



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Plug Tipi Vanalarda Basınç Değişimi ve Kaçakların İç Aksama Etkisinin İncelenmesi ve Tasarım Önerileri

Soner ENEKÇİ^{a,*}, H. Serhad SOYHAN^b

^a Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, TÜRKİYE

^b Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: sonerenecki@gmail.com

ÖZET

Petrol dolum tesislerinde iki farklı karakteristik gösteren akışkan olan benzin ve fuel-oil yakıtlarının aynı hat kullanılarak tanklara nakilleri yapılmaktadır. Mevcut uygulamalarda seçilen Gate tipi vanalar metaller arası temaslı sızdırmazlık ilkesine göre tasarlandığı için zamanla oluşan sürtünme kaynaklı kaçaklardan ötürü tanklarda bekleyen sıvılar birbirine karışmaktadır. Bir diğer istenilmeyen durum olarak da, vana kapatılma hızının Gate tipi vanalarda ayarlanamaması, boru hattındaki akışın aniden durdurulması veya başlatılması ile ortaya çıkan ani basınç değişimi olarak ifade edilmektedir. Bu ve benzeri istenilmeyen durumların ortadan kaldırılması için Plug tipi vanalar, büyük basınç düşümlerini ani olarak ortaya çıkarmamaları ve kullanım esneklikleri olması sebebiyle farklı sektörlerdeki montajlarda tercih edilmektedir. Tam açık veya açıklığı belirli pozisyon konumunda kullanım için tasarlanan Plug tipi vanalar petrol dolum tesisleri için de sayılan özellikleri nedeniyle önerilir bir çözüm olabilecektir. Bu çalışmada Plug tipi vanaların ani kapatılması sonucu oluşacak basınç değişimleri ve buna etki eden parametreler analitik, sayısal ve sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmiştir. Ayrıca, Plug tipi vana mekanizmasının tasarımının basınç değişimine etkisi de ele alınmış ve olumsuzluklara karşı önleyici tedbirler önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Plug vana, Sonlu elemanlar analizi, Tasarım, Sızıntı, Petrol.

Investigation and Design Recommendations On The Pressure Change and Placement Of The Plug Type Valves

ABSTRACT

In petroleum refining plants, oil is being transported using the same line of gasoline and fuel-oil fuels, which have two different characteristics. Gate valves selected in existing applications are designed according to the principle of intermolecular contact sealing, so the liquids waiting in the tanks are mixed with each other due to time-induced friction-induced escape. Another undesirable situation is that the speed of closing the valve can not be adjusted in the Gate type valve, it is expressed as the sudden pressure change caused by sudden stopping or starting of the flow in the pipeline. To remove these and other undesirable situations, plug-type valves are preferred in different industries due to the fact that many valves are not required to be installed, as they do not suddenly reveal large

pressure drops and are flexible in use. Plug-type valves designed for use in full open or open position can be a recommended solution because of their features for oil filling plants. In this study, the pressure changes which occur as a result of sudden shutdown of plug type valves and the parameters affecting them are investigated by analytical, numerical and finite element method. In addition, the effect of pressure variation on the design of the plug-type valve mechanism is also described and preventive measures against the adverse effects are proposed.

Key words: Plug valve, Finite element analyses, Design, Leakage, Petrol

I. GİRİŞ

Vana; akışkanlara yol veren, onları durduran, karıştıran veya akışkanın yönünü ve/veya miktarını, basınç veya sıcaklığını değiştirebilen bir makine elmanı olarak ifade edilebilir. Aynı zamanda özel kullanım alanları ele alındığında; akışkanları durdurmak, yol vermek veya ayarlamak için boru hatlarına monte edilmiş ekipmanlar olarak da ifade edilmektedir. Güncel zamanda, petrol nakil hatlarındaki kullanımları göz önüne alındığında basit açma, kapama musluklarından, aşırı karmaşık servo sistemlere uzanan ve akışkanların kontrolü için kullanılan çok fazla sayıda vana çeşidi kullanılmaktadır. Akış kontrol şekline göre vanalar üç şekilde *Kapama Vanaları*, *Kısma ve Kontrol Vanaları* ve *Emniyet Vanaları* olarak sınıflandırılmaktadırlar [1-11]. Şekil 1’de Plug tipi bir vanaya ait kesit gösterilmektedir.

