

**VANA CEKETLERİNİN TERMAL
MODELLENMESİ VE ISI KAYIPLARINDAKİ
AZALMANIN İNCELENMESİ**

**2011
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE EĞİTİMİ**

Gülten KURT

**VANA CEKETLERİNİN TERMAL MODELLENMESİ
VE ISI KAYIPLARINDAKİ AZALMANIN İNCELENMESİ**

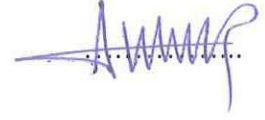
Gülten KURT

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Eğitimi Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Şubat 2011**

Gülten KURT tarafından hazırlanan “VANA CEKETLERİNİN TERMAL MODELLENMESİ VE ISI KAYIPLARINDAKİ AZALMANIN İNCELENMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Erdoğan KILIÇASLAN
Tez Danışmanı, Makine Eğitimi Anabilim Dalı

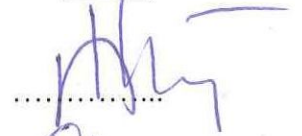


Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 04/02/2011

Ünvanı: Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

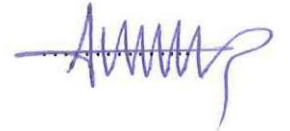
Başkan : Doç. Dr. Mehmet ÖZKAYMAK (KBÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Engin ÖZBAŞ (KBÜ)



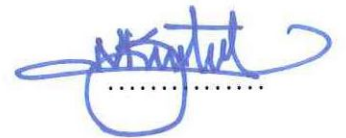
Üye : Yrd. Doç. Dr. Erdoğan KILIÇASLAN (KBÜ)



.../.../2011

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Nizamettin KAHRAMAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Gülten KURT

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

VANA CEKETLERİNİN TERMAL MODELLENMESİ VE ISI KAYIPLARINDAKİ AZALMANIN İNCELENMESİ

Gülten KURT

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Eğitimi Anabilim Dalı**

Tez Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. Erdoğan KILIÇASLAN

Şubat 2011, Sayfa 58

Bu çalışmada vanalardaki ısı kaybını azaltmak için hazırlanan vana ceketinin, sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak Ansys programı yardımı ile ısı analiz yapılmıştır. Literatürde sonlu elemanlar yöntemi üzerine detaylı çalışmalar bulunmaktadır. Ancak yapılan literatür taramalarında vana ceketlerinin sonlu elemanlar yöntemi ve Ansys programıyla yapılmış termal analizine rastlanmamıştır.

Günümüzde enerji kaynaklarının tükenmekte olması, bu kaynakların rasyonel bir biçimde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ülkemizde yeni inşa edilen ve mevcut yapılarda yalıtım konusunda son yıllarda artış gözlenmekle birlikte enerji tasarrufu açısından yeterli düzeye gelmediği görülmektedir. Özellikle ısı yalıtımı, enerji kullanımı ve tasarrufunda çok önemli rol oynamaktadır.

Ansys genel amaçlı sonlu elemanlar paket programıdır ve mekanik problemlerin nümerik çözümünde kullanılır. Sonlu elemanlar yöntemi, çeşitli mühendislik problemlerine kabul edilebilir bir çözüm arayan sayısal bir çözüm yöntemidir.

Bu çalışmada ilk olarak, vana ceketlerinin imalat kriterlerinin ve imalat aşamalarının belirlenmesi amacıyla üretim yapan firmalar ile diyalog kurulmuştur. Bunun yanında sonlu elemanlar yöntemi ile Ansys programı kullanılarak yapılmış çalışmalar incelenmiş ve ısı analizi örneklemeleri yapılmıştır. Ansys programında elde edilen sonucun doğruluğu verilerin doğruluğuna bağlı olacağından vana ve vana ceketlerinin standart ölçülerine ulaşmada ilgili firmalarla irtibata geçilmiştir. Daha sonra glob vana teknik çizimleri Autocad ve Solid Works paket programına aktarılarak deneysel analizler yapılmıştır. Son olarak glob vanadan geçen akışkanın farklı sıcaklıklar için ceketsiz ve ceketli vanalardaki ısı kayıplarının sayısal simülasyonu yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler : Sonlu elemanlar yöntemi, Ansys, vana ceket, termal analiz

Bilim Kodu : 708.3.015

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THERMALLY ANALYSE OF VALVE JACKET'S AND EXAMINATION OF HEAT LOSSES

Gülten KURT

Karabük University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mechanical Education

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Erdoğan KILIÇASLAN

February 2011, Pages 58

In this study, valve jackets which were prepared to prevent heat losses from the valves will be thermally analyzed by finite element methods using Ansys program. There are studies in detail on the finite element method. However, we have not come across any finite element thermal analysis of valve jackets using Ansys in the literature.

Depleting energy resources necessitate the rational use of these resources. Despite an increasing concern in insulations used in new buildings today, it cannot be seen as satisfactory for our country in terms of energy save. Especially the heat insulation plays a very important role in energy use and save.

Ansys is a general purpose finite element package program and is used for the purpose of numerically solving the mechanical problems. Finite elements method is an acceptable numerical solving method to various engineering problems.

First of all in this study, we will get in touch with the producer companies to determine the production criteria and production stages of the valve jackets. Besides, some studies of finite elements method by Ansys program will be examined to benefit from the methods of similar heat analyses. Since the outcome results of the Ansys program depends on the input data, accurate dimensions of the valve and valve jackets will be taken from the related firm. Then the globe valve technical drawings will be exported to the Autocad© or Solid Works© and the experimental analyses will be conducted. Lastly, the numerical simulation of the heat losses through the valves with and without jackets will be made for different fluid temperatures.

Keywords : Finite elements method, Ansys, valve jacket, thermal analysis

Science Code : 708.3.015

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının araőtırılmasında, planlanmasında, yürütülmesinde ilgi ve desteğini esirgemeyen, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle alıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, çok değerli danıőmanım Yrd. Doç. Dr. Erdoğan KILIÇASLAN'A sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Sonlu elemanlar sisteminde yapılan analiz çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen, çok kıymetli Doç. Dr. Kemal ATİK ve Doç. Dr. Mustafa YAŐAR' a teőekkürü bir borç bilirim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve değerli eőim Halil İbrahim KURT'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ	1
1.2. ÇALIŞMANIN AMACI	2
BÖLÜM 2	3
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
BÖLÜM 3	9
VANALARIN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI	9
3.1. VANANIN TANIMI	9
3.2. VANANIN SINIFLANDIRILMASI	9
3.2.1. Fonksiyonları ve Uygulama Alanları Yönünden Vanalar	10
3.2.1.1. Glob Vanalar	10
3.2.1.2. Küresel Vanalar	11
3.2.1.3. Kelebek Vanalar	12
3.2.1.4. Sürgülü Vanalar	15
3.2.1.5. Pistonlu Vanalar	18

	<u>Sayfa</u>
3.2.2. Anma Basınçlarına Göre Vanalar	19
3.2.3. Anma Çaplarına Göre Vanalar	19
3.2.4. Kullanıldığı Akışkan Türüne Göre Vanalar	19
3.2.5. Bağlantı Şekillerine Göre Vanalar	20
3.3. VANA ÜRETİMİNDE KULLANILAN MALZEME VE YÖNTEMLER.....	21
3.3.1. Dövme Teknolojisi.....	21
3.3.2. Döküm Teknolojisi.....	21
3.4. TANIMLAMALAR	22
 BÖLÜM 4	 26
VANA CEKETİ	26
4.1. VANA CEKETİ TANIMI	26
4.2. VANA CEKETİ KULLANIM ALANLARI	28
4.3. VANA CEKETİ AVANTAJLARI.....	28
4.4. VANA CEKETİ KULLANIMINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR ..	29
 BÖLÜM 5	 31
SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ (SEY).....	31
5.1. SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİNİN TANIMI.....	31
5.2. ANSYS VE UYGULAMA ALANLARI	31
 BÖLÜM 6	 33
DENEYSEL ÇALIŞMALAR, METOT VE PROBLEMİN YAKLAŞIK YÖNTEM İLE ÇÖZÜMÜ	33
6.1. METOT.....	33
6.2. PROBLEMİN YAKLAŞIK YÖNTEM İLE ÇÖZÜMÜ	34
6.2.1. Glob Vana Termal Analizi	34
6.2.1.1. ANSYS Programının Açılması Ve Çözücü Seçimi.....	34
6.2.1.2. Glob Vana Mesh Oluşturulması	36
6.2.1.3. Glob Vana Termal Analizi	38
6.2.2. Vananın Ceketli Termal Modellenmesi ve Analizi.....	41

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 7	47
ANALİZ SONUÇLARI VE TARTIŞMA	47
BÖLÜM 8	53
SONUÇLAR.....	53
KAYNAKLAR.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Glob vana	10
Şekil 3.2. Küresel vana	12
Şekil 3.3. Wafer tip kelebek vana	14
Şekil 3.4. Lug tip kelebek vana.....	14
Şekil 3.5. Flanşlı tip kelebek vana	15
Şekil 3.6. Sürgülü vana.....	16
Şekil 3.7. Pistonlu vana	18
Şekil 3.8. Baskılı glob vana DN 15-50 tip: YGV flanşlı teknik resmi ve Özellikleri.....	24
Şekil 3.9. Baskılı glob vananın ana elemanları.....	25
Şekil 3.10. Baskılı glob vana	25
Şekil 4.1. Vana ceketinin resimleri	26
Şekil 4.2. Vana ceket.....	27
Şekil 4.3. Vana ceket giydirilmiş hali	27
Şekil 4.4. Yalıtımsız vananın termal kamera görüntüsü	29
Şekil 4.5. Yalıtımsız vanalardaki ısı kayıplarının termal kamera görüntüsü.....	30
Şekil 4.6. Vana ceket uygulamasından sonra yalıtımlı vananın termal kamera görüntüsü	30
Şekil 6.1. Vana ve vana ceket Autocad teknik çizimi.....	33
Şekil 6.2. Element belirlenmesi	34
Şekil 6.3. Element özelliklerinin belirlenmesi.....	35
Şekil 6.4. Akışkanın özelliklerinin belirlenmesi.....	35
Şekil 6.5. Mesh yoğunluğunun belirlenmesi	36
Şekil 6.6. Element tipinin seçilmesi.....	37
Şekil 6.7. Meshlenmiş Glob Vana	37
Şekil 6.8. 40 °C’de Ceketsiz glob vanadan geçen suyun termal analizi	39
Şekil 6.9. 50 °C’de Ceketsiz glob vanadan geçen suyun termal analizi	39
Şekil 6.10. 60 °C’de Ceketsiz glob vanadan geçen suyun termal analizi	40
Şekil 6.11. 70 °C’de Ceketsiz glob vanadan geçen suyun termal analizi	40

Şekil 6.12. 80 °C’de Ceketsiz glob vanadan geçen suyun termal analizi	41
Şekil 6.13. Vana ceketinin meshlenmiş hali.....	42
Şekil 6.14. 40 °C’de Ceketli glob vanadan geçen suyun termal analizi.....	43
Şekil 6.15. 50 °C’de Ceketli glob vanadan geçen suyun termal analizi.....	43
Şekil 6.16. 60 °C’de Ceketli glob vanadan geçen suyun termal analizi.....	44
Şekil 6.17. 70 °C’de Ceketli glob vanadan geçen suyun termal analizi.....	44
Şekil 6.18. 80 °C’de Ceketli glob vanadan geçen suyun termal analizi.....	45
Şekil 6.19. Glob vanadaki suyun hız gradyeni	45
Şekil 6.20. Glob vanadaki suyun akışının detaylı doğrultu hızı	46
Şekil 6.21. Glob vanadaki suyun akışının hız değişimi	46
Şekil 7.1. Ceketli ve ceketsiz glob vana içinden geçen suyun 40 °C’deki sıcaklık değişimi.....	48
Şekil 7.2. Ceketli ve ceketsiz glob vana içinden geçen suyun 50 °C’deki sıcaklık değişimi.....	49
Şekil 7.3. Ceketli ve ceketsiz glob vana içinden geçen suyun 60 °C’deki sıcaklık değişimi.....	50
Şekil 7.4. Ceketli ve ceketsiz glob vana içinden geçen suyun 70 °C’deki sıcaklık değişimi.....	50
Şekil 7.5. Ceketli ve ceketsiz glob vana içinden geçen suyun 80 °C’deki sıcaklık değişimi.....	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 6.1. Doymuş suyun özellikleri.....	36
Çizelge 6.2. Vana ceketli özellikleri.....	41
Çizelge 8.1. Değişik sıcaklık ve farklı noktalardaki ceketli ve ceketsiz glob vanadan geçen suyun termal analizinin nümerik sonuçları	52

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

- C_p : Akışkanın özgül ısısı
 DN : Anma boyutu (ISO Standartları)
 P : Akışkanın vana giriş basıncı
 PN : Nominal basınç
 T : Akışkanın vana giriş sıcaklığı
 V : Akışkanın vana giriş hızı
 ρ : Akışkanın yoğunluğu
 λ : Akışkanın ısı iletim katsayısı
 μ : Akışkanın dinamik viskozitesi

KISALTMALAR

- ISO : Uluslararası Standartlar Örgütü
SEY : Sonlu Elemanlar Yöntemi
TS : Türk Standardı

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Uygarlığın gelişmesi enerjinin kullanılmasıyla orantılıdır. Yeryüzünde her geçen gün enerji gereksinimi artmakta ve yeni enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Enerji kaynaklarımız tükenmektedir, bundan dolayıdır ki kaynaklarımızı tasarruflu ve rasyonel bir biçimde kullanmamız gerekmektedir. Ülkemizde yalıtım konusundaki akademik çalışmalarda son yıllarda artış gözlenmekle birlikte enerji tasarrufu açısından yeterli düzeye gelmediği görülmektedir. Özellikle ısı yalıtımı, enerji kullanımı ve tasarrufu bu konuda çok önemli rol oynamaktadır.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bilimsel veriler sayesinde endüstride seri üretimde sıklıkla kullanılan vana ceketlerinin sağladığı ısı tasarrufu ve ekonomiye katkısı ortaya konulmuştur.

Yapılan çalışmada, vana ceketlerinin imalat kriterleri ve imalat aşamaları belirlenip sonlu elemanlar yöntemi ile Ansys programı kullanılarak yapılmış çalışmalar incelenmiş ve ısı analizi örneklemeleri yapılmıştır. Glob vana teknik çizimleri Autocad programında elde edilmiş ve deneysel analizler yapılmıştır. Ardından glob vana ve ceket özelliklerinin, farklı akışkan sıcaklıkları için çıplak ve ceketli vanalardaki ısı kayıplarının sayısal simülasyonu yapılmıştır.

1.1. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ

Bu çalışmada vanalardaki ısı kaybını önlemek için hazırlanan vana ceketinin sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak Ansys programı yardımı ile ısı analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilmiş bilimsel veriler sayesinde endüstride seri üretimde sıklıkla kullanılan vana ceketlerinin sağladığı enerji tasarrufu ve ekonomiye katkısı ortaya çıkarılmıştır.

İlk olarak glob vana ve ceket üretimi yapan firmalardan teknik özellikleri alınmıştır. Sonra bunlar Autocad ve Solid Works paket programlarında çizilerek bu çizimler Ansys paket programına aktarılmıştır. Farklı sıcaklıklardaki ceketli ve ceketsiz glob vanadan geçen akışkanın sayısal simülasyonu yapılmıştır.

Vana ceketlerinin enerji tasarrufunu sağlaması açısından son derece önemlidir. Vana ceketini kullanan endüstrinin önerileri doğrultusunda vanalardaki ısı kaybını önlemek için ısı analizi yapılmıştır. Ayrıca farklı sıcaklıklarda su verilerek birbiriyle karşılaştırılma yapılmıştır.

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmada, endüstride kullanılan glob vanalardan meydana gelen ısı kayıpları ve bu kayıpların engellenmesi amacıyla kullanılmakta olan vana ceketlerinin sağlayacağı yararlar belirlenerek enerji tasarrufu ve ekonomiye katkısı ortaya koyulmuştur.

Çalışma kapsamında sanayisinde vana ceketini kullanan endüstriyel tesisler ile görüşülmüş, onların önerileri doğrultusunda vanalardaki ısı kaybını önlemek için vana ceketinin Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak Ansys programı yardımı ile ısı analizi yapılmıştır. Ayrıca, çalışma esnasında, endüstride bu konuda çalışmalar gerçekleştiren firmalar ile görüşülmeye devam edilmiş ve onların sorunlarının bu proje ile eş zamanlı olarak çözümüne katkı sağlanmıştır.

Yapılan çalışma ile, sanayi kuruluşları ile akademik çevreler arasındaki işbirliğini geliştirmek ve tüketiciler ile üreticiler arasındaki sorunlarının çözümü amaçlanmaktadır.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Akarsu yapmış olduğu çalışmada, kondenser tarafı hava soğutmalı olan bir su soğutma grubu, farklı hava giriş ve su giriş sıcaklıklarında çalıştırılmıştır. Evaporatör ve kondenser basınçlarına bağlı olarak soğutma kapasitesi ve etkinlik katsayısının değişimleri incelenmiştir. Kızgınlık değerinin genleşme vanası karakteristiğine bağlı olarak değişimi araştırılmış ve kızgınlık ve aşırı soğuma değerlerinin çalışma basınçlarına bağlı değişimi deneysel olarak incelenmiştir [1].

Ayata, tarafından çelik tencerelerde taban olarak bakır (Cu) veya alüminyum (Al) kullanılması durumunda gerilme ve şekil değişimlerinin incelenmesi adlı çalışmasında; katmanlı bir yapıda, metal plakanın bir tarafı düzensiz olarak ısıtılırken diğer tarafında düzgün bir sıcaklık dağılımına ulaşmak istendiğinde (çakma tabanlı tencerelerde olduğu gibi) katmanlı yapının kalınlıkları üzerinde bir düzenlemeye gitmek gerekir. Isıl genleşme katsayıları farklı, iki malzemedен oluşmuş bir katmanlı silindirik yapının, ortaya çıkacak sıcaklık değişimlerinde farklı genleşme göstermesi de üzerinde çalışılması gereken önemli bir problemdir. Ayata bu çalışmada, bu ana fikir etrafında bu probleme çözüm aramıştır.

Bu amaçla katmanlı yapının ısıtılan tarafına değişen kalınlıklarda Cu/Al yerleştirmiş. Al/CrNi katmanlı yapısı Cu/CrNi katmanlı yapısına göre daha düşük ısı iletimi ve daha yüksek sıcaklık gradyeni göstermiş. İki farklı metalin ara yüzeyindeki ısıl gerilmeler de imalatçının dikkatine sunmuştur. Simülasyon sonucunda Cu/CrNi katmanlı yapısında Al/CrNi katmanlı yapısına göre daha düzgün bir sıcaklık dağılımı ve daha düşük gerilme değerleri ortaya çıktığını gözlemlemiştir. Bu amaç için sonlu elemanlar yöntemi (SEY) program paketi; Ansys kullanılmıştır [2].

