

DIŐLİ POMPA KAPAK KALINLIKLARININ BELİRLENMESİ

Hüseyin Erol AKATA* Yüksel GÖK ve Sedat BAYTUNCER****

*Trakya Üniversitesi. Müh-Mim.Fakültesi / EDİRNE

**Hema Hidrolik Makina San.ve Tic.A.Ő. Çerkezköy/TEKİRDAĞ

ÖZET

Dişli pompa arka kapaklarının zorlanma biçimleri belirlenerek malzeme tasarrufu amacıyla kalınlıklarının inceltilmesinin hedeflendiği çalışmada, söz konusu elemanların gerilme analizleri çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilmiştir.

Basitleştirilmiş elemanter mukavemet hesapları, sonlu elemanlar yöntemiyle çalışan ANSYS yazılımı sonuçlarıyla karşılaştırılmış, bilgisayar destekli tasarım(CAD) çalışmalarıyla kapak kalınlıkları üzerinde değişiklikler gerçekleştirilmiştir.

Söz konusu değişikliklerin mevcut Sfero Dökme Demir kapaklara uygulanmasından sonra çeşitli kapak form ve kalınlıkları için gerekli bazı noktalardaki gerilme değerleri statik basınç altındaki pompaların kapaklarında elektrik-direnç tipi uzama ölçerler kullanılarak ölçülmüş ve hesaplamayla bulunanlarla karşılaştırılmıştır.

Kapak malzemesinin kendi çalışma koşullarındaki değişken zorlanma altında Wöhler eğrisi, INSTRON 8501 cihazı yardımıyla elde edilmiş ve belirlenen yorulma dayanımı değeri CAD çalışmalarında kullanılmıştır. Belirlenen minimum kapak kalınlığının gerçek çalışma koşullarındaki performansı pompa test tezgahında denenerek sonuçlar yorumlanmıştır.

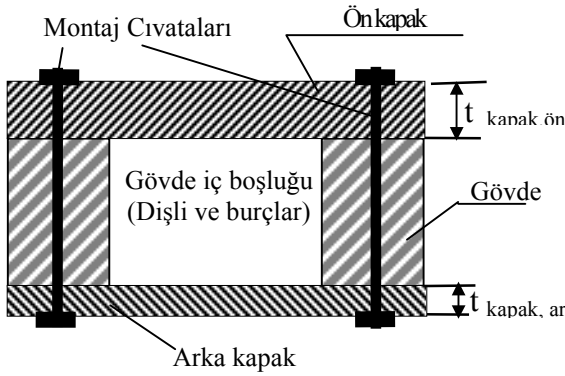
ABSTRACT

Back covers made by spherical cast iron of gear pumps were analysed in terms of subjected loads for computer aided design purposes. Fatigue strength of the cover material which were determined using Instron 8501 were used in CAD studies.

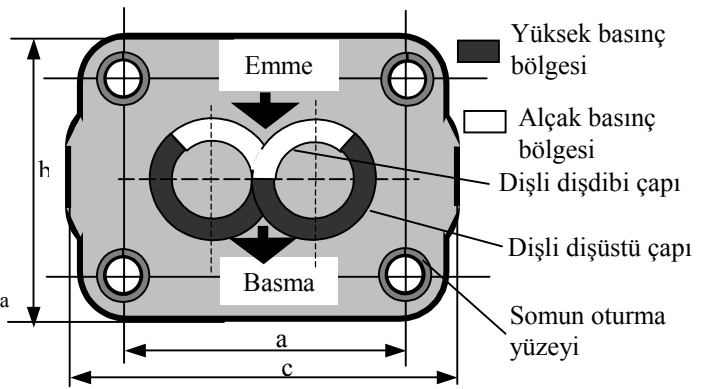
Stress analysis of the covers were done using elementary strength formulas and finite elements method, net thickness' and forms were changed using the results of the analyses. Calculated values were compared with those of the experimental stress analysis using electric resistance strain gauges under the static inner pressure tests and working conditions.