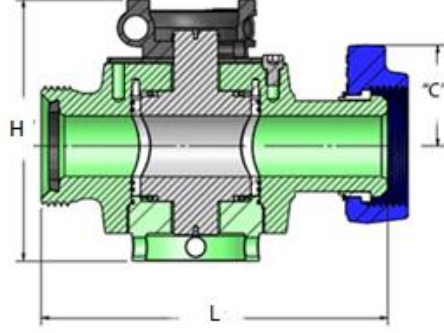


Şekil 1. Temel seviyede plug vana [6].

Plug tipi vanalar akış eksenine dik konik veya silindirik bir yuvaya oturtulmuş ve ortası delik konik veya silindirik bir parçanın, 90° döndürülmesi ve deliğin (deliklerin) geçişi açık veya kapalı konuma getirilmesi ile akışkan geçişini kesip, açarak görevlerini yerine getirilmesi prensibi ile tasarlanmış vana türüdür. Konik tapalı tipteki plug vanalar da bu amaçla günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. Plug tipi vanalarda sızdırmazlık, tapanın yatağın içine bastırılması ve uygun yağlayıcı ara malzeme kullanılması esasıyla ağır şartlar ve hızlı geçişler için sağlanmaktadır. Genel kullanım amaçları göz önüne alındığında, tam açık veya tam kapalı olarak çalışmaları tercih edilmektedir [3]. Delikler, yuvarlak kesitli olabildiği gibi, daha küçük gövde ile geçiş kesitini koruyabilmek için; silindirik tapalı vanalarda dikdörtgen, konik vanalarda da trapez biçimli tasarlanabilmektedir. Bu tip dairesel olmayan kesitler yuvarlak kesitlere göre direnç faktörünü mekanik özellikleri göz önüne alındığında arttırmaktadır.

Plug vanalar sistem olarak içindeki yağ filmi ile sızdırmazlık sağlamaktadır. Yeni nesil tasarıma sahip Plug tipi vanalarda ise plug yüzeyine sızdırmazlık kanalı açılması, açılan yüzeye pres yardımıyla sızdırmazlık contası montajı ve hareket dizaynının farklılaştırılması plug yüzeyine sürtünme

katsayısının azaltılmasına yönelik tasarım değişkenleridir. Plug vanalara ait *Yükseklik (H)* ve *Flanşlar arası mesafe (L)* boyu dışındaki genel ölçüleri ilgili vana ölçüsüne uyumlu tasarlamak açıklanan gereklilikler için önemlidir (Şekil 2). Buna karşılık iç aksam mekanizması tasarımı ve boyutlandırması tamamen kullanıcı isteklerine göre hesaplama ile elde edilebilir olduğu için tasarım esnekliği de sunmaktadır.



Şekil 2. Plug tipi vana değişkenleri [7].

II. ÖZEL TİP PLUG VANA TASARIMI

Plug tipi vanaların bir türü olan yeni nesil çift sızdırmaz aksamı ve blokajlı plug vana, temel plug tipi vana gövdesinin tasarımı esas alınarak Şekil 3’de detay kesiti verilen biçimde üretilmektedir. Buna göre, iç aksam üzerine öncelikle sızdırmazlık contası kanalı açılması ve sızdırmazlık contasının plug yüzeyi üzerine sıcak tip baskı (presleme işlemi) yardımıyla preslenmesi ile çift sızdırmazlık özelliği kazanmaktadır. İç aksamlar arasında basınç fazlalığı oluşması durumunda vana gövdesi üzerinde montajı yapılan yüksek basınçlara dayanıklı by-pass görevi yapan tahliye hattı bulunmaktadır.

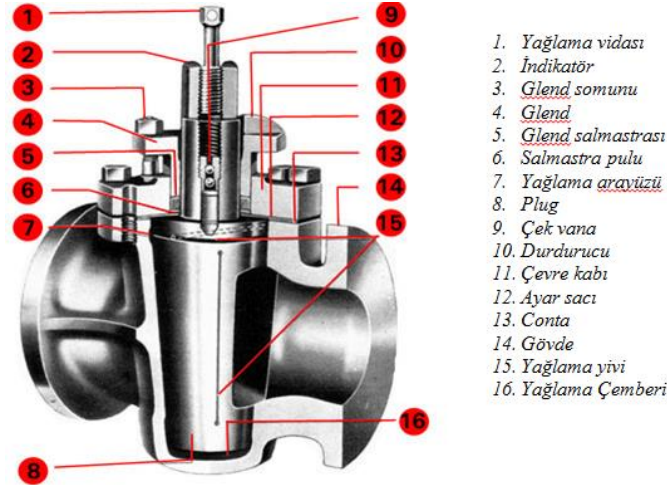


Şekil 3. Özel tip plug vana kesit görünüşü.