Casoli et al., yaptıkları çalışmada, kavitasyon durumunda bir homojenizasyon valfinin CFD analizini incelemişlerdir. Saf su çalışma akışkanı olarak incelenmiştir. Simülasyondan elde edilen sonuçlar, endüstrideki homojenizatörler dikkate alınarak, basınç düşüşü, hacimsel debi karakteristikleri açısından deneysel sonuçlar ile karşılaştırılmış [3].

Çelik, tarafından Sonlu Elemanlar Metodu ile Ansys programı kullanılarak bir türbin sabit kanatçığının hesaplamalı akışkanlar mekaniği ile önceden hesaplanan ısı taşınım katsayısı ve basınç dağılımları etkisi altında ortaya çıkan sıcaklık dağılımları ile deformasyon ve gerilme dağılımlarını hesaplamak amacı ile termal ve yapısal analizlerin yapılması hedeflenmiştir. Çalışmada iki model oluşturulmuştur. Birinci modelde girdi bilgileri, gerçekçi olması açısından Von Karman Enstitüsünde 1990 yılında yapılan deneysel bir çalışmadan alınmıştır. İkinci modelde ise, bir uçak motoru türbin kısmının çalışmasını simüle edebilmek için daha yüksek sıcaklık ve basınç değerleri kullanılmıştır. Bu bilgiler ise, bir motor üretici firmanın ARGE bölümünden alınmıştır. Her iki modelde de aynı airfoil geometrisi kullanılmış, çıkan sonuçlar değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır [4].

Durat vd., tarafından metal döküm kalıplarında termal gerilmelere ve şekil değişimlerine neden olan sıcaklıklar, sonlu elemanlar tekniği ile incelendi. Fiziksel döküm koşullarına uygun olarak, bilgisayar ortamında tasarlanan bir metal döküm kalıbın, belirli zaman aralıkları ile birbirini takip eden döküm ve soğuma süreçleri modellendi. Kalıptaki sıcaklık değişimleri kararlı hale gelinceye kadar analiz yapıldı. Bu analiz neticesinde, kalıptaki maksimum sıcaklıklar ve sıcaklık değişimleri elde edildi. Sonlu elemanlar analizinde kalıp ve dökümün bölüntülenmesinde 3 boyutlu 10 düğümlü dört kenarlı termal elemanlar kullanıldı. Üç boyutlu transiyen sonlu elemanlar modeli ile kalıpta oluşan, sıcaklık ve sıcaklık değişimleri grafiksel olarak gösterildi [5].

Duymaz, tarafından DN 40 nominal çapında bir kelebek vananın yersel yük kaybı katsayısı, hem deneysel olarak, hem de nümerik sonlu hacimler yöntemini kullanan Fluent paket programı yardımıyla hesaplanmıştır. Deney yöntemi ve Fluent programı ile problem çözülrken akışkan olarak hidrolik kullanılmıştır. Bu şekilde yersel kayıp

katsayısı, vana açıklığı tam açık pozisyonda iken ($\theta=90^\circ$), deney sonucunda 0,5319 ve nümerik yöntemde ise 0,4659 olarak bulunmuştur. Bu değerler, % 12,41 farkı ifade etmektedirler [6].

Erkoç tarafından yapılan çalışmada, Autocad ve Ansys yazılımları kullanılarak bir milin tasarımı kama ile bağlı dişli çarkın bulunduğu bir mil göz önüne alınarak yapılmıştır. Burulmaya ve eğilmeye maruz kalan milin mukavemet kontrol hesabı yapıldıktan sonra Autocad yazılımı ve milin katı modellemesi yapılmıştır. IGES ara yüzü kullanılarak bu dosya Ansys yazılımına transfer edilmiştir Ansys yazılımında bu milin statik elastik gerilme analizi Solid95 ile yapılmıştır. Bu amaçla eleman boyutu verilerek mil sonlu elemanlara bölünmüştür. Malzeme özellikleri sınır şartları ve dış yükler verildikten sonra problem çözülmüştür. Problemin çözümünden sonra milin muhtelif bölgelerindeki gerilme dağılımları incelenmiş sonuçlar grafik ve tablolar halinde alınmıştır [7].

Karpat vd., tarafından 4, 6, 8, 10 ve 12 kişilik asansörler için gerçekleştirilen çalışmanın son kısmında analiz sonuçlarına bağlı olarak tasarım önerileri sıralanmışlardır. Asansörler insan hayatı ve konforu açısından büyük önem taşıyan sistemlerdir. Buna bağlı olarak, CE belgelendirme çalışmasında asansör güvenlik elemanlarının mukavemet hesaplarının yapılması şart koşulmaktadır. Bu bildiride, asansör kabin taşıyıcıları için gerçekleştirilen ve sonlu elemanlar metodunun (SEM) kullanıldığı bir çalışma anlatılmaktadır. Analizler sonucunda kabin taşıyıcı imalatında yol gösterici olabilecek sonuçlara ulaşılmıştır [8].

Kovacı ve Albayrak, tarafından ankastre giriş tasarımı için Matlab ve Ansys optimizasyonu adlı projelerinde optimizasyon tekniği ile tasarım değişkenlerinin en uygun değerlerini belirlemiştir. Bu amaçla Ansys ve Matlab programları yardımıyla optimizasyon yapılmış ve elde edilen optimum değerler ve bu değerlerin seçimi değerlendirilmiştir [9].

Leutwyler and Dalton tarafından yapılan çalışmada, ise kelebek vanalardaki sıkıştırılabilir akışları Fluent programında analiz ederek disk yüzeyinde ortaya çıkan kuvvetler incelenmiştir. Ayrıca 30, 45 ve 60 derece vana açıklığındaki basınç

değerlerinin tahmininde yine Fluent programını kullanarak yaklaşık değerler deneysel değerlerle karşılaştırmıştır [10].

Oza et al., tarafından oksijen uygulamaları için glob vananın Cfd modellemesi adlı çalışmalarında, ticari olarak kullanılan hesaplamalı akışkanlar dinamiği programı Fluent de glob vana içerisindeki iki boyutlu türbülanslı akışı analiz etmişlerdir [11].

Özdamar vd., tarafından küresel vanalara ait yersel yük kaybı katsayıları, hem deneysel yöntemle hem de sonlu hacimler yöntemini kullanan Fluent adlı paket program tarafından belirlenmiş ve bulunan değerler karşılaştırılarak farklılıkların neden oluşabileceği irdelenmiştir [12].

Özdamar ve Yüksel tarafından yapılan çalışmada, sürgülü vanaların yersel yük kaybı katsayıları, bilgisayar destekli hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemlerinden biri olan Fluent programı ile bulunmuş ve sonuçlar deneysel değerlerle karşılaştırılmıştır [13].

Öztekin, tarafından üç boyutlu sonlu elemanlar modeli kullanılarak bir kimyasal tankerin kargo tanklarının statik yükleme analizi yapılmıştır. Kimyasal tankerler genelde 12-14 arası kargo tankına sahip gemilerdir. Üç boyutlu model, geminin masturi bölgesindeki iskele ve sancak olmak üzere toplam altı tankından meydana gelmektedir. Analizler bu tanklarda klas kuruluşlarının belirtmiş olduğu kritik yükleme durumlarından birinin uygulanması sonucunda oluşan gerilmeleri tespit etmek amacı ile yapılmıştır. Katı model oluşturulurken Autocad ve Ansys programları, nümerik analizlerde ise yine Ansys paket programı kullanılmıştır [14].

Salvador et al., tarafından bir kontrol valfin Fluent programında 3 boyutlu modellemesini analiz etmiş ve deneysel testlerle de modelin doğrulamasını gerçekleştirmiştir. Farklı piston aralıklarında modelleme ve deneyi gerçekleştirerek deneysel ve nümerik değerler arasındaki farkın %6'nın altında olduğunu görmüştür. Aynı tür çalışmayı 3 farklı glob vana için yapan Davis ve Stewart ise deneysel ve nümerik değerler arasındaki en büyük farkın piston girişinde olduğunu ve 3 boyutlu

modellemede deneysel ve nümerik sonuçlar arasındaki farkın 2 boyutlu modellemeye göre daha az olduğunu görmüştür [15].

Sandalcı vd., yayınladıkları akış koşulları ve vana çapının kelebek vana performans katsayılarına etkisi adlı makalelerinde vanadan geçen akışkanın hacimsel debi ve basınç kaybı değerleri ölçülmüş vana performansını belirleyen kayıp katsayısı ve debi katsayısı hesaplanmış. Deneysel ölçüm sonuçlarını yorumladığında; Kayıp katsayısının türbülanslı akışlarda akışkanın vanaya giriş hızından (2, 3, 4 m/s akış hızlarında) etkilenmediği gözlemlenmiş vana çapından disk açısının tam açık pozisyonu hariç etkilendiği görülmüş. Debi katsayısının, türbülanslı akışlarda akışkanın vanaya giriş hızından etkilenmediği fakat vana çapından disk açısına bağlı olarak etkilendiği görülmüştür [16].

Solmaz ve Turgut, tarafından düzlem kafes sistemlerin Ansys paket programı ile optimum geometri tasarımı adlı çalışmada bir düzlem taşıyıcı sistemin Ansys paket programı kullanılarak yapısal dizayn optimizasyonu gerçekleştirmişlerdir. Örnek uygulama olarak 47 elemandan oluşan düzlem bir güç iletim kulesi göz önüne almışlar. Elastik davranış kabulü yapılmış ve yapının uygulanan yükleri emniyetli bir şekilde taşıyabilmesi için yapısal dizayn optimizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Son olarak taşıyıcı sistemin ve taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların optimum geometrik boyutlarını belirlemişlerdir. Optimizasyon işlemi sonucunda düzlem taşıyıcı sistemin toplam ağırlığının %60 oranında azaldığı sonucuna ulaşmışlardır [17].

Şeker yaptığı çalışmada, laboratuvar kanalında gerçekleştirilen iki boyutlu savak arkası akımda PIV cihazı kullanılarak hız ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen deneysel bulgularla karşılaştırmak amacıyla sonlu elemanlar yöntemine dayalı geliştirilen Ansys paket programı ile Laplace diferansiyel denklemi ve hareket denkleminin sayısal çözümleri elde edilmiştir. Kanalda modellenen dikdörtgen ve üçgen savak üzerinde oluşan su yüzü profilleri VOF analizi ile teorik olarak belirlenmiş ve deneysel ölçümlerle karşılaştırılmıştır [18].

Tolun, tarafından lineer, izotropik, homojen elastik ince bir dikdörtgen plağın serbest titreşimin karakteristikleri Ansys paket programı ile incelenmiştir. Dikdörtgen plağın

hareket denklemi, Kirchhoff plak teorisi uygulanarak elde edilmiştir. Daha sonra, hareket denklemi sonlu elemanlar modelinde ifade edilmiştir. Basit mesnet, ankastre ve serbest sınır şartlarının kombinasyonlarından oluşan 16 farklı sınır şartlarında analiz yapmıştır [19].

Vaughan et al., tarafından dikme vananın akış simülasyonu sonlu hacim hesaplamalı akışkanlar dinamiği programı kullanılarak yapılmıştır. Akış, sıkıştırılamaz türbülanslı ve kararlı iken vana geometrileri bir dizi işlemle simüle edilmiştir. Simülasyon ve deneysel ölçümler ve görselleştirilen akış desenleri karşılaştırılmıştır. Simüle kaliteli bir şekilde görüntülemiş ve akış şekilleri arasında nitel gözlem yapmıştır [20].

Yetim, tarafından yapı elemanlarının özgül ısılarının ve su buharı difüzyon direnç katsayılarının belirlenmesi adlı projesinde yapı elemanlarından tamamlayıcı elemanlar içinde bulunan ısı yalıtım malzemelerini incelemiş ve bu elemanlara ait özgül ısı hesaplama yöntemi ve su buharı difüzyon direnç katsayısının hesaplanması hakkında bilgi vermiş ve analiz yapmıştır [21].

Şahin vd., bu çalışmada, ısı transferi geliştirme ve düz fin-borulu ısı eşanjörleri ile yedi farklı fin açıları basınç düşüşü değerlerini araştırmış ve fin-borulu ısı değiştirici sayısal simülasyon üç boyutlu (3-D) sayısal hesaplama tekniği kullanarak yapmış. Model çizim ve GAMBIT yazılımı kullanarak dövülmüş. dikey yüzgeç açısı ($h = 0$) ısı transferi ve basınç düşümü değerleri değişken eğimli fin açıları ($h = 5, 10, 15, 20, 25, 30$) ile karşılaştırmak için verilmiş. Isı transferi değerleri tüm olgularda karşılaştırmak için normalize edilmiş ve optimum açısı eğimli fin açısı $h = 30$ için, segment başına maksimum ısı transferi geliştirme elde 1.42W (normalize değer 105,24%), segment başına basınç düşmesi ile ilgili maksimum kayıp güç sadece 0,54 mW bulmuştur [22].

BÖLÜM 3

VANALARIN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

3.1. VANANIN TANIMI

Boru veya basınçlı kaplarda; gaz, sıvı veya toz akışkanlarda kullanılan, akışkanı kapatmaya, kısımaya, ayarlamaya, akışı ve basıncı kontrol etmeye yarayan makine elemanlarına vana denir. Boru çaplarına, sistemin şekline ve sistem basıncına göre şekli ve ismi değişiklik gösterir.

Genel olarak bir vananın taşınması gereken özellikler:

- İlgili standartlara uygun olması,
- Sızdırmazlığı sağlaması,
- Büyük basınç düşüşleri yaratmaması,
- Gürültülü çalışmaması,
- Basınç şokuna neden olmaması,
- Korozyona dayanıklı ve uzun ömürlü olması,
- Kolay hizmet verebilir ve kolay montaj edilebilir olması,
- Bakım yapılabilir olması şeklinde belirtilebilir.

3.2. VANALARIN SINIFLANDIRILMASI

Vanalar genel olarak fonksiyonları ve uygulama alanlarına göre, anma basınçlarına göre, anma çaplarına göre ve kullanıldığı akışkan türüne göre sınıflandırılırlar.

3.2.1. Fonksiyonları ve Uygulama Alanları Yönünden Vanalar

Fonksiyonları ve uygulama alanları yönünden vanalar beş ana başlık altında incelenir.

3.2.1.1. Glob Vanalar

Gövdenin dış görünüşünün global yapısından dolayı glob adını alan bu vanalar, bir milin ucuna bağlı klapenin, akışkan geçiş deliğinin üstüne oturtulması veya kaldırılması ile, akışkan geçişini kesip, açarak görevlerini yerine getirirler. Genel olarak dış görünüşleri gövde, kapak, mil ve volandan meydana gelir. Yüksek basınç, yüksek sıcaklık ortamları ile ayar istenen devrelerde kullanılmaya olanağı nedeniyle bütün boru sistemlerinde yaygın olarak kullanılırlar. Glob vanalar sızdırmazlık prensibine göre; baskılı, pistonlu veya metal körüklü olarak üretilmektedir. Şekil 3.1'deki vana glob vanaya ait bir örnektir.



Şekil 3.1. Glob vana.

Baskılı Tip Glob Vanalar

İç aksam olarak sit ve subaptan oluşur. İç sızdırmazlık metal sit subap sistemi ile sağlanır. Dış sızdırmazlık ise mildeki salmastra ile temin edilir.

Pistonlu Glob Vanalar

İç aksam olarak piston ve ringler mevcuttur. Alt ring, iç sızdırmazlığı; üst ring ise dış sızdırmazlığı sağlar. Buhar, kızgın su ve basınçlı hava sistemlerinde kullanılır.

Metal Körüklü Glob Vanalar

İç aksanı ve iç sızdırmazlığı sağlayan elemanlar baskılı tip vanalarda olduğu gibi sit ve subaptır. Ancak dış sızdırmazlık, bir metal körük ile sağlanır. Paslanmaz çelik malzemeden olan metal körüklü vanalarda dış sızdırmazlık, salmastralı olan sistemlerden daha uzun ömürlüdür ve uzun bakım gerektirmez. Genel olarak glob vanaların avantajları ve dezavantajları ise aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

Avantajları:

- Hassas akış kontrolü sağlarlar.
- Klapenin, sit ile sürtünmesiz, oturarak teması ile iyi bir sızdırmazlık sağlanır.
- Yüksek basınç ve sıcaklıklara uygun tipleri vardır.
- Çok sık ve çok sayıda açılıp, kapanmaya uygundur.
- Bu yüzden, özellikle atmosfere açık tehlike yaratabilecek yüksek basınçlı akışın söz konusu olduğu durumlarda, kapama vanası olarak sürgülü vana yerine, glob vanalar tercih edilmektedir.

Dezavantajları:

- Yapıları itibarı ile basınç kayıpları fazladır.
- Ölü hacim içerdiğinden vana içinde kalıntı kalmasına neden olabilir.
- Akış sadece vana üstünde belirlenmiş yönde mümkündür. İki yönlü çalışmaya uygun değildir.
- Büyük anma ölçülerinde, açma kapama miline çok büyük kuvvetler etkimektedir. Bu kuvvet, kapamayı zorlaştırmaktadır. Büyük debilerin kontrolü söz konusu olduğunda; akışı iki veya daha fazla küçük hatta ayırmak ve küçük glob vanalar kullanabilmek, genelde uygulanan bir yöntemdir.

3.2.1.2. Küresel Vanalar

Küresel vanaların yapısı, ortasında delik bulunan bir küre, hareket kolu ve sızdırmazlık elemanlarından meydana gelir. Kürenin üst kısmında bir mil yuvası bulunmakta ve yuvaya oturan mil tesisat kolu ile döndürüldüğünde küre de birlikte dönerek vanayı açmakta ve kapamaktadır. Kürenin 90° dönüşünde vana, tam açık

pozisyondan kapalı pozisyona geçer. Sızdırmazlık kürenin sızdırmazlığı ve milin sızdırmazlığı olarak iki kademededen oluşur. Vana kullanılacağı yere göre uygun sızdırmazlık elemanları ile donatılmış olması gerekir. Şekil 3.2'deki vana küresel vanaya ait bir örnektir.



Şekil 3.2. Küresel vana.

Malzeme olarak dış gövdede, basınca ve kullanım yerine göre dökme demir, dökme çelik veya paslanmaz çelik kullanılırken; küre ve mil paslanmaz çelikten üretilir.

Avantajları:

- Basınç kaybı azdır ve açıp kapaması kolaydır.
- Çift taraflı sızdırmazlık sisteminden dolayı iyi sızdırmazlık sağlar.
- Ayar vanası olarakta kullanılır ancak tam açık veya tam kapalı konumlar için tavsiye edilirlir.
- Kullanımları rahattır. Küreyi 90° çevirmek vanayı açmak veya kapatmak için yeterlidir.

Dezavantajları:

- Anma ölçüsü büyüdükçe fiyatları da pahalılaşır.
- Küre ve gövde iç boşluğu arasında ölü hacim söz konusudur.
- Ani açma kapama koç darbeleri yaratabilir.