1. KAPAK GEOMETRİSİ

Bilindiği gibi, pozitif deplasmanlı pompalar grubunda yer alan dişli pompalar alüminyum bir gövde içinde burçlar ve kaymalı yataklar yardımıyla yataklanan dişlilerin yağı emme tarafından alıp basma tarafına taşımaya esasına göre çalışırlar[1]. Gerek dişlilerin ve gerekse de burç, yataklar ve gövde gibi diğer pompa parçalarının işleme toleransları ile belirlenen başlangıç boşlukları pompanın performansını etkileyen başlangıç büyüklükleridir. Pompa ön ve arka kapaklarının 4 adet cıvata üzerinden sıkılmasıyla birlikte montaj işlemi tamamlanmış olur[2]. Bu durumdaki bir pompa Şekil 1'de şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 1. Dişli Pompa Montaj Boyutları.

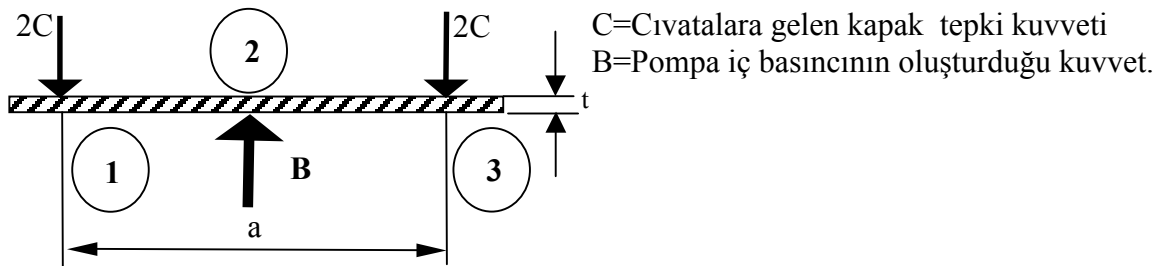


Şekil 2. Pompa arka kapağı ile yüksek ve alçak basınç bölgelerinin konumları

Pompada emme ve basma tarafları, dişliler burçlar ve sızdırmazlık elemanları tarafından belirlenerek birbirleri arasında by-pas'ların oluşmamasına çalışılır. Emme ve basma bölgeleri ile bunların arka kapağa göre konumları Şekil 2'de şematik olarak gösterilmiştir.

2. ELEMANTER MUKAVEMET YAKLAŞIMI

Dişli pompalardaki kapakların zorlanması Şekil 3'teki gibi basit eğilme çubuğu olarak modellenmiştir.



Şekil 3. Dişli pompa kapaklarında basitleştirilmiş kuvvet dengesi.

Düşey kuvvet dengesine göre $4C = B$, $C = B / 4$ ve maksimum eğilme 2 kesitinde olacaktır. Şekil 3'deki B kuvveti, Şekil 2'te gösterilen bölgeye yüksek basıncın uygulanması