Vana tasarım işlemiinde esas olarak ortaya çıkan problem fonksiyon, yatırım ve işletme masrafları ile işletme emniyeti açısından, belirlenmiş görevi yapacak doğru vananın seçilmesi olarak gözükmektedir. Buna yönelik olarak vananın kullanılacağı her tür mekanik tesisatlar için işletme arızaları, imalat hataları, mamul ve enerji kayıpları, su kirlenmesi ve yangın tehlikesi gibi problemlerin olmaması için sızdırmazlık ekipmanları belirli süre dayanımında olmalı, aynı zamanda basınç ve sıcaklık şartlarına uygun olarak da yeteri kadar mukavemet göstermelidirler [13]. Yetersiz veya yanlış belirlenmiş vanaların doğurabileceği işletme problemlerine örnek olarak [11-13];

- Sızdırma yüzünden mamul karışması veya patlama tehlikesi,
- Hava girişi yüzünden vakum sağlama problemleri,
- Yüksek basınç kaybı dolayısıyla enerji kayıpları,
- Pompalar için emme zorlukları,
- Kavitasyon, gürültü ve titreşimli çalışma,
- Mil salmastrasında kaçaklar (Yangın tehlikesi),
- Korozyon ve erozyondan kaynaklanan hasarlar,
- Uygun olmayan basınç ve sıcaklıklarda çalışmaktan kaynaklanan zararlar,
- Güçlü seçilmiş aktüatörler yüzünden açma, kapama mili burulması, gövdenin zarar görmesi,
- İzin verilemeyecek basınç darbeleri (Kırılma tehlikesi), Kapatma organının üzerinde yabancı madde tabakaları oluşması gibi problemler verilebilir.

Bir vananın görevi; yeteri kadar uzun bir işletme ömrü süresince, işletmecinin isteği doğrultusunda ve işletmeci istediği zaman, borularda, çeşitli kaplarda, cihazlarda güvenli bir şekilde akışkanın hareketini engellemektir. Karşılıklı olarak çalışan ve özellikle metal-metal çalışan arayüzde, metal yüzeylerin pürüzlülüğü sebebi ile kesin bir sızdırmazlık elde etmek vananın kullanım saatinin artması sonrasında büyük ölçüde zor olmaktadır. Bu yüzden iyi bir sızdırmazlık beklenen yerlerde yumuşak sızdırmazlık yüzeyi olmayan yada bu çalışmada tasarımı yapılmış özel tip plug vanalar tercih edilmektedir. Plug tip vananın tasarımında temel olarak Şekil 4’de verilen vana ekipmanlarına göre planlama yapılmaktadır.



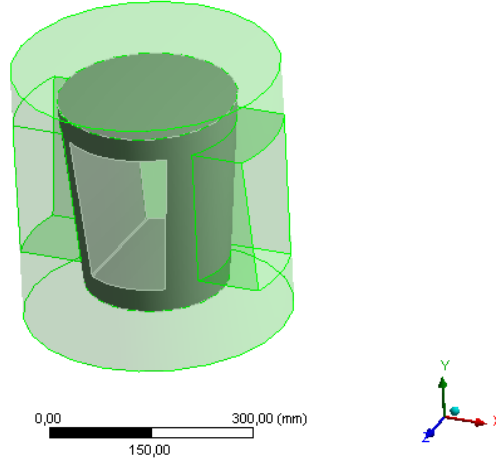
Şekil 4. Temel tip plug vana tasarım parça listesi.

Plug vana için tasarımda yukarıda sayılan olumsuzları gidermek için plug yüzeyi üzerinde detaylı bir çalışma gerekmektedir. Plug yüzeyinin sürtünmesinin azaltılması vana için çalışma şartlarını iyileştirecek en önemli koşul olarak ifade edilebilir. Bu çalışmada da plug yüzeyi ve vananın çalışan iç aksanı için modelleme yapılmış ve çalışma şartları değerlendirilmiştir.

