziğin oturtulması görülmektedir. Şekil 5.30 da ise tüm döndürme milinin ve etrafındaki parçaların gövdeye sıkı durmasını sağlamak, döndürme sırasında zamanla somunlarda oluşabilecek tork kayıplarına bağlı gevşemeleri minimize edebilecek disk yaylar montajlanmaktadır.

Bu sayede vana mili uzun yıllar, üzerindeki somunlara ilave tork uygulanmadan kullanılabilir.

Bu durum uzun yıllar akışkan kaçaqlarını önlemenin yanında, ürünü kullanan müşterilerde de memnuniyet yaratacaktır.

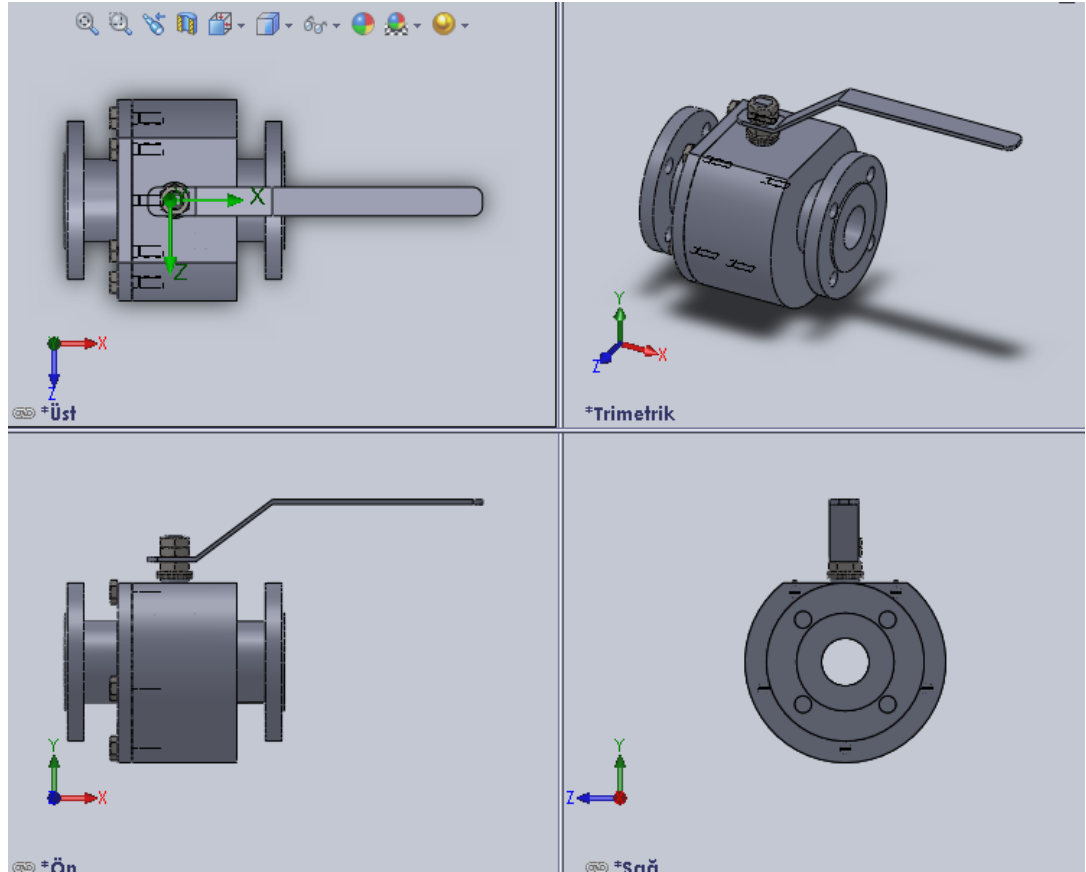


Şekil 5.31 : Vananın son hali



Şekil 5.32 : Kol somun bağlantıları

Şekil 5.31’de görüldüğü gibi, somun ve sap bağlantıları vanaya yapılmaktadır. Böylece tasarlanan küresel vana Şekil 5.33’de görüldüğü son halini alır.

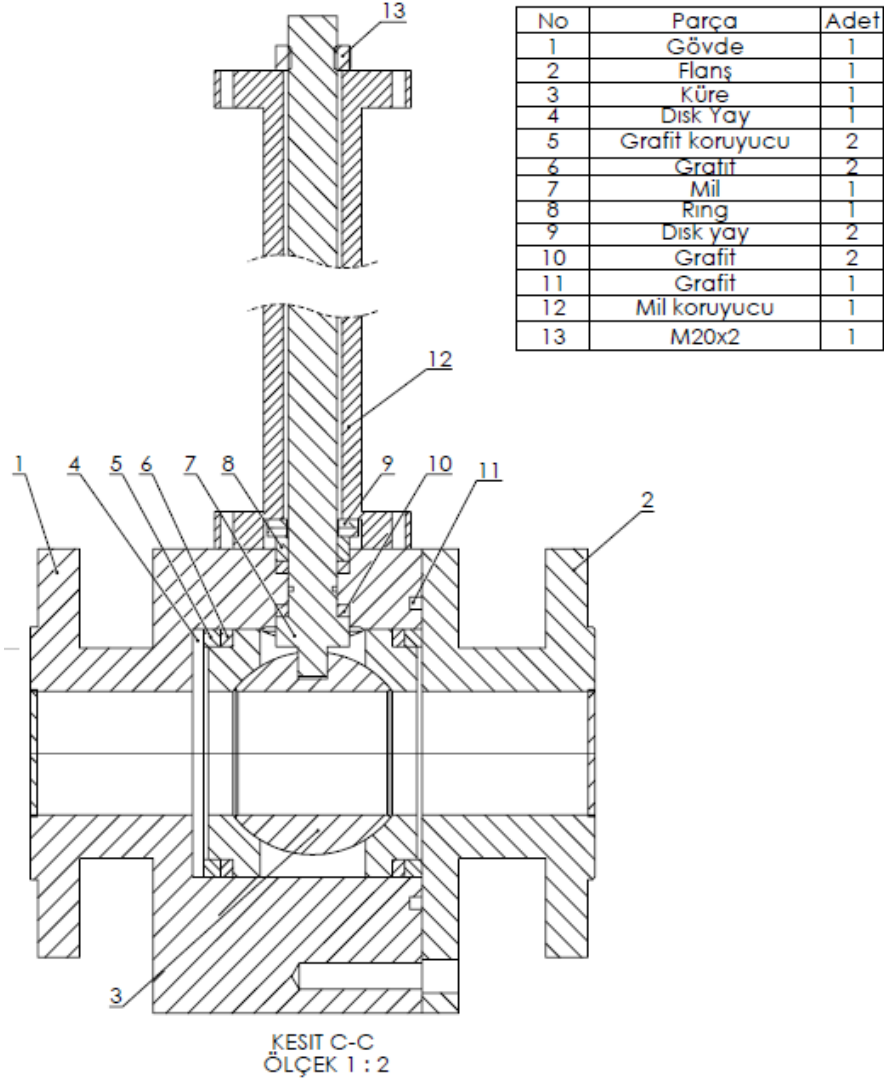


Şekil 5.33 : Tamamlanan vananın farklı açılardan görünümü

Eğer vana içerisinde 200° C’lerde akışkan geçecek olsaydı, yukarıdaki tasarlanan vana sap dizaynı açısından uygun bir vana olacaktı. Ancak vana içerisinde

50

Şekil 5.34’de görüldüğü gibi, metal grafit koruyucular 2 mm dışarıda tutulmuştur, bunun önemli amacı imalatçılardan kaynaklanabilecek ölçü değişikliklerinde, bu parçaların boyutlarında değişiklikler yaparak, tüm küre ve sızdırmazlık elemanlarını yeniden ürettirmekten korumaktır.



Şekil 5.35 : Tamamlanan küresel vana parçalarının gösterimi

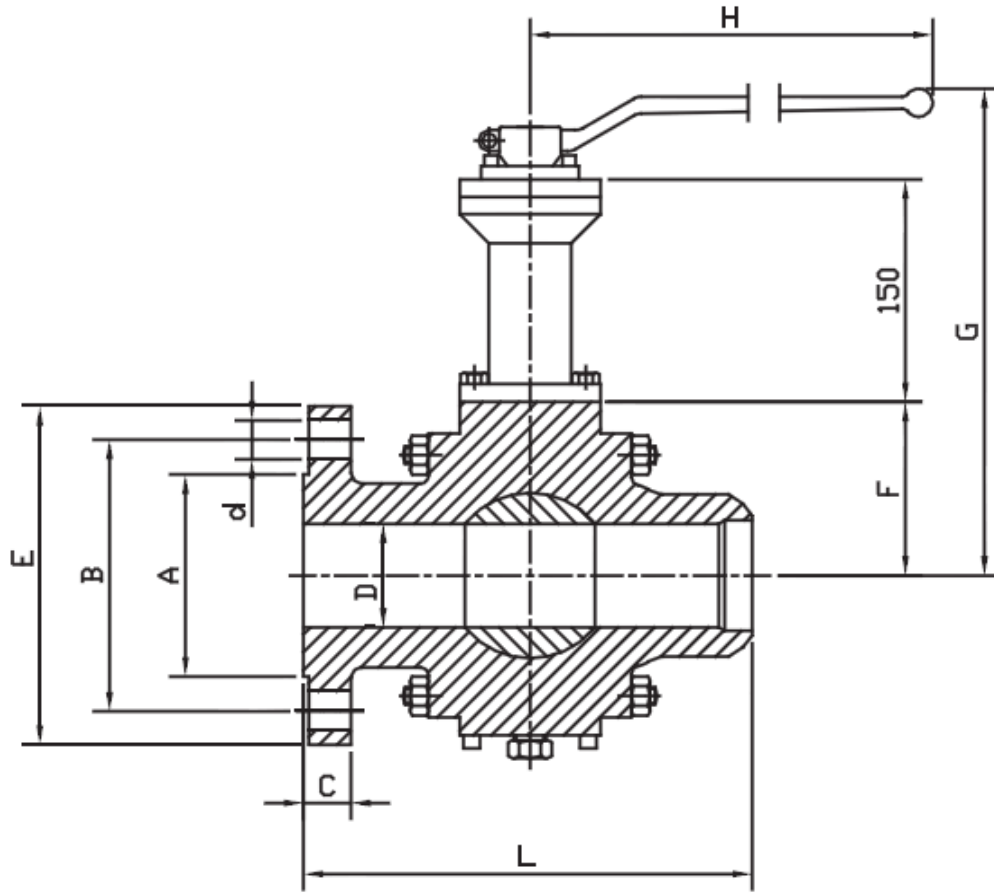
5.4 Küresel Vana Tasarımında Farklılıklar

Küresel imalatı yapan birçok firma bulunmaktadır. Yüksek sıcaklıkta küresel vana imalatı yapan daha az miktarda firma vardır. Ancak genel durum şu ki, firmaların yapısal anlamda kullandıkları teknoloji ve dizayn, ancak katalogları yardımıyla

öğrenilebilmektedir. Bu sebeple bizde tasarladığımız vana ile, diğer küresel vanalar arasındaki farklılıklar incelenecektir.

5.4.1 Mil uzunluğu farklılıkları

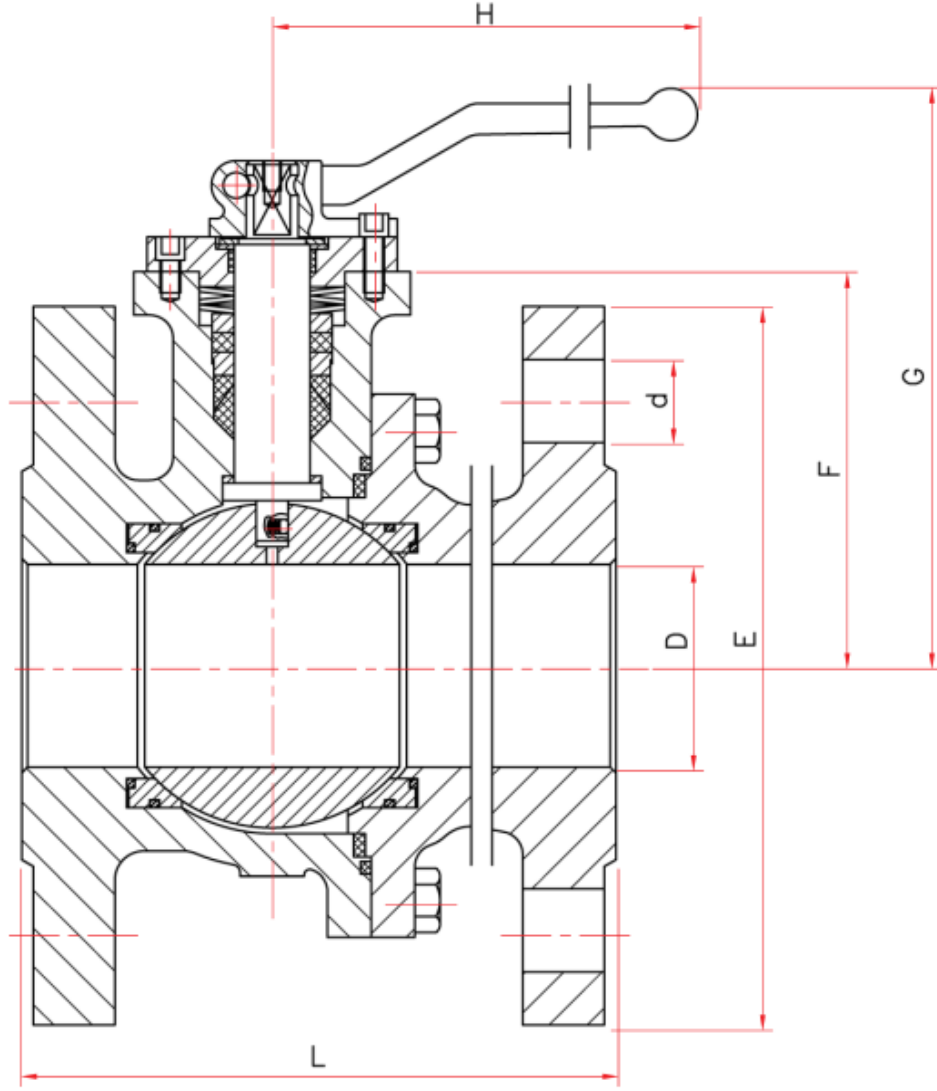
Şekil 5.36’da Pekos firmasına ait mil uzatma miktarı gösterilmiştir. Buna göre mil uzatma miktarı içerisinde geçen akışkanın sıcaklığına bakılmaksızın 150mm alınmaktadır [17].



Şekil 5.36 : Pekos firmasının mil uzatma miktarı

5.4.2 Sızdırmazlık elemanı farklılıkları

Şekil 5.37’de Pekos firmasının sızdırmazlık elemanı bölgesindeki farklılıklar gözlenebilmektedir. Firmanın yaptığı dizaynda küreye kuvvet uygulayan yay bulunmamaktadır[18]. Ayrıca metal sızdırmazlık elemanının arka kısmına yerleştirilen grafitlerde sızdırmazlık görevini yerine getirmektedir.



Şekil 5.37 : Pekos firmasının yüksek sıcaklıkta çalışabilen vana dizaynı

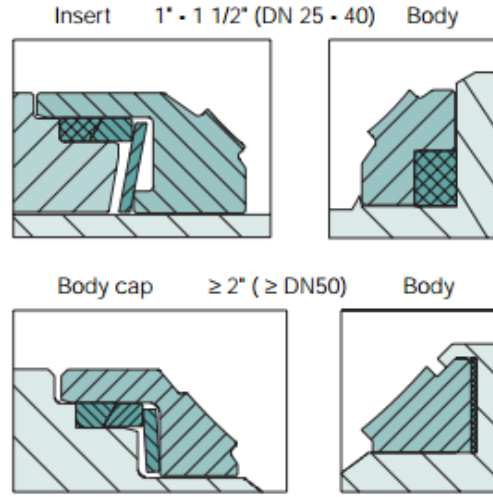
Şekil 5.38’da Neles firmasının yaptığı farklı sızdırmazlık tasarımları gözlenmektedir. Buna göre DN25 ve DN40 olan vanaları için yaptığı tasarım ile, DN50 ve üzerinde yaptığı tasarımlar farklılık göstermektedir.

Küre yatağı: Paslanmaz çelik+sertleştirme

Sızdırmazlık elemanı: Grafit

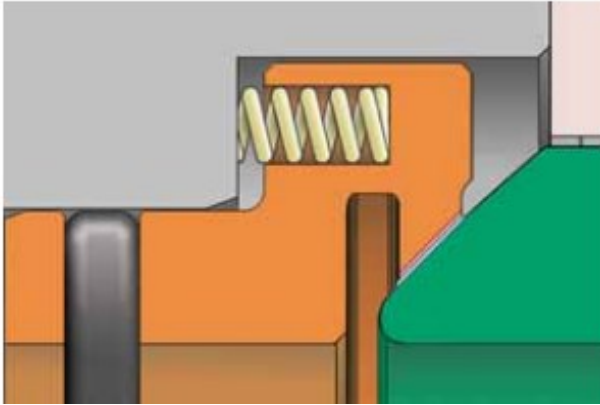
Yay: Incoloy 825

Sıcaklık aralığı: -200 °C -...+450°C, 600 °C kullanımda kürenin krom-karbür kaplama olması gereklidir.

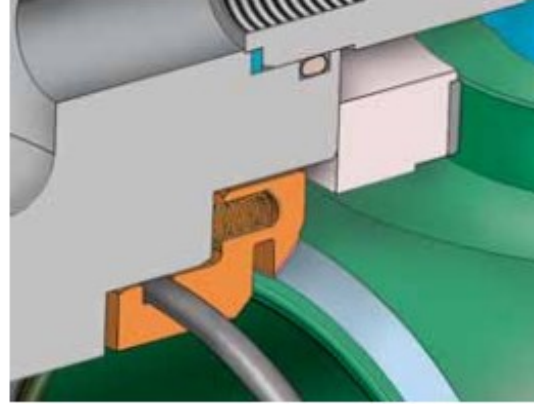


Şekil 5.38 : Neles firmasının tasarımı [19]

Bir diğer tasarım yapan ve bunları Türkiye’de Aygaz gibi büyük firmalara satan Valbart firmasının tasarımları Şekil 5.39, 5.40 ve 5.41’de gösterilmiştir.



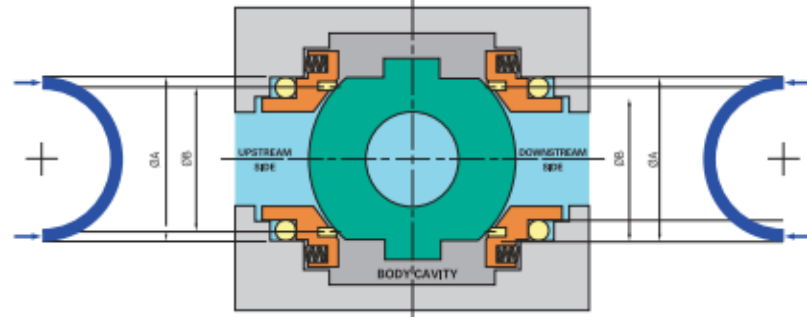
Şekil 5.39 : Valbart yay sistemi



Şekil 5.40 : Valbart temas yapısı

Burada kullanılan yay spiral yaydır, diğer kısımlar yaptığımız tasarımla benzerlik göstermektedir. [20]

Valbart firmasının kullandığı grafitler silindiriktir. Bunun gibi sızdırmazlık dizaynındaki farklılıklar değişiklik göstermektedir. Artısı ve eksileri bambaşka bir çalışmadır.

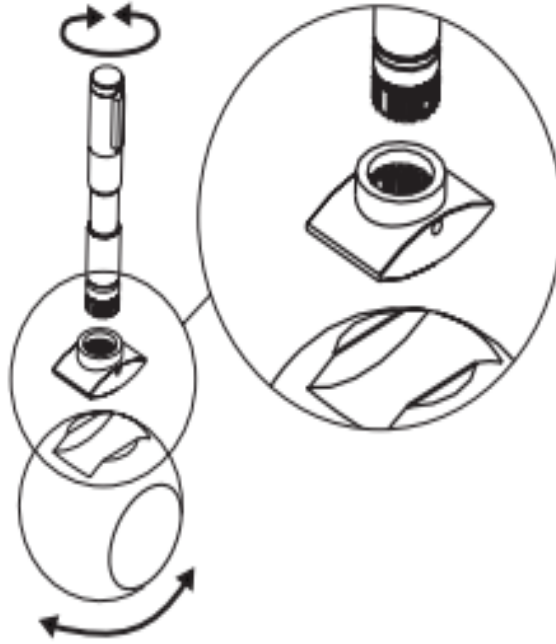


Şekil 5.41 : Valbart firmasının komple dizaynı

Burada sızdırmazlığın yanında, uzun ömürlü kullanımın sağlanabilmesi için, farklı tasarım yollarına gidilmiştir.

5.4.3 Mil yapısı farklılıkları

Neles firmasının tasarladığı ve imalat sırasında fiyat avantajı sağlayan mil dizaynı Şekil 5.42’de gösterilmiştir. Bu sayede üst ve alt kısmının torna ve frezede işlenmesi komplike olan mil parçası, 2 farklı bölüm olan üretilir ve sonrasında birleştirilir. [19]



Şekil 5.42 : Metso firmasının mil dizaynı

6. ANALİZ

6.1 Akış ve Isıl Analiz

6.1.1 Teori

6.1.1.1 Dahili ve harici akışlar

Eğer akış tamamen katı yüzeylerle çevrili ise akış “dahili” yada “kanal içi” akış adını alır. Harici akış ise, sınırlanmamış akış içerisinde bulunan katı cisimlerin üzerinden gerçekleşen akıştır.

Dahili ve harici viskoz akışların her ikisi de laminar ya da türbülanslı olabilir. Akış karakteri Reynold Sayısı (Re) ile belirlenir. Dairesel boru içi akışta

$$Re = \frac{\rho \bar{V} D}{\mu} \leq 2300 \Rightarrow \text{Akış laminar} \quad (6.1)$$

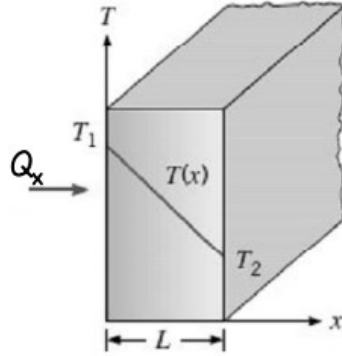
Vananın iç kısmında kanal içi zorlanmış akım bulunmaktayken, kanal dışında hava bulunmakta ve burada da harici, zorlanmamış akış bulunmaktadır.

6.1.1.2 Isı geçişi

Vana üzerinde kullanılacak olan sap uzunluğunun belirlenmesinde rol oynayan analiz çalışmasında ısı geçiş konusu önemli bir yere sahiptir. Vananın kendi elemanları ve sıvılar arasında ısı geçişi iletim yolu ile gerçekleşirken, vananın hava ile temasında ısı taşınımı rol oynamaktadır. Vana içerisinde geçen akışkanın sıvı yada buhar olması halinde yine iç çeperler ile akışkan arasında yapılan ısı geçişi taşınım şeklinde gerçekleşir.

6.1.1.3 Isı iletimi

İletim kelimesi atomik ve moleküler faaliyeti çağrıştırmalıdır, çünkü ısı geçişinin bu türü, atomik ve moleküler düzeyde hareketle ilgilidir. İletim, bir maddenin daha yüksek enerjili parçacıklardan daha düşük enerjili parçacıklarına, bu parçacıklar arasındaki etkileşimler sonucunda enerjinin aktarılması olarak düşünülebilir. Daha yüksek enerjili moleküller, daha yüksek sıcaklıktadır ve komşu moleküller sürekli olarak çarpışırken, daha çok enerjili moleküllerden daha az enerjili moleküllere bir enerji aktarımı mutlaka gerçekleşir. Öyleyse, bir sıcaklık farkı olması durumunda, sıcaklığın azaldığı yönde enerji aktarımı gerçekleşecektir. Rastgele moleküler hareket ile enerji aktarımı, enerjinin yayılımı olarak ifade edilebilir. Isı geçişi işlemlerini, uygun uygun olan denklemei incelemek ile mümkündür. Bu denklemler, birim zamanda aktarılan enerji miktarını hesaplamak için kullanılabilir. Isı İletimi için an denklemi Fourier yasası olarak bilinir. Aşağıda Şekil 6.1’de görülen $T(x,t)$ sıcaklık dağılımına sahip bir boyutlu düz duvar için an denklemi aşağıdaki gibi ifade edilir:



Şekil 6.1: Isı iletimi [21]

$$\dot{Q} = -k \cdot A \cdot (T_e - T) / dx \quad (6.2)$$

Q_x (W), birim zamanda geçen ısı,

K (W/mK), ısı iletim katsayısı

A (m^2), ısı geçişi doğrultusuna dik yüzey alanı, ve

dT/dX , X doğrultusunda sıcaklık gradyanıdır.

Vana malzemesinin ısı iletim katsayısının önemi burada ortaya çıkmaktadır. AISI 304 malzemenin kullanıldığı vana gövde malzemelerinin ısı iletim katsayısı 16.2 W/mK olarak alınmıştır[21].

6.1.1.4 Isı taşınımı

Taşınım ile ısı geçişi iki mekanizmadan oluşur. Rastgele moleküler hareket (yayılım) sonucunda enerjinin aktarımının yanı sıra, akışkanın kitle veya makroskopik hareketi ile de enerji aktarımı olur. Bu akışkan hareketi herhangi bir anda, çok sayıda molekülün, topluca veya kümelenmiş olarak hareket etmesi ile ilgilidir. Bir sıcaklık farkı olması durumunda böylesi bir hareket, ısı geçişine katkıda bulunur. Küme içindeki moleküller rastgele hareketlerini de korudukları için, toplam ısı geçişi, moleküllerin rastgele hareketi ile ve akışkanın kitle hareketi ile oluşan enerji aktarımlarının bir toplamıdır. Bu toplam aktarım söz konusu olduğunda taşınım terimi; akışkanın kitle hareketi ile oluşan aktarım söz konusu olduğunda ise, adveksiyon terimi kullanılır.