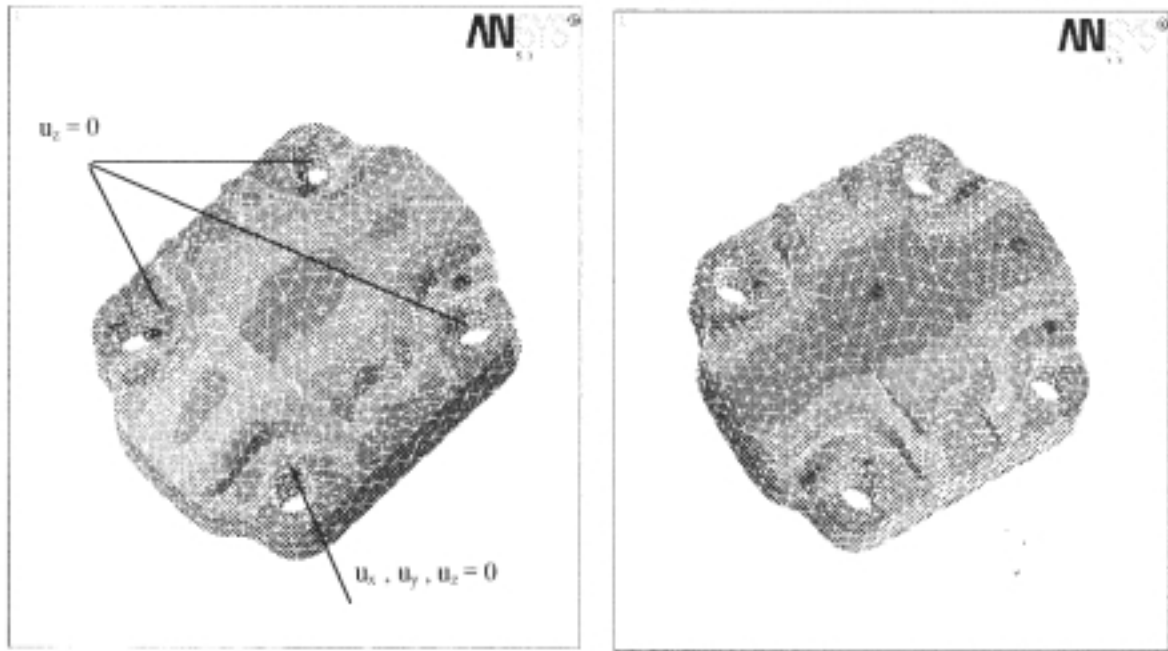
sonucunda oluşacaktır. Söz konusu yüksek basınç bölgesinin alanı ile incelenen dişli pompa geometrik büyüklükleri kullanılarak, çeşitli kapak kalınlıkları için 2 kesitindeki eğilme gerilmeleri ve mesnetlere(1 ve 3 kesitleri) göre düşey yer değiştirmeler hesaplanmıştır[3].

Kapakların yapıldığı Sfero dökme demir malzemenin tekrarlı yüklemdeki yorulma dayanımı, kapaklardan işlenen çekme yorulma deney çubukları ve Instron 8501 deney cihazı kullanılarak belirlenmiş ve bu değer yukarıda açıklanan yöntemle hesaplanan gerilme değerleriyle karşılaştırılmıştır.

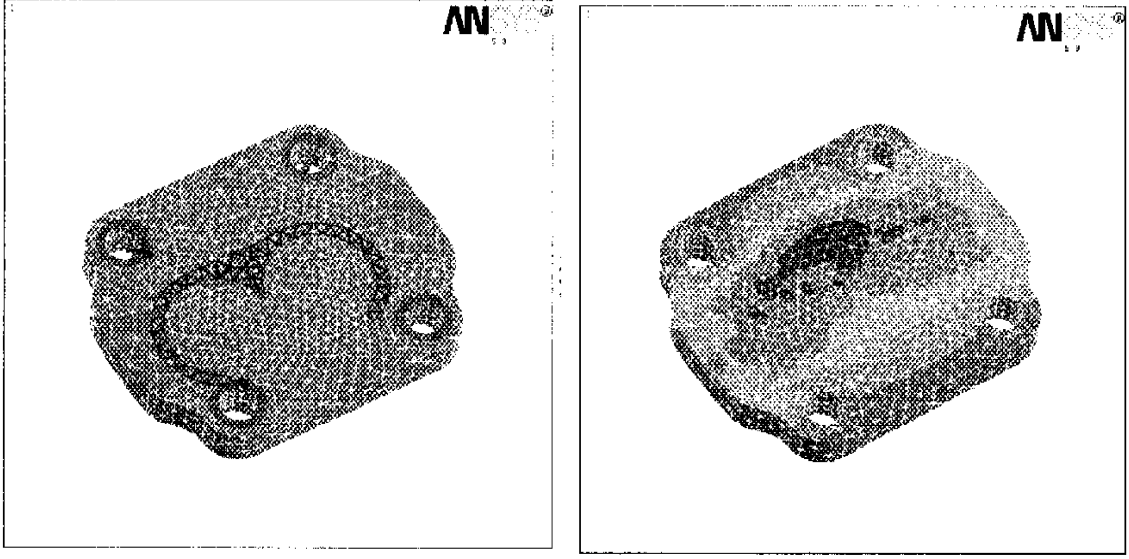
3.SONLU ELEMENLAR METODU(SEM)