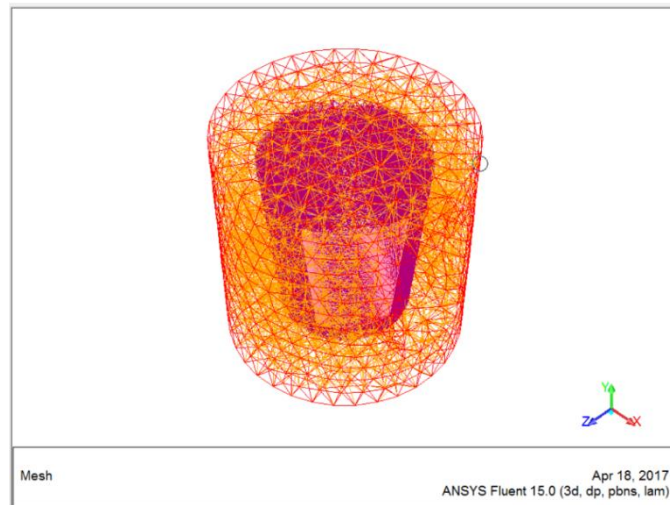
III. ÖZEL TİP PLUG VANA SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Sonlu Elemanlar Analiz Yöntemi (SEA) pek çok mühendislik uygulamasında kullanıldığı gibi vana tasarımlarının doğrulanmasında da güncel olarak sıklıkla tercih edilen bir çalışma metodolojisi olarak ortaya çıkmaktadır. Buna yönelik olarak pek çok alanda çalışmalar vana sektörü için de sürdürülmekte olup sızdırmazlık, mekanik dayanım ve tasarım değerlendirme araştırmaları yapılmış ve yapılmaktadır [13-16].

Gerek akış desenlerinin tayini gerekse mekanik dayanım için sonuçlarının doğru ve tatmin edici olduğu artık kabul edilen SEA bu çalışma için de çözüm aracı olarak kullanılmıştır. Sayısal analizde kullanılacak olan model, valfin iç hacminden, yani basit bir silindirden oluşmaktadır. Bu silindirin bir ucu açık ve diğer ucu kapalıdır. Şekil 5 ve Şekil 6 da tasarıma ait SEA modeli verilmektedir.

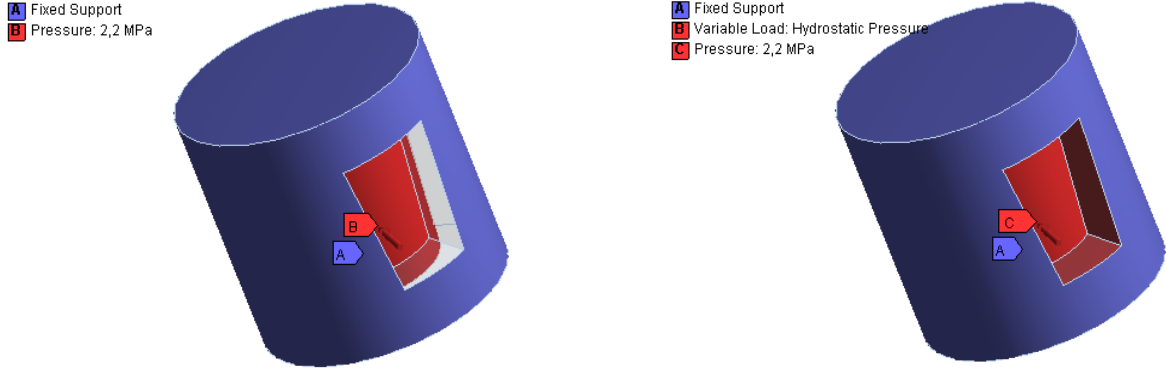


Şekil 5. Plug vana gövdesi ana mekanizma mukavemet analiz modeli.



Şekil 6. Plug vana ana mekanizmasının SEA modeli.