3.2.1.3. Kelebek Vanalar

Kelebek vanalar adını, klape (disk) ve milin kombinasyonunu şeklinden alır. Vana gövdesi ile vana iç çapının büyüklüğü, birbirine çok yakındır. Klape, dikey eksen

boyunca monte edilmiş olan mil ile desteklenmiştir. Klape akış yönüne dik olarak bulunuyorsa, akışkan durdurulmuş ve vana kapanmıştır. Kelebek vanalarda sızdırmazlık; metal bir klape ile gövde içini kaplayan elastik veya plastik sızdırmazlık elemanları ile sağlanır. Bu sızdırmazlık elemanı, ayrıca, iki flanş arasında conta görevi yapar. Anma çapları, 1/2"-96" arasında seçilebilir. Çalışma basıncı seçenekleri, 6 bar, 10 bar, 16 bar, 25 bar ve 40 bar'dır. En yüksek çalışma sıcaklığı ise, 130°C'dir. Kelebek vanalar ile, akışkan ayar edilebilir ve ayar edilen noktada sabitlenebilir. Kullanıldığı akışkanlar; su, sıcak su, çamurlu su, katı partiküller ihtiva eden akışkanlar, toz akışkanlar ve kimyasal (korozif) akışkanlardır. Korozif akışkanlar için disk malzemesi ve sızdırmazlık elemanı, korozif akışkana dayanıklı malzemedir seçilir.

Kullanım alanları;

- Su, deniz suyu, atık su dağıtım ve işletme alanları,
- Demir çelik sanayi,
- Gemi sanayi,
- Petrol ve kimya sanayi,
- Çimento sanayi,
- Gaz, hava ve toz iletimi,
- Kağıt sanayi,
- Güç santralleri olarak sıralanabilir.
- Kelebek vanalar, bağlantı şekillerine göre, wafer, lug veya flanşlı olarak üretilirler.

Wafer Tip Kelebek Vanalar

Wafer tip kelebek vanalar, iki flanş arasına monte edilirler. Az yer işgal etmeleri nedeni ile yaygın olarak kullanılırlar. Ancak, hat sonlarında kullanılamazlar. Şekil 3.3'deki vana wafer tip kelebek vanaya ait bir örnektir.



Şekil 3.3. Wafer tip kelebek vana.

Lug Tip Kelebek Vanalar

Lug tip kelebek vanalar üzerinde, “lug” denilen içleri dişli bağlantı kulakları vardır. Lug kelebek vanalarda, flanş delik adedi kadar kulak vardır. Bu vanalar, hat sonlarında kullanılabildikleri gibi tesisatın her noktasında da kullanılabirler. Şekil 3.4’deki vana lug tip kelebek vanaya ait bir örnektir.



Şekil 3.4. Lug tip kelebek vana.

Flanşlı Tip Kelebek Vanalar

Flanşlı tip kelebek vanalar az yer kaplarlar ve büyük çaplarda küresel vanaya göre daha ekonomiktir. Basınç kayıpları azdır ve rahat monte edilebilirler. Şekil 3.5’deki vana flanşlı tip kelebek vanaya ait bir örnektir.



Şekil 3.5. Flanşlı tip kelebek vana.

3.2.1.4. Sürgülü Vanalar

Sürgülü vanalar, Gate ve Şiber diye de adlandırılırlar. Yapı olarak sürgülü vanalar; gövde, kapak, volan, mil ve içinde aşağı yukarı hareket eden sürgüden meydana gelir. Bu vanalar, tam açık veya tam kapalı pozisyonda kullanılır. İç sızdırmazlık, sürgünün gövde alt yüzeyine oturması ile sağlanır. Dış sızdırmazlık ise, salmastra sistemi ile sağlanır. Sızdırmazlık özelliği, supaplı vanalar kadar iyi olmadığından, ayırma vanasından çok, kontrol vanası olarak kullanılmaya uygundurlar.

Sürgülü vanaların anma çapları, 1/2"-40" arasında seçilebilir. En yüksek çalışma sıcaklıkları 90°C'dir. Çalışma basınç seçenekleri ise, 16 bar ve 25 bar arasındadır. Sıcak ve soğuk su tesisatları, buhar tesisatları, petrokimya tesisleri ve petrol taşıma hatlarında kullanılırlar.

Sürgülü vanalar, milin hareketine göre üçe ayrılırlar: Şekil 3.6'daki vana, mili ve volanı yükselmeyen tip sürgülü vanaya ait bir örnektir.



Şekil 3.6. Sürgülü vana.

Mili ve Volanı Yükselmeyen Tip Sürgülü Vanalar

Sürgülü mili bir fatura ile kapakta yataklanmıştır. Mil döndükçe sürgü, milin üzerinde yukarı doğru hareket eder. Bu vanaların avantajı; mil sadece dönme yaptığı için açık ve kapalı konumda yüksekliği aynı kalması ve milin dişli kısımları kapak içinde kaldığından toz ve pislikten korunmuş olmasıdır. Ancak, milin dişli kısmı kapak içinde olduğu için, korozif akışkanlarda aşınabilir.

Mili ve Volanı Yükselen Tip Sürgülü Vanalar

Mil ve volanın hareketi açısından, glob vanalara benzerler. Yani, mil vidası dışarıdadır, hem dönme hem de yükselme hareketi yapar. Bu vanaların avantajı; basit yapı ve şekle sahip olması ile korozif akışkanlarda milin daha iyi korunmasıdır. Ancak, bu vanalar, fazla yer kaplarlar.

Mili Yükselen ve Volanı Yükselmeyen Tip Sürgülü Vanalar

Volan, kapak üst tarafına yataklanmıştır. Volan, döner, ancak yükselmez, sadece mil yükselir. Bu vanaların avantajı; mil vidasının izlenebilir olması ve milin konumuna göre açıklık oranının görünebilmesidir. Ancak konstrüksiyonları gereği pahalı vanalardır. Genel olarak sürgülü vanaların avantajları ve dezavantajları ise aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

Avantajları:

- Tam açık kullanımda akışkana daha az direnç gösterirler.
- Sıkıştırılmalı, dişli veya lehimli tip bağlantı imkanı sağlarlar.
- Büyük anma ölçülerinde bile kısa vana boyu söz konusudur.
- Ucuzdurlar ve rahat bulunabilirler.

Dezavantajları:

- Tam sızdırmazlık özellikleri iyi değildir. Bu nedenle, yüksek basınçlarda kullanımda, ancak, özel üretilmiş sürgülü vanalar kullanılabilir.
- Hassas akış kontrolü için uygun değildir, çünkü; akışın kısılması ile milin hareketi arasında belirli bir orantı yoktur. Vana, yaklaşık %75 kapanana kadar, ancak çok düşük oranda bir akış kısılması sağlanabilir.
- Vana yüksekliği, diğer tip vanalar içinde en yüksek olanıdır.
- Yükseklikte çok yer tutar.
- Uzun strok yüzünden açma kapama süreleri uzar.
- Ölü hacim içermektedirler vana içinde, kalıntı birikebilir ve bu kalıntı birikimi, vananın çalışmasını engelleyecek boyutta olabilir.
- Sızdırmazlık yüzeylerinin mekanik zorlanması önem taşır. Kapama sonlarında ve açma sırasında, basınç dengesi sağlanana kadar (yaklaşık %10 açmaya kadar) çıkış tarafında kalan sızdırmazlık yüzeyi sürtünme ve aşınma etkisinde kalır. Sık açma kapama için uygun değildir.
- Esneme kabiliyeti olmayan tek parça sürgü ile sıcak akışkan geçen bir tesisatta kapatma yapıldığında, sürgü akışın biraz dışında kaldığı için nispeten soğuk olarak yuvasına oturur. Akış kesildiği için çıkış tarafı soğumaya başlar, gövde kasılır ve sürgü sıkışır. Açmak için aşırı kuvvet uygulanması gerekir. Sıkışmış parçanın sürtünerek açılması, sızdırmazlık yüzeylerinde bozulmalara yol açar. Bu da sızdırma, sit yüzeyinin erozyonu ve sonuçta büyük kaçaqlara sebep olur.
- Yarım açık pozisyonda, debi yüksek ise, sürgü titreşmeye ve gürültü ile yan sitlere çarpmaya başlar. Bu da sızdırmazlık yüzeylerinde bozulmalara yol açar.

3.2.1.5. Pistonlu Vanalar

Pistonlu vanalar; bir milin ucuna bağlı pistonun, akışkan geçiş deliğine yerleştirilmiş, metal olmayan conta paketleri içinden geçirilip, indirilip, kaldırılması ile akışkan geçişini kesip, açarak görevlerini yerine getirirler. Sıcak ve soğuk su tesisatları, buhar tesisatları ve kızgın yağ tesisatlarında kullanılırlar. Şekil 3.7'deki vana pistonlu vanaya ait bir örnektir.



Şekil 3.7. Pistonlu vana.

Avantajları:

- Akış kontrolü sağlarlar.
- Metal pistonun, metal olmayan conta paketlerine çevresel sıkı teması ile iyi bir sızdırmazlık sağlanır.
- Pistonun evresi, conta paketleri tarafından açma, kapama sırasında, sıyrılarak ilerlediği için katı partikül içeren sıvılar için de kullanılabilir.
- Pistonlar metal olmayan contalar içinde hareket ettiği için, kolay kolay aşınmaz. Aşınan contalar ise kolayca yenilenebilir.

Dezavantajları:

- Yapıları itibarı ile basınç kayıpları fazladır.
- l hacim içermektedirler. Vana içinde kalıntılar birikebilir.
- Büyük anma ölçülerinde, açma kapama miline çok büyük kuvvetler etkilenmektedir. Bu kuvvet, kapamayı zorlaştırmaktadır.

3.2.2. ANMA BASINÇLARINA GÖRE VANALAR

Vanalar, kullanıldığı akışkan devresinde sürekli olarak çalışabildiği anma basıncına göre sınıflandırılırlar. Bu basınç değeri markalama ve işaretleme ile valf üzerinde gösterilir. PN 16 örneğinde, “PN” harfleri İngilizce “Pressure Nominal” yani “Anma Basıncı” tanımını sembolize eder. Harflerin yanındaki sayılar ise bar cinsinden vananın sürekli çalışabileceği basınç değerini belirtir.

3.2.3. ANMA ÇAPLARINA GÖRE VANALAR

Vanalar, monte edildiği tesisat boru çapına göre değişik çaplarda dizayn edilirler. Bu çap değeri, markalama ve işaretleme ile vana üzerinde gösterilir. “DN” ile yapılan markalamalar İngilizce “Diameter Nominal” yani “Anma Çapı” tanımını sembolize eder. Harflerin yanındaki sayı ise milimetre cinsinden vananın çap değerini verir. Vana çap ölçüsünün inç cinsinden verilmesi durumunda markalama veya işaretleme inç sembolü ve çap değeri ile yapılır.

3.2.4. KULLANILDIĞI AKIŞKAN TÜRÜNE GÖRE VANALAR

Kullanıldığı akışkan türüne göre vanalar üç ana başlık altında incelenir.

- Alçak Basıncılı Gaz Vanaları: LPG, doğalgaz ve hava gibi gaz sistemlerinde kullanılan vanalardır.
- Yüksek Basınç Gaz Vanaları: Oksijen, hidrojen, azot, karbondioksit ve benzeri yakıcı/yanıcı gaz sistemlerinde kullanılan vanalardır.
- Sıvı Akışkan Vanaları: Su, petrol ürünleri, alkol ve çeşitli kimyasal akışkan sistemlerinde kullanılan vanalardır.

3.2.5. BAĞLANTI ŞEKİLLERİNE GÖRE VANALAR

Bağlantı şekillerine göre vanalar vidalı, flanşlı bağlantı, kaynak bağlantılı, sıkıştırılmalı, rakor bağlantılı, kelepçe bağlantılı ve sert lehim bağlantılı olmak üzere yedi başlık altında incelenir.

- Vidalı (iç 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 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)
- Kaynak bağlantılı (alın kaynak veya geçme kaynak bağlantılı), 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 32 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. Kolay monte edilip, sökülebilmek avantajı da vardır.
- 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.

3.3. VANA ÜRETİMİNDE KULLANILAN MALZEME VE YÖNTEMLER

Valf sızdırmazlık elemanlarında; termo-plastikler, elastomerler ve metal metale sızdırmazlık yaygın olarak kullanılırlar. Bu elemanlar, amaca uygunluk açısından kendi içlerinde farklılık gösterebilirler. Yani, bir akışkan için kullanılan elastomer veya termo-plastik, diğer bir akışkan türü için uygun olmayabilir. Bu nedenle, tüketicilerin valfi hangi amaç için kullanacaklarını ve valfin bu amaca uygun olup olmadığını etüt etmeleri gerekmektedir.

Gövde, mil, kapak gibi valfin uzun yıllar hizmet etmesini sağlayan elemanlar farklı yöntemlerle üretilirler. En yaygın kullanılan yöntemler şunlardır:

3.3.1. Dövme Teknolojisi

Vana gövdesini oluşturan ana elemanların ön şekillendirmesi için kullanılan bu teknoloji, mukavemet yönüyle de en uygun yöntemdir. Malzeme yapısındaki kuvvet çizgilerinin sık sık ve kesiksiz oluşması, bu yöntemle üretilen elemanlara üstün fiziksel dayanım kazandırmaktadır. Pahalı ve yatırım gerektiren bir üretim yöntemidir.

3.3.2. Döküm Teknolojisi

Döküm yöntemi, dövme yatırımı olmayan ya da dövme yöntemi ile üretimi zor olan parçaların üretimi için başvurulan yöntemdir. Mukavemet özellikleri sebebi ile dövme teknolojisine göre daha az tercih edilir. Ancak, belirli bir hacimden sonra dövme teknolojisi uygun olmadığından döküm teknolojisi kullanılmaktadır. Sonuç

olarak; her iki yöntemde de amaca uygunluk ve yatırım olanaklarına göre başvurulmaktadır.

Vana üretiminde kullanılan malzemeler de amaca uygunluk ve kullanılan akışkan türüne göre seçilirler. Bakır, çinko ve bakır-kalay alaşımları, plastikler, paslanmaz çelikler ve dökme demirin çeşitli türleri gövde, kapak gibi elemanların üretiminde, elastomer malzemeler de sızdırmazlık elemanlarında kullanılmaktadır. Endüstriyel amaçlı kullanılan, kimyasal aşındırıcılar ihtiva eden akışkanlarda genellikle plastik veya paslanmaz çelik kullanılıyorken, içme suyu, hava, petrol ürünleri, yanıcı ve yakıcı gazlar için genellikle bakır çinko alaşımlı vanalar üretilmektedir.

3.4. TANIMLAMALAR

Baskılı glob vanalar; vana milinin ucuna bağlı subapın akışkanın geçiş kesitinin üstüne oturtulması ve kaldırılması ile açma kapama görevini yerine getirerek çalışan vanalardır. Akış yönü, vana üstünde belirtilen tek yöndedir. Atmosfere açık tehlike yaratabilecek basınçlı akışın söz konusu olduğu durumlarda glob vana tercih edilmelidir. Çünkü mil klapeyi sitin üzerine bastırıldığı için oluşan kuvvet sızdırmazlığı olumlu yönde etkiler.

Piyasada bulunan baskılı glob vana çeşitleri; YGV DN15-50 flanşlı, YGV DN65-200 flanşlı, YGV DN250-300 flanşlı, YGVM -YGVS 1/2" - 2" dişli ve soketli, YGV DN65-200 alın kaynaklı olarak üretilmektedir.

Avantajları:

- Hassas akış kontrolü sağlar.
- Yüksek basınç ve sıcaklıklara uygundur.
- Çok sık ve çok sayıda açılış kapanabilir.
- Dönmeyen millerde; uzun salmastra ömrü vardır.

Kullanım yerleri:

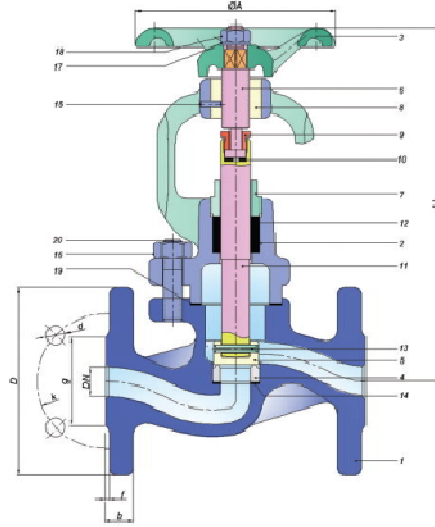
- Sıcak ve soğuk su tesisatları,
- Buhar tesisatları,

- Kızgın yağ tesisatları,
- Petrokimya tesisleri,
- Makine imalatı vb.,

Sızdırmazlık Sistemi: Sit ile subapın sürtünmesiz oturması ile metal metale sızdırmazlık sağlanır. Sızdırmazlık, klape ve sit yüzeylerinin birbirinin üzerine oturması ile sağlandığı için akışkanın temiz olması gerekir. Çünkü iki yüzey arasında girebilecek katı partiküller yüzeylerde bozulmalara neden olabilir. Bu nedenle mutlaka filtreleme yapılmalıdır. Kullanılan akışkanın sıcaklığı düştüğünde donma veya katılaşma söz konusu ise gövdenin sıcaklığı koruyan bir düzenekle kaplanması gerekmektedir.

Bakım ve Onarım: Sızdırmazlık yüzeylerinin aşınması durumunda yüzeylerin taşlanarak alıştırılması ile sızdırmazlık tekrar sağlanabilir. Mil salmastrasından kaçak söz konusu olursa salmastra baskısı sıkıştırılarak kaçak önlenmelidir.

Analiz için seçilen DN 15-50 tip: YGV flanşlı vana Şekil 3.8'deki baskılı glob vana teknik özelliklerine göre hazırlanmıştır.