2. Bölümde kullanılan basit mukavemet yaklaşımları, HEMA’da mevcut olan CADD5 5 ve ANSYS 53 yazılımları kullanılarak elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmış ve sonuçların uyumlu olduğu gözlenmiştir. Bu amaçla üretimde kullanılmakta olan kaburgalı pompa arka kapağının ve çeşitli yüklem hallerinin modellenmesi[4] ve sonuçları Şekil 4’te verilmiştir.

Benzer çalışma 15 mm kalınlıklı ve düz arka kapak için tekrarlanmış ve sonuçlar Şekil 5’te verilmiştir.

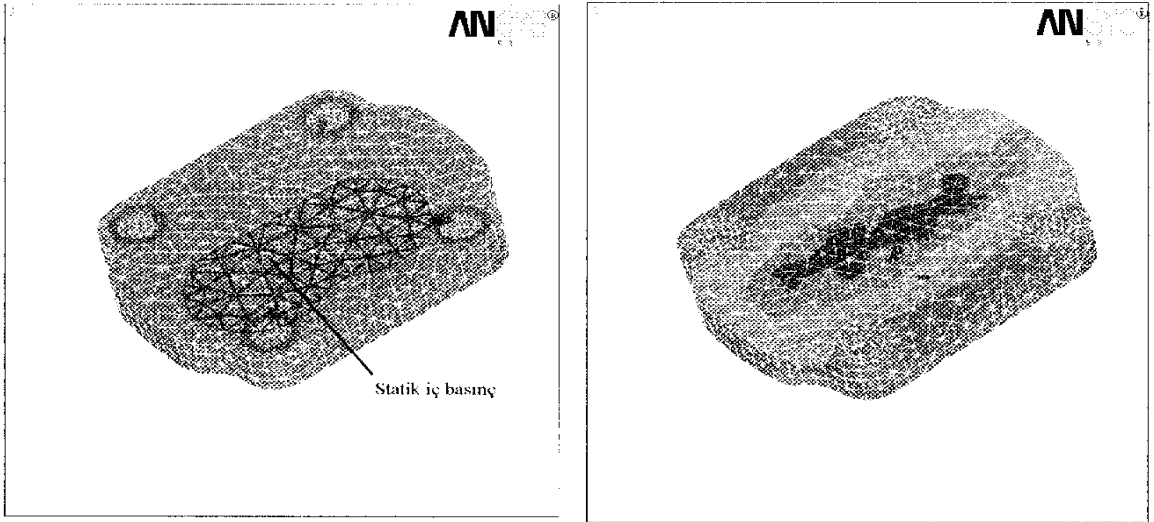


Şekil 4. Üretimde kullanılmakta olan kaburgalı, pompa arka kapaklarının statik iç basınç ve yüksek basınç bölgesindeki tüm dişli genişlikleri üzerinden iç basınç etkisinde yüklenmesi hallerindeki σ_x normal gerilme dağılımı.



Şekil 5. 15 mm kalınlıklı düz, pompa arka kapağının , gerçek diş boşlukları üzerinden yükleme hali ve σ_x normal gerilme dağılımı.