Tasarıma ait modelleme temel tasarım yazılımında gerçek vana ölçüleri kullanılarak elde edilmiş ve montajı gerçekleştirilmiştir. Devamında yine arayüzünde yer alan uygulama ile modelin SEA için oluşturulacağı SEA tasarım modelleme uygulamasına aktarılmıştır. Burada yüzeylerin temas ve çalışma durumlarının tanımlanması eklenecek yada çıkarılacak yüzeylerin belirlenmesi tamamlanmıştır. Buradan SEA yazılımında modelin sınır şartları (Şekil 7) tanımlanarak 1. Faz analizler; tam açık (MODEL 1), %50 açık (Model 2), %25 açık (Model 3)ve tam kapalı (Model 4) için değerlendirilmiştir (Tablo 1). 2. Faz analizlerde yine bu dört model grubu için silindirin akış açıklığı bir tarafı giriş (velocity_inlet), diğer tarafı ile yanal yüzeyler “duvar (wall)” olarak tanımlanarak, sınır koşulları belirlenen model akışkanlar mekaniği SEA yazılımıyla analiz edilmiştir.



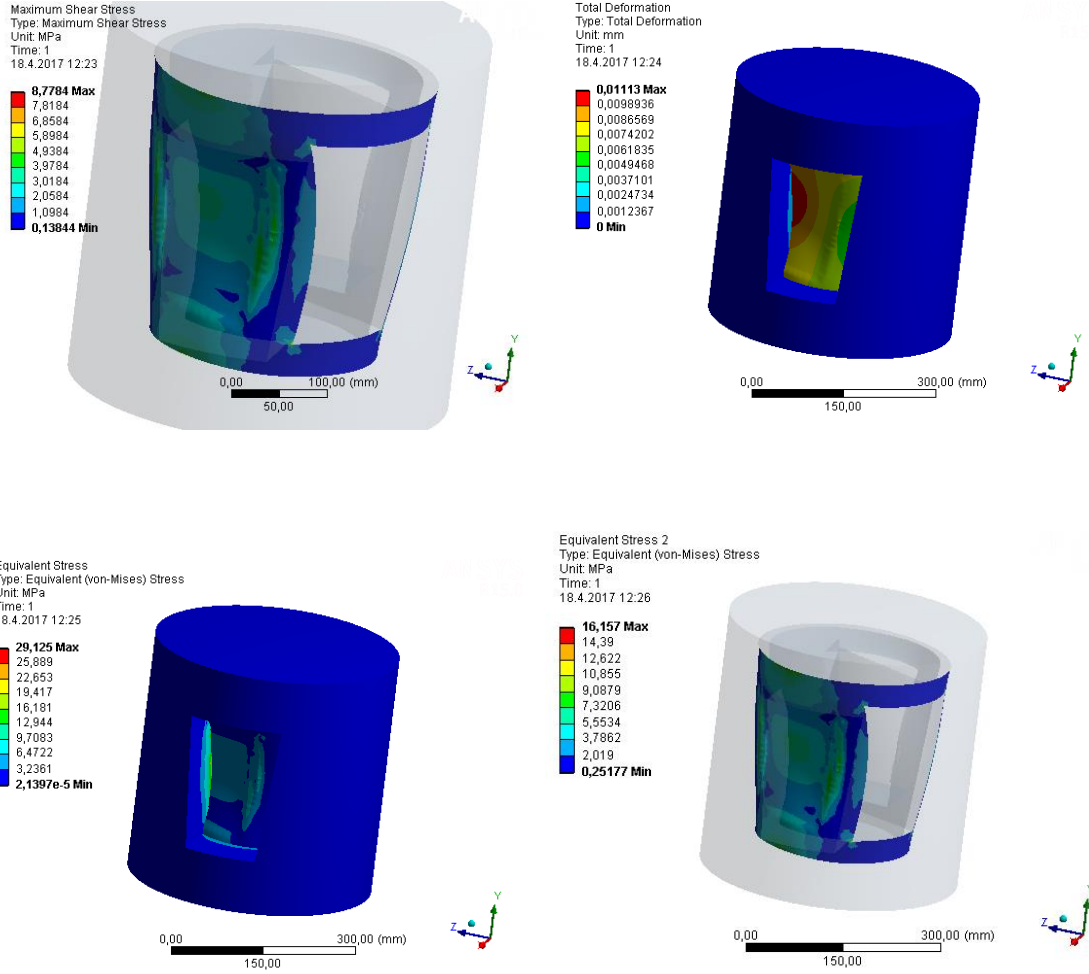
Şekil 7. SEA Modeli oluşturulmuş Plug vana.