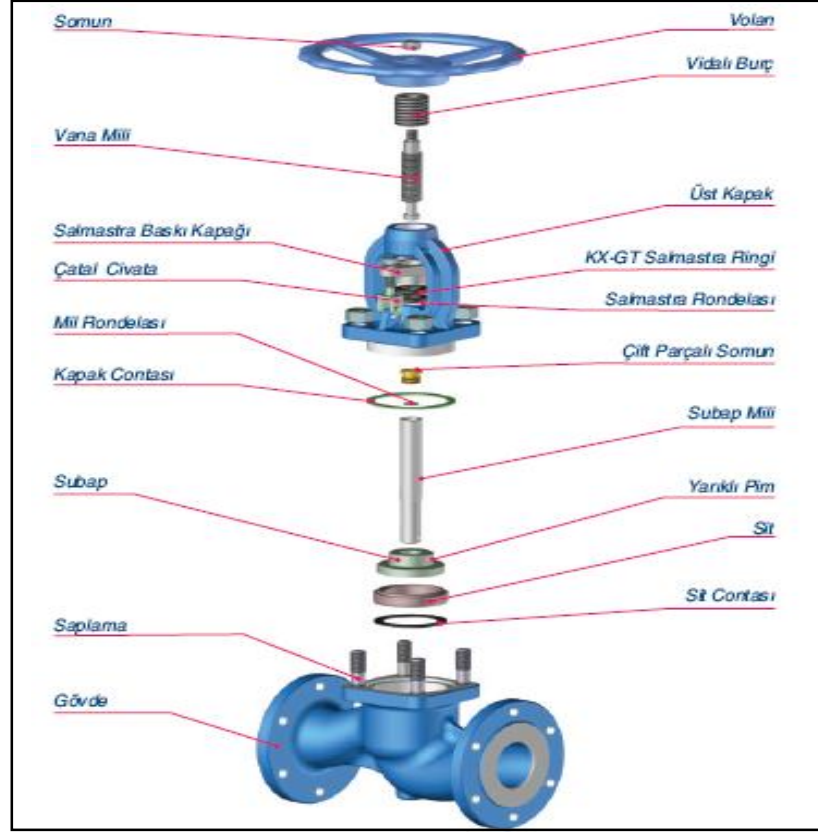
Malzeme Türü	Pik	Sfero	Çelik	Paslanmaz
Ölçüler	DN15-50	DN15-50	DN15-50	DN15-50
Basınç Kademesi	PN16	PN25	PN40	PN40
Boyutlar	DIN EN 558-1/1.serii	DIN EN 558-1/1.serii	DIN EN 558-1/1.serii	DIN EN 558-1/1.serii
Bağlantılar	DIN EN 1092-2'ye göre flanşlı	DIN EN 1092-2'ye göre flanşlı	DIN EN 1092-1'ye göre flanşlı	DIN EN 1092-1'ye göre flanşlı
Sıcaklık	-10°C +300°C	-10°C +350 °C	-40°C * +400°C	-40°C * +400°C**
Malzeme kodu	II	III	VII	Xb
Sipariş kodu	YGV.2F...00	YGV.8F...00	YGV.7F...00	YGV.9F...00

P.No	Parça adı	Pik	Sfero	Çelik	Paslanmaz	P.No	Parça adı	Pik	Sfero	Çelik	Paslanmaz
1	Gövde	GJL 250	0.7040	1.0619	1.4408	11	Glob vana milii	1.4104	1.4104	1.4104	1.4101
2	Üst kapak	GJL 250	0.7040	1.0619	1.4408	12	Salmastra ringi	KX-GT	KX-GT	KX-GT	KX-GT (Teflon)
3	Volan	GJL 200	GJL 200	GJL 200	GJL 200	13	Yarıklı pim***	55Si7	55Si7	55Si7	1.4304
4	Sit	1.4401	1.4401	1.4401	1.4401	14	Sit contası	KX-GT	KX-GT	KX-GT	KlingerSil/KXGT
5	Subap	1.4401	1.4401	1.4401	1.4401	15	Pim	St-42	St-42	St-42	1.4301
6	Hareket milii	Si42	Si42	Si42	1.4104	16	Altıköşe somun	8.8+Gal.	8.8+Gal.	8.8+Gal.	A2-70
7	Vidalalı baskı burcu	1.4104	1.4104	1.4104	1.4104	17	Eliktet	Al	Al	Al	Al
8	Üst kapak burcu	Ms-58	Ms-58	Ms-58	0.7040	18	Somun	8.8+Gal.	8.8+Gal.	8.8+Gal.	A2-70
9	Çift parçalı somun	Ms-58	Ms-58	Ms-58	1.4104	19	Kapak contası	Grafit Conta	Grafit Conta	Grafit Conta	KlingerSil
10	Rondela	Ms-58	Ms-58	Ms-58	1.4104	20	Saplama	8.8+Gal.	8.8+Gal.	8.8+Gal.	A2-70

DN			Boyut			Bağlantı Ölçüleri												
mm	inch	Tip	L	H	A	D	g	Delik ad.	k	PN16			PN25			PN40		
										b	f	l	b	f	l	b	f	l
15	1/2"	YGV 15	130	105	100	95	45	4	65	14	2	14	14	2	14	16	2	14
20	3/4"	YGV 20	150	120	120	105	58	4	75	16	2	14	14	2	14	18	2	14
25	1"	YGV 25	160	138	140	115	68	4	85	16	2	14	14	3	14	18	2	14
32	1 1/4"	YGV 32	180	154	160	140	78	4	100	18	2	19	19	3	19	18	2	19
40	1 1/2"	YGV 40	200	186	180	150	88	4	110	18	3	19	19	3	19	18	2	19
50	2"	YGV 50	230	211	200	165	102	4	125	20	3	19	19	3	19	20	2	19

Şekil 3.8. Baskılı glob vana DN 15-50 tip: YGV flanşlı teknik resmi ve özellikleri [25].

Şekil 3.9’da baskılı glob vananın volanı, salmastra baskı kapağı, ana elemanları ve gövdesi detaylı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Baskılı glob vananın ana elemanları [25].

Şekil 3.10’da baskılı glob vanadan bir kesit alınarak vananın iç yapısı daha detaylı olarak görülmektedir.



Şekil 3.10. Baskılı glob vana [25].

BÖLÜM 4

VANA CEKETİ

4.1. VANA CEKETİ TANIMI

Vana Ceketleri, vana ve armatürlerde (Vana, Pislik Tutucu, Çekvalf, Kompansatör, Eşanjör, Su tankı vs.) enerji kayıplarını en aza indirmek ve enerji verimliliğini sağlamak amacıyla kullanılır. Isıtma- Soğutma Tesisatlarında kullanılan vana ve armatürlerin yalıtımı için üretilen Vana ve Armatür Yalıtım Ceketleri, Soğuk hatlarda ısı kazancının yanısıra oluşabilecek yoğuşmanın önlenmesi içinde kullanılmalıdır.

Vana Ceketleri; silikon kaplı cam elyaf kumaş, poliüretan kaplı cam elyaf kumaş, alüminyum kaplı cam elyaf kumaş ile, yalıtım malzemesi olarakta, soğuk hatlarda elastomerik kauçuk köpüğü, ılık ve sıcak hatlarda, taş yünü, cam yünü kullanılarak yapılmaktadır.

Büzme ipleri cam elyaf ipler ve bağlama aparatları ise paslanmaz çeliktir. Prosese göre bağlama aparatları değişiklik gösterebilir.



a)Vana ceketleri



b)Vana ceketleri bağlı hali

Şekil 4.1. Vana ceketinin resimleri[26].

Şekil 4.2’de vana ceketı vanaya göre seçilerek giydirilmiş ve cektin bağlantısı yapılmış halde görölmektedir.



Şekil 4.2. Vana ceketı [26].

Şekil 4.3’te Glob vananın yalıtımsız yüzeyi kalmamak üzere ceket giydirilmiş şekli ve ceketin vanaya bağlantısı gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Vana ceketı giydirilmiş hali [26].

4.2. VANA CEKETİ KULLANIM ALANLARI

Kapalı yada açık ortamlardaki DIN, ANSI, API standartlarında üretilmiş olan vana ve armatürlerin (pistonlu vana, küresel vana, kelebek vana, kondansatör, pislik tutucu vb.) ısı yalıtımında kullanılır.

- Isıtma soğutma tesisleri
- Kazan daireleri
- Buhar tesisatları
- Kızgın yağ hatları

4.3. VANA CEKETİ AVANTAJLARI

Vanalarda vana ceketini kullanıldığında sağlanan faydalar şunlardır:

- Vana ve armatürlerdeki ısı kayıplarını en aza indirir.
- Yüksek ısıya dayanıklıdır.
- Uygulaması kolay olduğundan sökölüp takılmaları ve bakımları kolaydır.
- Montaj maliyetleri çok düşüktür.
- Vana ceketini kumaşı cam elyafından imal edildiğinden DIN 4102' ye göre A sınıfı yanmaz malzemeler grubundadır.
- Esnek olduğu için dar alanlarda kolayca uygulanabilirler.
- Uzun ömürlüdürler.
- Ekipmanın ömrünü uzatırlar.
- Asbest ve kanserojen madde içermezler.
- Soğutma sistemlerinde yoğuşmayı önlerler.
- Yakıt buharına dayanıklıdırlar.
- Atmosfer koşullarına dayanıklıdırlar.
- Yağ, su ve zayıf asitlere dayanıklıdırlar.
- Kısa sürede kendini amorti ederler.
- Vana Ceketleri Silikon kaplı kumaştan imal edildiği için vana veya armatürlerden sızabilecek suyun yalıtım malzemesine zarar vermesi engellenir. Dolayısıyla yalıtım malzemesi performansında bir değişiklik olmaz.
- Isı yalıtımıyla yüksek miktarda enerji tasarrufu sağlarlar.

- Kapalı ve açık ortamlarda kullanılabilir.
- Her uygulama için ayrı ayrı ölçümlendirme yapılarak özel üretim yapılmalıdır.

4.4. VANA CEKETİ KULLANIMINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Vana ceketini kullanımında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Çalışma şartlarına uygun kumaş, yalıtım malzemesi ve yalıtım kalınlığı belirlenmelidir.
- Kullanılan dikiş ipliği yüksek sıcaklığa dayanıklı olmalıdır.
- Vana ve armatür uygulamalarında flanşlar tamamen yalıtılmalıdır.
- Vana ceketini flanşlardan itibaren en az 50 mm bindirme yapılmalıdır.
- Vanaların boğaz kısmında boşluk bırakılmamalıdır.

Şekil 4.4'te yalıtılmamış vananın ısı kaybının çok fazla olduğu termal kamera ile detaylı olarak görülmektedir.



Şekil 4.4. Yalıtımsız vananın termal kamera görüntüsü [25].

Şekil 4.5'te tesisattaki boruların yalıtılmış vanaların ise yalıtılmamış olması borularda ısı kaybı olmamasına rağmen vanalardaki ısı kaybını açıkça göstermektedir.



Şekil 4.5. Yalıtımsız vanalardaki ısı kayıplarının termal kamera görüntüsü [25].

Şekil 4.6'te vana ceketi ile yalıtılmış vananın termal kamera görüntüsünde ısı kaybının olmadığı açıkça görülmektedir.



Şekil 4.6. Vana ceketi uygulamasından sonra yalıtımlı vananın termal kamera görüntüsü [25].

BÖLÜM 5

SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ (S.E.Y.)

5.1. SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİNİN TANIMI

Sonlu Elemanlar Yöntemi, çeşitli mühendislik problemlerine kabul edilebilir bir yaklaşımla çözüm arayan bir sayısal çözüm yöntemidir. Ele alınan mühendislik probleminin çözüm bölgesi alt bölgelere ayrıştırılır ve her alt bölgede aranan fonksiyonun ifadesi polinom olacak şekilde seçilir. Belirli işlemler dahilinde her alt bölgede polinom olarak kabul edilen çözümün katsayıları belirlenmeye çalışılır.

Sonlu Elemanlar Yöntemi (SEY) geometrisi karmaşık şekillerin incelenmesine olanak sağlar. Çözüm bölgesi alt bölgelere ayrılabilir ve değişik sonlu elemanlar kullanılabilir. Gerekğinde bazı alt bölgelerde daha hassas hesaplamalar yapılabilir. SEY değişik ve karmaşık malzeme özellikleri olan sistemlerde kolaylıkla uygulanabilir. Kabul edilebilir doğru sonucun elde edilmesi için bölgenin ayrıştırılması deneyim gerektirir. Diğer yaklaşık yöntemlerde olduğu gibi, SEY ile elde edilen sonucun doğruluğu üzerinde de dikkat edilmeli ve fiziksel problem iyi incelenmelidir. Çıkabilecek sonuç önceden kestirilmeli ve sonuç ona göre test edilmelidir.

5.2. ANSYS VE UYGULAMA ALANLARI

Ansys sonlu elemanlar analizi yapan bilgisayar programıdır. Ansys yazılımı mühendislerin mukavemet, titreşim, akışkanlar mekaniği ve ısı transferi ile elektromanyetik alanlarında fiziğin tüm disiplinlerinin birbiri ile olan etkileşimini simüle etmekte kullanılabilen genel amaçlı bir sonlu elemanlar yazılımıdır.

Ürünlerin tasarım aşamasından sonra kullanılır ve prototip üretilmeden önce, sanal ortamda test imkanını elde ederek parçaların ve parça montajlarının üç boyutlu simülasyonları yardımıyla, ürünün mukavemet mekanik titreşim gibi yönlerden incelenmesini sağlayan tasarım geliştirme yazılımıdır. Ansys yazılımı hem dışarıdan CAD dataalarını alabilmekte hem de içindeki “preprocessing” imkanları ile geometri oluşturulmasına izin vermektedir. Gene aynı preprocessr içinde hesaplama için gerekli olan sonlu elemanlar modeli yani mesh de oluşturmaktadır. Yüklerin tanımlanmasından sonra incelenecek olan parçayı birçok küçük elemana bölerek işlem yapar ve gerçekleştirilen analiz neticesinde sonuçlar sayısal ve grafiksel olarak elde edilebilir.

Uygulama alanları;

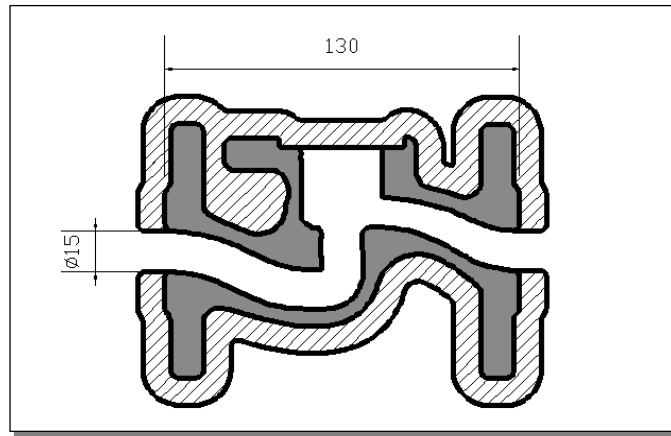
- Otomotiv (ana ve yan sanayi)
- Ulaştırma
- Çevre inşaat sanayi
- Havacılık ve uzay
- Savunma sanayi
- Kimya
- Güç üretimi ve turbo makinalar
- Elektronik sanayi
- Genel makine sanayi

BÖLÜM 6

DENEYSEL ÇALIŞMALAR, METOD VE PROBLEMİN YAKLAŞIK YÖNTEM İLE ÇÖZÜMÜ

6.1. METOD

Bu çalışmada, vanalardaki ısı kaybını önlemek için hazırlanan vana ceketinin ilk olarak üretimi yapan firmalardan glob vana ve vana ceketi teknik özellikleri alınmıştır. Sonra vana ceketi özellikleri ve baskılı glob vana DN 15-50 tip: YGV flanşlı özelliğine sahip glob vananın teknik özellikleri baz alınarak vananın ceketli ve ceketsiz hali Autocad paket programında iki boyutlu olarak çizilmiş ve Solid Works paket programına aktarılarak üç boyutlu hale getirilmiştir. Daha sonra bu çizimler Ansys paket programına aktarılacak ve analiz için gerekli olan dış ortam sıcaklığı sabit tutularak, suyun; 40, 50, 60, 70 ve 80°C'deki doymuş haldeki özellikleri, giriş hızı, giriş basıncı değerleri ayrı ayrı programa girilecektir. Glob vananın ceketli ve ceketsiz özelliklerinin sayısal simülasyonu yapılacaktır. Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak Ansys bilgisayar programı yardımı ile yapılan ısı analizinde ceketli ve ceketsiz haldeki vananın sıcaklık verimi karşılaştırılacaktır.



Şekil 6.1. Vana ve vana ceketi Autocad teknik çizimi.

6.2. PROBLEMİN YAKLAŞIK YÖNTEM İLE ÇÖZÜMÜ

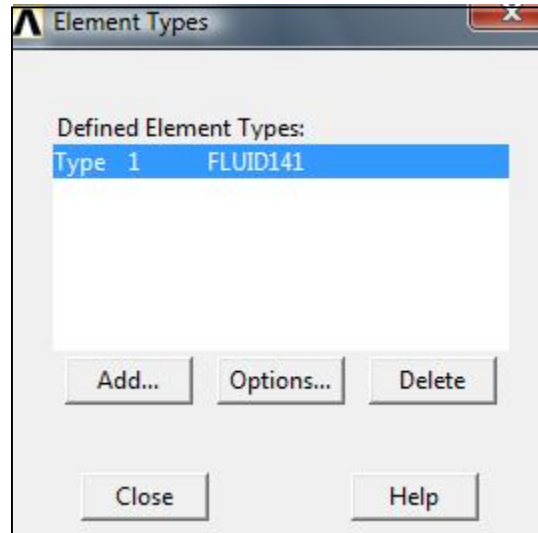
Yapılan çalışma çerçevesinde incelenen bu problem, yaklaşık yöntemlerden sonlu elemanlar yöntemi ile çalışan Ansys bilgisayar programı ile çözülecektir.

6.2.1. Glob Vana Termal Analizi

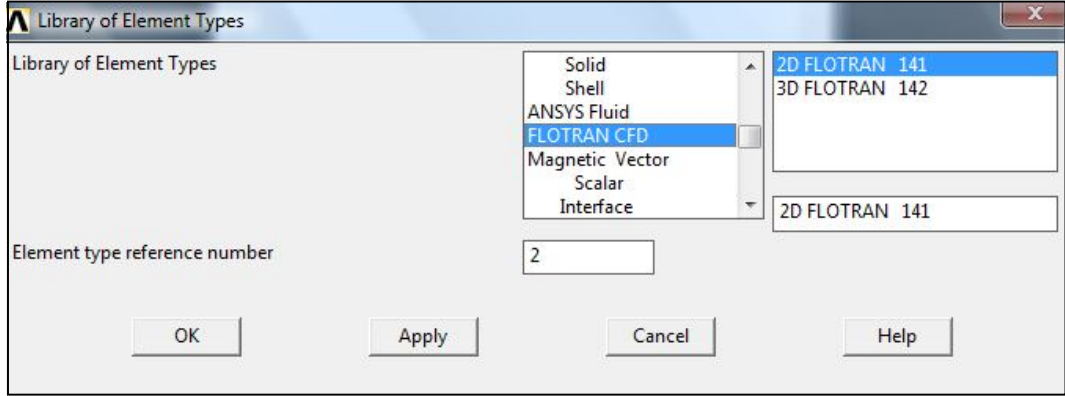
Bu aşamada belirlenen özelliklere göre ceketsiz haldeki glob vanadan geçen akışkanın termal analizi yapılacaktır. Vana üzerinde farklı noktalardan sıcaklık değerleri alınacaktır.

6.2.1.1. Ansys Programının Açılması ve Çözücü Seçimi

Ansys Mechanical APDL Product Launcher programı açılarak hazırlanmış olduğumuz dosyayı çağırmak için; File>Import>Iges komutu ile Solid Works'ten çizim seçilir. Element tipini belirlemek için Preprocessor>Element Type>Add/Edit/Delete komutları izlenir. Şekil 6.2 ve Şekil 6.3'te açılan pencerede çizimimiz iki boyutlu olduğu için "2D FLOTRAN 141" özelliği seçilmiştir.