Taşınım ile ısı geçişinin tüm türleri için kullanılan denklem,

$$q = h \cdot (T_e - T) \quad (6.3)$$

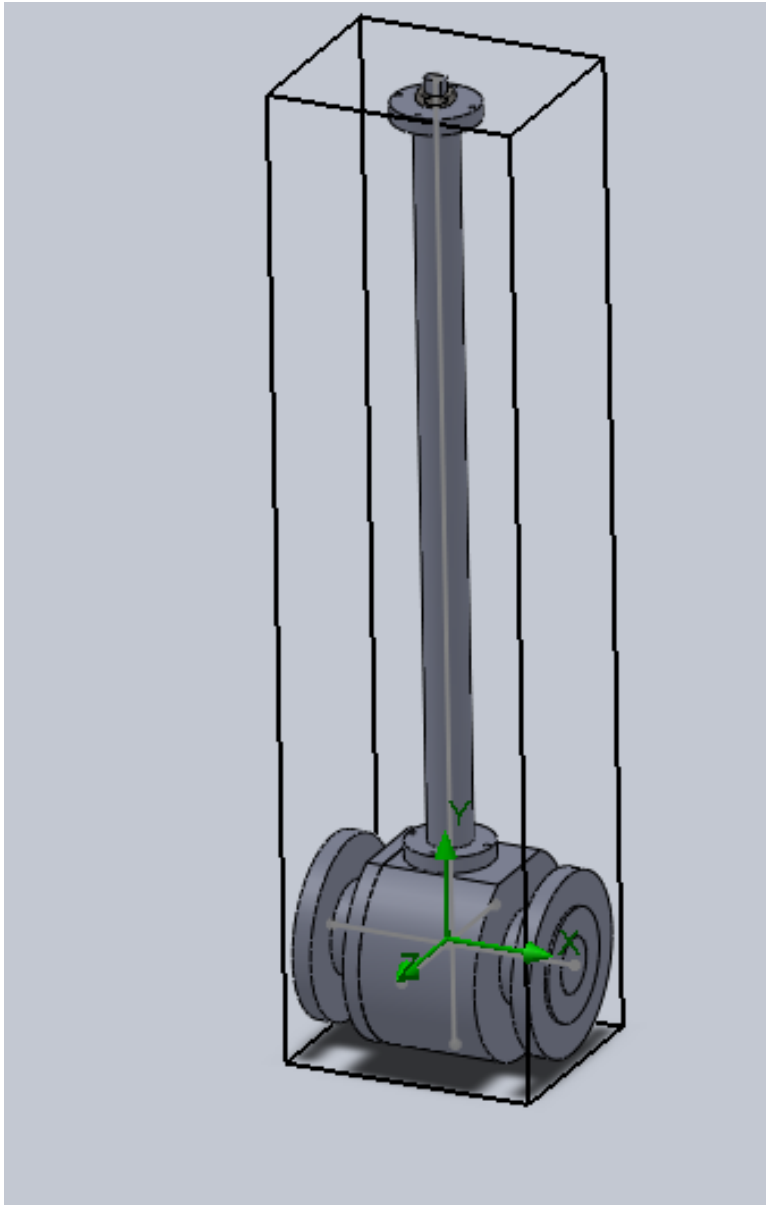
şeklinde dir. Bu ifade Newton'un soğutma yasası olarak bilinir. Burada taşınım ısı akışı q (W/ m²), yüzey ile akışkan sıcaklıkları arasındaki fark $(T_e - T)$ ile doğru orantılıdır. Orantı katsayısı h (W/m²K), ısı taşınım katsayısı olarak adlandırılır[22].

Normal şartlarda doğal taşınımlarda havanın ısı taşınım katsayısı şartlara bağlı olarak 5-25 (W/m²K) değerleri arasında değişmektedir [23]. Isı iletim katsayısı arttıkça ısı geçişi artar, eğer maksimum değerde ısı iletim katsayısı alınacak olursa, vana sapında hızlı soğuma oluşacak ve mil uzatma sapı kısa imal edilecektir. Bu durumda rüzgarsız ve nemsiz, ısı iletim katsayısının minimuma yaklaştığı bir günde ısı alışverişi yeterince gerçekleşmeyecek ve kullanılan aktuatöre zarar verebilecektir. Bu sebeple en zor şartlar düşünülerek ısı iletim katsayısını hesaplarda 5 (W/m²K) olarak almaktayız. Isı taşınım ve iletim bilgileri analiz bölümünde anlatılacaktır[22].

6.1.1.5 Işınım

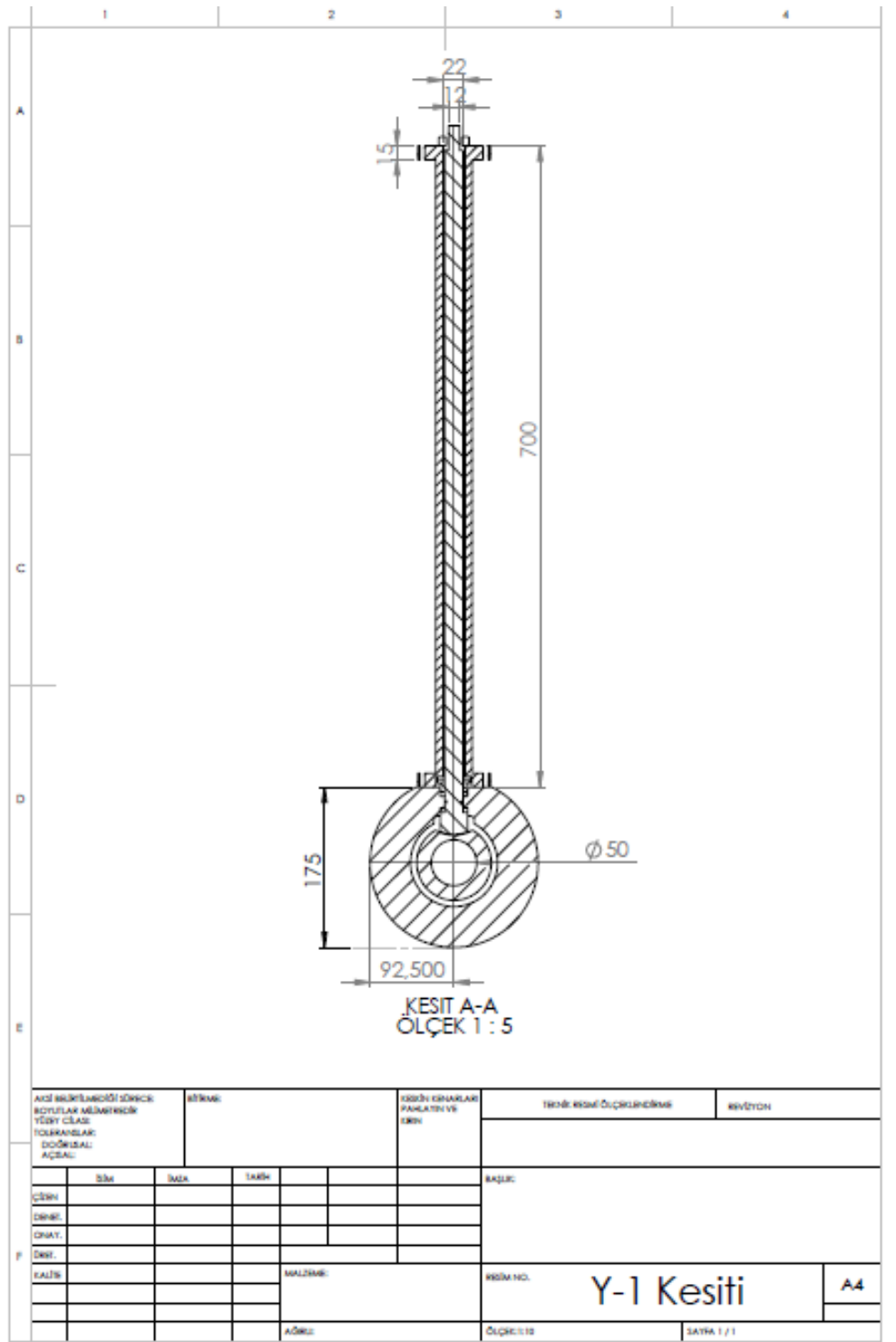
Isıl ışınlm, sonlu sıcaklığa sahip bir cismin yaydığı enerjidir. İletim ve taşınım ile enerji aktarımı, bir maddi ortamın varlığını gerekli kılarken, ışınlm için bu şart yoktur. Hatta, ışınlmla aktarım boşlukta daha etkin olarak gerçekleşir. Vanalarda ışınlm gerçekleşmediğinden, bu çalışmada ışınlm analizi yapılmayacaktır.

6.1.2 Analiz kesitleri



Şekil 6.1 : Vana kompleksinin dış görünümü ve kontrol hacmi

Şekil6.1’de analiz çalışması yapılacak olan vananın genel görüntüsü gözükmemektedir. Vananın içerisinde bulunduğu dikdörtgen prizma, kontrol hacmini göstermektedir.



Şekil 6.2 : Vananın ön kesit resmi-Y-1

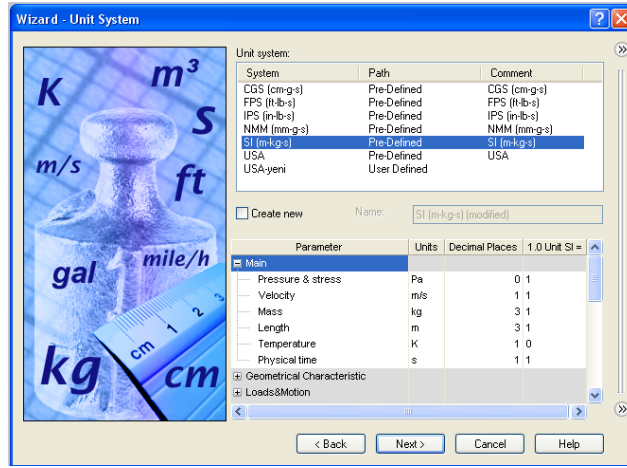
KESİT B-B
ÖLÇEK 1 : 5

62

D-1 Kesitinde akışkanın geçtiği mesafenin 230mm olduğu gözükmemektedir. Akışkanın giriş yaptığı kısım kesit resmin sağ kısmından olacaktır.

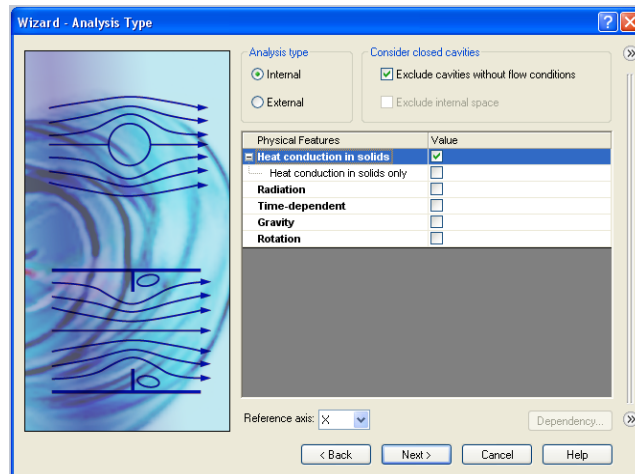
6.1.3 Akış ve termal analizin uygulanışı

Çalışmanın akışkan analizi bölümünde ‘Solidworks Flow Simulation’ programı kullanılmıştır. Solidworks adlı katı tasarım programında çizilen modellerin, bu programa gönderilmesi ve gerekli değerlerin girilmesiyle analiz çalışması gerçekleşir. 0.47 kg/sn ve 16 bar basınç altında akışkanın farklı sıcaklıklarda, sap üzerindeki sıcaklık dağılımı incelenecektir.



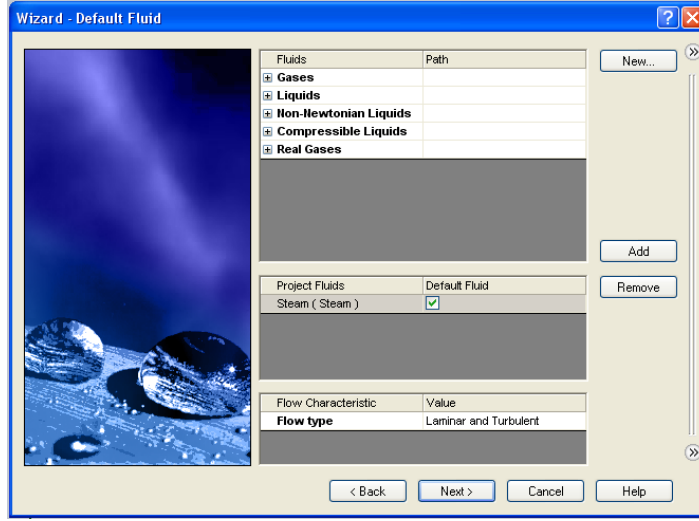
Şekil 6.4 : Birim seçimi

Birim seçiminde Şekil 6.4’de görüldüğü gibi SI birim sistemi seçilmiştir ve sıcaklık birimi olarak Celcius birimi tercih edilmiştir.



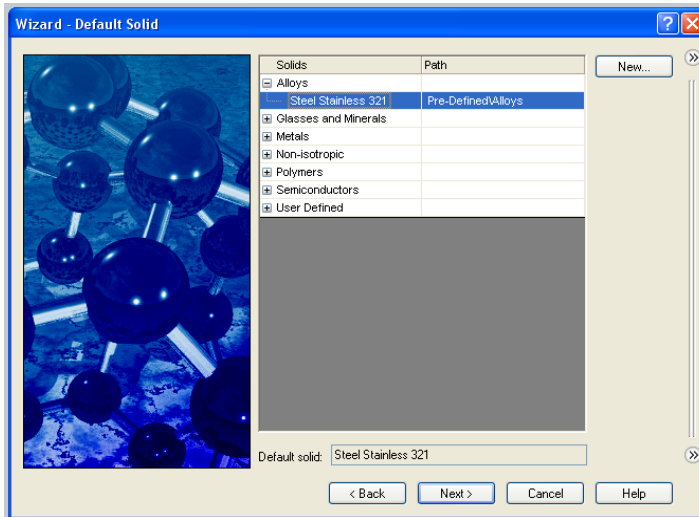
Şekil 6.5 : Analiz tipi ve ısı transferi onayı

Daha sonraki adımda akış tipi iç akış olarak seçildi, katılar arası ısı transferi olacağının onayı yapıldıktan sonra bir sonraki adıma geçilmektedir.

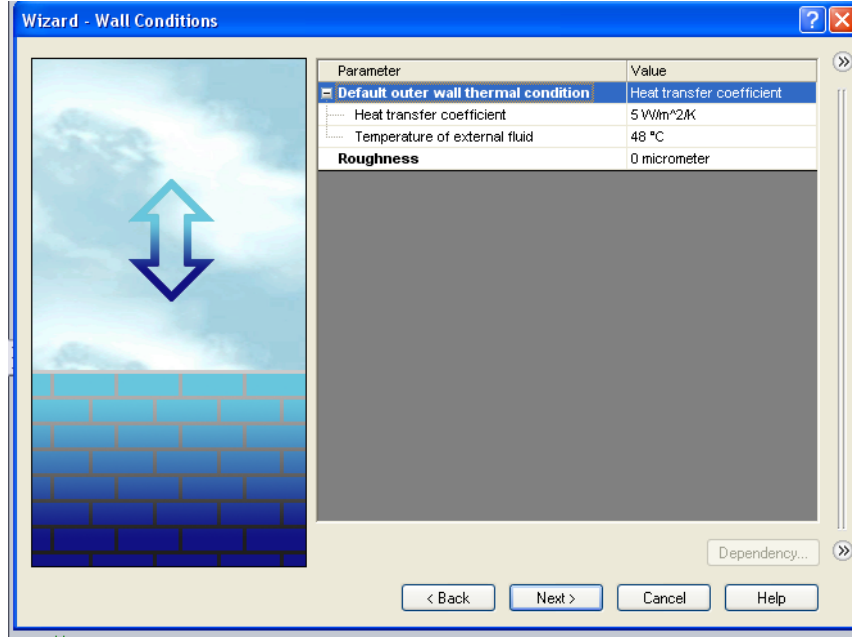


Şekil 6.6 : Akışkan seçimi

Akışkan seçimi olarak Şekil 6.6'da görüldüğü gibi buhar seçimi yapıldı ve bir sonraki bölüm olan malzeme seçimine geçilmiştir. Burada Şekil 6.7'de gösterildiği gibi, paslanmaz çelik 321 seçimi yapılmıştır. Ancak bu genel bir seçimdir. Çünkü parçaların hepsi aynı malzemeden oluşmamaktadır. Bu sebeple programın yapısı gereği, ayrıntılı malzeme seçimi, sonraki adımlarda yapılacaktır.

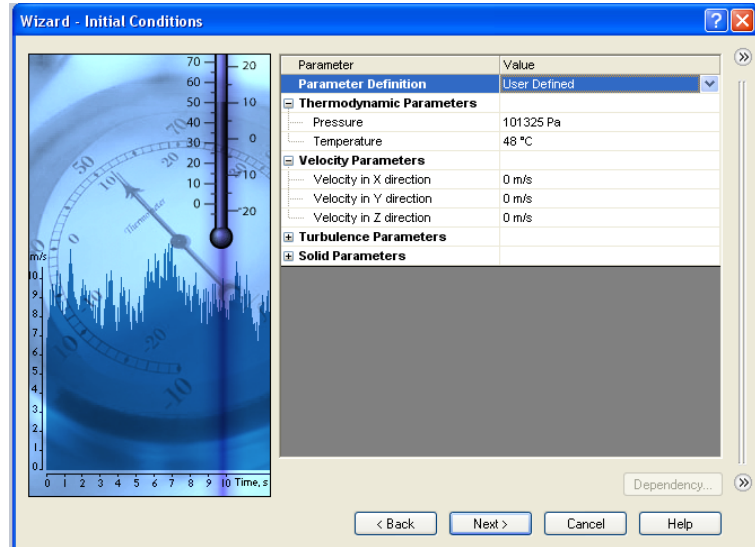


Şekil 6.7 : Malzeme seçimi



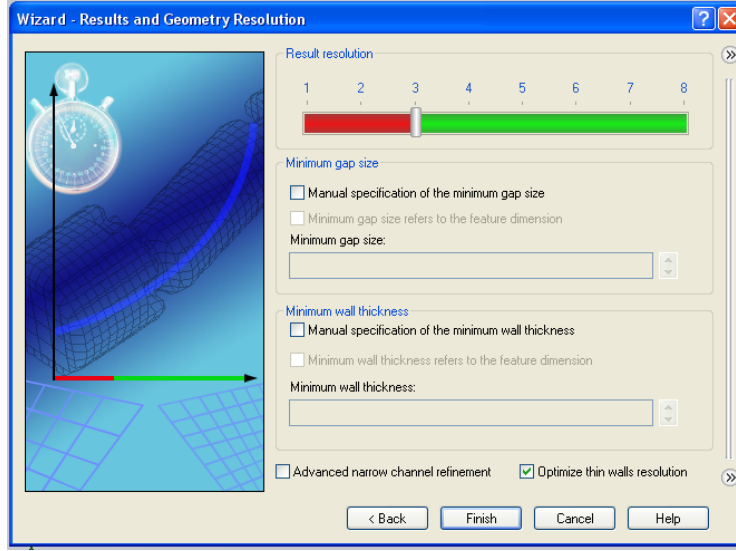
Şekil 6.8 : Sınır değerlerinin seçimi

Şekil 6.8’de gösterildiği gibi kontrol hacmiyle dış ortam arasındaki ısı taşınım katsayısı $5W / m^2 K$, dış ortam sıcaklığı ise $48^{\circ}C$ alınmıştır.



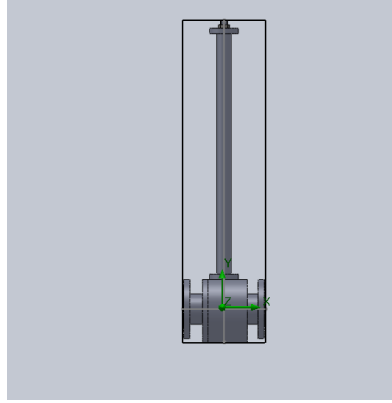
Şekil 6.9 : Hız, sıcaklık ve basınç gösterimleri

Bu adımda sizden katının başlangıç sıcaklığını isteyen programa, vananın en zor çalışma şartlarında dayanımı gerektiğinden, $48^{\circ}C$ değeri girilmiştir.



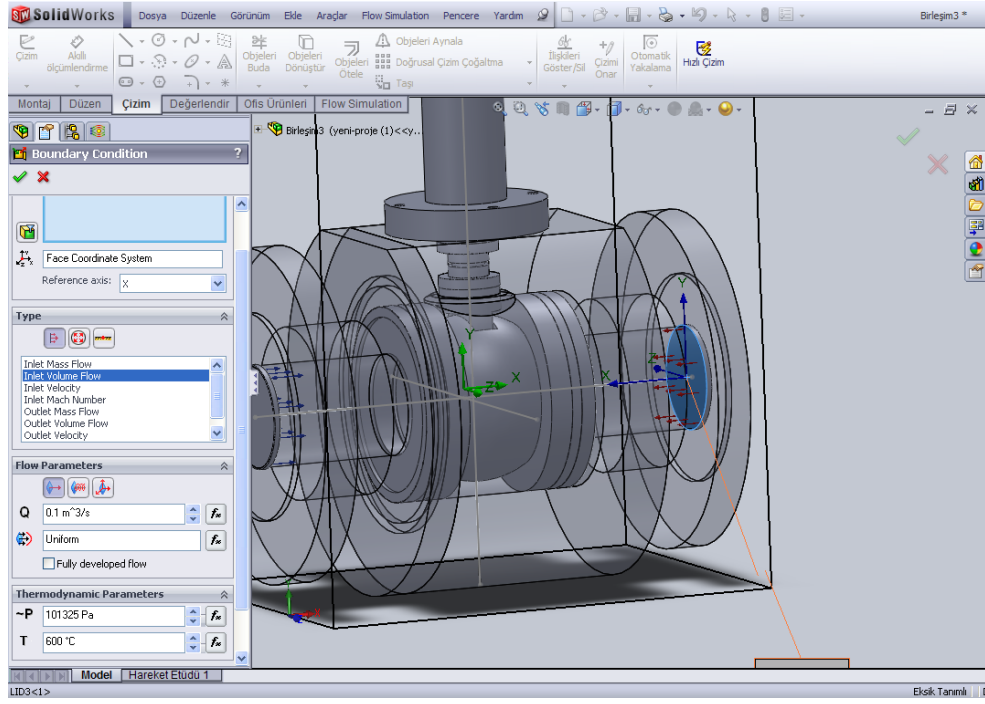
Şekil 6.10 :Çözüm ağı düzenleyicisi

Bu adımda ise, Şekil 6.10’da görüldüğü gibi, atılacak olan çözüm adımının, programın uygun bulduğu normal konumdamı yoksa daha detaylı ya da daha kaba çözüm ağı ayarlarını yapabileceğimiz adımdır. Yapılan analizde amacımız, mikron seviyelerinde veri yerine, bizi tasarım aşamasında yönlendirecek bir çalışma olması sebebiyle burada, programın uygulayacağı ortalama çözüm ağı büyüklüğünü kabul edilmiştir.



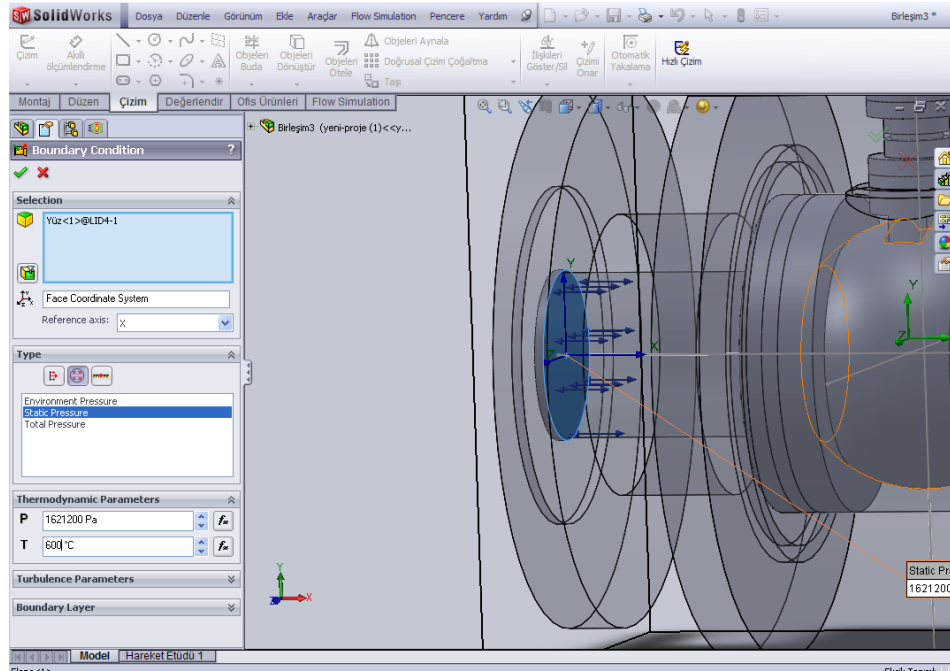
Şekil 6.11 : Kontrol hacmi

Program gerekli kontrol hacmini Şekil6.11’de görüldüğü gibi oluşturmuştur. Bundan sonraki adımlarda yapacağı hesaplamaları bu kontrol hacminin içi ve dışı olarak ele alarak yapacaktır.



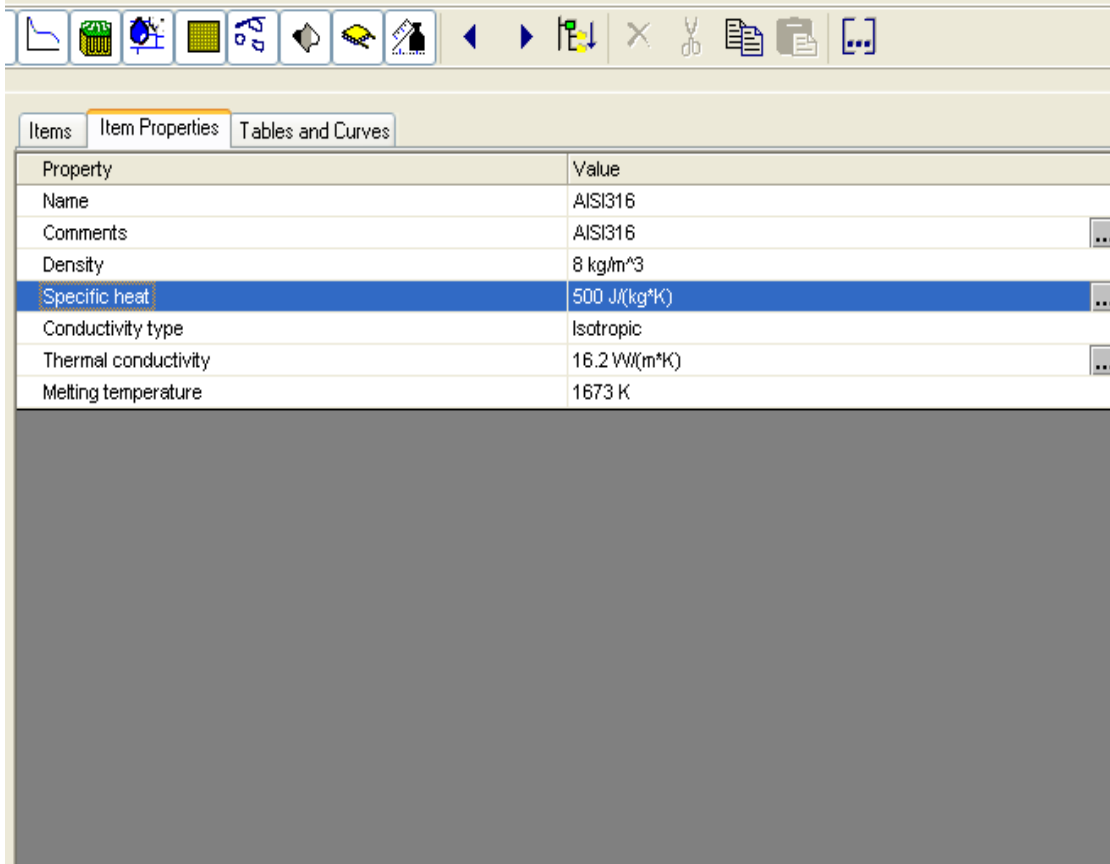
Şekil 6.12 : Giriş noktasının belirlenmesi

Şekil 6.12’de görüldüğü gibi vananın giriş noktası seçiliyor ve uygulanacak sıcaklık, basınç ve akışkan debisi değerleri giriliyor. Akışkan debisi değeri olarak 0.47 kg/sn değeri giriliyor.