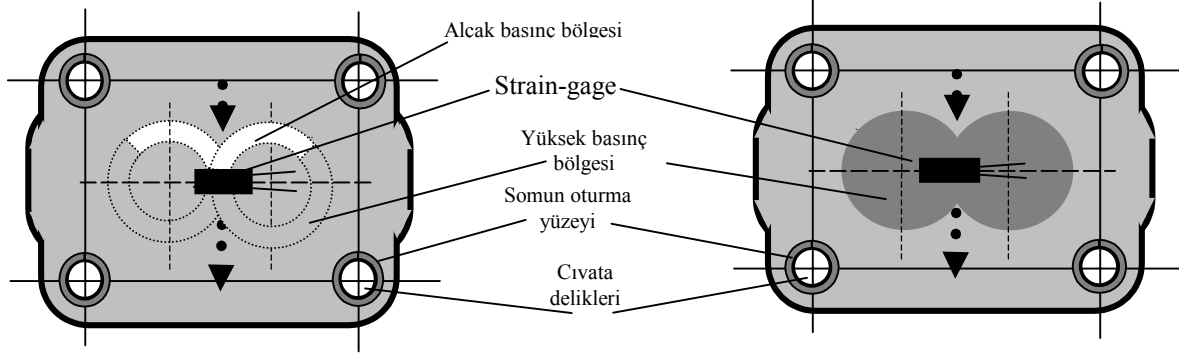
15 mm kalınlıklı düz arka kapağın, Şekil 6'da gösterildiği şekilde test basıncı değerindeki statik iç basınca tabi tutulması hali modellenerek gerilme dağılımı hesaplanmış ve şekilde gösterilmiştir.



Şekil 6. 15 mm kalınlıklı düz, pompa arka kapağının, statik iç basınç testindeki yükleme hali ve σ_x normal gerilme dağılımı.

4. DENEYSEL GERİLME ANALİZİ SONUÇLARI

2 ve 3. Bölümlerde açıklanan yaklaşımların ve elde edilen sonuçların deneysel olarak ta test edilmesi amacıyla 2 farklı geometride pompa arka kapağı işlenmiş ve dış ortalarına elektrik direnç tipi strain-gage'ler yapıştırılarak birim uzamalar ölçülmüş, bu değerler kullanılarak gerilme değerleri hesaplanmıştır[5]. Strain-gage'lerin konumları ve doğrultuları Şekil 7'de gösterilmektedir.



a - Normal Çalışma Koşulu

b - Statik İç Basınç Testi

Şekil 7. Strain-Gage yapıştırma pozisyonu(Kesikli çizgiler alt yüzü göstermektedir)

Ölçüm öncesi gage sinyalleri ; dikdörtgen kesitli bir eğilme çubuğuna yapıştırılan gage'lerin verdiği eğilme gerilmeleri elemanter mukavemet denklemleri ile bulunanlarla karşılaştırılarak kontrol edilmiştir. Ölçülen birim uzamalar, kapak malzemesinin elastisite modülü ile çarpılarak gerilme değerleri hesaplanmıştır. Sfero dökme demir için $E = 195 \text{ GPa}$)

Normal çalışma koşulu ile ilgili ölçümler, işlenen kapakların montajda pompaya takılmasını takip eden pompa testinde farklı karşı basınçlarda çalıştırılmaları sırasında alınmıştır. Statik iç basınç testi ile ilgili ölçümler ise, pompa gövdesinin ön taraftan kör kapakla ve arka tarafından da inceleme konusu yapılan kapaklarla kapatılarak Şekil 7-b'de gösterilen yüzey boyunca el pompası yardımıyla basıncın uygulanması sırasında alınmıştır. Sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Normal çalışma koşulları altındaki ölçüm sonuçları