Tablo 1. SEA analiz grupları.

SEA PLUG MODEL ADI	AÇIKLIK DURUMU
MODEL 1	% 100
MODEL 2	% 50
MODEL 3	% 25
MODEL 4	Tam kapalı

IV. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Tasarımı yapılmış ve dört farklı açıklık serbestliğinde durumu değerlendirilmiş plug vana için ham petrol ve akaryakıt akışı için sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 7). Bu sonuçlar plug tip vananın açık, ½ açık ve ¼ açık konumları için bilgisayar destekli tasarlanan 3B modelleri petrol akış hatlarındaki çalışma şartları üzerinden değerlendirilmiştir.



Şekil 8. SEA sonuçları tam kapalı Model 4 örneği.

Su darbesi terimi, bir tesisattaki akışın bir valf tarafından aniden durdurulması sonucu ortaya çıkan kuvvetleri, vuruntu seslerini ve titreşimleri tanımlamak için kullanılır. Su darbesi meydana geldiğinde, yüksek basınçlı şok dalgası tesisat sistemi içinde enerjisi sönmülene kadar salınım yapar. Oluşan gerilmeler hem boru hattına hem de tesisattaki diğer cihazlara zarar verebilir.

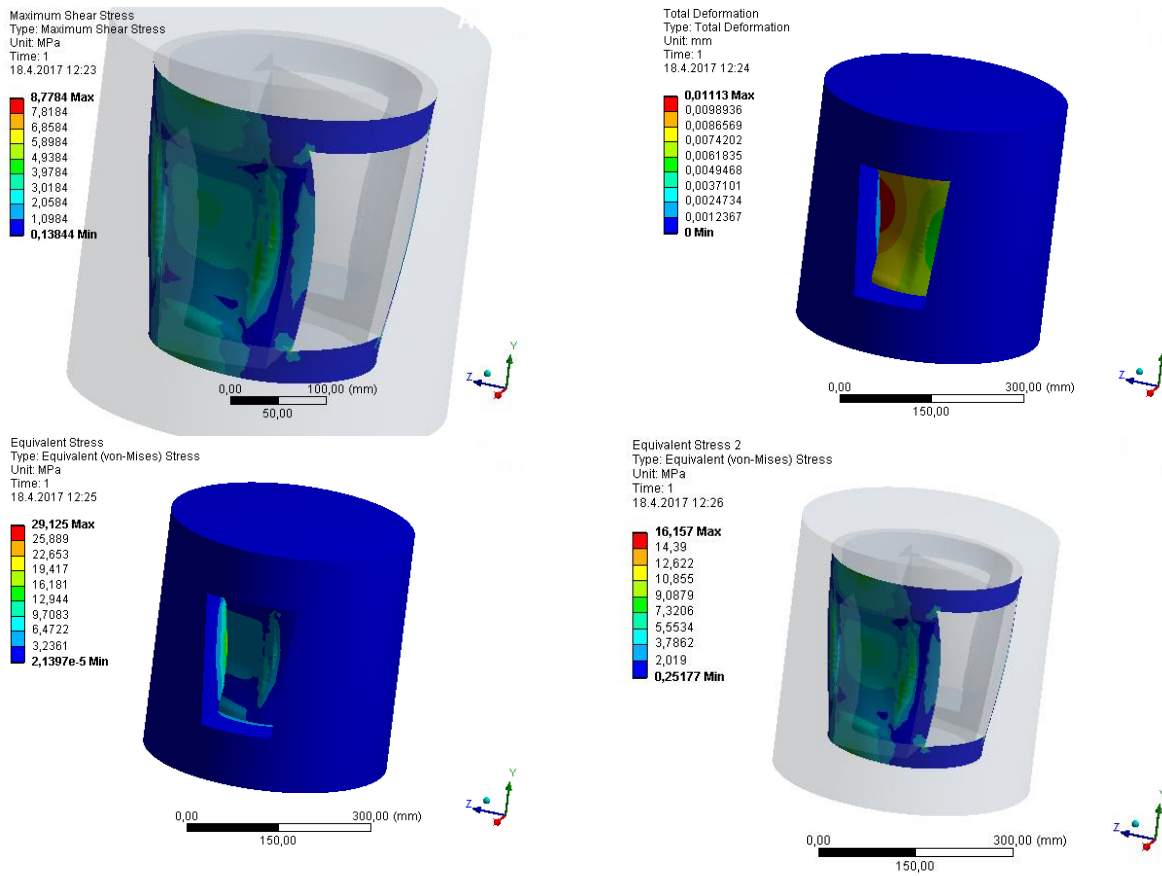
Bu çalışmada değerlendirilmiş olan plug valfin ani kapatılmasıyla oluşan ani akış darbesi (koç darbesi olarak piyasada adlandırılan) etkisine bağlı basınç değişimleri sonlu elemanlar analiz yöntemiyle hesaplanmıştır. İlaveten, sayısal hesaplama yapılarak elde edilen değerler ile karşılaştırma yapılmıştır. Plug vana sistemde kullanılan akışkanın türüne bağlı olarak, akışkan (ham petrol) darbesi nedeniyle oluşan basınç değişimlerinin belirgin oranda farklılaştığı görülmektedir. Akışkanın elastisite modülü ve yoğunluğu azaldıkça (işlenmiş akaryakıt) ani kapama sonucu oluşacak basınç şokları da önemli oranda azalacaktır. Ancak tasarımı tamamlanan vana her iki akışkan içinde dayanımını ortaya koymuş ve akış sızıntı yada kaçağı gözlemlenmemiştir. Tesisatın montaj toleranslarına göre önemli değişiklikler ortaya çıkabileceğinden tüm tesisat için sonlu elemanlar analiz modelinde tolerans değerlerine göre tasarımlar kullanılmış ve farklı analizlerin neticelerine göre %0.1-%0.2 aralığında imalat/montaj toleransının uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ham petrol olarak tanımlanmış akışkanın debisine bağlı olarak hızı arttığında oluşan basınç değişiminde doğrusal olmayan bir artış elde edilmiştir. Bu durumun olumsuz bir sızıntı yada kaçak oluşumuna mahal vermemesi için akış hızının kontrollü bir sistem halinde bulunması sağlanmalıdır.