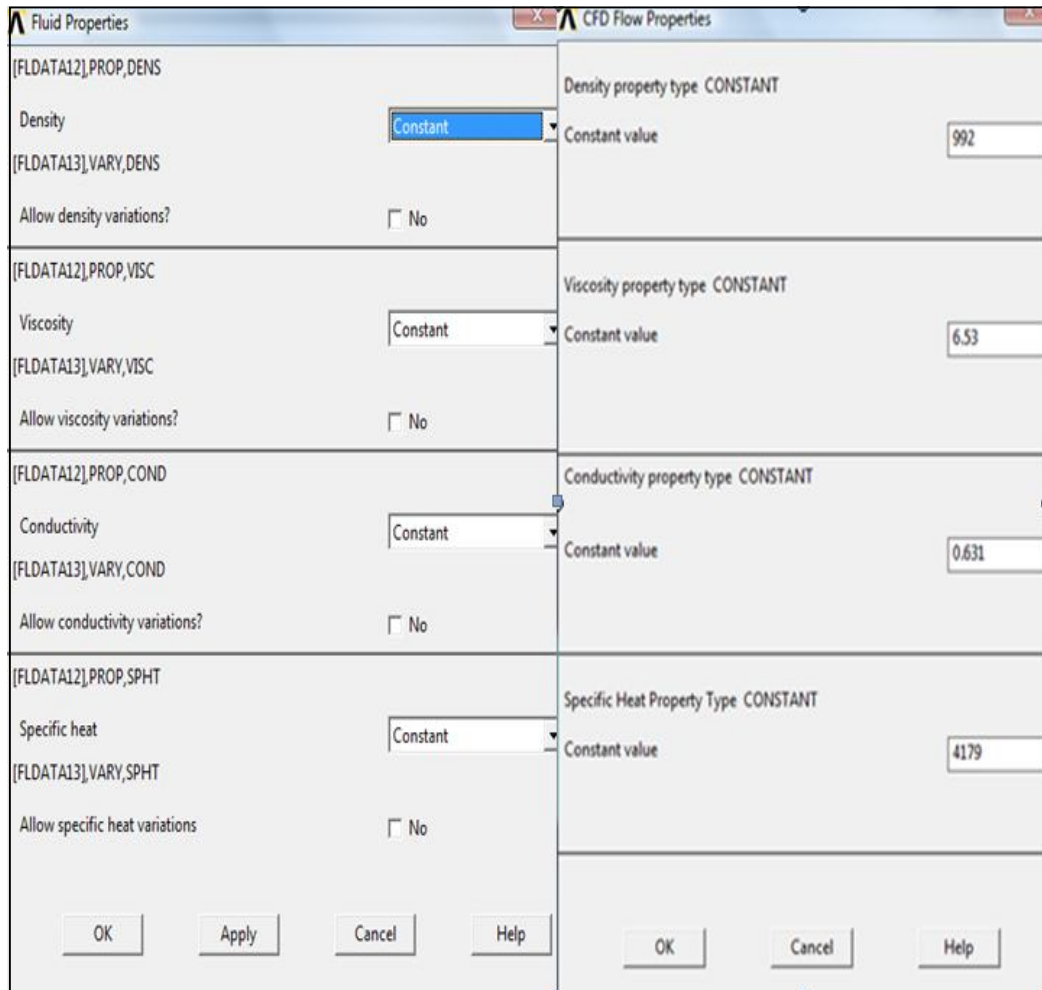


Şekil 6.2. Element belirlenmesi.



Şekil 6.3. Element özelliklerinin belirlenmesi.

Şekil 6.4'te akışkan özelliklerini belirlemek için Preprocessor>Flotran Set Up>Fluid Properties komutları ile açılan pencere içerisine vanadan geçen akışkanımızın özellikleri girilmiştir.



Şekil 6.4. Akışkanın özelliklerinin belirlenmesi.

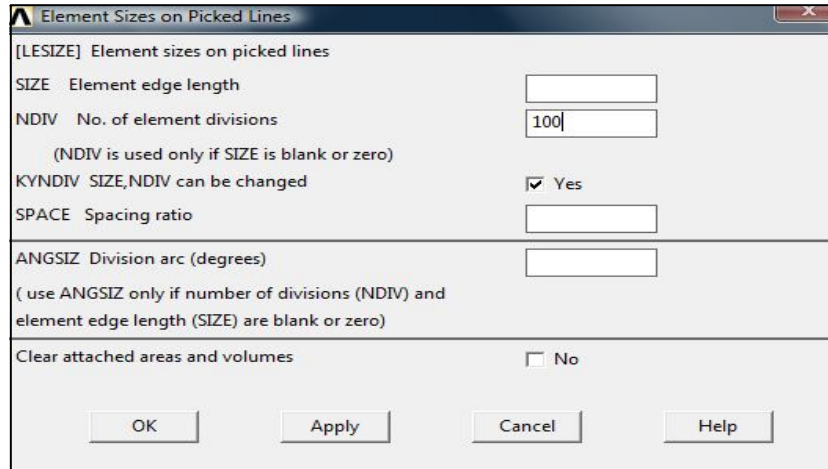
Çizelge 6.1’de Doymuş suyun 40, 50, 60, 70 ve 80°C’deki sıcaklık aralığındaki Yoğunluk, Dinamik viskozite, Isı iletim katsayısı ve Özgül ısı değerleri verilmiştir. Şekil 6.4’te akışkanın özellikleri belirlenirken Çizelge 6.1’deki veriler kullanılmıştır.

Çizelge 6.1. Doymuş suyun özellikleri [27].

Sıcaklık (°C)	40	50	60	70	80
Yoğunluk (ρ , kg/m ³)	992.1	988.1	983.3	977.5	971.8
Dinamik Viskozite (μ , kg/ms)	0.653	0.547	0.467	0.404	0.355
Isı iletim katsayısı (λ , W/mK)	0.631	0.644	0.654	0.663	0.670
Özgül ısı (c_p , j/kg)	4179	4181	4185	4190	4197

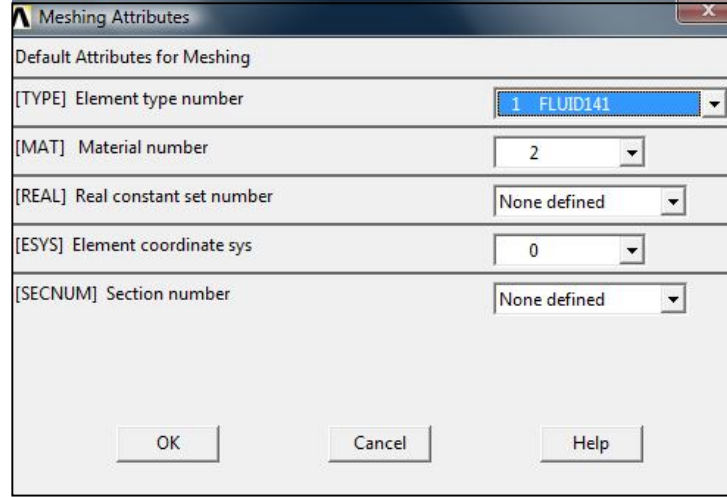
6.2.1.2. Glob Vana Mesh Oluşturulması

Glob vana analiz çözümü esnasında oluşturulması gereken mesh; Preprocessor>Meshing>Size Controls>Manual Size>Lines>Picked Lines komutları işaretlenmiştir. Şekil 6.5’te açılan pencereye mesh yapılacak yüzeyler seçildikten sonra element size kısmına 100 adımlık mesh yoğunluğu girilmiştir.



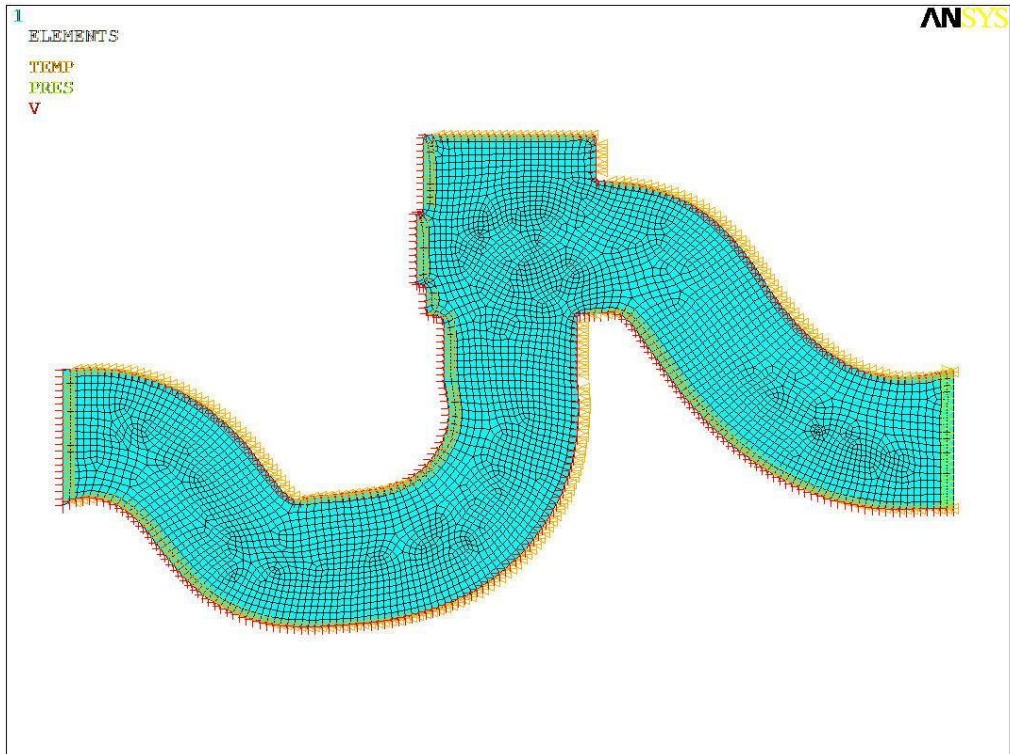
Şekil 6.5. Mesh yoğunluğunun belirlenmesi.

Preprocessor>Meshing>Mesh Attributes>Default Attributes komutu ile açılan Şekil 6.6'daki pencerede elementin akışkan olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6.6. Element tipinin seçilmesi.

Preprocessor>Meshing>Mesh>Areas>Free komutu ile yapılan meshleme Şekil 6.7'de gösterilmiştir.



Şekil 6.7. Meshlenmiş glob vana.

6.2.1.3. Glob Vana Termal Analizi

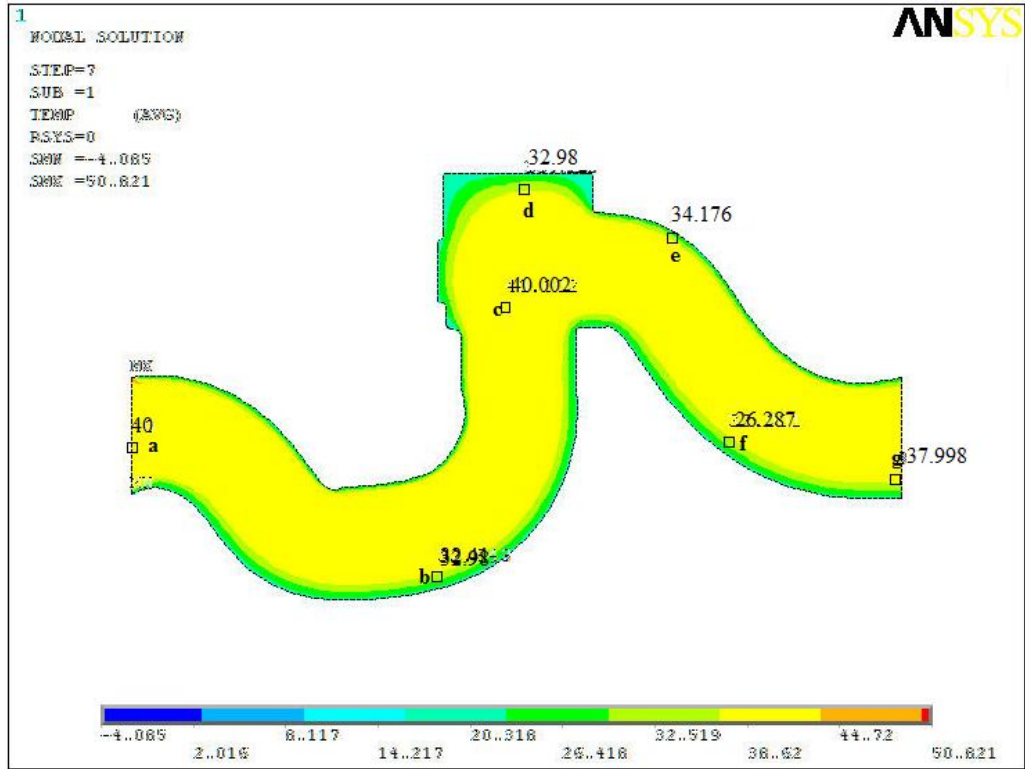
Glob vanaya meshleme yapıldıktan sonra termal analizi için gerekli sıcaklık, basınç, hız gibi özellikleri:

- Preprocessor>Loads>Define Loads>Apply>Fluid CFD>Velocity>On lines
- Preprocessor>Loads>Define Loads>Apply>Thermal>Heat Flux>On Lines
- Preprocessor>Loads>Define Loads>Apply>Fluid CFD>Pressure DOF>OnLines.
- Preprocessor>Loads>Define>Loads>Apply>Thermal>Temperature>On Lines.
- Preprocessor>Loads>Define Loads>Apply>Thermal>Heat Flux>On Lines
- Main Menu>Solution>Flotran Set Up>Solution Options
- Main Menu>Solution>Flotran Set Up>Execution Ctrl.
- Solution>Run FLOTRAN
- General Postproc>Read Results>Last Set.
- General Postproc>Plot Results>Contour Plot>Nodal Solution

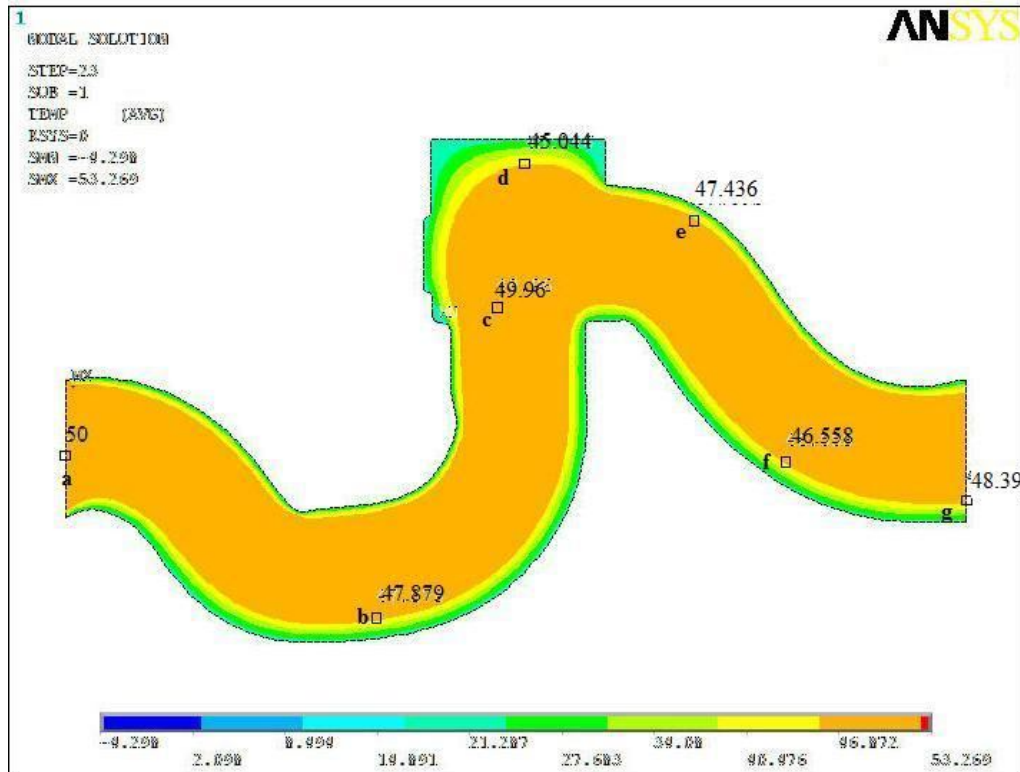
Komutları adım adım takip edilerek vana içerisinde geçen suyun vanaya;

- Giriş hızı 1 m/s
- Giriş basıncı 3.1 bar
- Giriş sıcaklıkları 40, 50, 60, 70 ve 80°C verileri ayrı ayrı girilmiştir.
- Dış ortam sıcaklığı 20°C olarak belirlenmiş olup termal analiz yapılmıştır.

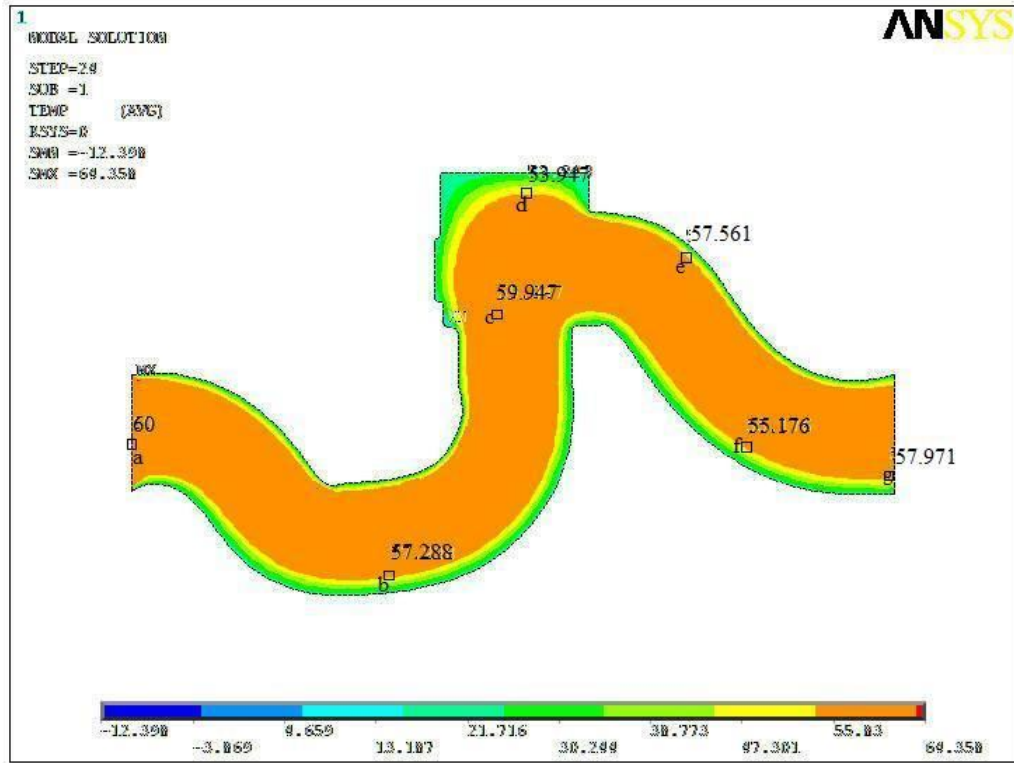
Ceketsiz haldeki glob vanadan geçen akışkanın 40, 50, 60, 70 ve 80°C'deki termal analizi yapılmıştır ve vana üzerindeki farklı noktalarda (a, b, c, d, e, f, g) sıcaklık değerleri belirlenerek Şekil 6.8 ile Şekil 6.12 arasında sırasıyla gösterilmiştir.