Şekil 6.13 : Çıkış noktasının belirlenmesi

Çıkış basıncı ve akışkanın çıkış sıcaklığı Şekil 6.13’de görülen sınır koşullarına girilmektedir.



Şekil 6.14 : Malzeme Tanıtımı

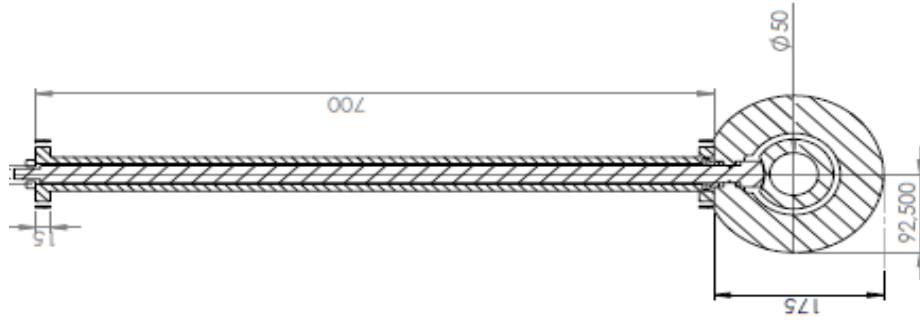
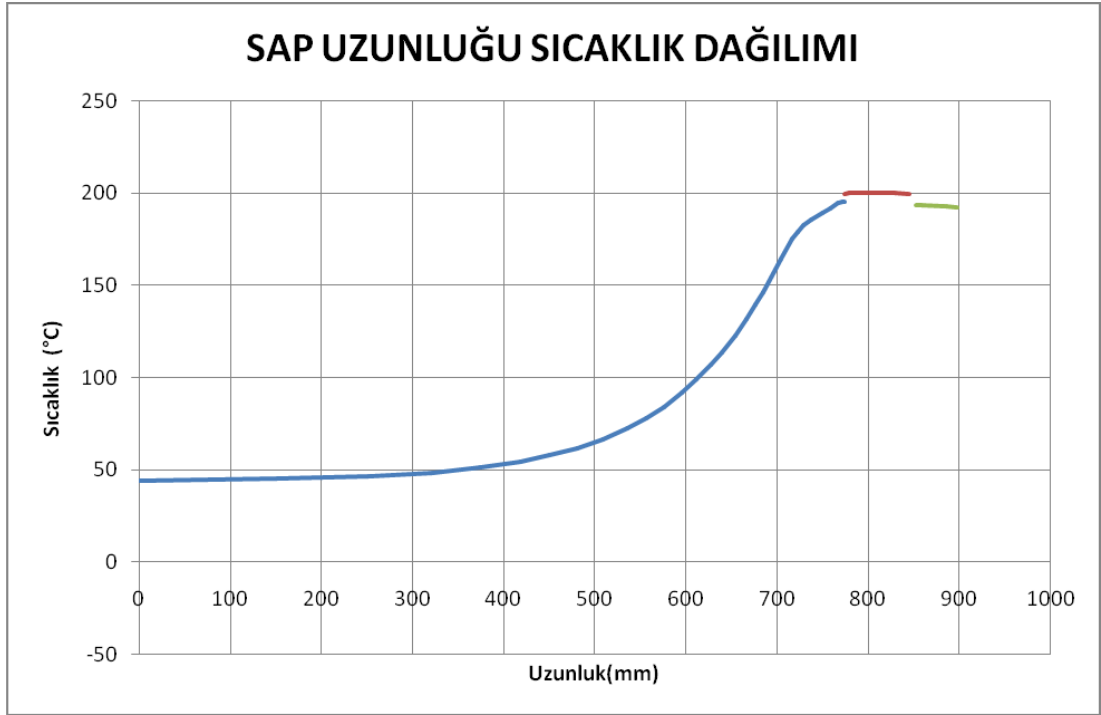
Vananın malzemesi olan AISI-316 (1.4401) malzemesini yeni bir parça olarak Şekil 6.14’de olduğu gibi, programa tanıtıyoruz. Buna göre ısı iletim katsayısı 16.2 W/(mK), erime sıcaklığı 1673K, yoğunluğuda 8 kg/m³olarak girilmiştir. [24].

Malzemenin tüm özelliklerinin girildiği bu kısımda, analiz boyunca kullanılacak akışkan tipi olan su buharının verileri programda bulunduğundan tekrar veri girişi yapılmamıştır.

Bu kısımda AISI-316 malzemesinin özellikleri sıcaklık değişimine bağlı sabittir. Yani sıcaklığın artması yada azalmasına göre ısı iletim katsayısı, yada yoğunluktaki değişimler program tarafından gözardı edilecektir.

6.1.4 Analiz grafiklerinin kademeli oluşumu

6.1.4.1 200°C dış sıcaklık 16 bar basınç

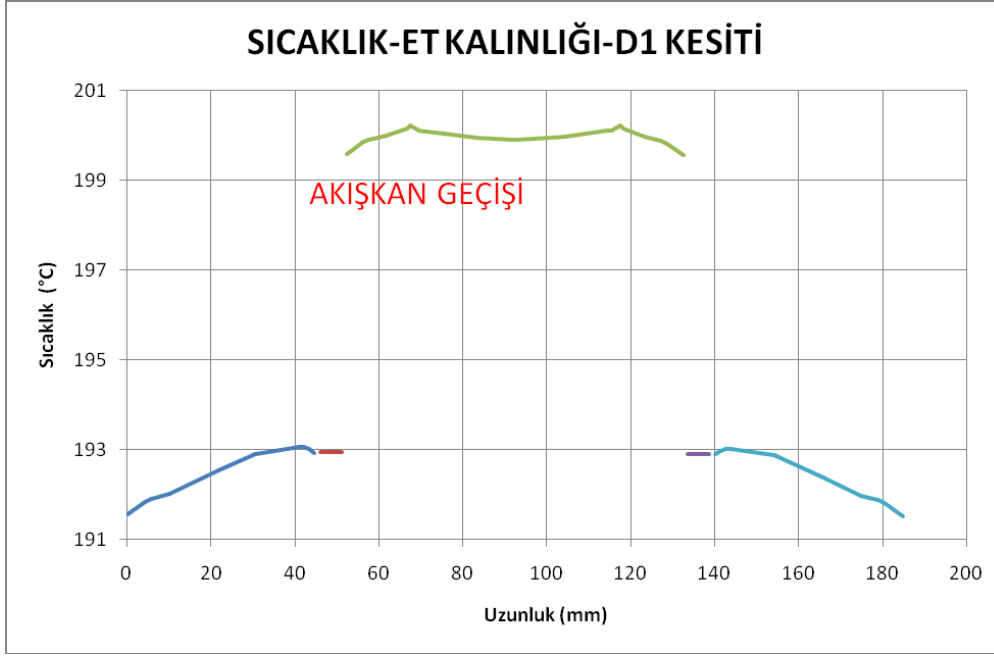


Şekil 6.15 : 200°C dış sıcaklık sap uzunluğu sıcaklık dağılımı

Şekil 6.15, vanaya tasarım sırasında yerleştirilen uzun mile ve vana gövdesine etki eden sıcaklık değerlerini göstermektedir.

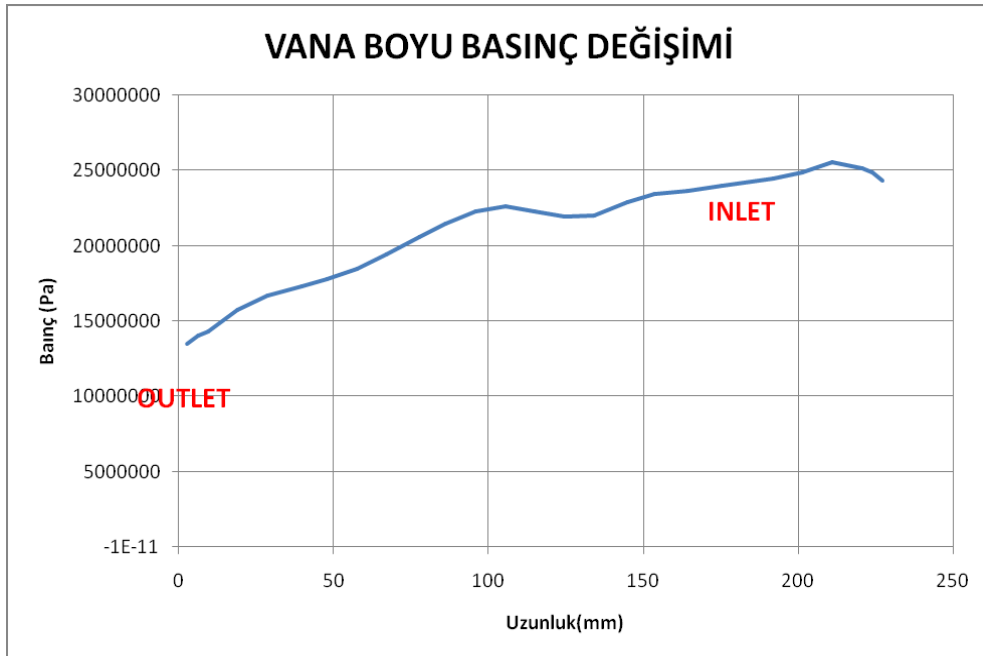
Ortaya çıkan Şekil 6.15'deki grafik, gövde 200 °C sıcaklık değerindeyken, döndürme miline doğru olan soğumayı göstermektedir.

Üst kısma takılacak eyleyici en fazla 80 °C'de çalışabildiğinden, grafikte yaklaşık 580mm'ye denk gelmektedir. Buda mil uzunluğunun yaklaşık 120 mm alınabileceğini göstermektedir.

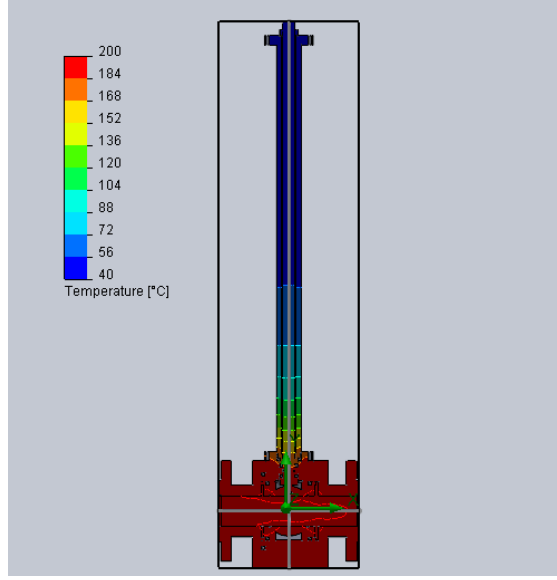


Şekil 6.16 : 200°C dış sıcaklık gövde sıcaklık dağılımı

Şekil 6.16'da orta kısım(40mm-120mm arası) akışkanın geçtiği delikteki sıcaklık dağılımını gösterirken, Şekil 6.17'de vana boyunca oluşan basınç farkı gösterilmiştir.



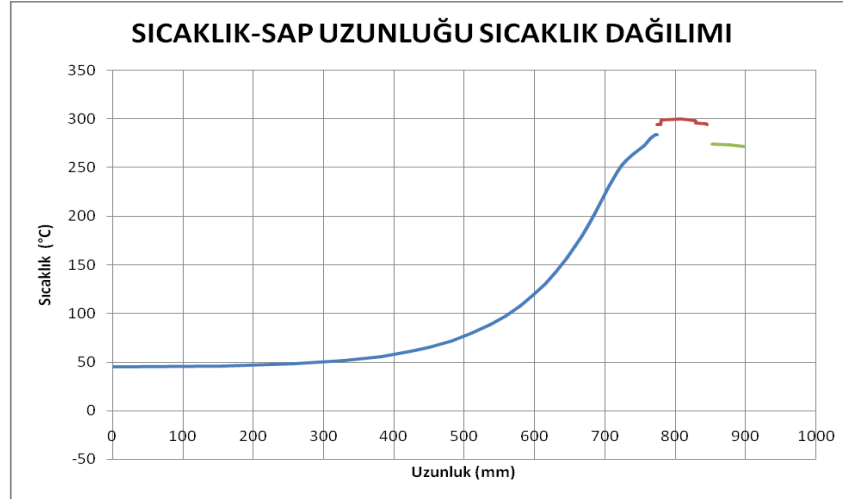
Şekil 6.17 : 16bar çıkış basıncının vana boyunca etkisi



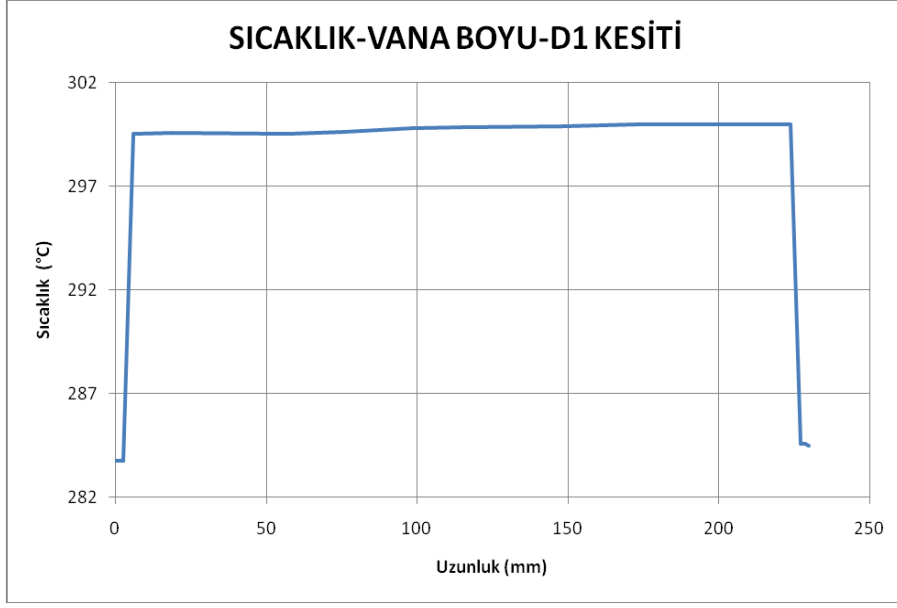
Şekil 6.18 : 200°C dış sıcaklık vana sıcaklık dağılımı

Şekil 6.18’de, kesit resimde, tüm sistemin sıcaklık dağılımını göstermektedir. Şekil 6.19’da ise, 200 °C’de gösterilmiş olan vana döndürme mili sıcaklık dağılımının 300 °C’deki durumunu göstermiştir.

6.1.4.2 300°C dış sıcaklık 16 bar basınç

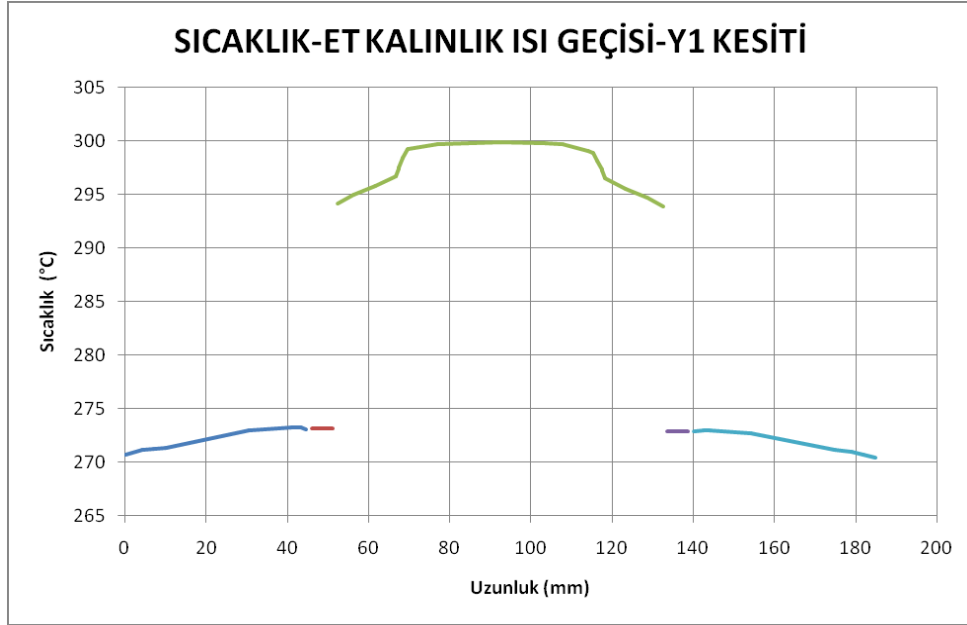


Şekil 6.19 : 300°C dış sıcaklık sap uzunluğu sıcaklık dağılımı

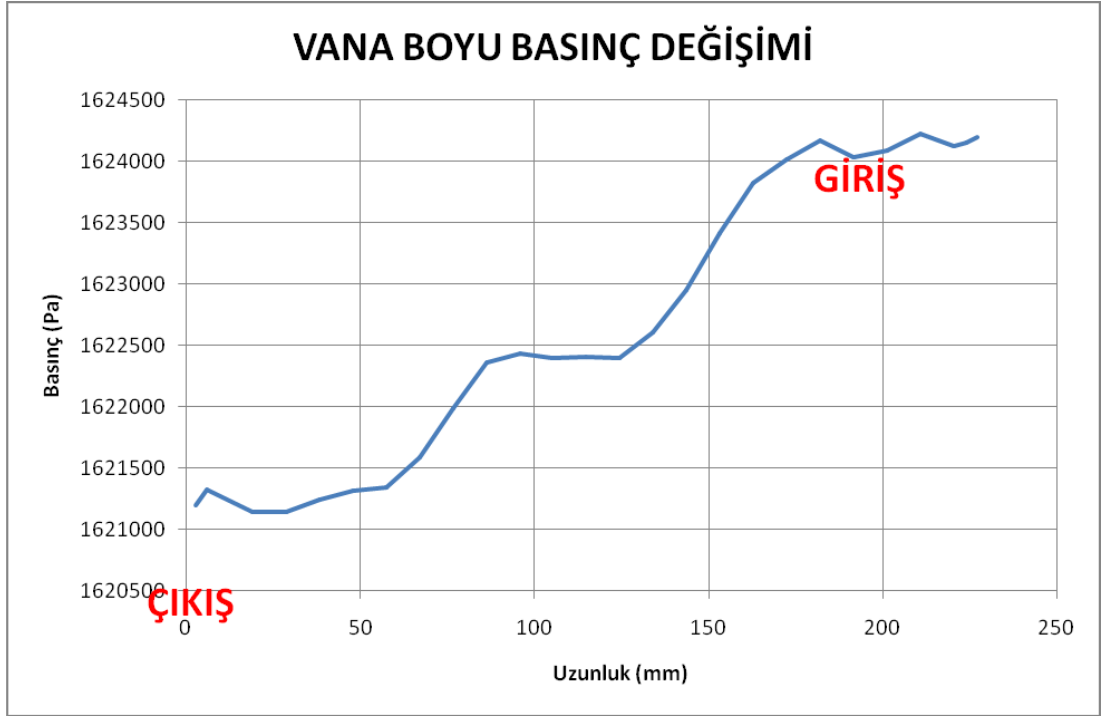


Şekil 6.20 : 300°C dış sıcaklık vana boyu sıcaklık dağılımı

Şekil 6.20’de 230 mm uzunluğundaki vanadan 300 °C’de akışkan geçmesi durumunda, sıcaklık değişimi gösterilmiştir. Şekil 6.21’de ise, 300 °C sıcaklıkta akışkan geçerken vana gövde çeperlerindeki sıcaklık dağılımı verilmiştir.

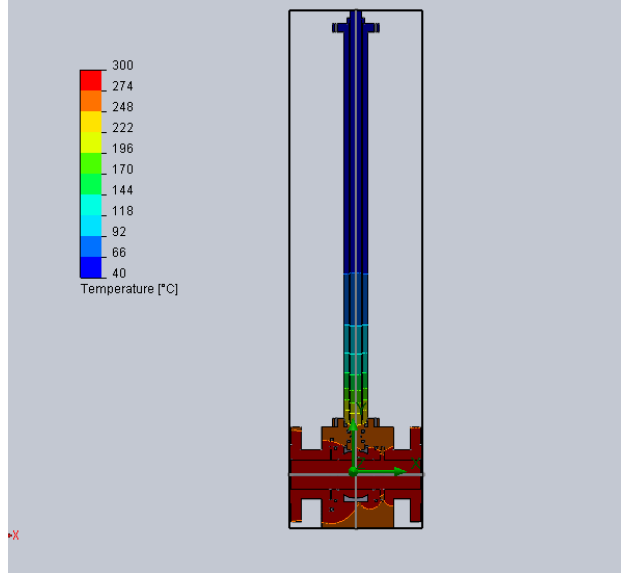


Şekil 6.21 : 300°C dış sıcaklık gövde sıcaklık dağılımı

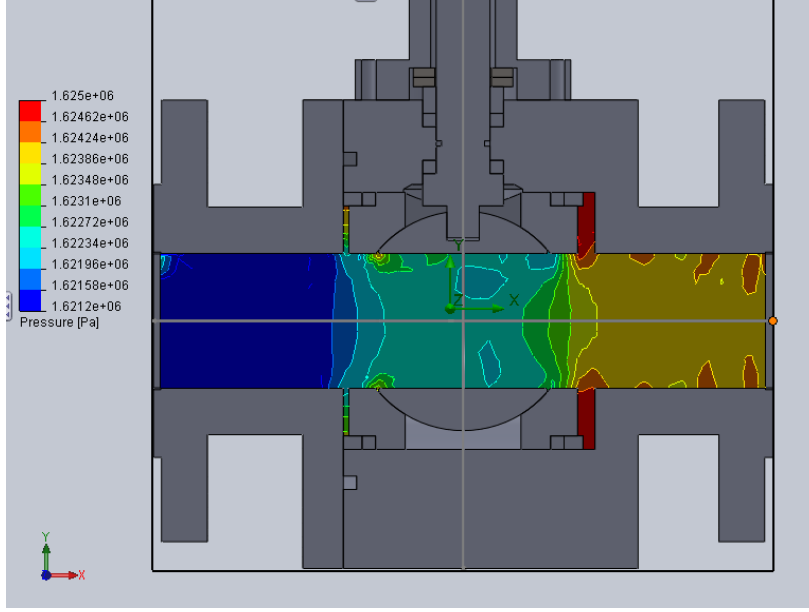


Şekil 6.22 : 16 bar çıkış basıncının vana boyunca etkisi

Şekil 6.22’de 230 mm uzunluğudaki vanadan, akışkanın geçme durumundaki basınç değişimi gösterilmiştir. Şekil 6.23’de ise, belirlenen koşullarda sıcaklık dağılımı verilmiştir.



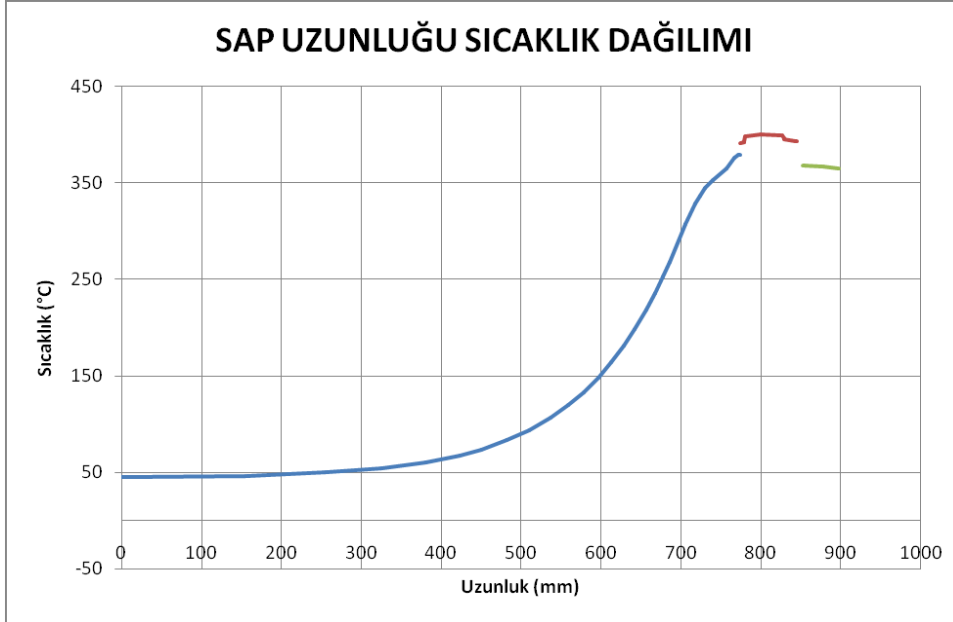
Şekil 6.23 : 300°C dış sıcaklık vana sıcaklık dağılımı



Şekil 6.24 : 300°C vana içi akışkan basıncı değişimi

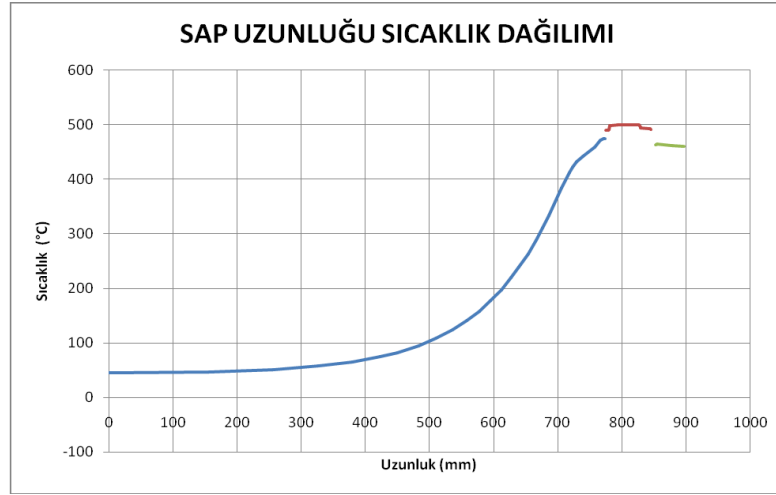
Şekil 6.24’de 300 °C’de ve 16 bar basınç altında, vana içerisindeki akışkanda, basınç dağılımı gösterilmiştir.