İlaveten, tesisat malzemesi seçilirken her bağlantı elemanının özellikle vanaya yakın olanların mekanik dayanımları yüksek ve ani şoklardan etkilenmeyecek malzeme özelliklerine sahip olması gerektiği sonucu çıkarılmaktadır. Tüm bu sonuçların tasarımı yapılan vananın üretildikten sonra kendine yakın manometreler ile tesisata bağlanarak ölçüm yapılması ve bu durumda değerlendirilmesi devam eden çalışmalarda ve işlemleri devam eden deneysel uygulama ile belirlenecektir.

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tasarımı yapılmış ve Tablo 1’de açıklanan dört farklı açıklık serbestliğinde durumu değerlendirilmiş plug vana için ham petrol ve akaryakıt akışı için sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 9. SEA sonuçları tam kapalı Model 4 örneği.

Su darbesi terimi, bir tesisattaki akışın bir valf tarafından aniden durdurulması sonucu ortaya çıkan kuvvetleri, vuruntu seslerini ve titreşimleri tanımlamak için kullanılır. Su darbesi meydana geldiğinde, yüksek basınçlı şok dalgası tesisat sistemi içinde enerjisi sönmüleninceye kadar salınım yapar. Oluşan gerilmeler hem boru hattına hem de tesisattaki diğer cihazlara zarar verebilir.

Bu çalışmada, plug tipi vananın ani kapatılmasına bağlı basınç değişimleri SEA yazılımı yardımıyla hesaplanmış ve ayrıca çalışması sürmekte olan deney düzeneğinde ilgili değerler ölçülmüştür. Plug tip vananın %0.1-%0.2 aralığında imalat/montaj toleransı ile uygun imalat geometrisi sağladığı ifade edilebilmektedir.

Ham petrol olarak tanımlanmış akışkanın debisine bağlı olarak hızı arttığında oluşan basınç değişiminde SEA uygulamaları ve farklı akış hızları verilerinin neticesinde doğrusal olmayan bir artış bir artış elde edilmiştir. Bu durumun olumsuz bir sızıntı yada kaçak oluşumuna mahal vermemesi için akış hızının kontrollü bir sistem halinde bulunması gerekliliğini ifade etmektedir.