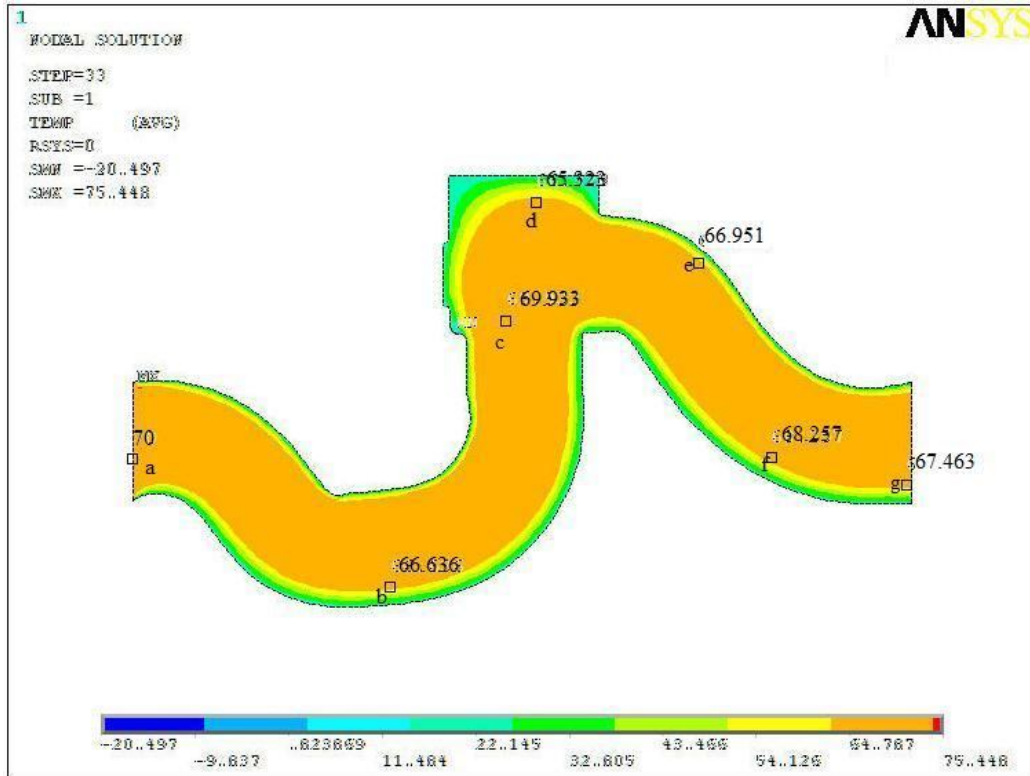
Şekil 6.8. 40°C’de Çeketsiz glob vanadan geçen suyun termal analizi.



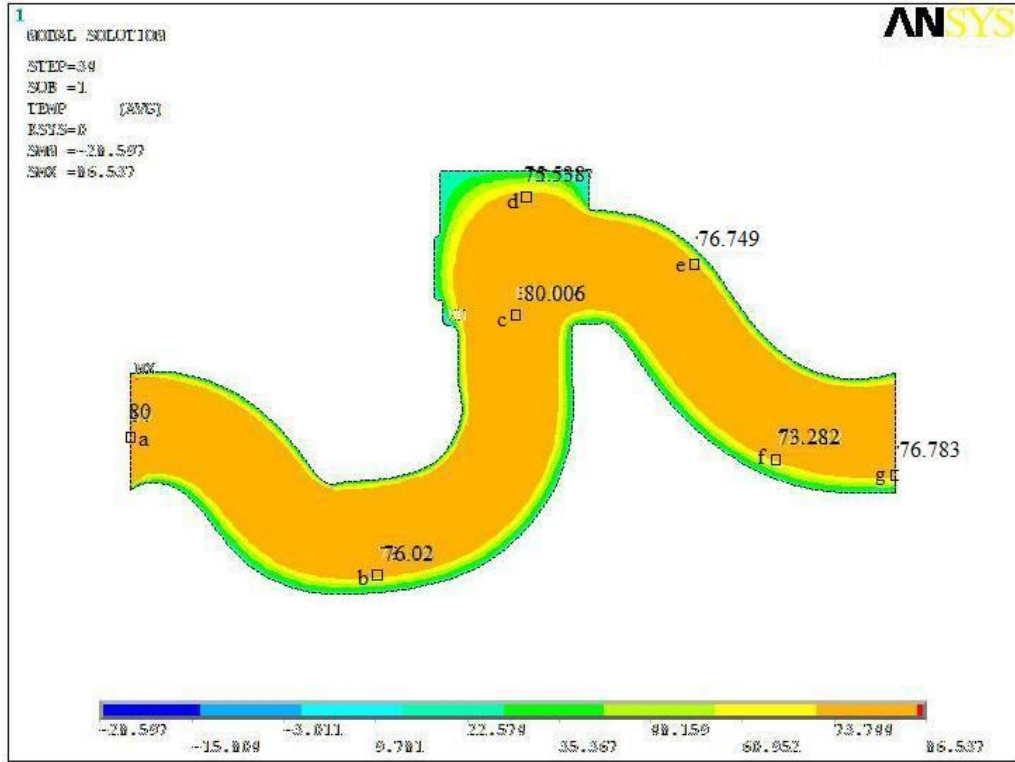
Şekil 6.9. 50°C’de Çeketsiz glob vanadan geçen suyun termal analizi.



Şekil 6.10. 60°C’de Ceketsiz glob vanadan geçen suyun termal analizi.



Şekil 6.11. 70°C’de Ceketsiz glob vanadan geçen suyun termal analizi.



Şekil 6.12. 80°C’de Ceketsiz glob vanadan geçen suyun termal analizi.

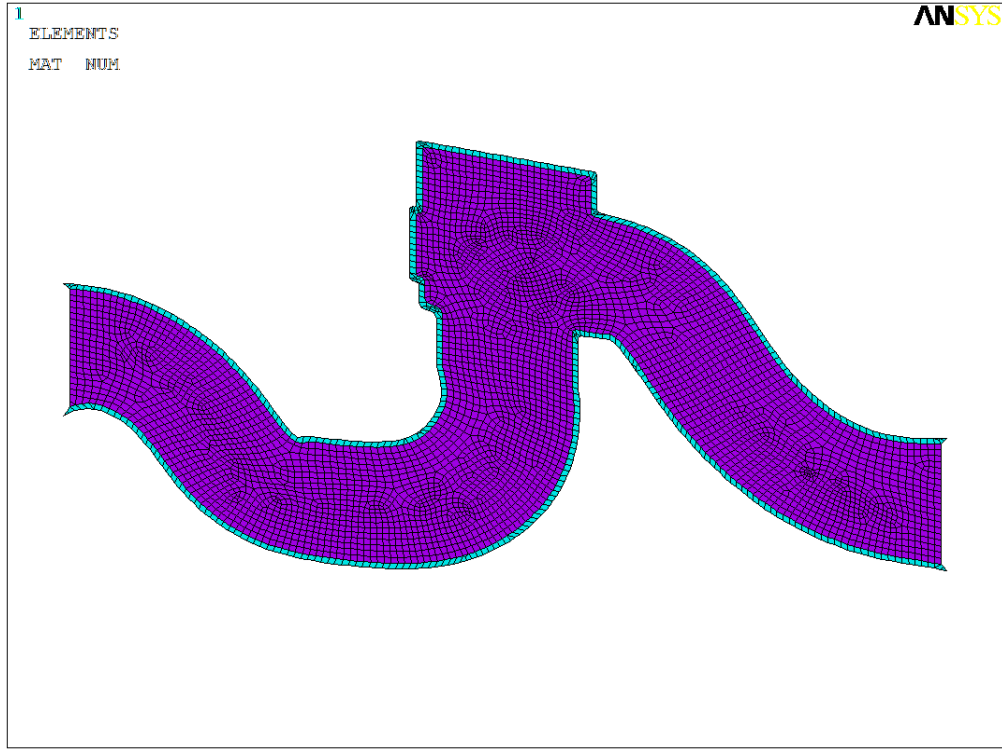
6.2.2. Vananın Ceketli Termal Modellenmesi ve Analizi

Aynı şartlar altında ceketli haldeki glob vananın içinden geçen suyun 40, 50, 60, 70 ve 80°C’deki termal analizi için ek olarak vana ceketi cinsi, et kalınlığı ve malzeme katsayısı özellikleri belirlenerek programa girilmiş, meshleme işlemi ve termal analiz yapılmıştır. Vana ceketi özellikleri belirlenirken Çizelge 6.2’den yararlanılmıştır.

Çizelge 6.2. Vana ceketi özellikleri [26].

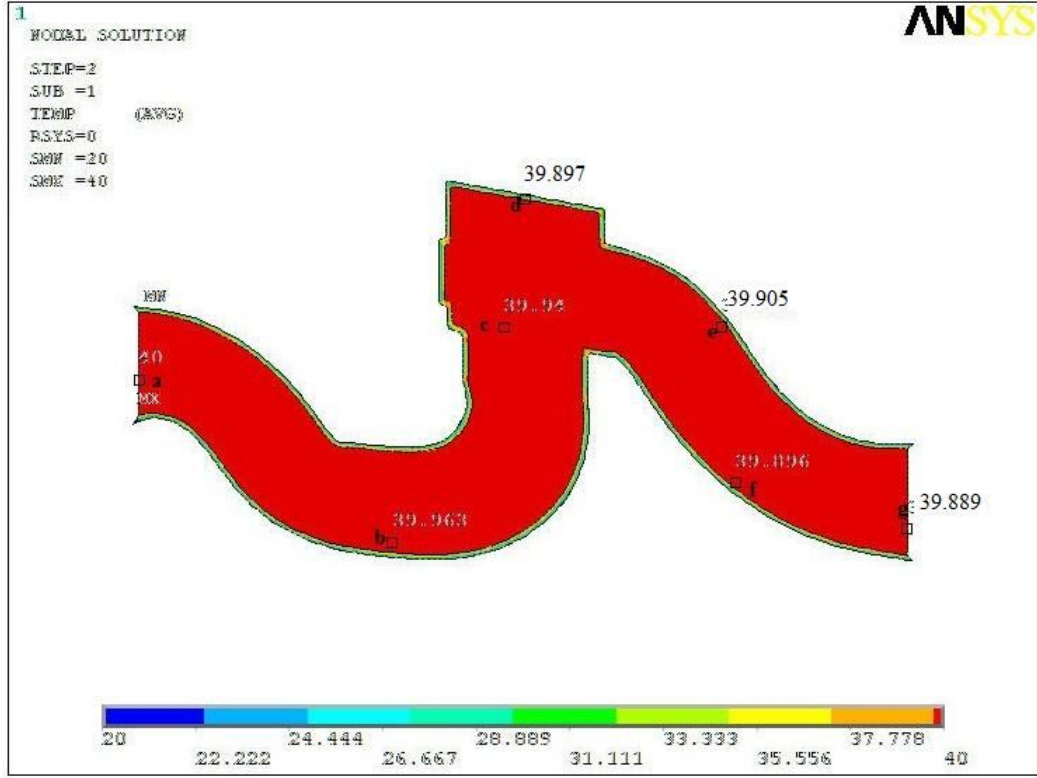
Kullanılan Malzeme	Cam Yünü
Isı İletim Katsayısı (λ , W/mK)	0.04
Vana Ceketli Et Kalınlığı (mm)	50

Preprocessor>Meshing>Mesh>Areas>Free komutu ile yapılan ceketli vanadaki meshleme Şekil 6.13’te gösterilmiştir.

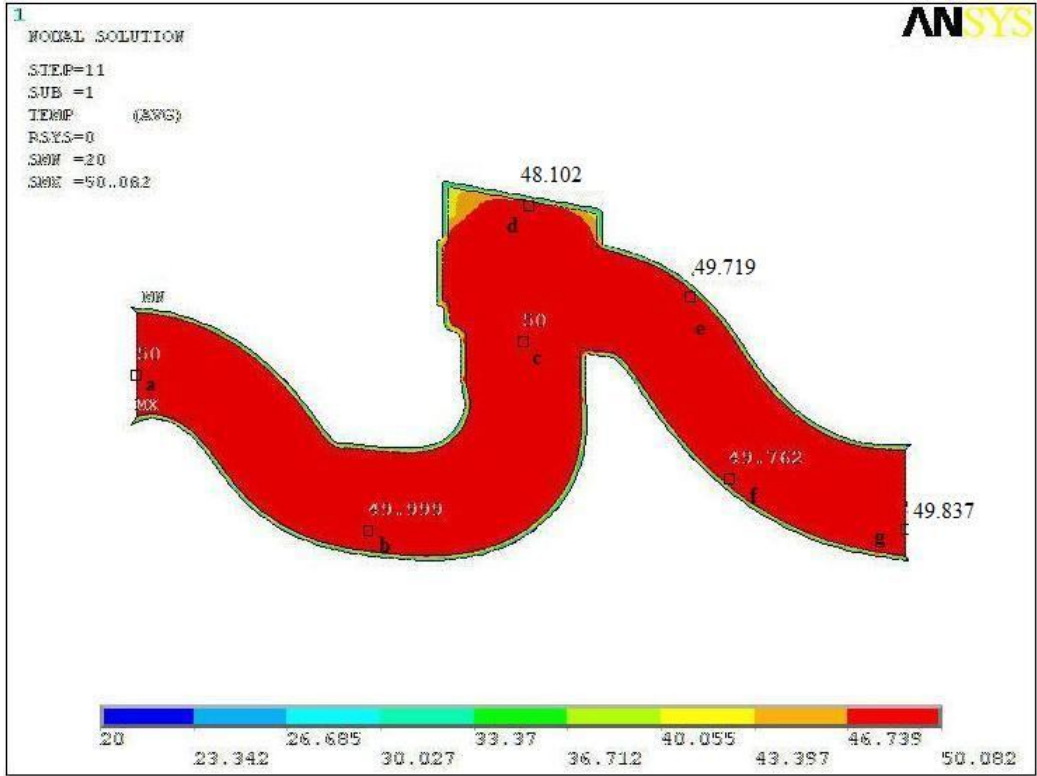


Şekil 6.13. Vana ceketinin meshlenmiş hali.

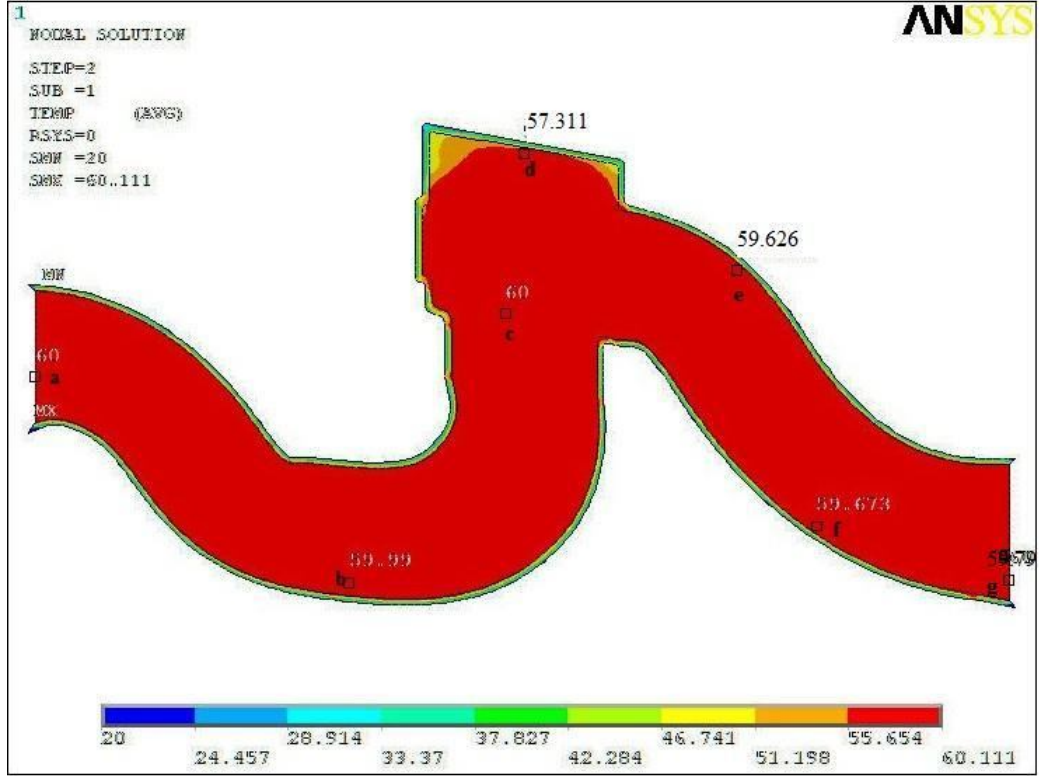
Ceketli halindeki glob vananın içinden geçen suyun 40, 50, 60, 70 ve 80°C'deki termal analizi yapılmıştır ve vana üzerindeki farklı noktalardan sıcaklık değerleri belirlenerek Şekil 6.14 ile Şekil 6.18 arasında gösterilmiştir.