6.1.4.3 400°C dış sıcaklık 16 bar basınç



Şekil 6.25 : 400°C dış sıcaklık sap uzunluğu sıcaklık dağılımı

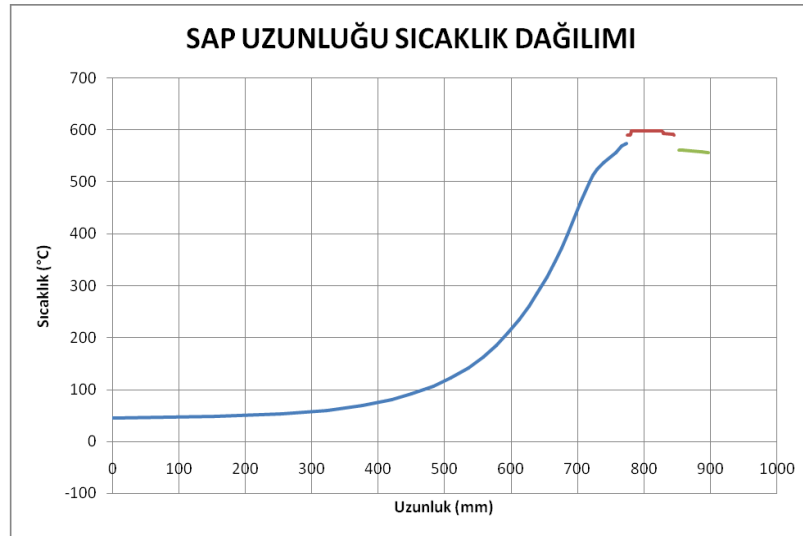
6.1.4.4 500°C dış sıcaklık 16 Bar basınç



Şekil 6.26 : 500°C dış sıcaklık sap uzunluğu sıcaklık dağılımı

Şekil 6.26’da 500 °C sıcaklıkta vana gövdesi ve döndürme milindeki sıcaklık dağılımı gösterilmiştir.

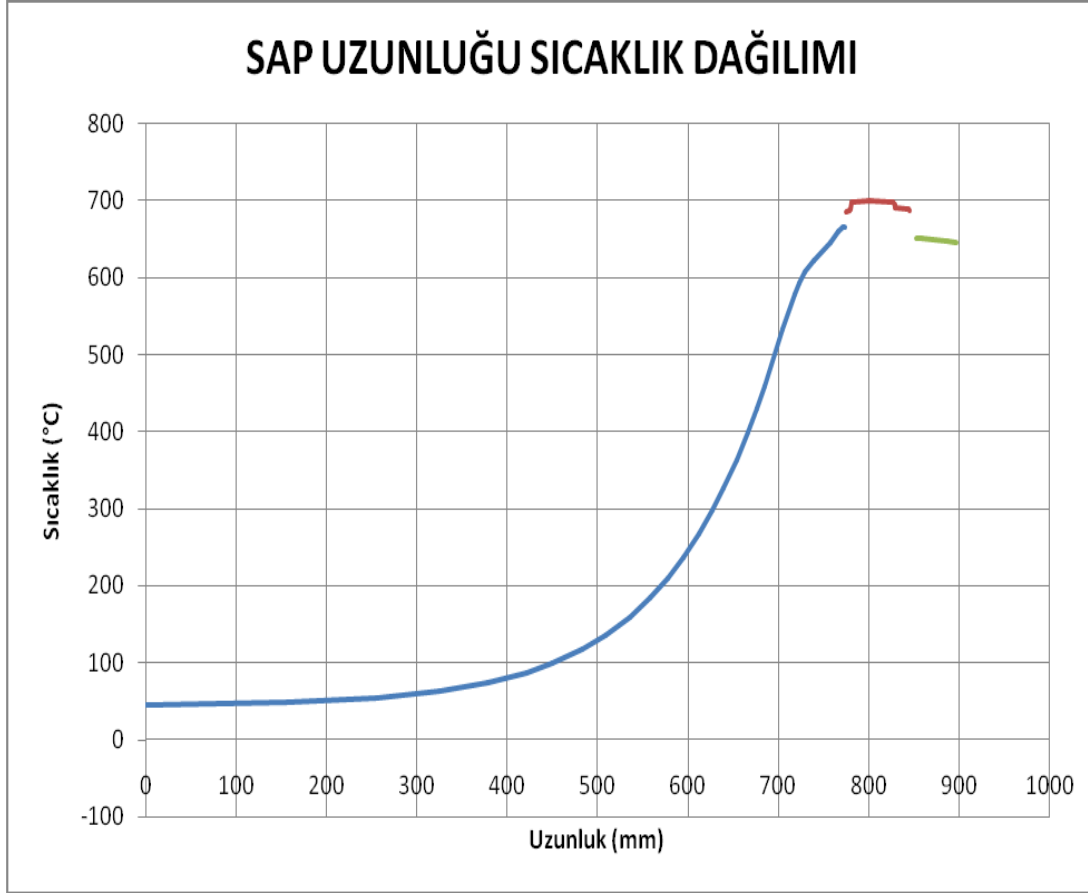
6.1.4.5 600°C dış sıcaklık 16 Bar basınç



Şekil 6.27 : 600°C dış sıcaklık sap uzunluğu sıcaklık dağılımı

Şekil 6.27’de 600 °C sıcaklıkta vana gövdesi ve döndürme milindeki sıcaklık dağılımı gösterilmiştir.

6.1.4.6 700°C dış sıcaklık 16 Bar basınç



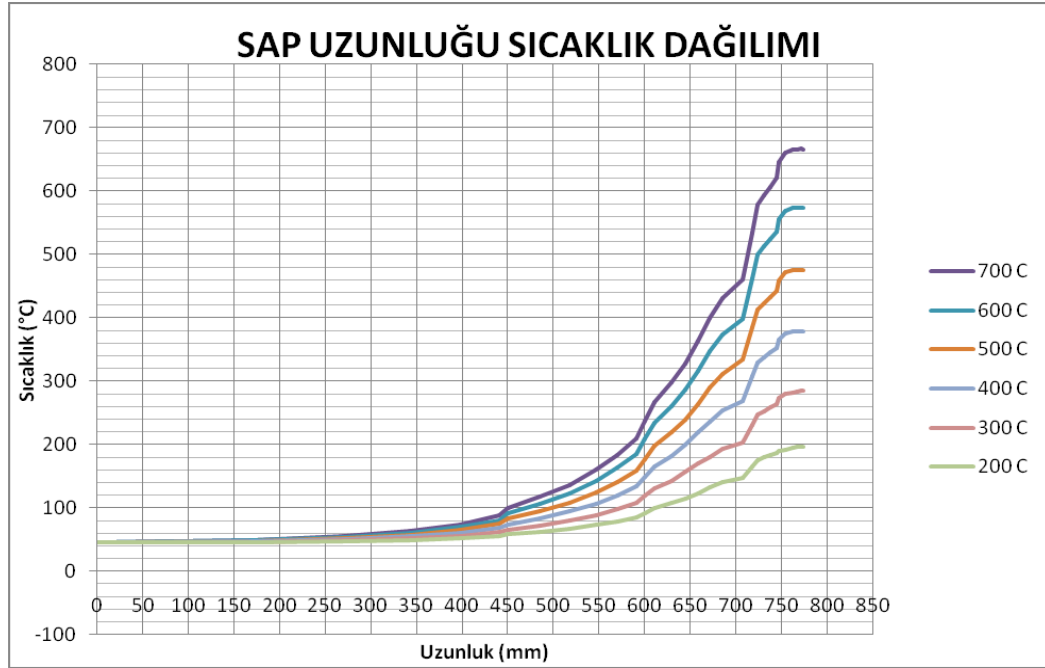
Şekil 6.28 : 700°C dış sıcaklık sap uzunluğu sıcaklık dağılımı

Şekil 6.28'de görüldüğü gibi, çalışma içerisinde emniyet katsayısını 1.7 alınmıştır ve vananın en yüksek 700 °C'lik çalışma durumunda incenmiştir. Malzemenin sürekli sıcaklığa ve korozyona maruz kaldığı durumlarda 425 °C ve üzeri AISI316 malzemede tavsiye edilmemektedir. Bunun yerine, bu kullanımlarda; 316L veya 316H tavsiye edilmektedir. [30]

Vananın kullanılacağı yerde, ani sıcaklık oynamalarına karşın, emniyetin sağlanması için, 425 °C'ye kadar analiz yapılmıştır.

Tüm elde edilen grafikler tek bir grafikte toplanarak ortak bir denklem yaratılacak ve buradan istenilen akışkan sıcaklığında uygun sap uzunluğu bulunacaktır.

6.1.5 Sıcaklık grafiklerinin birleşimi ve denklem çıkarımı

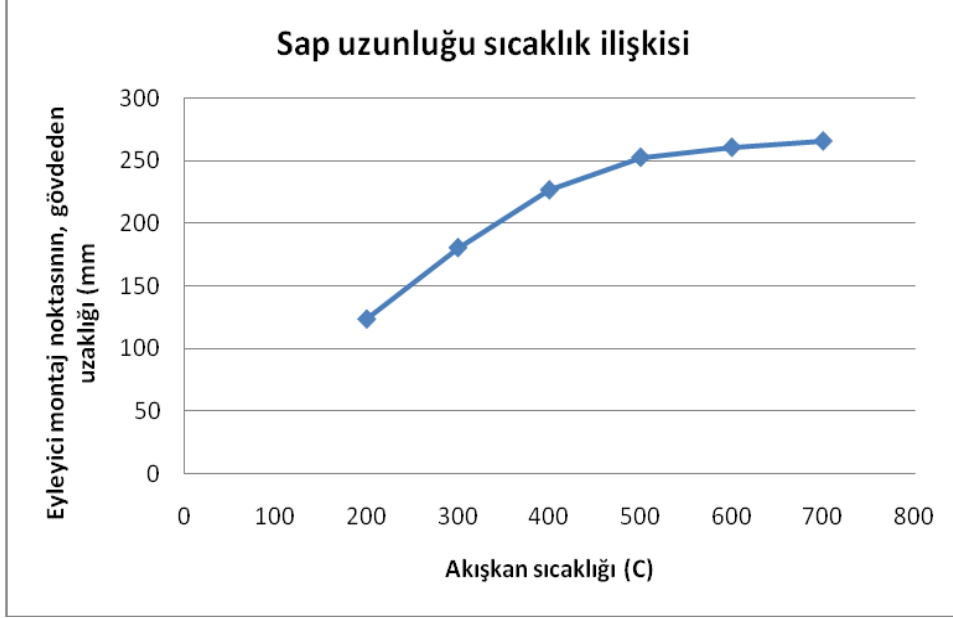


Şekil 6.29 : Farklı sıcaklıklardaki sap uzunluğu boyunun birleşim grafiği

Çizelge 6.1 : Sıcaklık ile sap uzunluğu değişimi

Dış Ortam Sıcaklığı (C)	Akışkan debisi (kg/sn)	Akışkan sıcaklığı (C)	Grafik mesafesi (mm)	Sap uzunluğu 700mm-Grafik mesafesi
48	0.47	800	348	352
48	0.47	700	434	266
48	0.47	600	439	261
48	0.47	500	447	253
48	0.47	400	473	227
48	0.47	300	519	181
48	0.47	200	576	124

Tablodaki veriler grafiğe aktarıldığında Şekil6.30'daki gibi veri ortaya çıkıyor. Buradan hangi sıcaklıkta, hangi sap uzunluğunun optimum olduğu tespit edilebilmektedir.

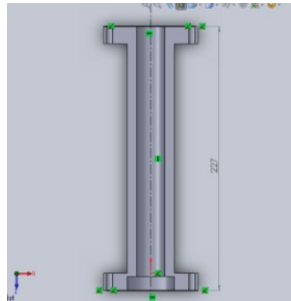


Şekil 6.30 : Sıcaklık ile sap uzunluğu değişimi

800 dereceyi grafik içerisinde çıkardığımızda grafik, aşağıdaki denklemle örtüşmektedir.

$$y = 2E-12x^5 + 1E-09x^4 - 5E-06x^3 + 0.003x^2 - 0.076x + 56 \quad (6.1)$$

Buna göre içerisinde 400 °C akışkan geçmesi istenen küresel vananın mil uzatma miktarı, Şekil 6.31’de görüldüğü gibi, 227 mm olmaktadır.



Şekil 6.31 : Denklem sonucu elde edilen döndürme mili yuvası tasarımı

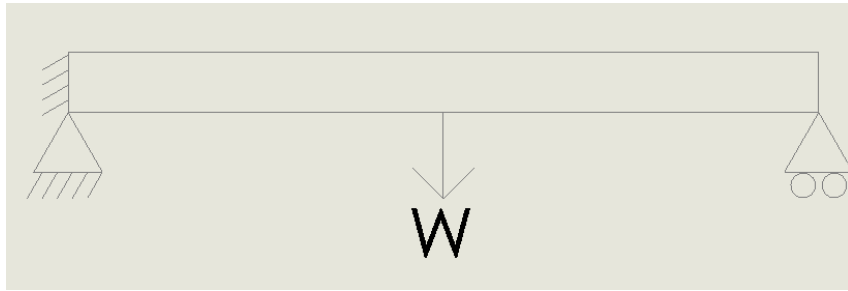
6.2 Mekanik Analiz

Mekanik analiz bölümünde ise, tasarlanan küresel vananın, çalışma şartlarındaki gibi mesnet noktalarından bağlanarak çalıştığı taktirdeki uzama miktarı, çalışma basıncı ve sıcaklığına dayanımı, boyutlarda yapılabilecek iyileştirme çalışmaları ele alınacaktır.

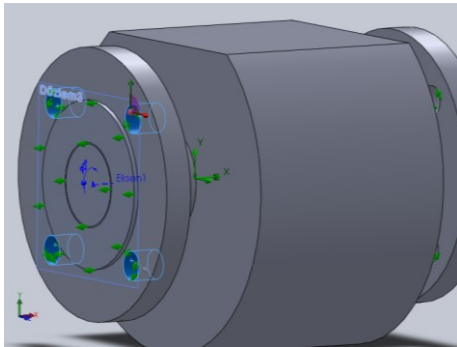
6.2.1 Temel verilerin girilmesi

6.2.1.1 Mesnet noktalarının belirlenmesi

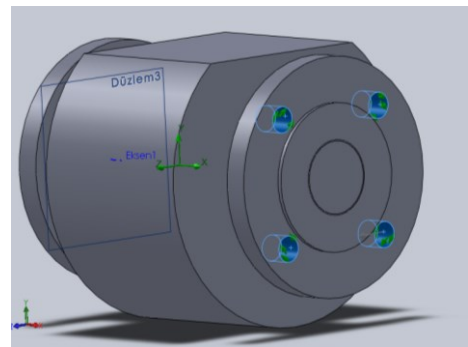
Vananın dayandığı bağlantı noktalarını belirlerken, vananın iki flanşından bağlanmış olabileceği ve havada olduğu durumu düşünüldü. Buna göre basitleştirilmiş mesnet durumu Şekil 6.32'deki gibi olacaktır. Bu çalışmada analiz programı olarak, Solidworks Simulation programı kullanılacaktır.



Şekil 6.32 : Vananın mesnetlenme durumunu gösteren örnek resim



Şekil 6.33 : Ön yüzey mesnet noktaları



Şekil 6.34 : Arka yüzey mesnet noktaları

Parçayı Şekil 6.33 ve Şekil 6.34'deki gibi mesnetlememizin sebebi, vananın akışkan simülasyonunda çıktığımız maksimum 700°C sıcaklığında, uzama miktarını görebilmek ve bu değerleri katalog bilgilerine işlemektir.

5.2.1.2 Malzeme özellikleri

Çizelge 6.2’de görüldüğü gibi DN50 PN16 küresel vananın başlangıç kütle ve hacim bilgileri aşağıda olmakla birlikte malzeme program tarafından lineer elastik isotropik malzeme sınıfına girmektedir. Yapılan analiz çalışmalarında sürtünmeler ihmal edilmiştir. Çizelge 6.3’de ise malzemenin mekanik özellikleri verilmiştir.

Çizelge 6.2 : Tasarlanan vananın ana malzeme özellikleri

Parça İsmi	Malzeme	Kütle	Hacim
Küresel Vana DN50 PN16	1.4401 (X5CrNiMo17-12-2)	36.4 kg	4669.44 cm ³

Çizelge 6.3 : Malzemenin mekanik özellikleri

Özellik ismi	Değer	Birim
Elastik modül	190	GPa
Poisson oranı	0.28	NA
Kesme modülü	79	GPa
Yoğunluk	7800	kg/m ³
Nihai gerilme	650	MPa
Akma gerilmesi	520	MPa
Isıl genleşme katsayısı	1.1e-005	/Kelvin
Isı iletim katsayısı	16.2	W/(m.K)
Özgül ısı	440	J/(kg.K)

6.2.2 Analiz uygulaması

6.2.2.1 700°C sıcaklık 16 bar basınç altında dayanım durumu

İçerisinden 700°C Sıcaklıkta ve 16 Bar basıncında akışkan geçen, flanş bağlama noktalarından bağlanan vananın, bu şartlar altında çalışma sonuçları Çizelge 6.4’de verilmiştir. Buna göre programın tespit ettiği, Von Mises teoremine bağlı gerilme noktası mesnetin karşı kısmında olan flanş bağlantı deliğinin içi olmuştur ve 107.6 MPa değerinde çıkmıştır. Vananın elastik akma değeri 520 MPa olduğundan, mevcut durumda problem görülmemektedir.

Çizelge 6.4 : 700°C sıcaklık 16 bar çalışma sonucu

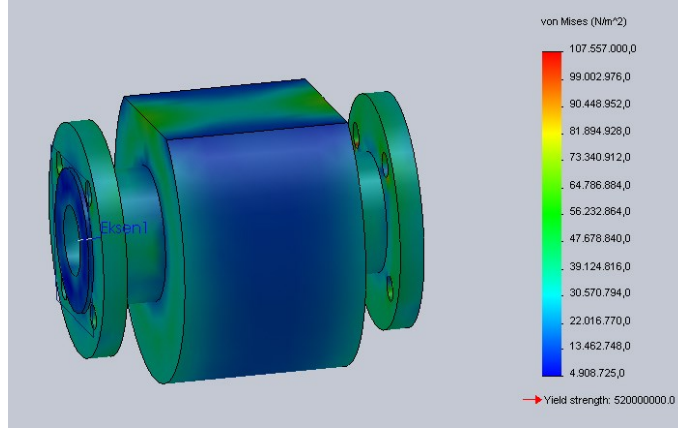
İsin	Tip	Min	Maks.
Gerilme	Von Mises gerilme	4.9 MPa	107 MPa
Uzama	URES: Toplam uzama	0.17 mm	1.76 mm
Gerinim	ESTRN: Gerinim	1.9869e-005	0.000339

Şekil 6.35 incelendiğinde ağırlıklı yeşil ve turkuaz renkli bir dağılımın olduğu tespit edilmektedir. Bu durum, parça üzerindeki basıncın 30 MPa ile 75 Pa arasında değiştiğini göstermektedir. Yine akma noktasına göre bakıldığında değerin oldukça aşağısında olduğu görülmektedir.

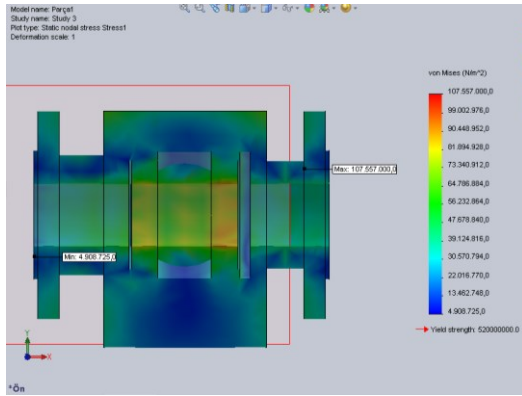
Nihai gerilme değeri 107 MPa, Şekil 6.37’de görüldüğü gibi, flanşın delik noktasında gözükmemektedir. Nihai değerin bu nokta haricinde, diğer kısımlarda olmaması vananın diğer kısımlarındaki dayanım derecesinin iyi olduğunu göstermektedir.

Ayrıca kesit detaylarında incelendiğinde, vananın her açıdan, verilen koşullar altında iyi dayanıma sahip olduğunu göstermektedir.

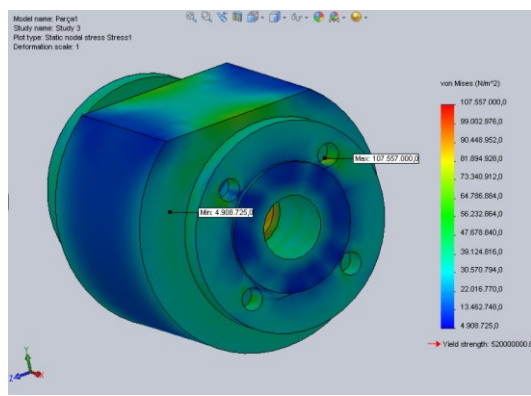
Şekil 6.35, Şekil 6.36 ve Şekil 6.37’de farklı açılardan vanaya etki eden kuvvetler Von Mises’e göre gösterilmiştir. Şekil 6.38’de bileşke uzama miktarı, Şekil 6.39’da gerinme dağılımı gösterilmiştir.



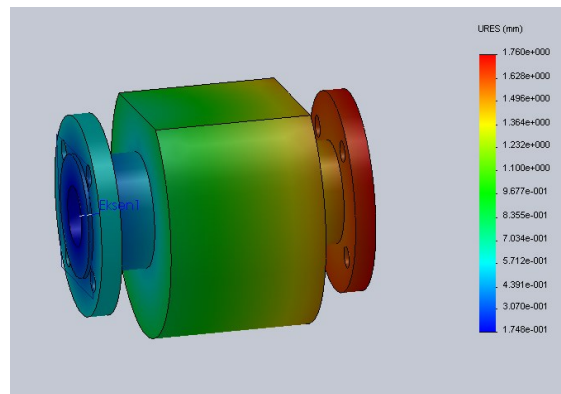
Şekil 6.35 : 700°C Sıcaklık Von Mises



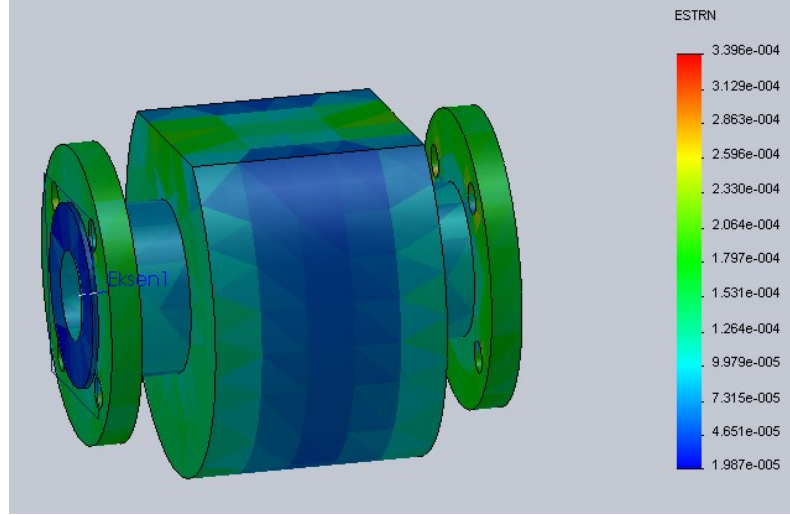
Şekil 6.36 : Von Mises'e göre nihai gerilme



Şekil 6.37 : Nihai gerilme noktası



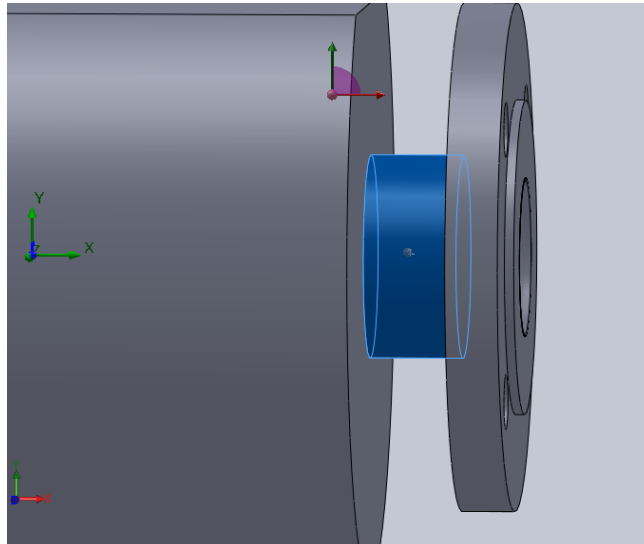
Şekil 6.38 : 700°C sıcaklıkta vanadaki bileşke uzama



Şekil 6.39 : 700°C sıcaklıkta gerinme dağılımı

6.2.2.2 700°C sıcaklık 16bar basınç altında, 4mm et kalınlığı dayanım durumu

Bir önceki çalışmada küresel vana maksimum çalışma şartlarında çalışmış ve malzeme özelliklerinde problem yaratacak herhangi bir kısım bulunmamıştı. Bundan sonraki aşama, parçanın üzerinde yapılabilecek iyileştirmelerdir. Bunun için Şekil 6.40'da görünen, parçadaki flanş bağlantı noktası ile gövde arasında akışkan geçişi sağlayan silindirik kısmın et kalınlığında inceltme çalışması yapılacaktır. İlk tasarımda 17.5 mm olan et kalınlığı bu analizde 4 mm kalınlığa inceltilmiştir.



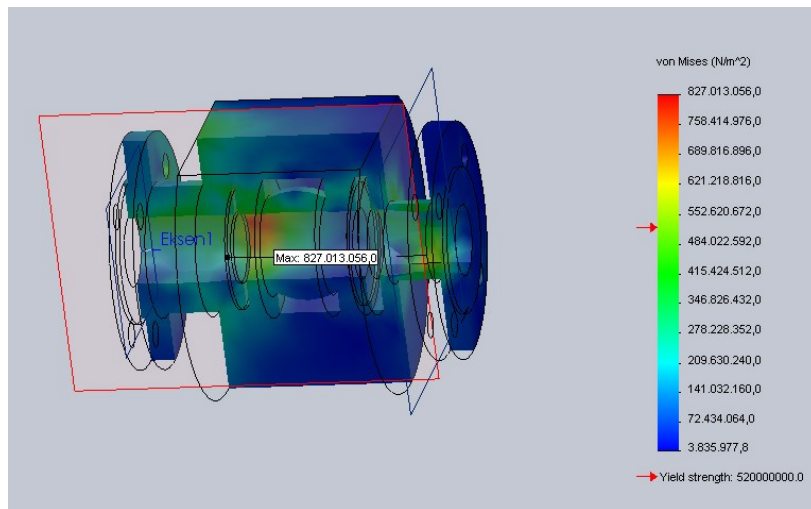
Şekil 6.40 : Flanş ve gövde arası boyun

Yalnızca sağ kısımda yapılan değişimle, analizde elde edilen veriler Çizelge 6.5’de verilmiştir. Buna göre maksimum gerilme değeri, 827 MPa çıkmıştır. Akma değerimiz 520 MPa olduğundan, Şekil 6.41’de görüldüğü gibi, parça kalıcı deformasyona uğramaktadır. Şekil 6.42 ve Şekil 6.43’de vanada ki bileşke uzama dağılımı gözükmemektedir.