Tüm tesisat için malzeme seçilirken her bağlantı elemanının (özellikle vanaya yakın olanların) mekanik dayanımları yüksek ve ani şoklardan etkilenmeyecek malzeme özelliklerine sahip olması her ne kadar plug tip vana şoklara dayanıklı olarak SEA sonuçlarına göre ifade bulsa da önem arz etmektedir. Bu sonuç, tesisatın tüm olarak değerlendirilmesi gerektiği, sadece değişken olarak plug tip vana ile uygulamanın uzun sürelerde yetersiz kalabileceği ve vana haricindeki ekipmanın önemli olduğu neticesi olarak ifade edilmiştir. Tüm bu sonuçların tasarımı yapılan vananın üretildikten sonra kendine yakın manometreler ile tesisata bağlanarak ölçüm yapılması ve bu durumda değerlendirilmesi devam eden çalışmaların sonucu ile farklı akışkanlar ve tesisat yapıları içinde doğrulanmış olacaktır.

VI. KAYNAKLAR

- [1] Kavurmacıoğlu, L., Karadoğan, H., 2003, “Su Darbesi Projelendirme Hataları, VI.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, MMO Yayın No:E/2003/328-1, 37-45.
- [2] E.C.A. Valf Sanayii A.Ş., 2004, “Genel Mamül Kataloğu”, www.valf.com.tr.
- [3] Kurun, S., 2006, “Küresel Vanada Oluşan Su Darbesinin Sayısal Analizi”, Lisans Tezi, Makina Müh. Böl., Müh. Fak., Ege Üniversitesi.
- [4] K. Almeida, A. B., Ramos, H., 2002, “Parametric analysis of water-hammer effects in small hydro schemes”, Department of Civil Engineering, Instituto Superior Técnico, 1049-001 Lisboa, Portugal.
- [5] Almış, Ç., 2004, “Küresel Valflerde Su Darbesi Etkisi ve Giderme Yöntemleri”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi.
- [6] Leon Teknik Vana Sanayi, <http://www.leonteknik.com/images/resim/xomox/tuflin-plug/kpics/plug2.jpg>.
- [7] Farley Vana Özellik Kataloğu, <http://www.farleyriggs.com.au/media/Plug-Valve-Data-Sheet1.png>.
- [8] Martin C. S., 2000, “Waterhammer potential in pumps and systems”, *School of Civil and Environmental Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta GA, U.S.A.*
- [9] Wylie E. B., 1993, “Fluid Transients In Systems”, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ 07632.
- [10] Khamlichi, A., Jezequel, L., Tephany, F., 1995, “Elastic-plastic water hammer analysis in piping systems”, Département de Mécanique des Solides, URA CNRS 855, Ecole Centrale de Lyon, Lyon, France.

- [11] Padmanabhan, C., Kochupillai, J., Ganesan, N., 2004. "A new finite element formulation based on the velocity of flow for water hammer problems", *Indian Institute of Technology Madras*, Chennai 600 036, India.
- [12] Bakeer, R. M., Barber, M. E., Sever, V. F., Boyd, G. R., 2004, "Effect of close-fit sliplining on the hydraulic capacity of a pressurized pipeline", *Department of Civil and Environmental Engineering, Tulane University*, New Orleans, LA 70118, U.S.A.
- [13] Özdamar, A., Yüksel, B., "Sürgülü Vana Kayıp Katsayısının Sonlu Hacimler Yöntemiyle ve Deneysel Olarak Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 97 (2008).
- [14] Salvador, G.P., Altozano, P.G., Valverde, J.A., "ThreeDimensional Modeling and Geometrical Influence on the Hydraulic Performance of a Control Valve" *ASME Journal of Fluids Engineering*, Vol.130: 1-9 (2008).
- [15] Sandalcı, M., Mançuhan, E., Alpman, E., Küçükada, K., "Akış koşulları ve vana çapının kelebek vana performans katsayılarına etkisi", *Marmara Üniversitesi, Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 109 (15): 53-61 (2009).
- [16] Vaughan, N.D., et al., "Numerical simulation of fluid flow in poppet valves" *Journal of Mechanical Engineering Science, PartC*: 119-126, (1992).