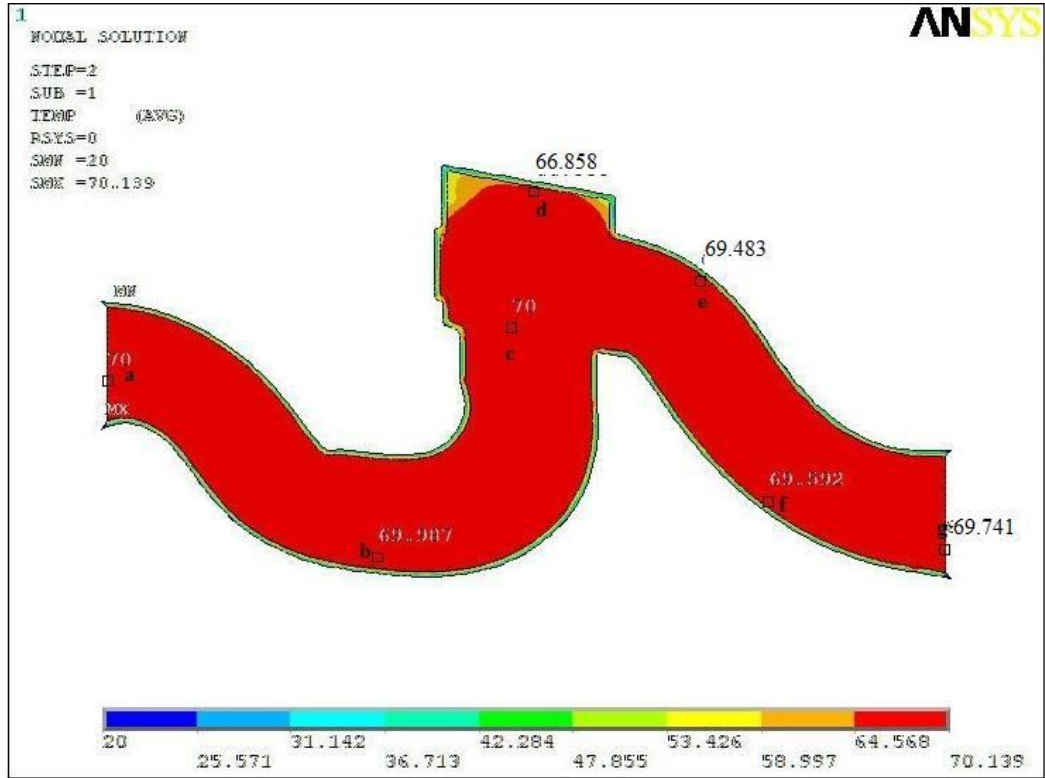
Şekil 6.14. 40°C Ceketli glob vanadan geçen suyun termal analizi.



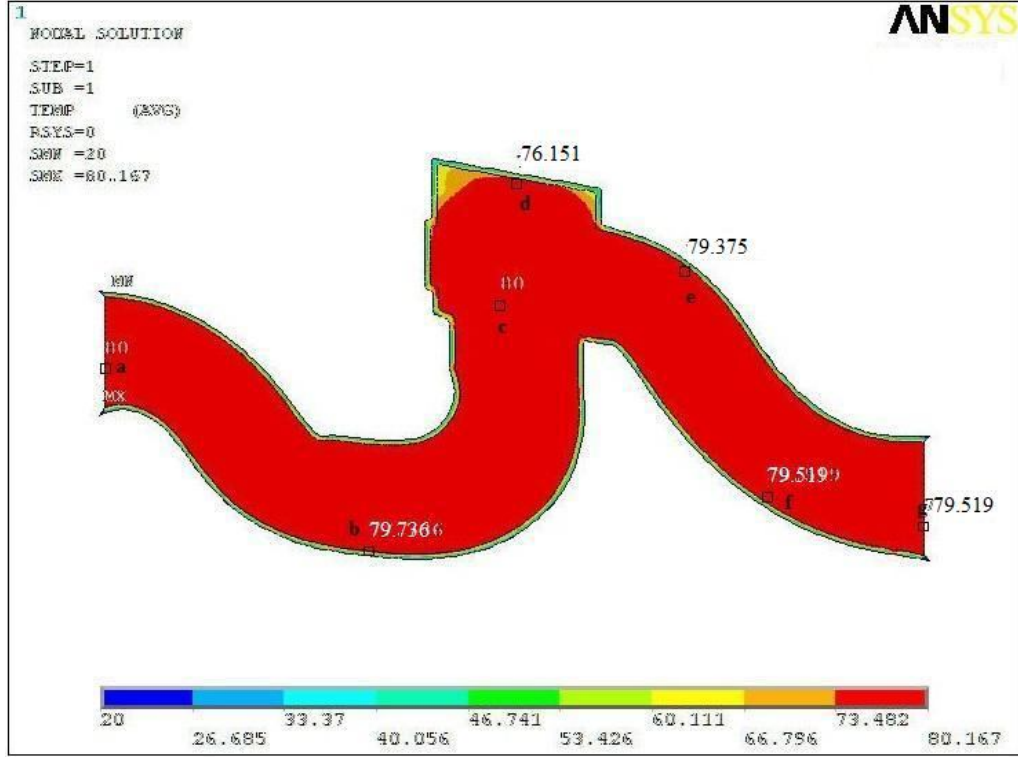
Şekil 6.15. 50°C Ceketli glob vanadan geçen suyun termal analizi.



Şekil 6.16. 60°C Ceketli glob vandan geçen suyun termal analizi.

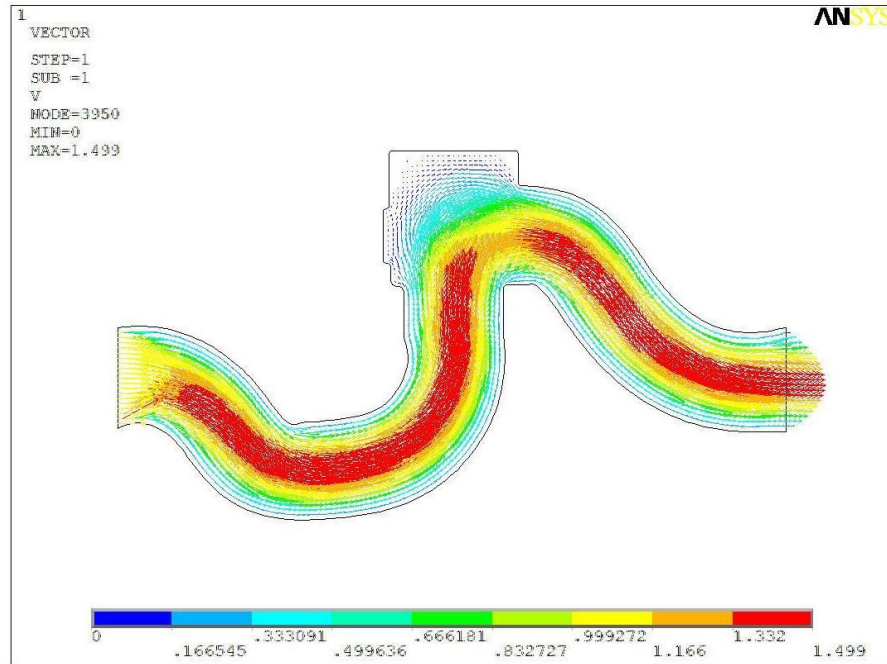


Şekil 6.17. 70°C Ceketli glob vandan geçen suyun termal analizi.

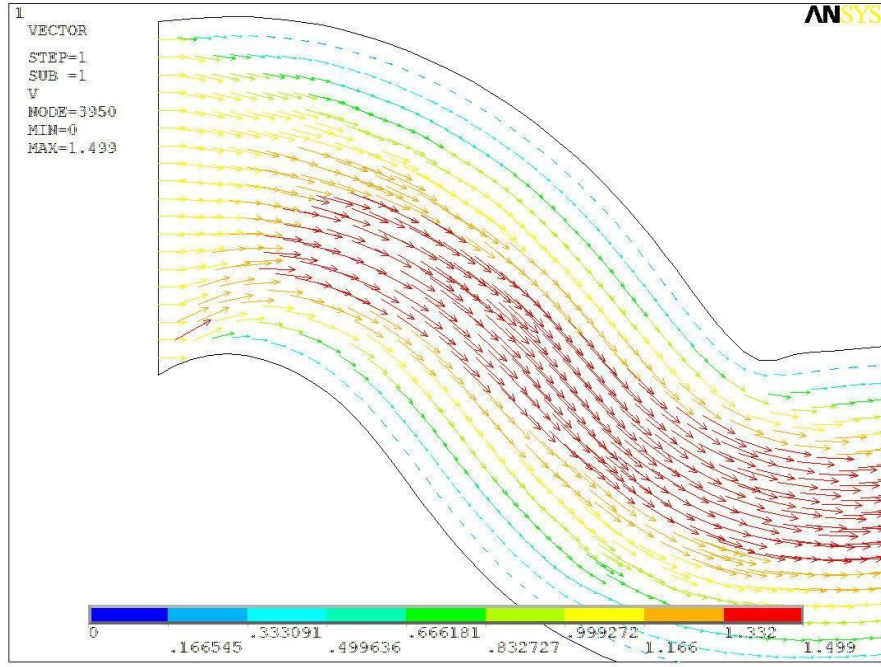


Şekil 6.18. 80°C Ceketli glob vanadan geçen suyun termal analizi.

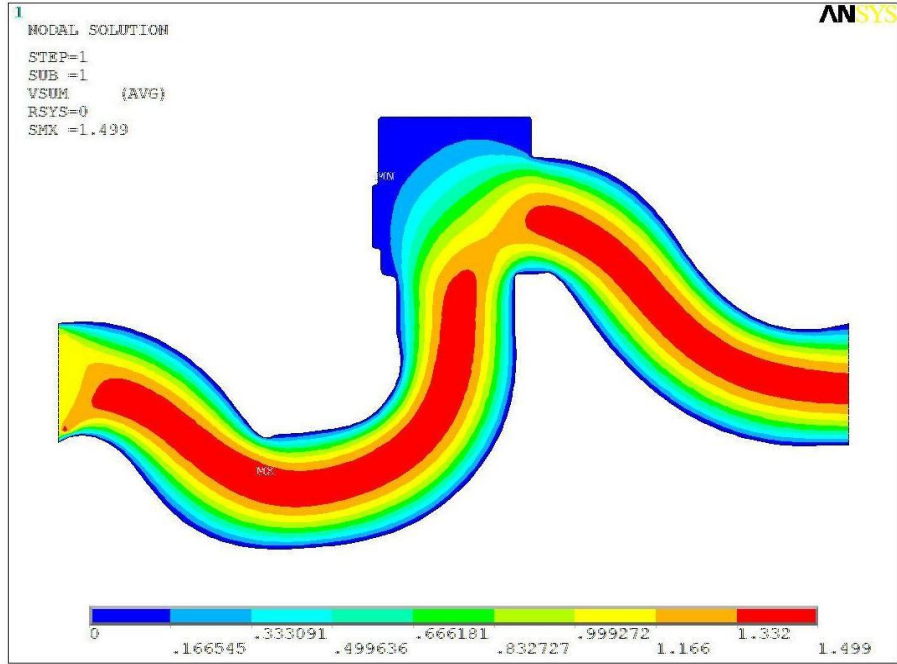
Glob vananın modellenmesi sonucunda elde edilen hız gradyanlarına ait örnekler Şekil 6.19 ile Şekil 6.21 arasında gösterilmiştir.



Şekil 6.19. Glob vanadaki suyun hız gradyanı.



Şekil 6.20. Glob vanadaki suyun akışının detaylı doğrultu hızı.



Şekil 6.21. Glob vanadaki suyun akışının hız değişimi.

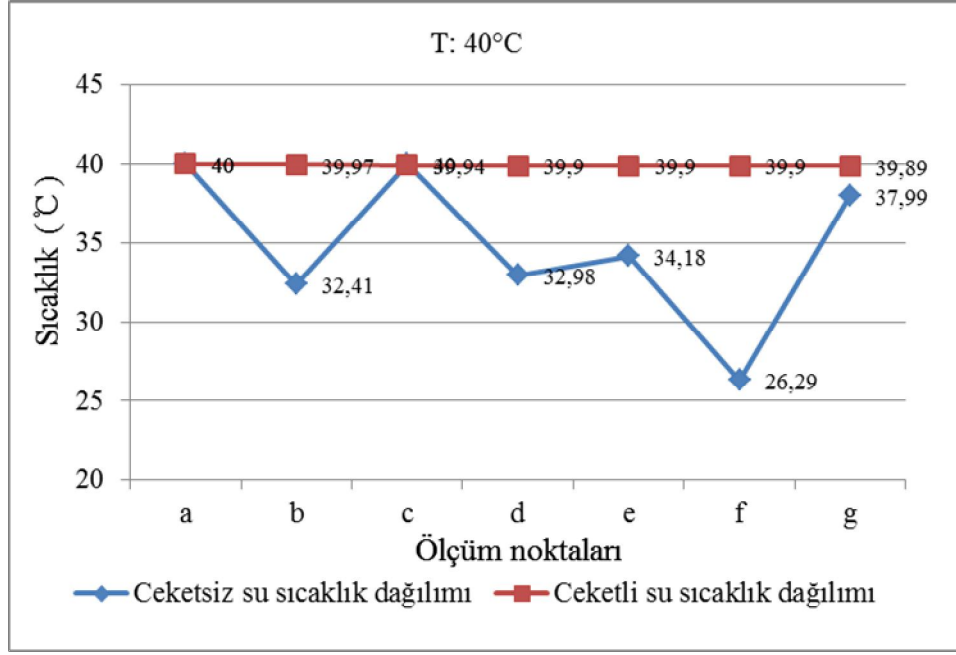
BÖLÜM 7

ANALİZ SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Vanalardaki ısı kaybını önlemek için glob vana ve vana ceketli teknik özellikleri baz alınmış sonra vana ceketli özellikleri ve baskılı glob vana DN 15-50 tip: YGV flanşlı özelliğine sahip glob vananın teknik özelliklerine göre glob vana ceketli ve ceketsiz olarak Autocad paket programında iki boyutlu çizilmiştir. Solid Works paket programı yardımıyla üç boyutlu hale getirilerek Ansys paket programına aktarılmıştır. Analiz için belirlenen dış ortam sıcaklığı sabit tutulmuş, vana içerisinden geçecek olan suyun; 40, 50, 60, 70 ve 80°C'deki doymuş haldeki özellikleri, giriş hızı, giriş basıncı değerleri programa girilmiştir.

Sonlu elemanlar yöntemi ile Ansys programında ceketli ve ceketsiz glob vanadan geçen akışkanın sayısal simülasyonu yapılmıştır. Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak Ansys bilgisayar programı yardımı ile yapılan ısı analizinde ceketli ve ceketsiz haldeki vana içerisindeki akışkanın sıcaklık kaybı ile verimi ortaya çıkarılmıştır.

Ceket giydirilmemiş glob vanadan geçen akışkanın değişik sıcaklıklardaki yapılan analiz sonuçları Şekil 6.8 ile Şekil 6.12'de, ceketli glob vanadan geçen akışkanın termal analiz sonuçları ise Şekil 6.14 ile Şekil 6.18'de gösterilmiştir. Belirlenen sıcaklıklarda yapılan simülasyon sonucu şekillerde görülen glob vananın ceketli ve ceketsiz termal analizinden elde edilen sıcaklık sonuçları vana üzerinde belirlediğimiz farklı noktalar esas alınarak grafikler halinde gösterilmiştir.

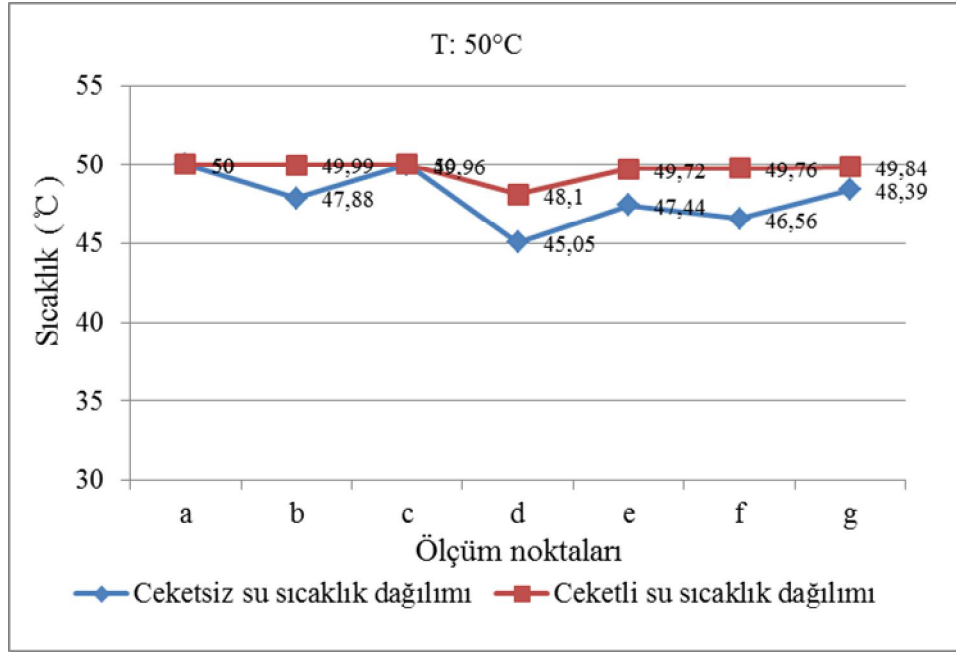


Şekil 7.1. Ceketli ve ceketsiz glob vana içinden geçen suyun 40°C'deki sıcaklık değişimi.

Şekil 6.8'de görüldüğü üzere 40°C'de vanaya giren sıcak su vananın yapısal özellikleri ve dış ortama bağlı olarak vana içerisinden geçen suyun ısısının düşmesine neden olmuştur. 40°C'de vanaya giren sıcak su vananın çeşitli bölgelerinde farklı sıcaklıklar göstererek 37,99°C'de vanayı terk etmiştir. Vana yalıtımsız olduğundan dolayı vananın çeşitli noktalarında ısı kaybı meydana gelmiştir. Bu ısı kaybının önlenmesi amacıyla glob vanaya cam yünü malzemeli vana ceketini giydirilmiş ve verimliliği analiz edilmiştir.

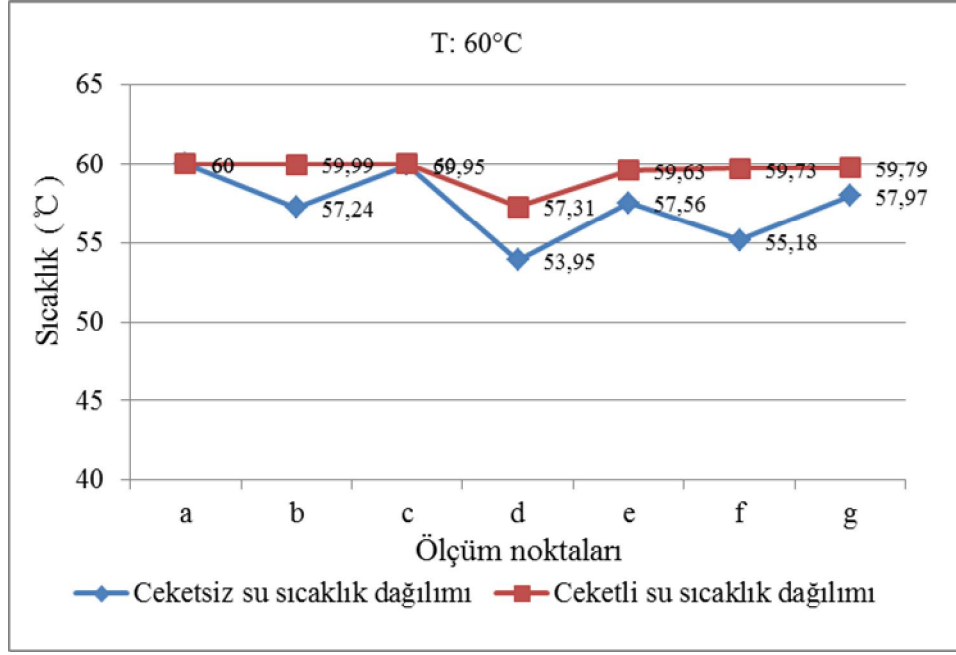
Şekil 6.14'te alınan sonuçlara göre glob vanaya 40°C'de giriş yapan sıcak su vana ceketinin sağladığı ısı yalıtımından ötürü 39,89°C'de yoluna devam ederek vandan ayrılmıştır. Yalıtımlı ve yalıtımsız glob vananın farklı noktadaki ısı değerlerinin değişiklik gösterdiği Şekil 7.1'deki grafikte verilmiştir. Grafikten görüldüğü gibi vana ceketini kullanıldığında sıcaklık değerleri beklendiği gibi lineere yakın bir azalma göstermiştir. Vana ceketsiz sıcaklık dağılımı ise ölçüm alınan noktaların yüzeye olan uzaklıklar göz önüne alındığında dalgalı bir sıcaklık dağılımı göze çarpmaktadır.