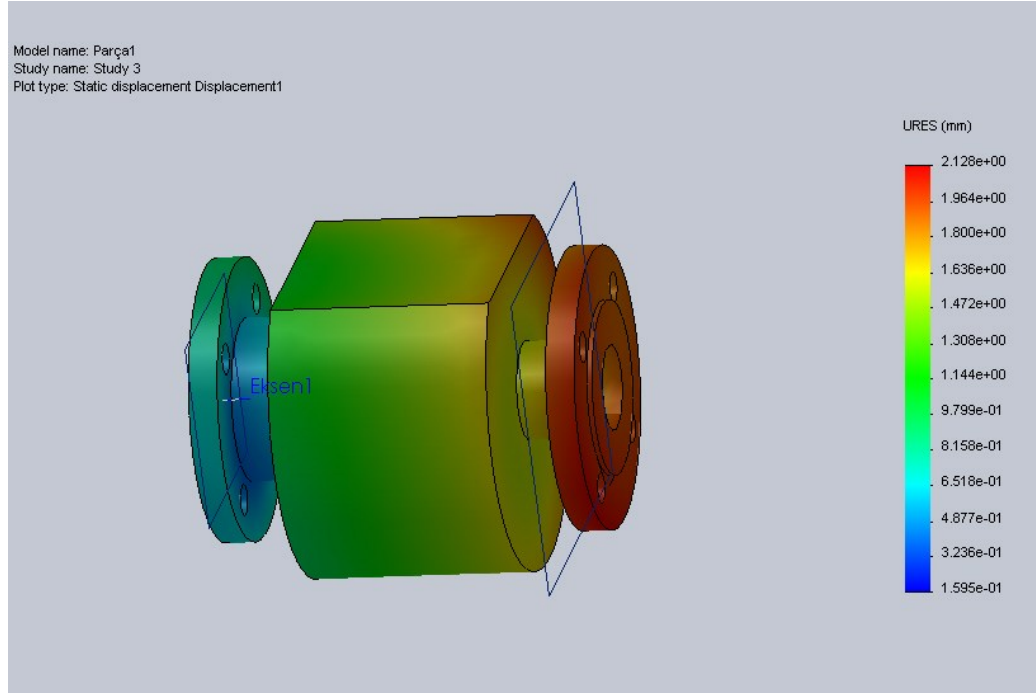
Çizelge 6.5 : 700°C sıcaklık 16 bar,4 mm et kalınlığı çalışma sonucu

İsim	Tip	Min	Maks
Gerilme	Von Mises gerilme	3.8 MPa	827 MPa
Uzama	URES: Toplam uzama	0.15 mm	2.12 mm
Gerinim	ESTRN: Gerinim	8.87765e-06	0.00271

Çizelge 6.5’de elde edilen değerler, Çizelge 6.4 ile karşılaştırıldığında sonuçların, parçaya zarar verici yönde olduğu gözükmemektedir.

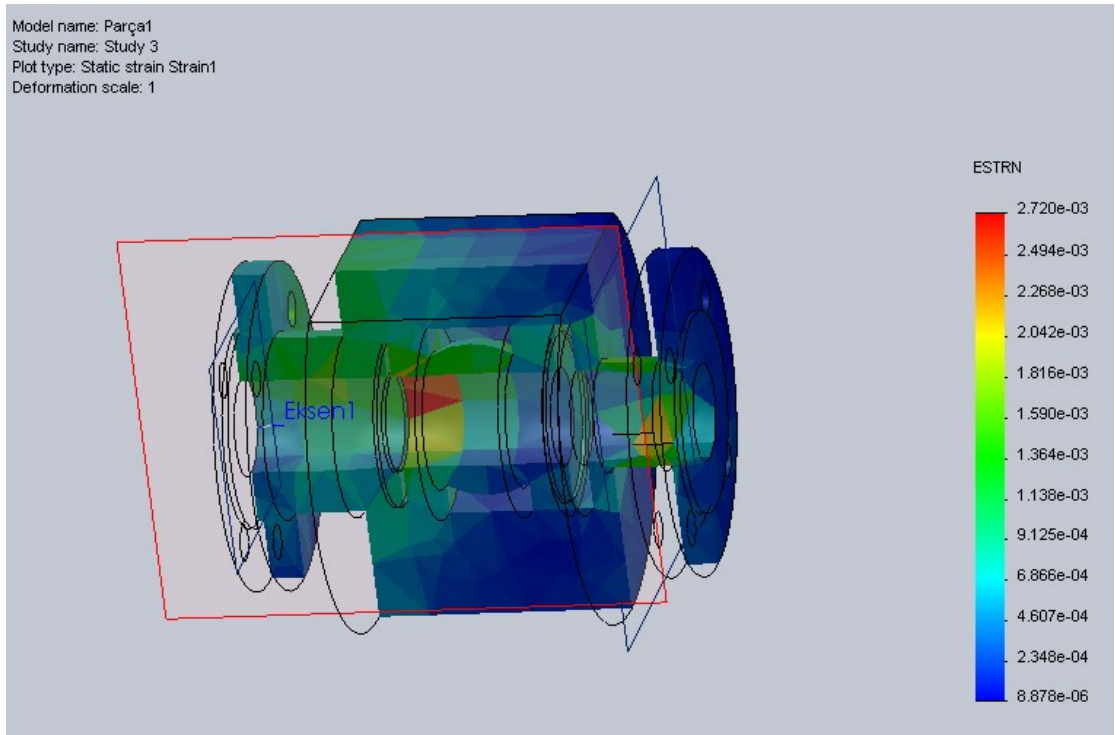


Şekil 6.41 : 700°C Von Mises(4 mm et kalınlık)

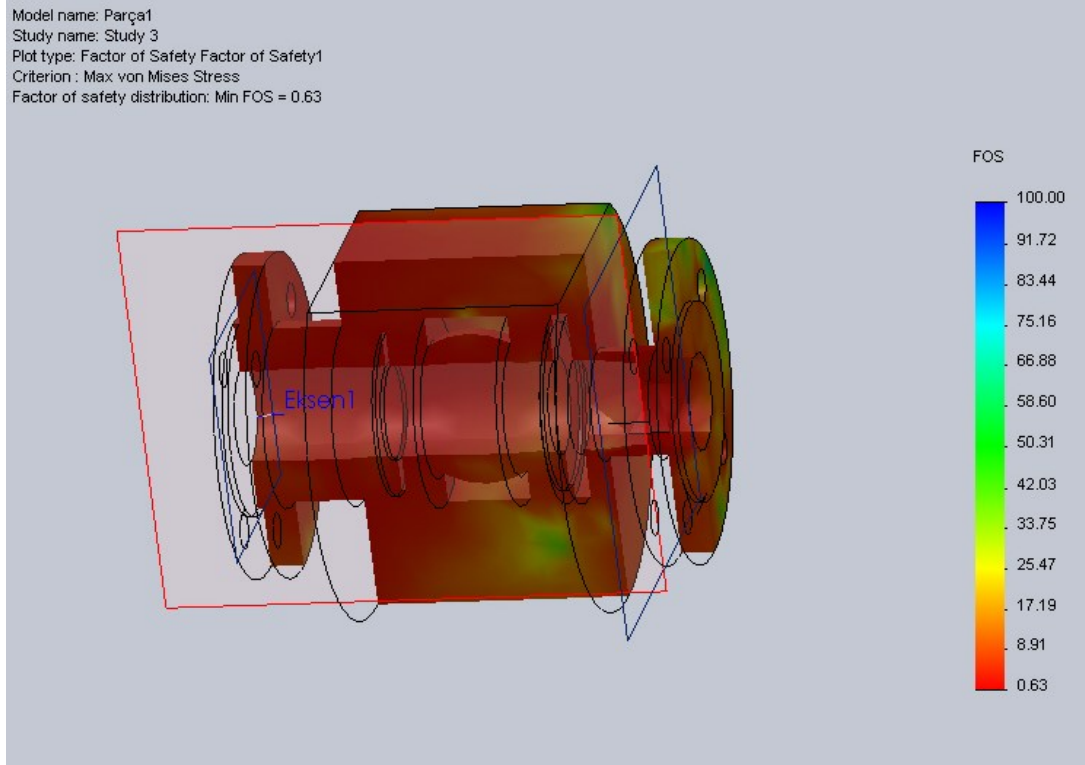


Şekil 6.42 : 700°C’deki uzama dağılımı (4 mm et kalınlık)

Şekil 6.42’de görüldüğü gibi parçanın maksimum uzama miktarı 2.128 mm’dir.



Şekil 6.43 : 700°C gerinme dağılımı (4 mm et kalınlık)



Şekil 6.44 : 700°C’deki emniyet katsayısı (4 mm et kalınlık)

Şekil 6.44’de görüldüğü gibi emniyet katsayısı programa göre 0.63 hesaplanmıştır ve bu değer birden küçük olduğundan dolayı mühendislik açısından kabul edilemez sonuçtur.

4mm et kalınlığının bize gösterdiği risklere bakarak, bir sonraki adımda 8mm’lik et kalınlığı olması durumunda vananın istenen çalışma şartlarında uygunluğu test edilecektir.

6.2.2.3 700°C sıcaklık 16 bar basınç altında, 8mm et kalınlığı dayanım durumu

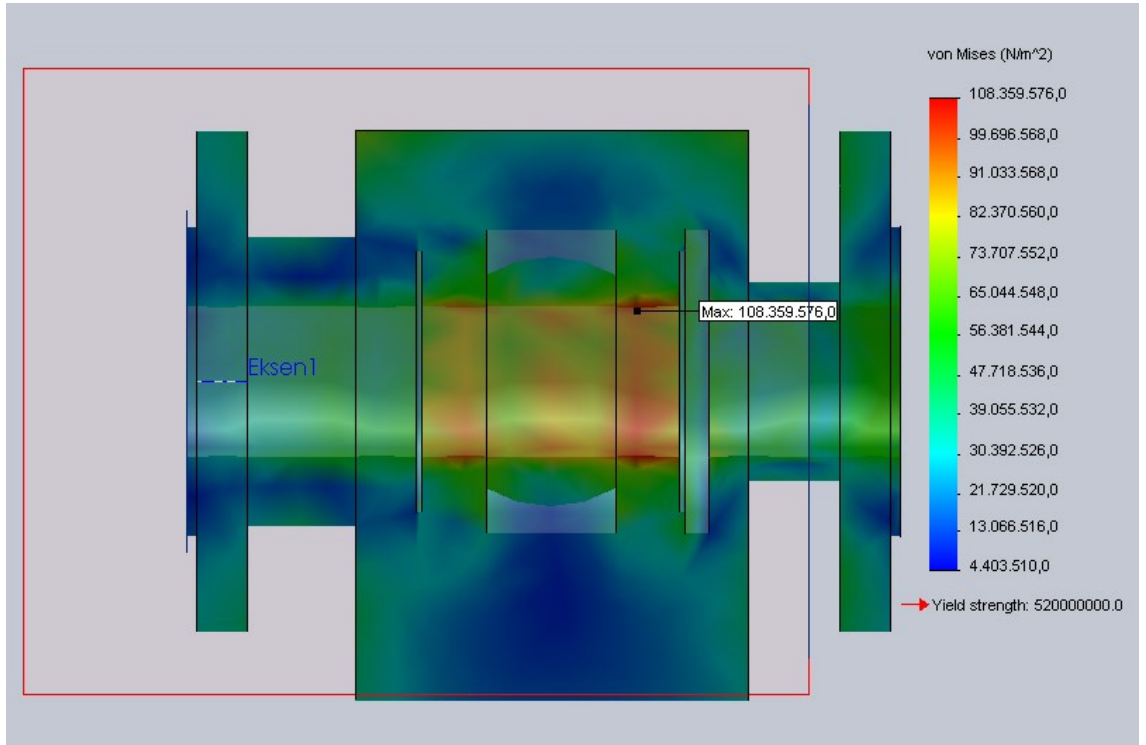
Flanş ile gövde arasındaki boynun et kalınlığının 8mm ‘ye çıkartılması durumunda elde edilen verilen Çizelge 6.6’da verilmiştir. Buna göre maksimum gerilme noktası 1.1 N/m² iken, akma gerilmesi 520 MPa’dır. Buda bize 8 mm’lik et kalınlığının vananın maksimum çalışma şartlarında çalışabileceğini göstermektedir.

Ani basınç dalgalanmalarında dahi vananın dayanabileceğini, ayrıca emniyet açısından da, 16 barın daha üstünde basınç şartında da, vananın çalışma durumu bir sonraki adımda incelenecektir.

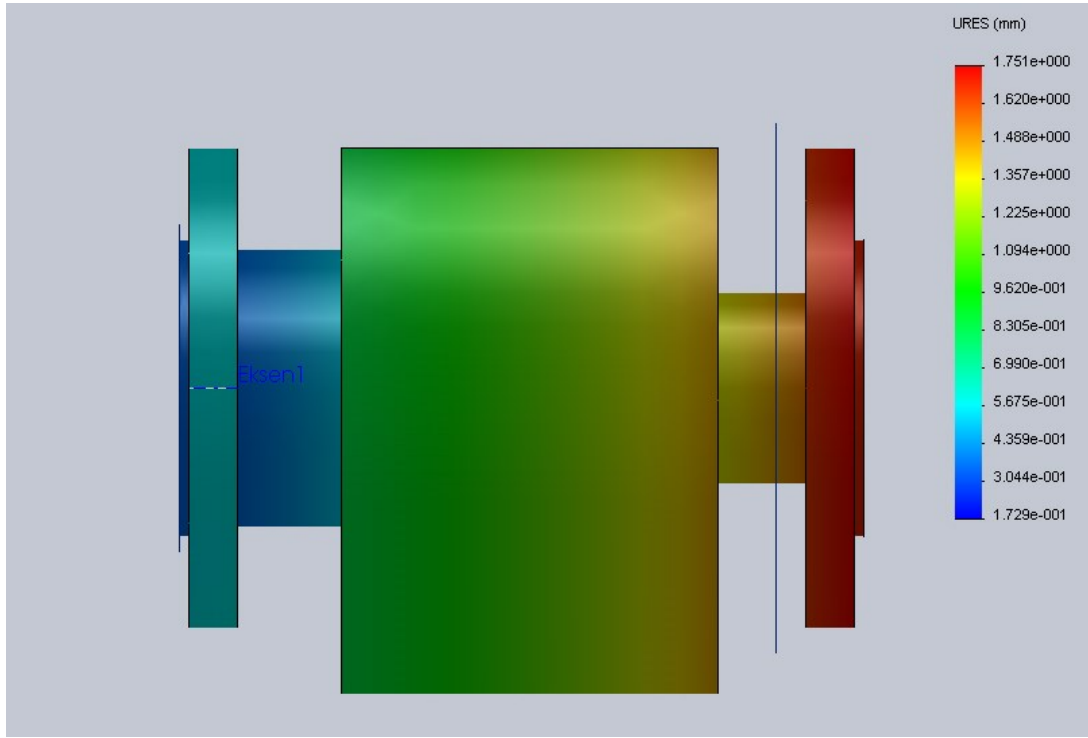
Çizelge 6.6 : 700°C sıcaklık 16 bar,8 mm et kalınlığı çalışma sonucu

Name	Type	Min	Max
Gerilme	Von Mises gerilme	4.4 MPa	108 MPa
Uzama	URES: Toplam uzama	0.172 mm	1.751 mm
Gerinim	ESTRN: Gerinim	2.03e-005	0.000393

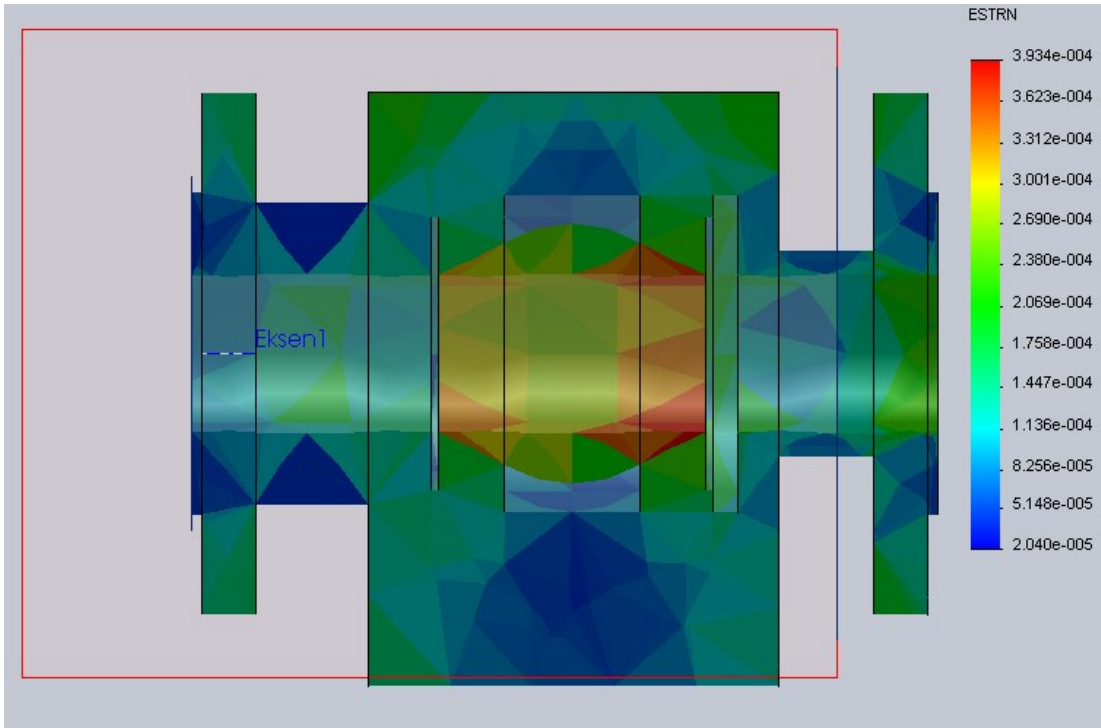
Kesit resmine bakıldığında, nihai gerilmenin, vananın iç yüzeyindeki çeperde olduğu Şekil 6.45’de gösterilmiştir.



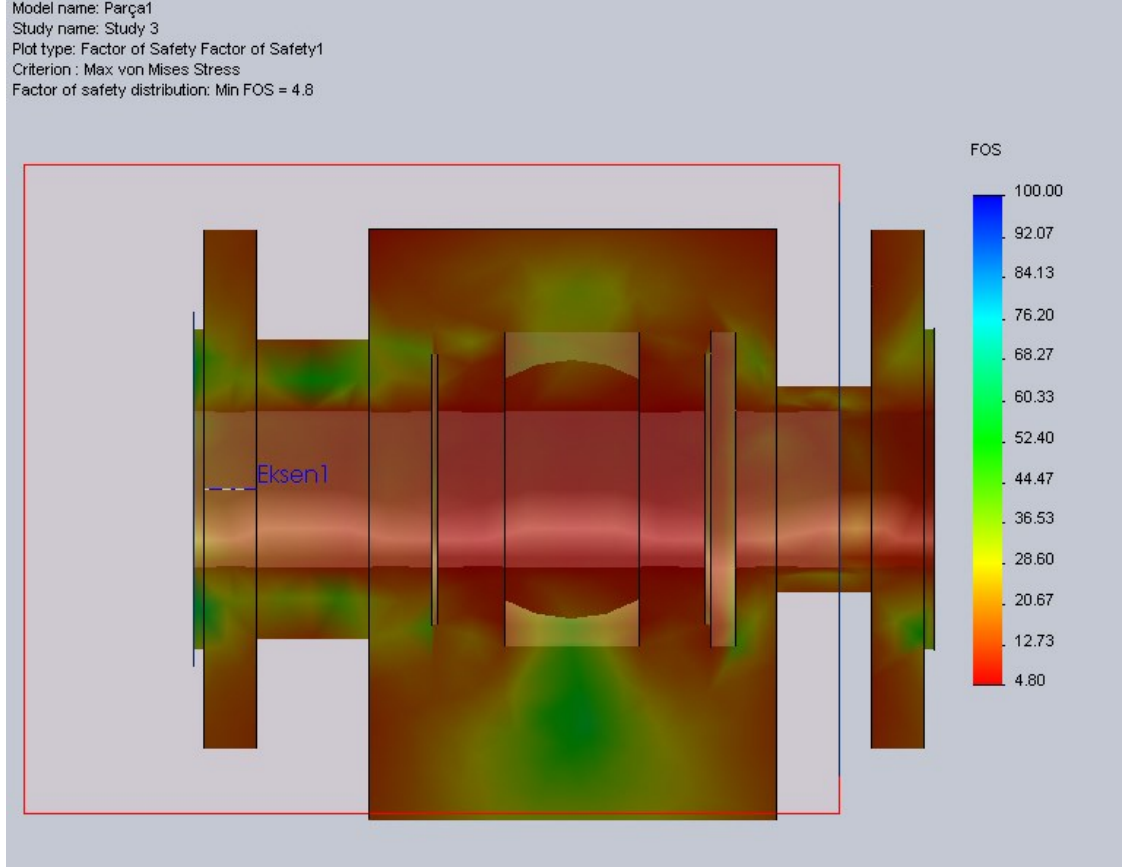
Şekil 6.45 : 700°C Von Mises (8mm et kalınlık)



Şekil 6.46: 700°C’deki uzama dağılımı (8mm et kalınlık)



Şekil 6.47 : 700°C’de gerinim dağılımı (8mm et kalınlık)



Şekil 6.48 : 700°C’de emniyet katsayısı (8mm et kalınlık)

Şekil 6.46’da vanadaki uzama değişimlerinin dağılımını gösterirken, Şekil 6.47 vanadaki gerinim dağılımını göstermiştir. Şekil 6.48’de görüldüğü gibi son durumda emniyet katsayısı değeri 4.80’dir.

6.2.2.4 700°C sıcaklık 25 bar basınç altında, 8mm et kalınlığı dayanım durum

Optimum et kalınlığı belirlenen küresel vananın analiz çalışmalarında, yalnızca bir boynun et kalınlığında oynama yaparak değişiklikleri inceledik. Bu çalışmada hem vananın, her iki boyun et kalınlığı 8 mm yapılacak, hem de 16 bar değerinde çalışması gereken vananın yaklaşık 1.5 katı olan 25 bardaki dayanıklılığı incelenecektir.

Yeni tasarım vananın ağırlığı çizelge 5.27’de verilmiştir. Bu ağırlık vananın sap kısımları olmadan verilen ağırlık olmasına rağmen, eski ve yeni arasında kıyas yapılabilmesi için önemlidir. Çalışmanın başına bakıldığında vana ağırlığının

36.421kg olduğu görülmektedir. Son durumdaki ağırlığı ise 35.401kg'dır. Böylece DN50 çapındaki küresel vana için 1kg'lık hafifleme elde edildi.

Son yapılan analizde vananın nihai gerilme değeri 108 MPa olarak elde edilmiştir. Şekil 6.45'de görülebileceği gibi von Mises şartlarında vana akma gerilme değeri olan 520 MPa değerinin altında olduğunda güvenlik şartlarına uygundur.