Çalışma Basıncı (Bar)	Normal Çalışma Koşulu				Statik İç Basınç Testi			
	Kapak Kalınlıkları(mm)				Kapak Kalınlıkları(mm)			
	Mevcut		15		Mevcut		15	
	$\mu\epsilon$	σ (Mpa)	$\mu\epsilon$	σ (Mpa)	$\mu\epsilon$	σ (Mpa)	$\mu\epsilon$	σ (Mpa)
100	20	4	113	22	140	27	300	59
200	32	6	250	49	305	60	700	136
300	65	13	295	58	420	82	1240	242

Tablo 1'de verilen ölçüm ve SEM sonuçları karşılaştırıldığında, hesaplanan σ_x normal gerilmelerin ölçüm yapılan noktadaki değerleri oldukça yakındır. Bu yakınlık statik iç basınç testleri için daha da belirgindir.

Örneğin Şekil 4-a'da 110-140 MPa olarak hesaplanan gerilmeler Tablo 1'e göre 82 MPa olarak, Şekil 6'da 197-246 MPa olarak hesaplanan değerler de 242 MPa olarak ölçülmüştür.

Bununla birlikte Şekil 4-b’de 26-40 MPa olarak hesaplanan gerilmeler Tablo 1’ye göre 13 MPa olarak ölçülmüştür. Bu durumda iki kat hata olduğu sonucu çıkmaktadır.

Buna karşılık Şekil 5’teki yaklaşıma göre 49-64 MPa olarak hesaplanan değerler 58 MPa olarak ölçülmüştür. Buna göre statik iç basınç testi için yapılan modelleme ile, normal çalışma koşullarında yüksek basıncın net dış boşlukları üzerinden uygulandığı yaklaşıma göre yapılan modelleme sonuçları deneysel gerilme analizi sonuçlarıyla oldukça yakın bir uyum halindedir.

SONUÇ

Çalışmada, dişli pompa arka kapaklarının mukavemet analizleri; elemanter mukavemet formüllerinin kullanılması, katı modelleme-SEM, deneysel gerilme analizi yöntemleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları arasında yeterli bir uyum mevcuttur. İkinci ve Üçüncü yöntemlerin birbirlerine göre uyumu daha fazladır. Birinci yöntemde yapılan basitleştirici kabuller nedeniyle en yüksek gerilme değerleri elde edilmektedir.

Buna göre kullanılan sfero dökme demirlerin mekanik özellikleri de dikkate alındığında seri üretimdeki kapakların önemli malzeme tasarrufu sağlayacak şekilde inceltilebileceği anlaşılmaktadır.

15 mm kalınlıklı düz arka kapağın tekrarlı zorlamaya karşı da yeterince mukavemetli olduğu anlaşıldığına göre, manyetik pleytli tutucular kullanılarak düz arka kapak işleme daha uygun görülmektedir.

Ön kapaklarla ilgili bir çalışma yapılmamış olmasına rağmen, onların da mevcut kalınlıklarından daha ince olarak kullanılabilmesi ön görülebilir. Yapılan çalışmanın ön kapaklarla ilgili olarak tekrarlanması yararlı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar çalışmayı destekleyen Hema Endüstri A.Ş.’ne teşekkür eder.

KAYNAKLAR

[1] **AKATA, H .E., ALTINBALIK, M.T. ve AYDOĞDU, M.,** "Dişli Pompa Dişli Taslakları Üretiminde Üretim Yöntemi Optimizasyonu" 8.Denizli Malzeme Sempozyumunda Sunuldu.

[2] **HEMA,** Dişli Pompa Kataloğu, 1993

[3] **BEER, F., JOHNSTON, E.,** “ Mechanics of Materials “, McGraw-Hill Book Comp., Second Edition, 1985.

[4] **CHANDRUPATLA, T. R., BELEGUNDU, A. D.,** " Introduction to Finite Elements in Engineering", Prentice-Hall Company, 1991.

[5] **DALLY, J. W., RILEY, W.F.,** " Experimental Stress Analysis "McGraw-Hill International Editions, 1991.