Aynı şartlar altında yalıtımlı ve yalıtımsız glob vananın içinden geçen suyun 50, 60, 70 ve 80°C’de de termal analiz yapılmıştır. Sıcaklık değişim grafikleri şekil 7.2 ile 7.5 arasında verilmiştir.



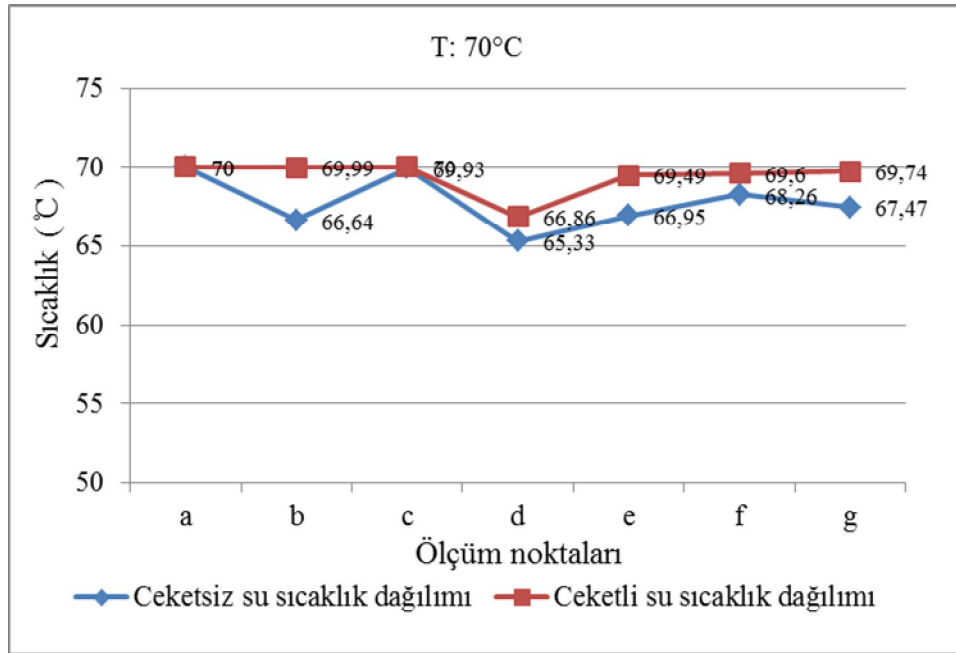
Şekil 7.2. Ceketli ve ceketsiz glob vana içinden geçen suyun 50°C’deki sıcaklık değişimi.

Şekil 7.2. incelediğinde d noktası dışındaki sıcaklık dağılımında herhangi bir olumsuz durumun olmadığı görülmektedir. d noktasındaki sıcaklık düşmesinin nedeni seçilen noktanın dış ortama yakın seçilmesidir. Bu noktadaki düşüş hem ceketli hem de ceketsiz sıcaklık dağılımında gözlemlenmektedir.



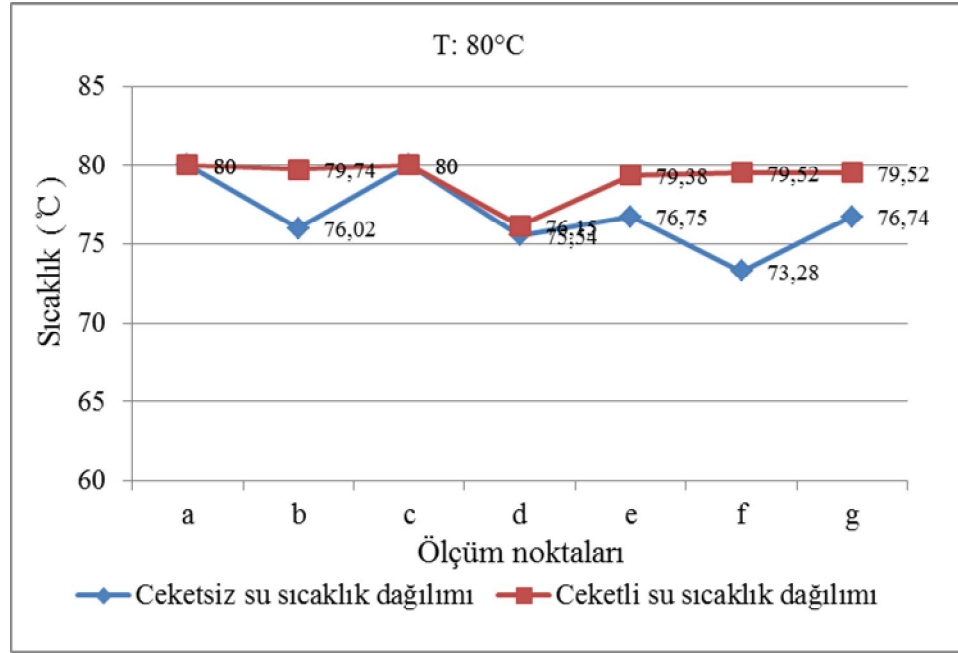
Şekil 7.3. Ceketli ve ceketsiz glob vana içinden geçen suyun 60°C'deki sıcaklık değişimi.

Şekil 7.3. incelediğinde ceketli ve ceketsiz su sıcaklık dağılımının d noktasındaki ısı düşüş farkının 3.36 °C olduğu görülmektedir. Bunun sebebi ise akışın durmasına neden olan vananın geometrik şekli ve seçilen noktanın dış ortama yakın olmasıdır.



Şekil 7.4. Ceketli ve ceketsiz glob vana içinden geçen suyun 70°C'deki sıcaklık değişimi.

Şekil 7.4. incelediğinde ceketli su sıcaklık dağılımı a noktasına göre d noktasında 3.14°C azalma oluşmuştur. Aynı noktalarda bu kayıp ceketsiz su sıcaklık dağılımında 4.67°C olmuştur. Isı kaybının nedeni vananın geometrik yapısı ve seçilen noktanın dış ortama yakın olmasıdır. Diğer noktalardaki ceketli vananın ısı kaybının lineere yakın olduğu görülmüştür.



Şekil 7.5. Ceketli ve ceketsiz glob vana içinden geçen suyun 80°C'deki sıcaklık değişimi.

Şekil 7.5. incelediğinde yine d noktası dışındaki sıcaklık dağılımında herhangi bir olumsuz durumun olmadığı görülmektedir. Sıcaklık düşmesinin nedeni önceki şekillerde olduğu gibi seçilen noktanın dış ortama yakın olmasıdır. Bu noktadaki düşüş hem ceketli hem de ceketsiz sıcaklık dağılımında gözlenmektedir.

Analizin sonuçları genel olarak incelendiğinde; vana ceketini giydirilmemiş glob vanaya giren akışkanın sıcaklığında bir düşüş göze çarpmaktadır. Ortam şartlarının değişmediği halde ceket giydirilmiş glob vana içerisinden geçen akışkanın önemli bir sıcaklık kaybına uğramadığı analiz sonuçlarında görülmüştür. Elde edilen ısı kazancı vana ceketinin verimliliğini açıkça ortaya koymaktadır.

Çizelge 8.1. Değişik sıcaklık ve farklı noktalardaki ceketli ve ceketsiz glob vanadan geçen suyun termal analizinin nümerik sonuçları.

VANA ÜZERİNDE BELİRTİLEN SICAKLIK NOKTALARI	CEKETSİZ GLOB VANADAN GEÇEN SUYUN SICAKLIKLARI (°C)					CEKETLİ GLOB VANADAN GEÇEN SUYUN SICAKLIKLARI (°C)				
	40	50	60	70	80	40	50	60	70	80
a _{giriş}	40	50	60	70	80	40	50	60	70	80
b	32.41	47.88	57.24	66.64	76.02	39.97	49.99	59.99	69.99	79.74
c	40	49.96	59.95	69.93	80.00	39.94	50	60	70	80
d	32.98	45.05	53.95	65.33	75.54	39.90	48.10	57.31	66.86	76.15
e	34.18	47.44	57.56	66.95	76.75	39.90	49.72	59.62	69.49	79.38
f	26.29	46.56	55.18	68.26	73.28	39.90	49.76	59.73	69.6	79.52
g _{çıkış}	37.99	48.39	57.97	67.47	76.74	39.89	49.84	59.79	69.74	79.52
GİRİŞ- ÇIKIŞ SU SICAKLIK FARKI	2.01	1.61	2.03	2.53	3.26	0.11	0.16	0.21	0.26	0.48

Çizelge 8.1.'de görüldüğü üzere ceketli glob vana kullanımının, ceketsiz glob vana kullanımına oranla akışkandaki ısı kaybının daha az olduğu saptanmıştır. Giriş ve çıkış su sıcaklık farkına bakıldığında ceketli ve ceketsiz vanadan geçen suyun sıcaklığı arttıkça kaybettiği ısıda artış gösterdiği görülmektedir.

BÖLÜM 8

SONUÇLAR

Yapılan analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; Dış ortam sıcaklığının 20°C’de olduğu yalıtımsız glob vanaya 40°C’de giren akışkanın vananın değişik noktalarında (a, b, c, d, e, f, g) farklı sıcaklıklar göstererek dış ortamın da etkisiyle vanayı 37.99°C’de terk etmiştir. Vana ceketi giydirilerek dış ortam sıcaklığının değiştirilmediği glob vanaya yine 40°C’de giren akışkan daha önce belirlediğimiz farklı noktalarda değişik sıcaklıklar göstererek vanayı 39.89°C’de terk etmiştir. Yalıtımsız vanadaki akışkanın vana giriş-çıkış sıcaklık farkı 2.01°C iken yalıtımlı haldeki giriş-çıkış sıcaklık farkı 0.11°C’dir.

Kullandığımız vana ceketi özellikleri ve glob vana teknik özellikleri değiştirilmeden akışkanımızın 50, 60, 70 ve 80°C’de yapılan analizlerde giriş-çıkış sıcaklık farkları yaklaşık aynı değerlerdedir.

Yalıtımsız vana içerisinden geçen akışkanın vanayı terk ederken önemli bir ısı kaybına uğradığı anlaşılmıştır. Aynı şartlar altında yalıtımlı vanadan geçen akışkanın ise vana çıkışında uğradığı ısı kaybında önemli bir değişimin olmadığı görülmüştür.

Sistem ısısının muhafaza edilmesi için yaptığımız analizlerde yalıtımlı vanalarda verimliliğin yüksek olduğu saptanmıştır. Yalıtımsız vanadaki ısı kaybını önlemek için yalıtımlı vana kullanımında yapılan termal analiz çalışmasından elde edilen değerler şekiller ve grafikler üzerinde gösterilmiştir.

Bunun sonucunda nümerik yöntemin, pahalı deneysel yöntemin yerine kullanılabileceği ve optimum dizayn değerlerine ulaşılabildiğinden dolayı analiz yapılmasının gerekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca analizde yalıtımın enerji

tasarrufuna ve sistem verimliliğine olan katkısı dışında giydirilen ceket vananın ekonomik ömrünü uzatarak işletmelerde büyük ölçüde katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Akarsu, A., “Genleşme vanası karakteristiğinin soğutma sistemi performansına etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 1-71 (2008).
2. Ayata, T., “Tencerelerde taban olarak bakır (Cu) veya alüminyum (Al) kullanılması durumunda gerilme ve şekil değişimlerinin incelenmesi”, *Kırıkkale Üniversitesi Teknoloji Dergisi*, 7(4): 599-604 (2004).
3. Casoli, P., Vacca, A., Longeri, M. and Berta, L. G., “CFD analysis of a homogenizing valve in presence of cavitation” *Journal of Industrial Engineering Department University of Parma*, 34-54 (2007).
4. Çelik, M. İ., “Türbin sabit kanatçığının verilen ısı transferi katsayısı ve basınç dağılımını kullanarak Ansys ile 2 boyutlu termal ve yapısal analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, 28-48 (2005).
5. Durat, M., Nart, E., Kayıkçı, R. ve Özsert, İ., “Metal döküm kalıpların sonlu elemanlar yöntemiyle tekrarlı termal analizi”, *Tasarım İmalat Analiz Kongresi*, Balıkesir, 552-557 (2006).
6. Duymaz, B. A., “Kelebek vanalarda vana kayıp katsayısının sonlu hacimler yöntemiyle ve deneysel olarak belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 13-37 (2008).
7. Erkoç, C. N., “Autocad ve Ansys yazılımlarını kullanarak mil tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 13-81 (2000).
8. Karpat, F., Babalık, F. C. ve Çavdar, K., “Asansör kabin taşıyıcılarının sonlu elemanlar yöntemi yardımıyla analizi” *TMMOB Makine Müh. Odası 2. İletim Teknolojileri Kongre ve Sergisi*, İstanbul, 1-14 (2005).
9. Kovacı, H. ve Albayrak, O., “Ankastre giriş tasarımı için MATLAB ve ANSYS optimizasyonu”, Bitirme Ödevi *Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü*, Erzurum, 1-5 (2008).
10. Leutwyler, Z. and Dalton, C., “A computational study of torque and forces due to compressible flow on a butterfly valve disk in mid-stroke position”, *ASME Journal of Fluids Engineering*, 128: 1074-1082 (2006).

11. Oza, A., Ghosh, S. and Chowdhury, K., “CFD modeling of globe valves for oxygen application” *16th Australasian Fluid Mechanics Conference*, Australia, 2-7 (2007).
12. Özdamar, A., Gürsel, T., Pekbey, Y. ve Çelikağ B., “Küresel vana kayıp katsayısının sonlu hacimler yöntemi kullanılarak belirlenmesi”, *Ege Üniversitesi Araştırma Projesi*, 4-36 (2004).
13. Özdamar, A. ve Yüksel, B., “Sürgülü vana kayıp katsayısının sonlu hacimler yöntemiyle ve deneysel olarak belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 9-23 (2008).
14. Öztekin, D., “Kimyasal tanker kargo tanklarının sonlu elemanlar yöntemi ile yapısal analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli, 1-61 (2008).
15. Salvador, G. P., Altozano, P. G. and Valverde, J. A., “Three- dimensional modeling and geometrical influence on the hydraulic performance of a control valve” *ASME Journal of Fluids Engineering*, 130: 1-9 (2008).
16. Sandalcı, M., Mançuhan, E., Alpman, E. ve Küçükada, K., “Akış koşulları ve vana çapının kelebek vana performans katsayılarına etkisi”, *Marmara Üniversitesi Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 109 (15): 53-61 (2009).
17. Solmaz, M. Y. ve Turgut, A., “Düzlem kafes sistemlerin Ansys paket programı ile optimum geometri tasarımı”, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19 (2): 201-207 (2007).
18. Şeker, T., “Kontrol yapıları arkasındaki açık kanal akımlarının sayısal ve deneysel analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 1-48 (2006).
19. Tolun, C., “İnce plakların serbest titreşiminin Ansys paket programı ile analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 29-105 (2000).
20. Vaughan, N. D., Mimech, E., Johnston, D. N., Edge K. A. and Fimech, E., “Numerical simulation of fluid flow in poppet valves”, *Journal of Mechanical Engineering Science*, PartC: 119-126, (1992).
21. Yetim, İ. Y., “Yapı elemanlarının özgül ısılarının ve su buharı difüzyon direnç katsayılarının belirlenmesi”, Bitirme Projesi *Dokuz Eylül Üniversitesi*, İzmir, 1-62 (2007).
22. Şahin, H. M., Dal, A. R. ve Baysal, E., “Plaka fin-borulu ısı değiştirici değişken eğimli kanat açıları ve termal davranış arasındaki ilişki üzerinde 3-boyutlu sayısal çalışma”, *Teknikokullar Isı Mühendisliği dergisi*, Ankara, 27: 1806–1816 (2007).

23. İnternet: Burçelik Vana San. ve Tic. A.Ş., “Vana kataloğu”, <http://www.burcelikvana.com/Turkce/urunler.html> (2008).
24. Anonim, “Vana ve armatürler”, Tesisat Mühendisliği Uygulama Kitabı, 23-35 (2001).
25. İnternet: Yakacık Valf A.Ş. “Glob vana teknik özellikleri”, http://www.yakacikvalf.com.tr/TR/html/vana_globe.html (2010).
26. İnternet: İzocam A.Ş. “Vana ceketi teknik özellikleri”, <http://www.izocam.com.tr/izocam/urunler/cam-yunu/vana-ceketi.aspx> (2010).
27. Çengel, Y.A. ve Cimbala, J.M. “Akışkanlar mekaniği” Akışkanlar mekaniği temelleri ve uygulamaları, Çeviri, Tahsin Engin, *Güven Bilimsel Kitapevi*, İzmir, 885-902 (2008).
28. İnternet: Omak Makina Sanayii ve Tic. Ltd. Şti., “Vana ceketi malzeme örnekleri”, [http:// www.omak.com.tr.](http://www.omak.com.tr), (2010).
29. İnternet: Duyar Vana Makine San.ve Tic. “Vana kataloğu”, <http://www.duyarvana.com.tr/pdf/katalog.pdf> (2008).

ÖZGEÇMİŞ

Gülten KURT 07.11.1984’de TRABZON’ da doğdu; ilköğrenimini Pelitli Mareşal Fevzi Çakmak ilköğretim Okulu’nda tamamladıktan sonra ortaokula Trabzon Kanuni Orta Okulunda devam etti. 2001 yılında Trabzon Affan Kitapçioğlu Lisesinin Fen Bilimleri bölümünden mezun olarak lise öğrenimini tamamladı.2004 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümüne girdi. 2008’de Tesisat Öğretmenliği Programından mezun oldu. 2008 yılında Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Anabilim Dalı’nda başladığı yüksek lisans programına devam etmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Pelitli Beldesi Cumhuriyet Mah. Lale Sok. No.16/Trabzon

Tel : 05074433352

E-posta : gulten_krt@hotmail.com