Çizelge 6.7 : 8mm et kalınlığı olan vananın kütle ve hacim değerleri

No.	Body Name	Malzeme	Mass	Volume
1	DN50 Küresel vana	1.4401 (X5CrNiMo17-12-2)	35.4 kg	4539.25 cm ³

Çizelge 6.8 : 8mm et kalınlığı olan vananın serbest cisim kuvvetleri

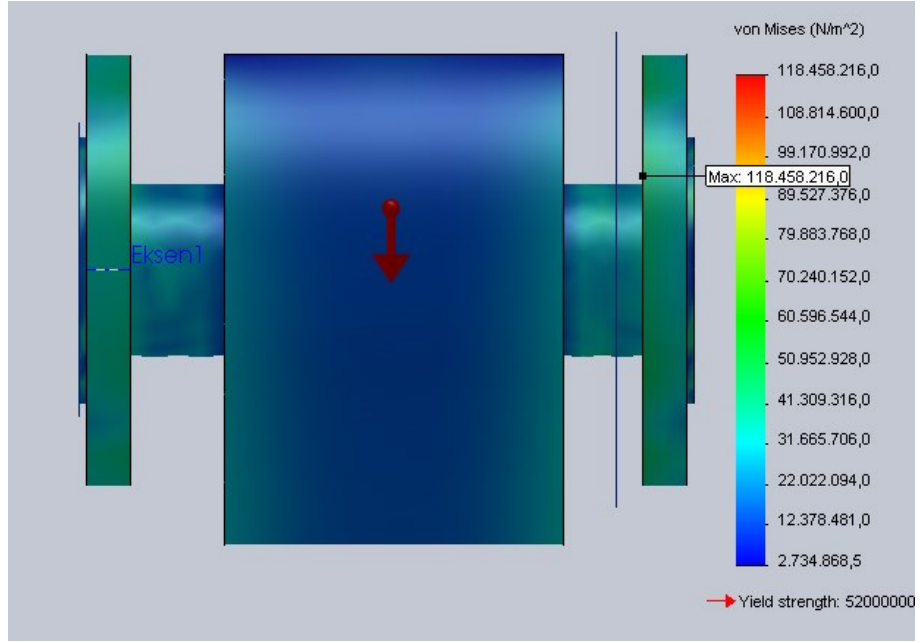
	Birim	Toplam X	Toplam Y	Toplam Z	Bileşke
DN 50 Vana	N	-24.3477	-12.9497	71.1523	76.3096

Çizelge 6.9 : 8mm et kalınlığı olan vananın moment kuvvetleri

	Birim	Toplam X	Toplam Y	Toplam Z	Bileşke
DN 50 Vana	N-m	0	0	0	1e-33

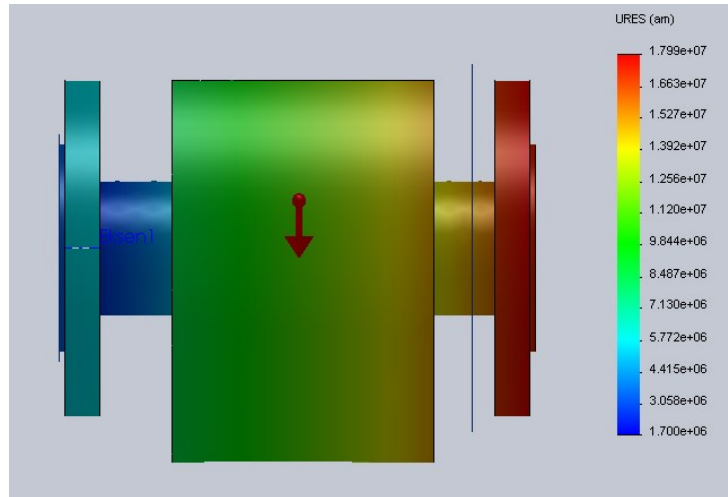
Çizelge 6.10 : 700°C sıcaklık 20 bar,8 mm et kalınlığı çalışma sonucu

İsim	Tip	Min	Maks.
Gerilme	Von Mises Gerilme	2.73 MPa	118 MPa
Uzama	URES: Toplam Uzama	1.75e+06 am	1.79e+07 am
Gerinim	ESTRN: Gerinim	6.95368e-06	0.000383142

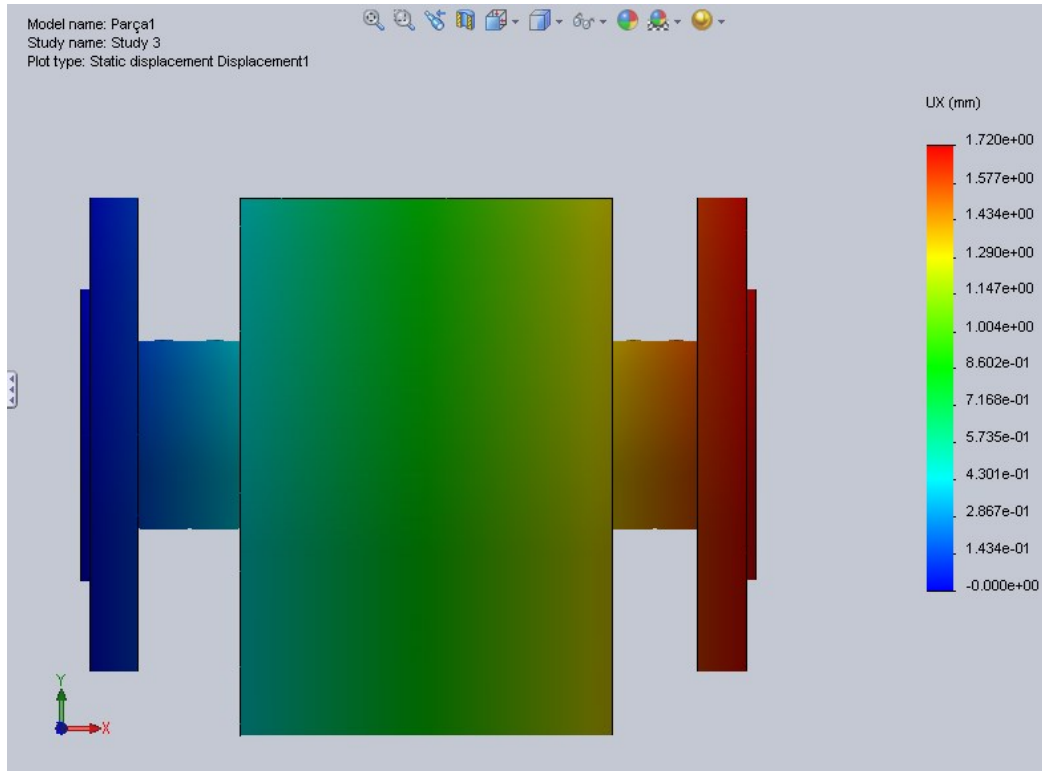


Şekil 6.49 : 700°C Von Mises (8mm et kalınlık, 20bar)

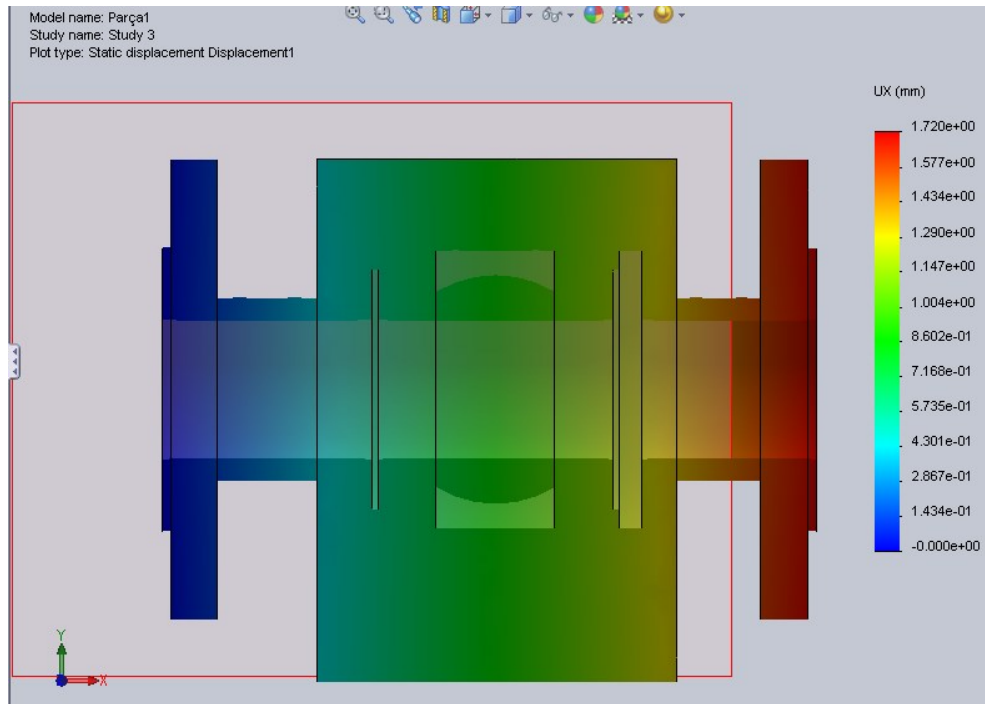
Şekil 6.49’da son durumda vanadaki Von Mises’e göre hesaplanan gerilme dağılımı gösterilmiştir. Şekil 6.50’de vananın bileşke uzama miktarı dağılımını gösterirken, Şekil 6.51’de vananın X eksenindeki uzama dağılımı, Şekil 6.52’de ise X ekseninde uzamasının kesit görüntüsü gösterilmiştir.



Şekil 6.50 : 700°C’de uzama dağılımı (8mm et kalınlık, 20bar)



Şekil 6.51 : 700°C’de X eksenindeki uzama dağılımı (8mm et kalınlık, 20bar)



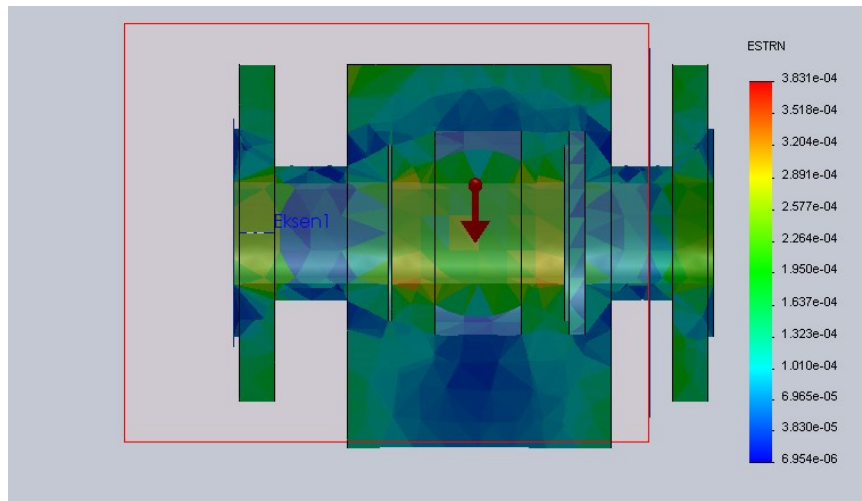
Şekil 6.52 : 700°C’de X eksenindeki uzama kesiti (8mm et kalınlık, 20bar)

Vananın X ekseninde uzama miktarına şekil 6.52’de bakıldığında, 1.72mm uzama değeri görülmektedir. Bu yüzden dolayı vananın katalog bilgilerinde bu durumun mutlaka belirtilmesi gerekmektedir. Buna göre vananın takılacağı sistemde, yalnızca vana için 1.72mm ‘lik esneklik payının bulunması gerekmektedir.

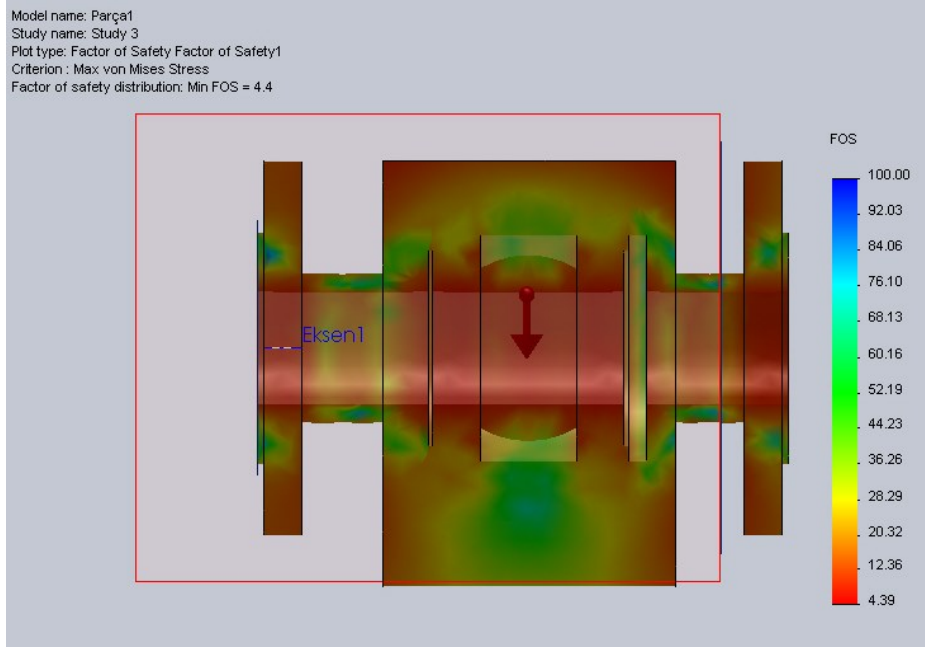
Ayrıca vananın iç kısmına baktığımızda disk yayın takılacağı bölgenin yeşil olduğunu ve bu değerinde 1.2mm’ye denk geldiğini görmekteyiz. Çizelge 6.11’de görülen disk yayın katalog bilgilerine tekrar döndüğümüzde, tasarımda kullanılan disk yayın kalınlığı 3.5mm olup, yüksüz kalınlığı ise 6.30 mm’dir . Disk yayı oturtma yuvasına tasarımda bırakılan toplam mesafe 4.5mm’dir. Bu durumda 1.2mm’lik uzama durumunda iç kısımda kalıcı şekil değişiklikleri oluşacaktır. Bu durumu engellemek için, iç kısımda bulunan ve 7mm kalınlığında olan ‘grafit koruyucu’ parparçalardan, kanal kısmında olan 1mm küçük imal edilecektir. Bu sayede disk yayın oturacağı yuva kalınlığı 5.5mm’ye çıkacak ve disk yayın yerine oturmasıyla arada 2mm’lik esneme payı ortaya çıkacaktır. Bu sayede kalıcı şekil değişiklikleri engellenecektir.

Çizelge 6.11 : Incoley disk yay özellikleri [29]

De	Di	t	lo	ho	ho/t	σ N/mm ² s = ho
100.00	51.00	3.50	6.30	2.80	0.80	-1235.00

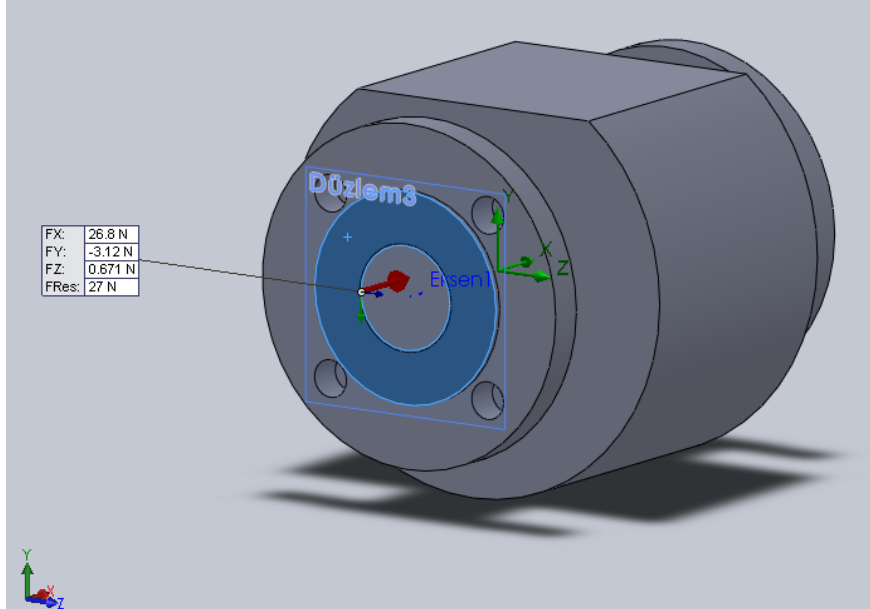


Şekil 6.53 : 700°C’de gerinme dağılımı (8mm et kalınlık, 20bar)

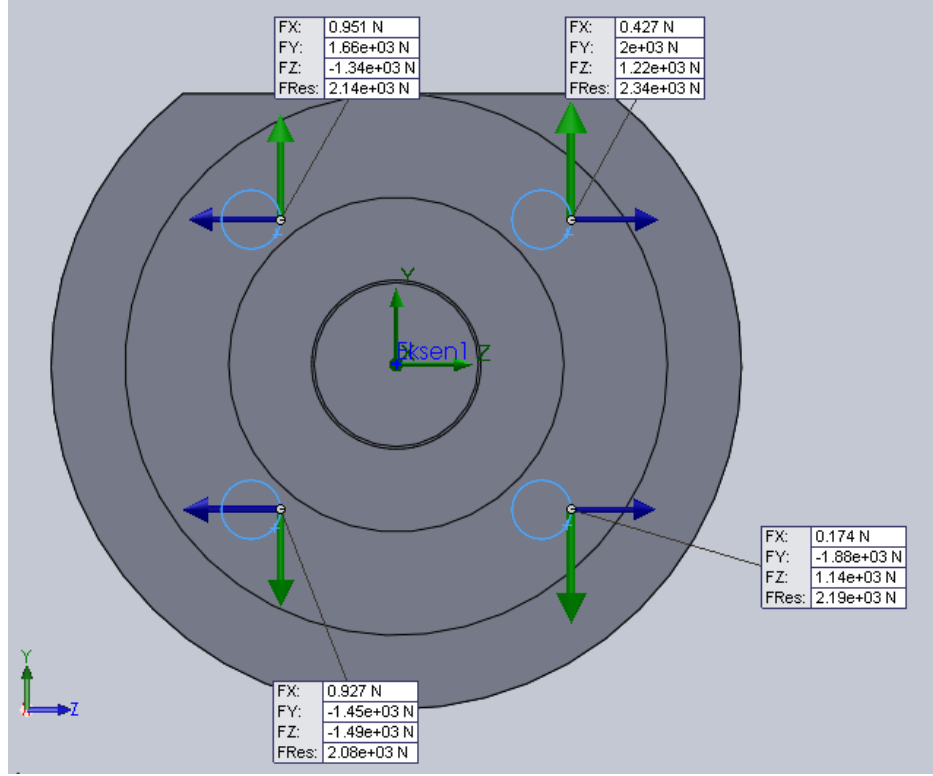


Şekil 6.54 : 700°C emniyet katsayısı (8mm et kalınlık, 20bar)

Şekil 6.53’de gerinim dağılımı verilmiştir. Şekil 6.54’de ise, programın kullanım koşullarında hesapladığı emniyet katsayısı değerinin dağılımı gösterilmiştir. Şekil 6.55 ve Şekil 6.56’da vananın bağlandığı mesnet noktalarında oluşan kuvvetler verilmiştir.



Şekil 6.55 : Mesnet noktasında oluşan tepki kuvveti



Şekil 6.56 : Flanş deliklerinde oluşan tepki kuvvetleri

Şekil 6.56’da görüldüğü gibi flanş bağlantılarında civataya gelen kesme kuvvetini Y ve Z eksenlerinden gelen kuvvetler oluştururken, çekme kuvvetini X eksenini oluşturmaktadır. Buradan flanş bağlantısındaki civatanın dayanımında bulunabilmektedir. Y ve Z eksenlerinin maksimum vektör kuvveti 2.3 N’dur. Kayma gerilmesi hesaplandığında $11,4 \text{ N/mm}^2$ lik değer ortaya çıkar. X eksenindeki maksimum gerilme kuvveti ise $4.9\text{e-}03\text{N/mm}^2$ dir. AISI304 olan bir civatanın kopma gerilmesi 700N/mm^2 ‘dir ve ortaya çıkan kayma ve kopma gerilmelerinin oldukça altındadır.

6.2.3 Vana sapının mekanik dayanım analizi

Vana sapları döndürme, yukarıdan uygulanan döndürme kuvvetini alt kısımda bulunan küreye iletirler, bu esnada maruz kaldıkları kuvvet burulma kuvvetidir. Tasarlanan vana bu kuvvete dayanması önemli bir konudur.

DN50 olan bir küresel vanada, kürenin dönmesi esnasında, dönme için gerekli maksimum kuvvetler deneysel olarak belirlenmiştir ve Çizelge 5.32’de olduğu gibi bir çok imalatçının katalogunda sunulmaktadır .

Çizelge 6.12 : Vana tork çizelgesi [25]

VANA TORK ÇİZELGESU										
DN(mm)	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200
PN16	10	12	18	55	58	105	175	260	520	715
PN40	17	20	25	65	85	130	275	420	-	-
PN100	25	35	50	92	170	-	-	-	-	-

6.2.3.1 Çevirme sapı burulma analizi

PN16 DN50 olan küresel vananın döndürme sapına uygulanan maksimum döndürme torku 55 Nm'dir. Burada maksimum dayanım torkunu inceleyebilmek, vananın sınırlarını yüksek koyabilmek için PN40 ve DN50 vanada gerekli tork olan 85Nm'lik tork değerini programa giriyoruz.

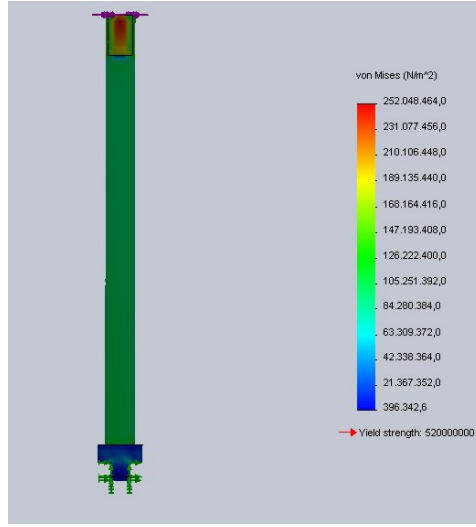
Çizelge 6.13 : Döndürme mili gerilme analizi

İsim	Tip	Min	Maks.
Stres	VON: von Mises Stress	396343 N/m ² Node: 7625	2.52048e+008 N/m ² Node: 5678
Uzama	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 14	1.00486 mm Node: 808
Gerinme	ESTRN: Equivalent Strain	1.27285e-006 Element: 2896	0.000921372 Element: 3185

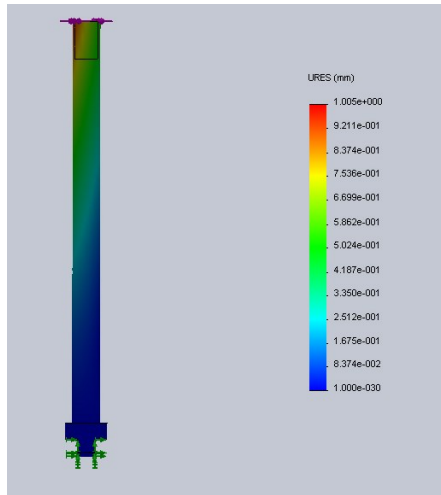
Döndürme milinin küreyi döndüren kısmından mesnetleme yapılmış ve en uç kısımdan 85 Nm'lik döndürme torku uygulanmıştır. Buna göre elde edilen sonuçlar Çizelge 5.13'de ve Şekil 6.57'de verilmiştir. 252 MPa olan nihai von Mises değerine

göre, akma gerilimi 520 MPa olan nokta aşılmamış ve en yüksek mertebede güvenlik kanıtlanmıştır.

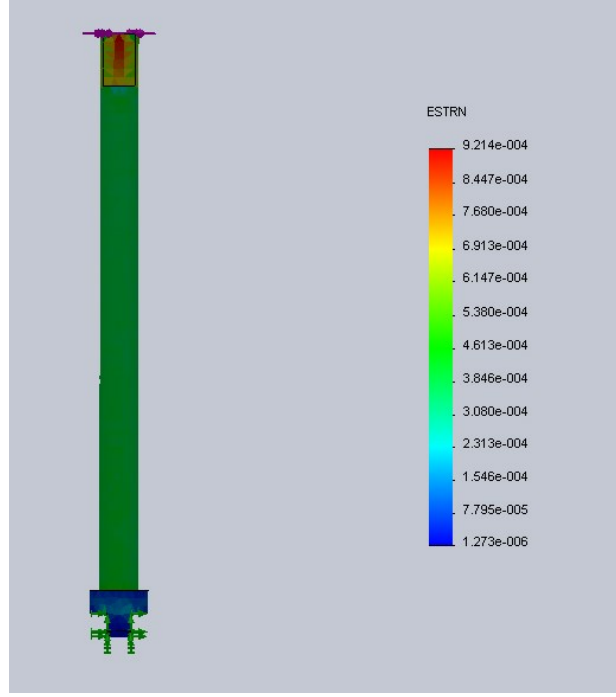
Şekil 6.57 incelendiğinde en fazla gerilmenin, milin döndürme işleminin yapıldığı ve ucuna pnomatik aktuatörün yuvasının yerleştirileceği kısım olan, köşeli bölgede olduğu görülmektedir. Ayrıca Şekil 6.58’de döndürme milinde oluşan bileşke uzama dağılımı ve Şekil 6.59’da gerinim dağılımı verilmiştir.



Şekil 6.57 : Döndürme mili von Mises



Şekil 6.58 : Döndürme mili uzama miktarı



Şekil 6.59 : Döndürme mili gerinme

Sonuç olarak analiz kısmında;

-400 °C’de akışkan geçme durumunda optimum boy bulundu, bu sayede melzeme ve güvenlik avantajı sağlandı. Ayrıca her akışkan sıcaklığı için uygulanabilir denklem elde edildi.

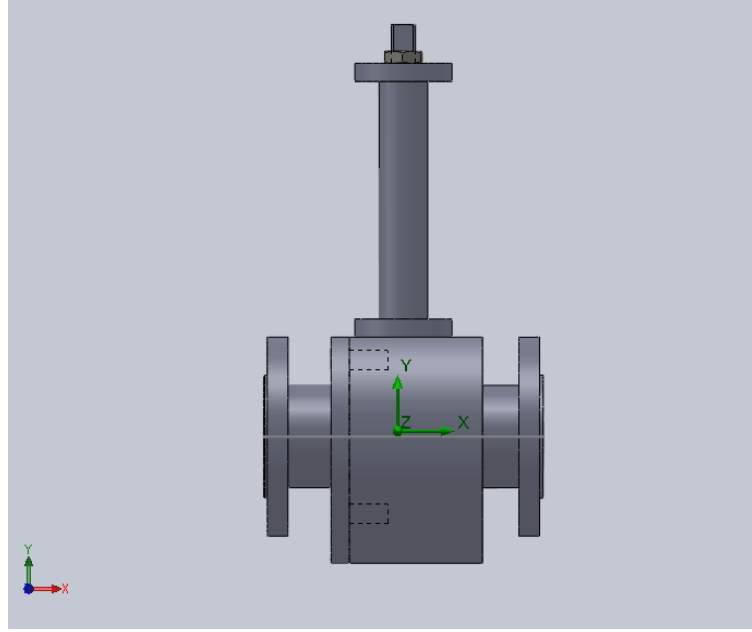
-Flanş ile gövde arasındaki optimum et kalınlığı (8mm) tespit edildi ve burada bir kg’lık hafifleme ve malzeme avantajı sağlandı.

-DN50 çapında vana için yapılan bu optimizasyon çalışması, yüksek çaplı vanalarda daha fazla ağırlık azalmalarını sağlayabilecektir.

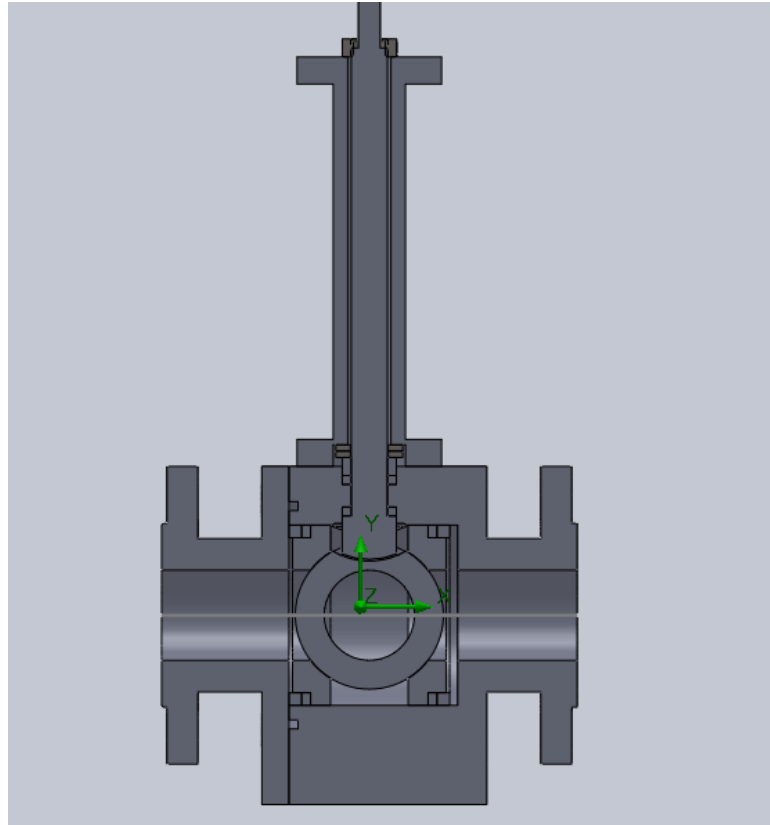
-İç kısımda 1.2mm’lik uzamanın disk yay tarafından karşılanamayacağı tespit edildi, bu durum için grafit koruyucu kalınlığında 1mm inceltme yapıldı.

-Döndürme milinin üst kısma yerleştirilecek aktuatörün uygulayacağı torka dayanımı test edildi ve uygunluğu görüldü.

-Tüm bunların yanında, vanada sızıntıya sebep olabilecek riskli bölgelerinin incelenebilmesine olanak tanımıştır.



Şekil 6.60 : Tasarlanan vanın son görünümü



Şekil 6.61 : Tasarlanan vanaanın kapalı konumu

7. PARÇALARIN TEDARİĞİ VE İMALATI

Bugün sertleştirme işlemi hariç, bütün işlemler Türkiye’de yapılabilir. Sertleştirme işlemi olarak seçilen ‘kolsterising’ prosesi Hollanda’da yapılabilir. Bu yüzden küre ve metal sızdırmazlık elemanları imal edildikten sonra Hollanda’da bulunan Bodycote firmasına gönderilecek ve tekrar geri alınarak diğer parçalarla montajı yapılacaktır. Genel olarak imal edilecek olan ana parçaları belirtecek olursak.

Gövde, flanş, küre, metal sızdırmazlık elemanları, grafit koruyucu, döndürme mili, döndürme mili koruyucu ve ring parçaları 1.4408 malzemeden imal edileceklerdir ve talaşlı imalat yöntemi yada döküm yöntemi ile üretilenlerdir.

Grafit parçalar ise ayrı bir proseste üretilenlerdir. Öncelikle grafit ve 1.4401 (AISI 316) malzemelerinin genel yapıları özetle incelenecektir.

7.1 AISI 316 (1.4408) Malzemesinin Genel Özellikleri

316 kalite, 304'ten sonra en bilinen paslanmaz çeliktir, en büyük farklılığı molibden (Mo) ihtiva etmektedir. Molibden(Mo) 316'ya korozyon ortamlarında, 304'ten daha iyi dayanmasını sağlar, özellikle yüzey ve iç yapısında çatlak ve çukur oluşumlarına karşı başarılıdır. Şekillenme ve kaynak kabiliyeti yüksektir. Endüstriyel, mimari, ulaşım gibi sektörlerde değişik amaçlarla kullanılır. İnce kesitlerde kaynak sonrası tavlama,gerektirmez. Çizelge 7.1, Çizelge 7.2, Çizelge 7.3 ve Çizelge 7.4’de AISI 316 malzemesinin özellikleri belirtilmiştir.

Çizelge 7.1 : AISI 316 malzemesi mekanik özellikleri [21]

Kalite	Çekme Dayanımı (MPa) min	Akma Dayanımı 0.2% Proof (MPa) min	Uzaman (% in 50mm) min	Sertlik	
				Rockwell B (HR C) max	Brinell (HB) max
316	515	205	40	38	217

Çizelge 7.2 : AISI 316 malzemesi fiziksel özellikleri [21]

Kalite	Yoğunluk (kg/m ³)	Esneklik Katsayısı (GPa)	Isıl Genleşme Katsayısı (µm/m/°C)			Isıl İletkenlik (W/m.K)		Özgül Isı 0- 100°C (J/kg.K)	Elektrik Direnci (nΩ.m)
			0-100°C	0-315°C	0-538°C	At 100°C	At 500°C		
316	8000	193	15.9	16.2	17.5	16.3	21.5	500	740

Çizelge 7.3 : AISI 316 malzemesi diğer ülke kodları [21]

Kalite	UNS No	İngiliz		Avrupa Normu		İsveç SS	Japon JIS
		BS	En	No	Name		
316	S31600	316S31	58H, 58J	14.401	X5CrNiMo17-12-2	2347	SUS 316

7.1.1 Kimyasal kompozisyonu

Çizelge 7.4 : AISI 316 malzemesi kimyasal kompozisyonu [21]

Kalite		C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ni	N
316	Min	-	-	-	0	-	16.0	2.00	10.0	-
	Max	0.08	2.0	0.75	0.045	0.03	18.0	3.00	14.0	0.10

7.1.2 Korozyon dayanımı

Normal şartlarda korozyon dayanımı 304'ten çok daha iyidir. Asit miktarı mevcut bulunan sıcak ortamlarda, malzemenin içyapısında kılcal çatlak ve çukur oluşturması, sıcaklığı 60°C'nin üstüne çıktığında gerilimden kaynaklanan yarıklar oluşması muhtemeldir. Standart sıcaklıkta kullanım suyunda 1000 mg/L, 60°C'nin üzerinde 500 mg/L mevcut klora dayanıklıdır.

7.1.3 Isı dayanımı

316 aralıklı 870°C'ye çıkan, sürekli olarak 925°C ısı olan ortamlarda iyi oksidasyon dayanımına sahiptir. Ancak ortam sulu ise ve 425-860°C sıcaklık mevcut ise korozyon dayanımı düşer. 316L'nin ise karbonu(C) düşük olduğundan bu ortamlarda karbür çökmesi oluşmaz.

7.1.4 Isıl işlem

Tavlama işlemi 1010 – 1120°C arasında ısıtıldıktan sonra, hızlıca soğutulur. Isıl işlemle sertleştirilemez.

Yeni çıkan teknolojiler ile, yüksek ısılara çıkmadan sertleştirme işlemleri uygulanabilmektedir. [6]

7.1.5 Kullanım alanları

Asidik miktarı fazla olan yiyecek ekipmanlarında

Labarotuar tezgah ve ekipmanlarında, tıbbi cihazlarda

Deniz kenarındaki mimari yapıların dış cephelerinde (panel, ray, vs.)

Tekne ve gemi bağlantı elemanlarında

Kimyasal taşıma konteynerlerinde

Eşanjörlerde ve vana sistemlerinde

Cıvata, somun, vida, yay

7.2 Grafit Malzemesinin Genel Özellikleri

Grafit, yumuşak, yağlı, kâğıtta iz bırakan, siyah renkli bir katı maddedir. Grafit, yağ haline getirilip makinelerde, çalışan parçaların birbirine sürtünürken aşınmasını azaltmak ya da engellemek amacıyla yağlayıcı olarak kullanılır. Kurşun kalemlerin içindeki uç da, içine kil katılarak biraz sertleştirilmiş grafitir. Grafit yapay olarak da hazırlanabilir; bunun için kok kömürünün çok yüksek sıcaklıklarda işlenmesi gerekir. Grafit çok yüksek sıcaklıklara dayanabilir, ayrıca çok iyi bir elektrik iletkenidir. Bu nedenle, çamaşır makinesi ve elektrikli süpürge gibi aytılardaki elektrik motorlarının fırçaları grafitten yapılır. Son dönemlerde, uzay kapsüllerinin ısı kalkanlarının yapımında da grafitten yararlanılmaya başlanmıştır. [26]

7.2.1 Yapısal özellikleri

İhtiyaç ve Talebe Bağımlı olarak, % 99.85 Safılıkta (Kül Oranı % 0.15, Klorid Miktarı : % 10) 0.7 gr/cm³ özgül ağırlıkta, genleştirilmiş saf grafit folyodan, ön yüklemeli, hazır preslenmiş ring sızdırmazlık elemanıdır.

Yüksek basınç ve mekanik dayanım gerektiren uygulamalarda, metal ve alüminyum

folyo takviyeli versiyonlarında mevcuttur.[27]

7.2.2 Çalışma ortamları

Buharda +700 °C sıcaklıklarda kullanılabilirken, inert (oksijensiz ortamda şartlı olarak +3000) °C’de kullanılabilir.

Su, sıcak su, kızgın - doymuş buhar ve likit ve gaz halde oksijen hatlarında, kazan besleme, boiler, uygulamalarında, hidrokarbonlar, ısı transfer yağları ve solvent türevlerinde kullanımı uygundur.

7.2.3 Kullanım yeri ve ürün şekli

Aksiyal, radyal ve lateral yönlerdeki,

Dinamik ve statik uygulamalarda;

- Santrifüj ve piston pompalar,
- Karıştırıcı, mikser ve reaktörler
- Vanalar, mil ve oturma kapakları
- Tank ve kazan kapakları,
- Manhol kapakları, flanşlı bağlantılar,

gibi ekipmanlarda kullanımı uygundur.

7.3 Parçaların İmalat ve Tedarik Yöntemleri

Gövde, flanş, ring, küre, metal sızdırmazlık elemanı, döndürme mili, döndürme mili koruyucusu ve grafit koruyucu parçaları talaşlı imalat makinelerinde imal edilebilecekleri gibi bir kısmı döküm olarak üretilir. Döküm olarak imal edilebilecek büyük parçalar; gövde ve flanştır. Parça üretim adedine göre döküm avantaj yada dezavantaj sağlamaktadır. Bunlar maliyet bölümünde anlatılacaktır.

Gövde ve flanş haricindeki diğer parçalar ise dolu malzemedan imal edildikleri takdirde avantaj sağlanabilecek parçalardır. Türkiye’de AISI316 malzemesini döken az sayıda firma vardır, bunlardan birisi Kocaeli’nde bulunan Anadolu Döküm firmasıdır. Döküm harici talaşlı imalat işleri bugün birçok CNC işleri yapan firma

tarafından üretilebilmektedir. Fiyat teklifi alınan firma Bilim Makine olmakla birlikte firma yine Kocaeli’nde bulunmaktadır.

Küre parçası Türkiye’de Asya Paslanmaz firmasından hazır olarak alınabilmektedir. Firma döküm olarak ürettiği küreleri daha sonra işleme merkezlerinden geçirerek, pürüzsüz dış yüzeye sahip ürünler ortaya çıkarmaktadır.

Sertleştirme işlemi için Hollanda’da bulunan Kolsterising firmasının yapmış olduğu hizmet alınacaktır. Firmanın yapmış olduğu ürünlerde renk ve şekil değişikliği yoktur. Maksimum 38 olan Rockwell C değerini 74 değerlerine taşıyabilmektedir.

Türkiye’de küresel vana ve pompalar için gerekli olan grafiti imal edebilen Eagleburgmann ve Pekşen olmak üzere iki firma bulunmaktadır. İkiside yabancı teknolojiyi kullanan şirketlerde grafit imalatı kalıplarla yapılmaktadır.

Disk yaylar ithalatçı, Bursa’da bulunan Gökşen Makine’den tedarik edilmektedir.

8. MALİYET

Parçaların imalata uygunluk durumu, küresel vananın yurtdışından getirildiği taktirdeki ve Türkiye’de imal edildiği taktirdeki fiyat analizi bu bölümde yapılacaktır. Çizelge 8.1’de metal ürünlerin hepsinin talaşlı imalat yöntemiyle üretildiği durumdaki maliyet durumu gösterilmektedir. EK A.1’de verilen teknik resimler ilgili firmalara yollanarak, fiyat teklifleri alınmıştır.

8.1 Metal Parçaların İmalat Maliyeti

Çizelge 8.1: Talaşlı imalat, metal parçalar ve sertleştirme maliyeti

Parça	Adet	Malzeme	Firma	Teklif (TL)
Gövde	1	AISI316	Bilim Makine	750
Flanş	1	AISI316	Bilim Makine	500
Metal sızdırmazlık	2	AISI316	Bilim Makine	100
Grafit koruyucu	2	AISI316	Bilim Makine	60
Ring	1	AISI316	Bilim Makine	20
Mil	1	AISI316	Bilim Makine	70
Mil koruyucu	1	AISI316	Bilim Makine	200
Küre	1	AISI316	Asya Paslanmaz	20
Dar disk yay	2	Inconel X750	Gökşen Makine	6.9
Geniş Disk yay	1	Inconel X750	Gökşen Makine	4.1
Somun	2	AISI 304	As Cıvata	5
Sertleştirme	3	Kolsterising	Bodycote	391
Nakliye	1	-	Hollanda	100
			TOP. FİYAT	2227

Küre Asya paslanmazın standart ürünlerinden alınacaktır. Çizelgede yer alan sertleştirme ve nakliye maliyetleri küre, metal sızdırmazlık parçalarına aittir.

Gövde ve flanşın dökümden imal edilme durumu Çizelge 8.2’de verilmiştir. Burada parça dökümden sonra iç kısımlarındaki pürüzlülüğün giderilmesi için tekrar imalata girecektir. Bu kısımda Anadolu Döküm firmasından alınan teklif, 100 adet ürünün dökümü yapılacak şekilde alınmıştır. Bunun sebebi döküm işlerinde firmaların yüksek adetli imalatı kabul etmeleridir.

Çizelge 8.2 : Gövde ve flanşın döküm maliyeti

Parça	Adet	Malzeme	Firma	Kalıp Maliyeti(TL)	Döküm fiyatı(TL)	Kaba işleme(TL)
Gövde	1	AISI316	Anadolu Döküm	2400	702	100
Flanş	1	AISI316	Anadolu Döküm	2400	203	50
TOP. FİYAT				4800	905	150

Kalıp maliyeti, döküm fiyatı ve son işlem fiyatlarının toplamını aldığımızda 5855 TL ücreti çıkmaktadır. Kalıp masrafı olan 4800 TL'yi ise dolu malzemeden imalata göre kıyasladığımızda(1250TL) 25 adet ürün imalatından sonra çıkartıp, sonraki süreçte gövde ve flanş imalatını 1250 TL yerine, 1055 TL'ye imal edilebilmektedir.

8.2 Grafit Parçaların İmalat Maliyeti

İki farklı firmadan alınan grafit tekliflerinden, Pekşen firmasından alınan Çizelge 8.3'de görülmektedir. Pekşen firması mile takılacak grafit kalıbının ellerinden bulunmasından, bu üründen kalıp ücreti almadan toplamda 455TL'yi imal edebileceklerini gönderdiler.

Çizelge 8.3 : Pekşen firması grafit maliyeti

Parça	Adet	Malzeme	Firma	Kalıp Maliyeti(TL)	Ürün fiyatı(TL)
Grafit mil	2	Grafit	Pekşen	0	0,5
Grafit küre	2	Grafit	Pekşen	200	2
Grafit flanş	1	Grafit	Pekşen	250	2
TOP. FİYAT				450	4,5

Eagleburgmann firmasından alınan teklid ise Çizelge 8.4'de görülmektedir. Firma kalıp maliyetini sunmadan doğrudan ürünün fiyatını sunmaktadır. Yaklaşık 472 TL'ye ürünleri imal edebilecek olan firmanın Pekşen firması ile aralarında yaklaşık 17 TL'lik fiyat farkı bulunmaktadır.

Çizelge 8.4 : Eagleburgmann firması grafit maliyeti

Parça	Adet	Malzeme	Firma	Teklif (Euro)
Grafit mil	2	Grafit	Eagleburgmann	60
Grafit küre	2	Grafit	Eagleburgmann	90
Grafit flanş	1	Grafit	Eagleburgmann	55
TOP. FİYAT				205

8.3 Toplam İmalat Maliyeti

Ürününün bir adet üretilceğini ve en pahalı koşullarla imalatının yapıldığını varsaydığımızda, yani grafit ürünlerin Eagleburgmann firmasından 472 TL'ye, metal ürünlerin ise toplamda 2227 TL'ye tedarik edilebildiği hesaplandığında, toplam 2699TL fiyatına DN50 ve PN16 bara dayanıklı vana imal edilebilmektedir. Bundan sonra ikinci bir vananın maliyeti ise, grafitteki kalıp maliyetinin ortadan kalkması ile, 2232 TL'ye üretilmektedir.

8.4 Vananın İthal Edilmesi Durumundaki Maliyeti

Yüksek sıcaklıkta çalışabilen küresel vananın ithalatı bugün birçok firma tarafından ülkemize yapılmaktadır. İki firmadan teklif alınmış olup bunlardan alınan teklifler Çizelge 8.4'de verilmiştir.

Ava Armaturen GMBH firmasından alınan teklif 1399 Euro'dur. Türk lirasına çevrildiğinde 3220 TL'ye denk gelen bu ücrette vana üzerine aktuatör ücreti dahil değildir.

Bir diğer teklif bugün Tüpraş'ın da vana tedarikçisi Metso firmasından alınmıştır ve 2280 Euro'luk teklif alınmıştır. Türk lirasına çevrildiğinde 5244 TL'ye gelen bu maliyet, Ava firmasına göre oldukça yukarıdadır.

Bir diğer firma olan Argus'tan teklif istendi ancak adet sayısı düşük olduğundan dolayı çok maliyetli çıkacağını, bu sebeple teklif vermek istemediklerini belirttiler.

Teklif alınan iki firmanın teslim tarihi siparişten sonra 14-15 haftadır.

Türkiye'de imalatında ise küre Asya Paslanmaz stoklarından bir gün içerisinde alınabilmekte, metal sızdırmazlık elemanlarının 3 gün içerisinde imal edilmesiyle Hollanda'ya DHL yada alternatif kargoyla dört günde yollanan parçalarda işlem yapılması ve sevki yaklaşık 15 gün olarak belirtilmiştir. Bu süreç içerisinde gövde, flanş ve diğer metal parçalarla birlikte grafitin imal edilip montaj alanına sevkiyle tüm parçalar bir arada toplanırlar ve yukarıda sayılan imalatçıların çok yoğun olmaması durumuna göre 20-30 gün arası yani 3-4 hafta arasında imalat gerçekleştirilebilir.

8.5 Sonuç

Vananın Türkiye’de adet bazında üretilmesi durumundaki maliyeti 2699TL’dir. İkinci imalattaki fiyatı ise 2232TL’dir. Vananın yurtdışından Ava Armaturen GMBH firmasından alınması durumunda fiyat farkı; ilk üründe 521 TL ikinci üründe ise fiyat farkı en az 988TL olacaktır.

Vananın Metso firmasından alınması durumundaki fiyat farkı; ilk üründe 2545 TL ikinci üründe ise fiyat farkı en az 3012 TL olacaktır.

Bundan sonraki süreçte yatırım maliyeti, müşteri potansiyeli ve kalite belgelerinin temini gibi süreçler izlenerek yatırım durumunun kararı verilebilir.

9. SONUÇ ve ÖNERİLER

Örnek bir fabrikanın kızgın buhar prosesinde kullanılacak olan vananın en baştan standartlar dahilinde, dış ölçü sınırları belirlendi ve ardından iç elemanların tasarımı gerçekleştirildi.

Ön tasarım sonrası döndürme milinin farklı sıcaklıklarda olması gereken uzunluğu için akışkan analizi yapıldı ve denklem oluşturuldu. Bu sayede farklı sıcaklıklar için optimum döndürme mili uzunluğu bulunarak kalite ve maliyet konusunda avantaj yaratıldı.

Analiz aşamasında bir diğer çalışma gövdenin içerisinden geçecek olan maksimum sıcaklığa ve basınca dayanımı incelendi. Gövdenin bazı kısımlarında yapılabilecek et kalınlığı azaltmaları yapılarak tasarım iyileştirmeleri yapıldı. Böylece vananın ağırlığı ve seri imalatla fiyat avantajı sağlanabilecek noktalar tespit edildi.

Vananın içerisinden geçecek olan yüksek sıcaklıkta buharın, vana içerisinde bulunan vana elemanlarına yapacağı genleşme etkisi incelendi. Buna göre vana içerisinde bulunan disk yayın esneme mesafesi dahilinde, vana parçasının tasarım boyutlarında revizyon yapıldı.

Döndürme miline uygulanacak maksimum tork dahilinde maruz kalacağı burulma kuvvetine dayanım durumu incelendi ve tasarımın yeterli olduğu kabul edildi.

Vana içerisinde kullanılacak olan elemanların tedarik edilmesi durumundaki fiyat teklifleri imalatçı firmalardan alındı ve maliyet analizi yapıldı. Birim adet üzerinden yapılan maliyet analizinde vananın yurtdışından getirilme durumundaki kazanç incelendi.

Bu çalışma bugün yurtdışından alımını ithali yapılan ve Türkiye’de yapılamaz denilen birçok konu için rehber olabilecek, somut maliyet analizlerinin yapıldığı bir çalışmadır. Aldığımız birçok ürün aslında basit, tek ihtiyacımız somut net verilerdir.

Tasarım ve analizi yapılan bu vananın ileride protatip çalışmaları yapılacaktır. Bu sayede seri imalatının ülkemizde retilbilmesi yönünde ikinci adım atılacaktır.

Bunun için ürünlerin pazarda yer bulabilmesi için gerekli sertifikaların alımı yönünde araştırmalar yapılacak, müşterilerin tercih etme durumları incelenecektir.

Bu alışma vesilesiyle, Türkiye’de üretimi yapılmayan diğerk vana tiplerinden, düşük sıcaklıklarda çalışan (-200) küresel vanaların tasarım ve imalatı ile, nükleer santrallerde kullanılan özel küresel vanaların imalatı konusunda araştırmalar yapılacaktır.

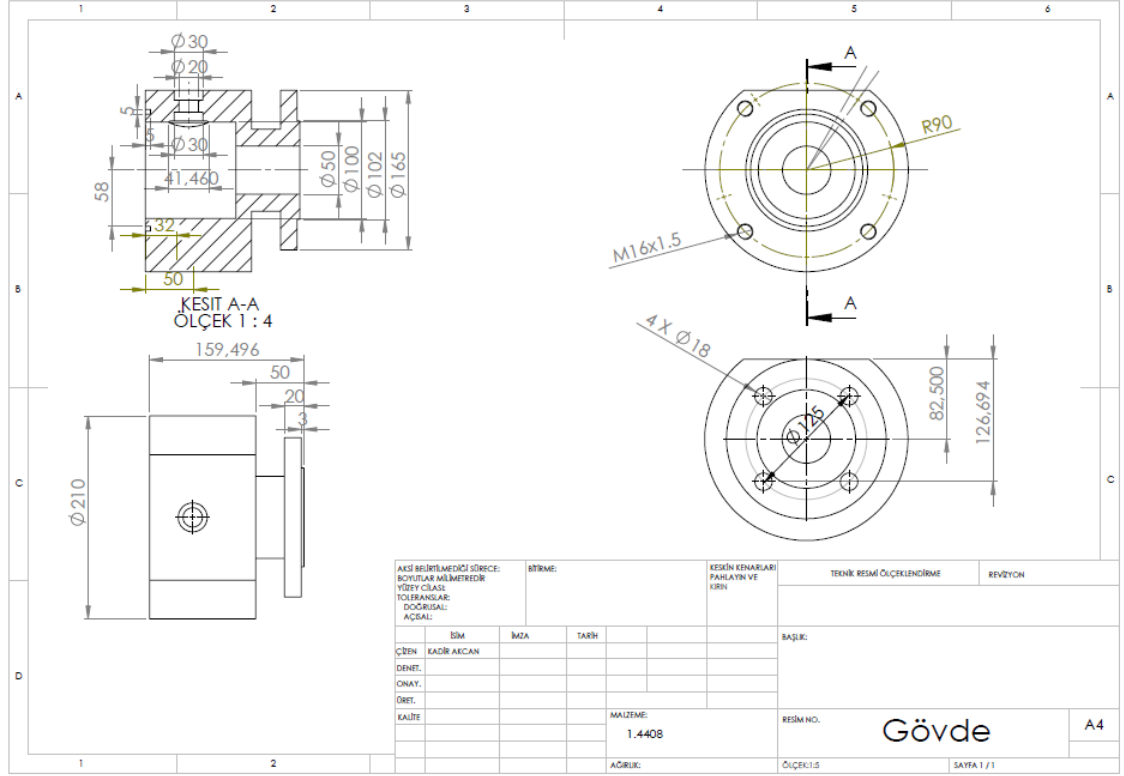
KAYNAKLAR

- [1] **Url-1** <http://www.ekoeng.com.tr/files/vana_bilgileri.pdf > alındığı tarih 05.09.2012
- [2] **Url-2** < <http://www.estetikyay.com.tr/tr/urunler/disk-yaylar.html>> alındığı tarih 20.09.2012
- [3] **Url-3** <http://www.pvd.com.tr/images/ori_0f1a626f-27b5-495e-8835-9b5887f99256.pdf > alındığı tarih 24.09.2012
- [4] **Url-4** <<http://tr.wikipedia.org/wiki/Teflon>> alındığı tarih 05.10.2012
- [5] **Url-5** <<http://www.pekos.es/recursos/catalogs/framcatg.html>> alındığı tarih 11.10.2012
- [6] **Url-6** < http://internet.bodycote.org/kolsterising/brochures/147-290_BODY_kolst_DE_FINR.pdf> alındığı tarih 13.10.2012
- [7] **Url-7** < <http://de.wikipedia.org/wiki/Kolsterisieren>> alındığı tarih 12.12.2013
- [8] **Yunus A. Çengel, Micheal A. Boles** 2008: Termodinamik, Rankine Çevrimi Sayfa471-474
- [9] **Url-8** <<http://www.mgm.gov.tr/genel/sss.aspx?s=sicakliklenleri2>> alındığı tarih 13.12.2013
- [10] **Url-9** < <http://batusan.com/resimler/teknik/09.pdf>> alındığı tarih 05.01.2013
- [11] **Url-10** <<http://www.valvias.com/dimensions-valve-face-to-face-en-558-1.php>> alındığı tarih 05.01.2013
- [12] **TS EN 558-1**,1997, Vanalar-Endüstriyel amaçlar için-Flanşlı boru sistemlerinde kullanılan metal vanaların alından alına ve merkezden alına boyutları bölüm, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- [13] **TS EN 1092-1**, 2010 , Flanşlar ve bağlantıları - Borular, vanalar, bağlantı parçaları ve aksesuarları için dairesel flanşlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- [14] **Url-11** < <http://www.valvias.com/flange-din-en-1092-1.php>> alındığı tarih 22.01.2013

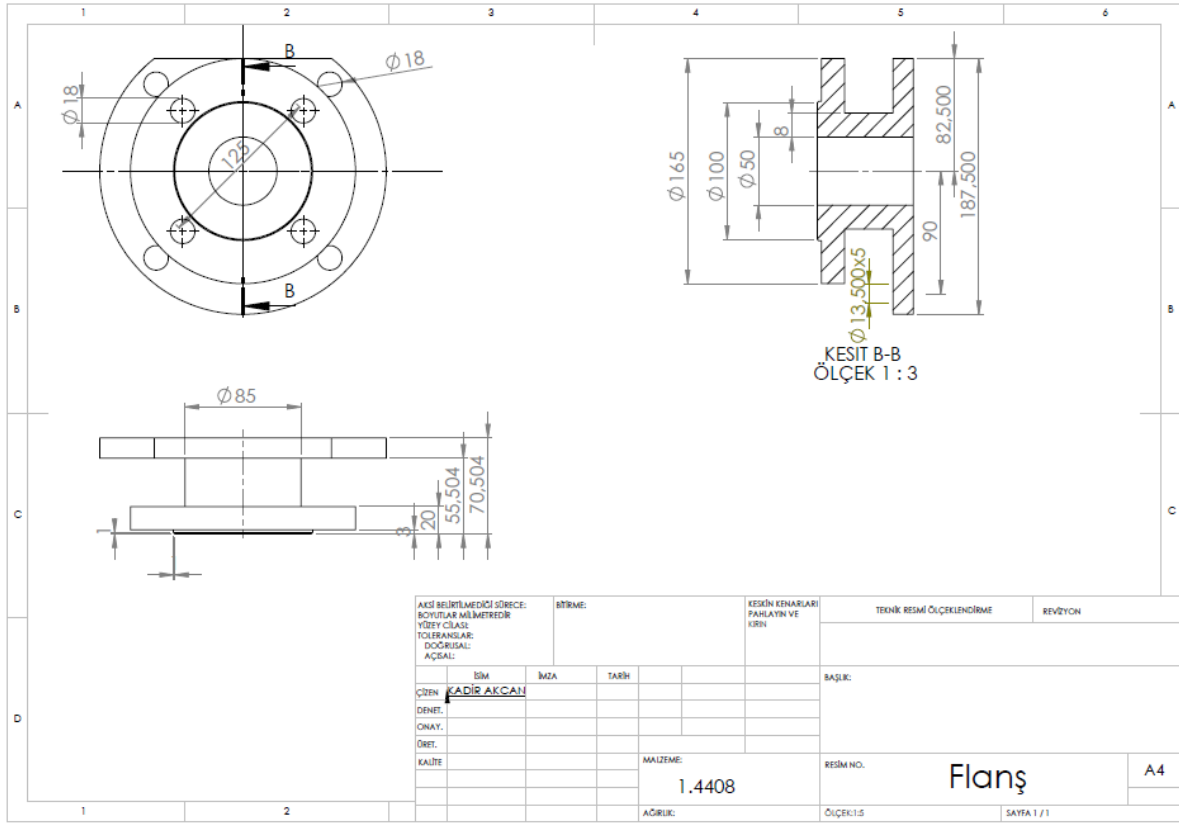
- [15] **Url-12** <<http://www.valvias.com/connection-valve-actuator-flange-iso-5211.php>> alındığı tarih 22.01.2013
- [16] **Url-13** <<http://batusan.com/resimler/talimat/kullanma-talimati-5.pdf>> alındığı tarih 04.02.2013
- [17] **Url-14** <<http://www.pekos.es/recursos/catalogs/framcatg.html>> alındığı tarih 05.02.2013
- [18] **Url-15** <<http://www.pekos.es/recursos/catalogs/framcatg.html>> alındığı tarih 05.09.2013
- [19] **Url-16** <<http://info.jamesbury.com/public/publicdocs/Docs/1x20en.pdf>> alındığı tarih 11.02.2013
- [20] **Url-17** <<http://www.flowserve.com/Valbart>> alındığı tarih 15.02.2013
- [21] **Url-18** <<http://www.northamericanstainless.com/wp-content/uploads/2010/10/Grade-304-304L.pdf>> alındığı tarih 15.02.2013
- [22] **Prof.Dr. Osman F.GENCELİ, Doç. Dr. İ. Cem PARMAKSIZOĞLU**, 2008, Kalorifer Tesisatı, Mayıs TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yayın no:MMO/352/5
- [23] **Url-19** <http://www.engineeringtoolbox.com/convective-heat-transfer-d_430.html> alındığı tarih 03.03.2013
- [24] **Url-20** <<http://www.tecni-cable.co.uk/s.nl/ctype.KB/it.I/id.138/KB.36576/.f>> alındığı tarih 03.03.2013
- [25] **Url-21** <<http://www.pekos.es/assets/metal-metal-2013.pdf>> alındığı tarih 04.03.2013
- [26] **Url-23** <<http://tr.wikipedia.org/wiki/Grafit>> alındığı tarih 05.03.2013
- [27] **Url-24** <<http://www.peksen.com.tr/Uploads/Document/cb6dea6a899875d.pdf>> alındığı tarih 05.03.2013
- [28] **Url-25** <http://www.yayse.com/index.php?lang=tr&mod=canak_yay> alındığı tarih 05.04.2013
- [29] **Url-26** <<http://www.schnorr.com/docs/Handbook.pdf>> alındığı tarih 15.04.2013
- [30] **Url-26** <<http://www.aalco.co.uk/datasheet/Stainless-Steel>> alındığı tarih 15.06.2013

EKLER

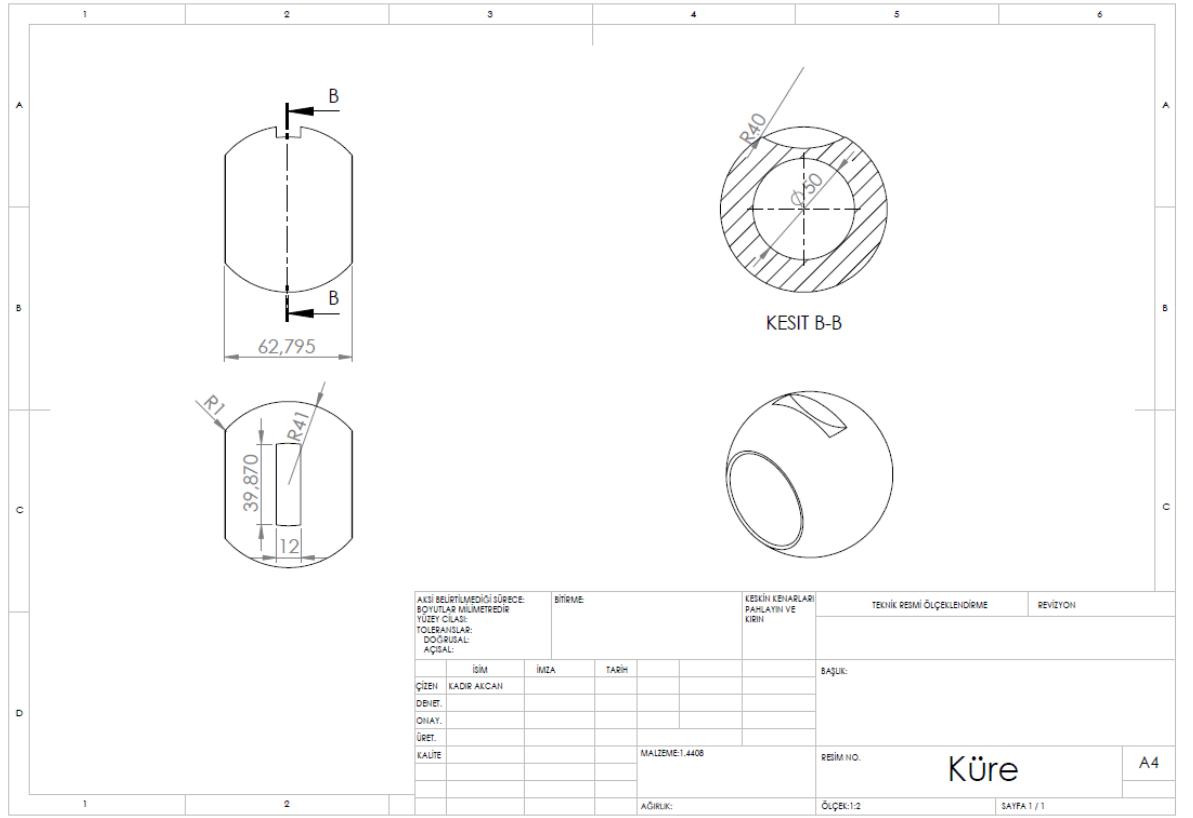
EK A.1 : Teknik resimler



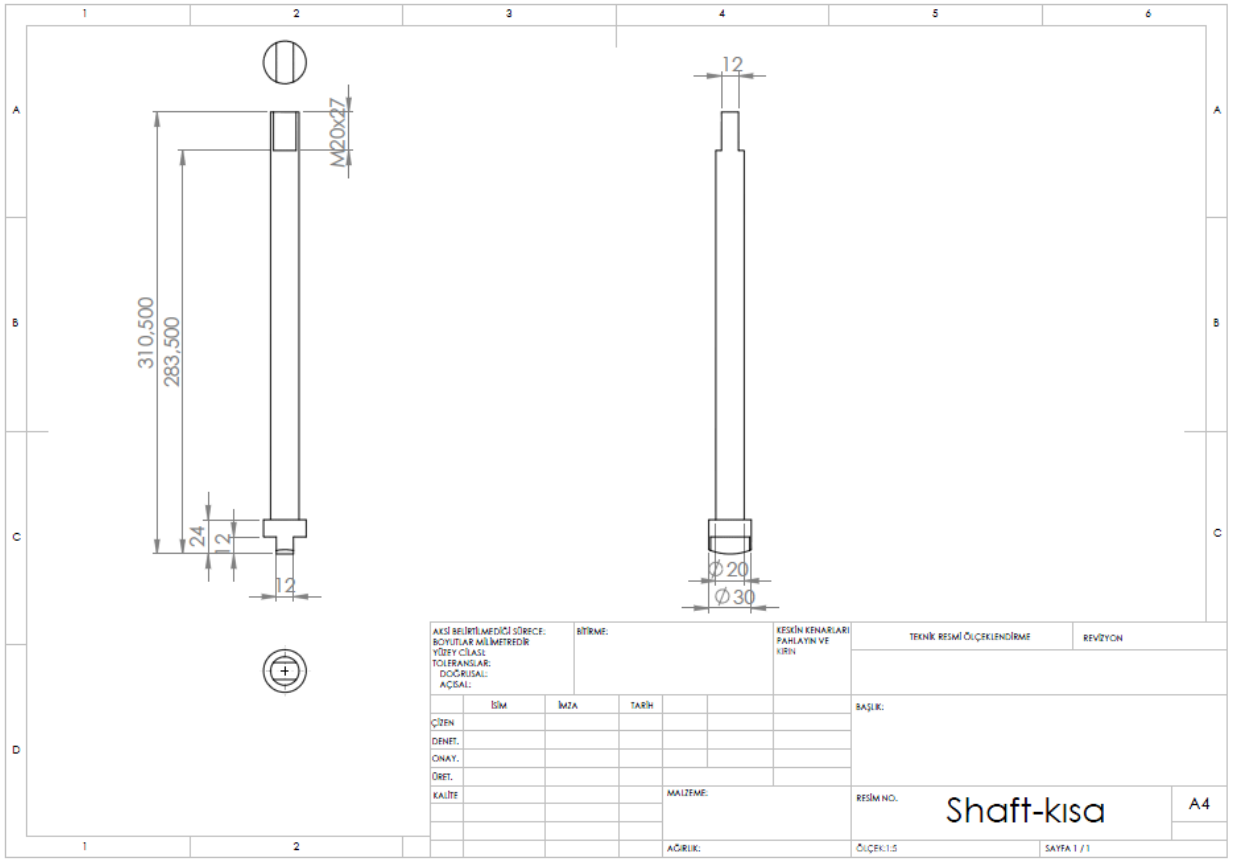
a)



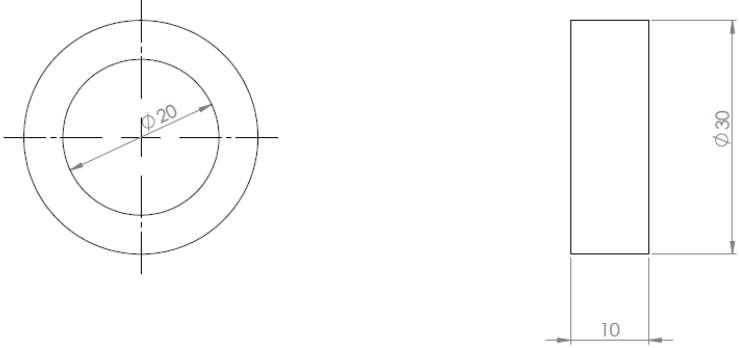
b)



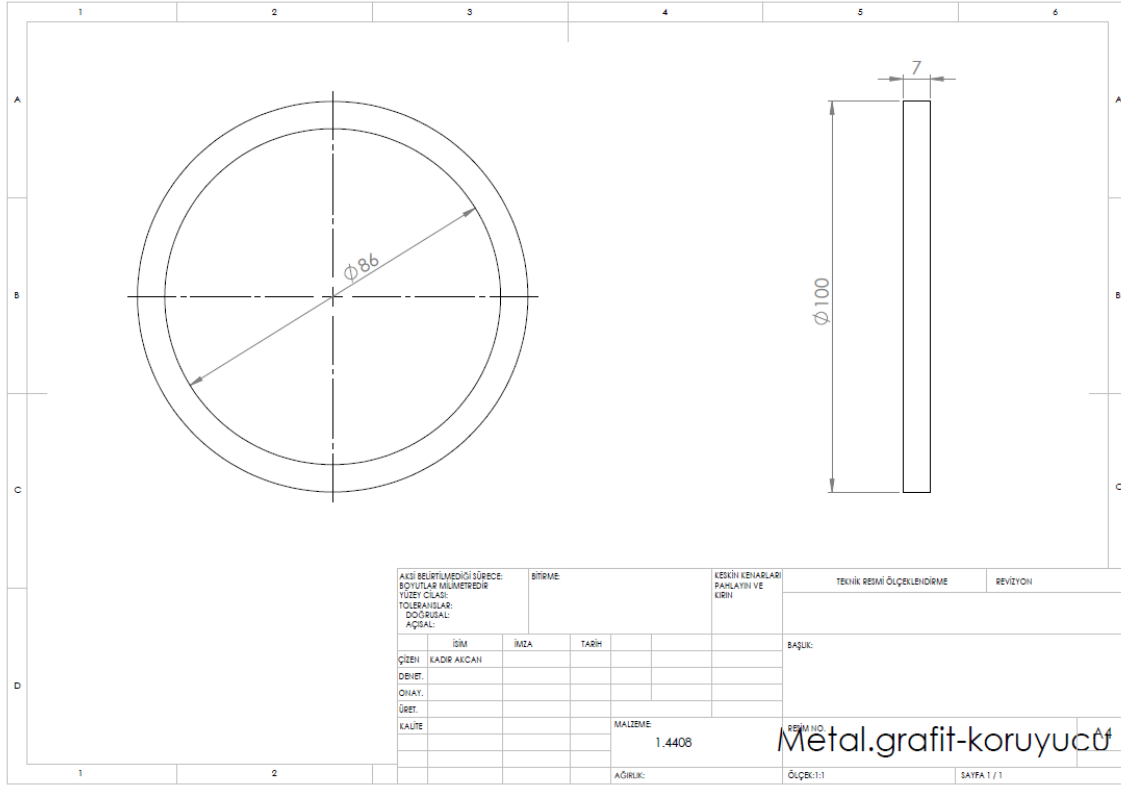
c)



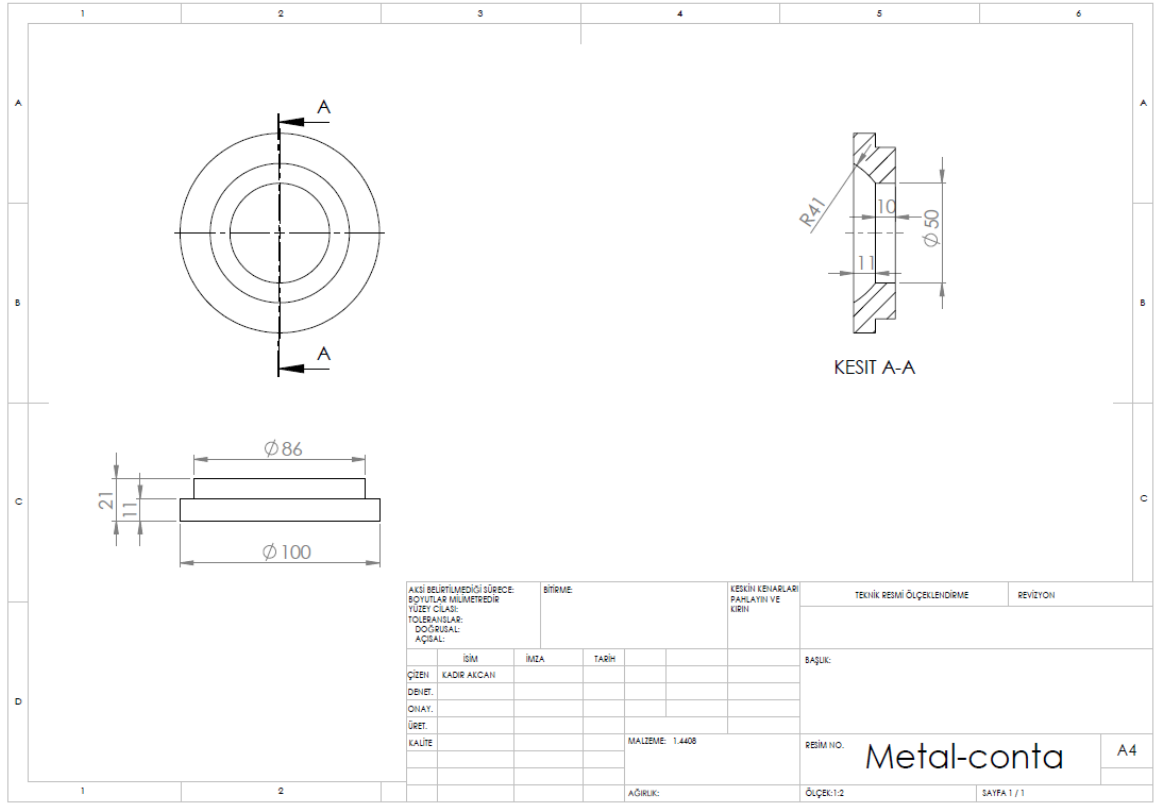
d)

1	2	3	4	5	6																																																																
A					A																																																																
B					B																																																																
C					C																																																																
D					D																																																																
1	2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">AKSI BELİRTİMEDİĞİ ÜZERİNE: BOYUTLAR MİLMETREDİR YÜZÜ ÇILADI TOLERANSLAR: DOĞRUSAL: AĞIRLIK:</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">BİTİRME:</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">KESKİN KENARLARI: PAZLAYIN VE KİRİN</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">TEKNİK RESİM ÖLÇEKLENDİRME</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">REVİZYON</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">ÇİZEN:</td> <td style="font-size: 8px;">İMZA:</td> <td style="font-size: 8px;">TARİH:</td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td colspan="4" rowspan="5" style="font-size: 8px;">BAKIL:</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">DİŞET:</td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">ONAY:</td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">ÜRET:</td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">KALİTE:</td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="font-size: 8px;">MALZEME: 1.4408</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">RESİM NO:</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">Ring-Sap</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="font-size: 8px;">AĞIRLIK:</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">ÖLÇEK: 2:1</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">SAYFA 1 / 1</td> </tr> </table>			AKSI BELİRTİMEDİĞİ ÜZERİNE: BOYUTLAR MİLMETREDİR YÜZÜ ÇILADI TOLERANSLAR: DOĞRUSAL: AĞIRLIK:		BİTİRME:		KESKİN KENARLARI: PAZLAYIN VE KİRİN		TEKNİK RESİM ÖLÇEKLENDİRME		REVİZYON		ÇİZEN:	İMZA:	TARİH:				BAKIL:				DİŞET:						ONAY:						ÜRET:						KALİTE:						MALZEME: 1.4408						RESİM NO:		Ring-Sap		AĞIRLIK:						ÖLÇEK: 2:1		SAYFA 1 / 1		A4
AKSI BELİRTİMEDİĞİ ÜZERİNE: BOYUTLAR MİLMETREDİR YÜZÜ ÇILADI TOLERANSLAR: DOĞRUSAL: AĞIRLIK:		BİTİRME:		KESKİN KENARLARI: PAZLAYIN VE KİRİN		TEKNİK RESİM ÖLÇEKLENDİRME		REVİZYON																																																													
ÇİZEN:	İMZA:	TARİH:				BAKIL:																																																															
DİŞET:																																																																					
ONAY:																																																																					
ÜRET:																																																																					
KALİTE:																																																																					
MALZEME: 1.4408						RESİM NO:		Ring-Sap																																																													
AĞIRLIK:						ÖLÇEK: 2:1		SAYFA 1 / 1																																																													

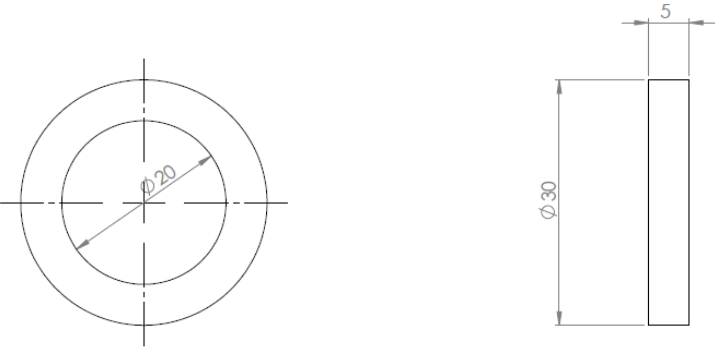
e)



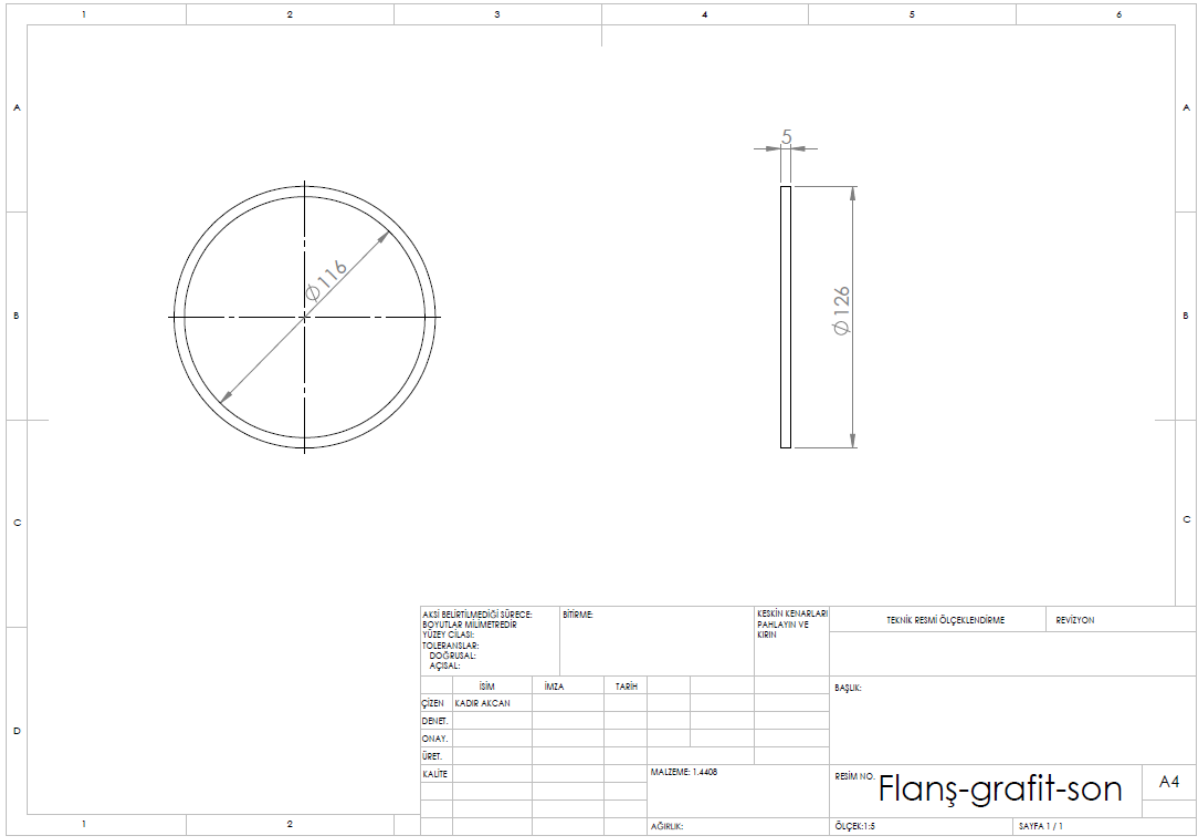
f)



g)

1	2	3	4	5	6																																																																								
A					A																																																																								
B					B																																																																								
C					C																																																																								
D					D																																																																								
1	2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">AKI BEYTÜLMEDİĞİ ÜZERİNE: BÖYÜTLER MİLMETREDİR YÜZET ÇILASI: TOLERANSLAR: DOĞRUSAL: AÇISAL:</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">BİTİRME:</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">KESKİN KENARLARI: PAMLAYIN VE KIRIN</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">TEKNİK RESİM ÖLÇEKLENDİRME</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">REVİZYON</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">ÇİZEN:</td> <td style="font-size: 8px;">İMZA:</td> <td style="font-size: 8px;">TARİH:</td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td style="font-size: 8px;"></td> <td colspan="4" rowspan="5" style="font-size: 8px;">BAŞLIK:</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">DENET:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">ONAY:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">ÜRET:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 8px;">KALİTE:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="font-size: 8px;">MALZEME: GRAFİT</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">RESİM NO.</td> <td colspan="2" rowspan="3" style="font-size: 24px; text-align: center;">Grafit-sap</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="font-size: 8px;">AĞIRLIK:</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">ÖLÇEK: 2:1</td> <td colspan="2" style="font-size: 8px;">SAYFA 1 / 1</td> </tr> </table>			AKI BEYTÜLMEDİĞİ ÜZERİNE: BÖYÜTLER MİLMETREDİR YÜZET ÇILASI: TOLERANSLAR: DOĞRUSAL: AÇISAL:		BİTİRME:		KESKİN KENARLARI: PAMLAYIN VE KIRIN		TEKNİK RESİM ÖLÇEKLENDİRME		REVİZYON		ÇİZEN:	İMZA:	TARİH:				BAŞLIK:				DENET:						ONAY:						ÜRET:						KALİTE:								MALZEME: GRAFİT				RESİM NO.		Grafit-sap												AĞIRLIK:				ÖLÇEK: 2:1		SAYFA 1 / 1		6
AKI BEYTÜLMEDİĞİ ÜZERİNE: BÖYÜTLER MİLMETREDİR YÜZET ÇILASI: TOLERANSLAR: DOĞRUSAL: AÇISAL:		BİTİRME:		KESKİN KENARLARI: PAMLAYIN VE KIRIN		TEKNİK RESİM ÖLÇEKLENDİRME		REVİZYON																																																																					
ÇİZEN:	İMZA:	TARİH:				BAŞLIK:																																																																							
DENET:																																																																													
ONAY:																																																																													
ÜRET:																																																																													
KALİTE:																																																																													
		MALZEME: GRAFİT				RESİM NO.		Grafit-sap																																																																					
		AĞIRLIK:				ÖLÇEK: 2:1				SAYFA 1 / 1																																																																			

h)



j)

Şekil A.1 : Teknik resimler a) Gövde , b)Glanş, c) Küre, d) Döndürme mili, e)Ring, f) Grafit koruyucu, g) Metal sızdırmazlık, h)Döndürme mili grafiti i) Küre grafit, j)Flanş grafit

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Kadir AKCAN

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 1987

Adres: Istop park evleri, 831. Ada, Alikahya/Kocaeli

E-Posta: kadirakcan@windowslive.com

Lisans: Kocaeli Üniversitesi Makine Mühendisliği

Mesleki Deneyim ve Ödüller: Ford Otosan A.Ş./Transit İmalat Mühendisliği (2011-)