

# BİRDEN FAZLA KAYMA YÜZEYLİ ELİPTİK YATAKLARIN HESABINA YENİ BİR YAKLAŞIM

**Emin GÜLLÜ**

Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Görükle, Bursa

## ÖZET

Bu çalışmada literatürde az sayıda rastlanan ve birden fazla kayma yüzeyli (BFKY) yatak olarak bilinen yatak çeşitlerinden "eliptik yatak" hesabı için yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Makalede, bu yaklaşım şekli ve süperpozisyona gerek kalmadan performansların bulunuşu gösterilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Eliptik yatak, Performans hesabı.

## A NEW APPROACH TO CALCULATION OF THE ELLIPTICAL BEARING OF MULTI-SHEARING-SURFACE

### ABSTRACT

In this study, a new approach is proposed in the calculation of performance characteristics of elliptic bearings of Multi-Shearing-Surface (MSS) type which has widely been used yet. The number of researches available in this area are far below the needs. This paper presents the proposed approach and the performance of bearings without use of superposition.

**Key Words:** Elliptical bearing, Calculation of performance.

## 1.GİRİŞ

Yüksek işletme hassasiyeti veya iyi titreşim özelliklerine ulaşmak için BFKY olarak adlandırılan yataklar kullanılır. Bu yataklar, yüksek devirli millerde laminar, az sürtünmeli akıştan, türbülanslı bir akışa geçme tehlikesini azaltacak şekilde, boşlukları büyütülmüş ortamlarda da çalışırlar (Lang,1978).

Muylu merkezi yatak merkezi ile çakışık ve dolayısıyla yüksüz durumda dönerken, çevresinde yakınsamış yani, film oluşabilecek bir çok aralık meydana gelir. Bu şartlarla oluşan boşluklarda sistemi kararlı yapan kör basınçlar teşekkül eder. Bu

özelliğinden dolayı bunlara ön yüklemeli (*preload*) yataklar denir (Ehrich,1992).

Yük altında, bu kör basınçların sadece değeri biraz değişir. Bundan dolayı bu yataklarda büyük bir sürtünme gücü oluşur.

Pratikte, ikiden dörde kadar yağlama kamaları ile konstrüksiyon şekillerine rastlanır. Her parça geometrisinin yağ ihtiyacını karşılamayı garanti altına almak için, parça gömleklerin temas yerlerine cep'lerden yağ sevki öngörülür.

İki kamalı yatak veya limon boşluklu yatak, ortadan ikiye ayrılmış çevresel silindirik çalışan bir yataktır.

Bu yatak, her iki taraftan gelen burç veya gömlek çarpması ile yani, bu iki yarı yatakta karşılıklı oluşan basınç altında çalışır (Şekil 1).

Bunun bir değişik dizaynı, iki yarısı da ekstenel olarak biraz kaydırılarak monte edilmiş yani, hafif eksantrik delinmiş yatak tipidir. Böylece, belli bir dönme yönü için, yatak ayrılma yerinde boşluğu azaltılmış bir yatak tipi oluşur. Limon boşluklu yataklarda sürtünme katsayısı, daima çok yüksek bir değerdedir olduğundan, bu yataklar yalnız kararlılık sağlayan etkinin mutlaka gerekli olduğu, yani karakteristik sayıları ikiden küçük olduğu hallerde kullanılmalıdır.

Bol yağ bulunması, dolayısıyla yatak aralığının tamamen yağ ile dolu olması halinde limon boşluklu yatakta yük taşıyabilecek iki yağ filmi meydana gelir. Burada mil, iki basınç tepesi arasında, bir sıvı kısıpıcı içindeymiş gibi sıkıştırılır. Kararlılık sağlayan bu etkisinden dolayı, böyle yataklarda milin hareketi sakindir.

Limon boşluklu yatak, dengeleyici kuvvet  $P_2$ 'in değeri, yatak yükü  $Q$ 'e göre büyükse kullanılır. Ancak bu halde sürtünme gücü oldukça büyüktür. Yine bu gücün büyüklüğü yatağın yüklü ve yüksüz oluşu bakımından çok az farkeder. Bu düşüncelerden anlaşılacağı üzere, milde sağlanması istenen kararlılık ancak, her iki yatak arasındaki yüksek sürtünme kuvvetiyle elde edilir. Bu sebepten dolayı limon boşluklu ya da elips yataklar yalnız, kararlılık sağlayan etkiye mutlaka ihtiyaç olduğu hallerde kullanılır.

## 2. BFKY YATAK KULLANMA NEDENLERİ

Yukarıda kısmen değinildiği gibi BFKY bir yatak kullanmak için bazı teknik sebepler bulunmalıdır. Bunların en önemlileri şunlardır:

1) Normal yataklarda milin devri arttıkça, yatak zarfi içindeki muylu merkezinin konumu Şekil 2 ile gösterildiği gibidir.

Normal yatakta basınç düşük, devir sayısı yüksek olduğu zaman, kalın yağ filmlerinin meydana geldiği ve muylu kararlılığını kaybederek "oynak" bir durum aldığı da Şekil 3' te görülmektedir.

Yüksek çevre hızları uygun hidrodinamik şartları meydana getirirse bile, düşük yükler sebebiyle muylunun merkez noktasının konumu oynak olur ve

kararlılığı bulunmaz. Bu durum özellikle düşük yüklü fakat yüksek devirde dönen yataklarda meydana gelir.

Bazen de yatak hidrodinamik hesapları doğru yapılsa bile, yatağın tam sıvı sürtünme ile çalışmadığı ve "yenme" nin meydana geldiği görülür. Bu sebepten, mümkün olduğu kadar minimum izafi yağ film kalınlığı için 0.3 den büyük değerlerden kaçınılmalıdır. Ancak yine de bu değerden büyük çıkarsa; o taktirde Sommerfeld karakteristik sayısı  $S_o$  nun da büyük olması gerekir (Okday, 1963). Bu ise,  $S_o = p_m \psi^2 / \eta \omega$  formülü gereği paydaki ifadelerin büyük, paydadaki ifadelerin ise küçük olmasını gerektirir. Bu formülde;  $p_m$ : Ortalama basınç,  $\psi$ : İzafi yatak boşluğu,  $\eta$ : Viskozite,  $\omega$ : Açısal hız olarak tarif edilir.

$S_o$  formülünü etkileyen bu dört ifade için bazı sınırlar vardır. Bu sınırlar: köşeleme etkisi, muylu merkezinin kararlılığı, mevcut yağ viskozitelerinin çalışma şartlarında daha küçük olamayacağı ve sadece uygun bir yağ filmi için devir sayısının değiştirilemeyeceğidir. Bu sınırlar ile daha fazla oynamanın mümkün olamayacağı bilindiğine ve milin kararlılığı da önemli olduğuna göre, yapılması gereken yeni yatak tipleri geliştirmektir.

2) Karakteristik sayısı ikiden küçük yani düşük yüklü ve yüksek devirli yataklarda küçük  $\epsilon$  değerleri ve büyük sürtünme katsayıları elde edilir. Bu mahsur izafi yatak boşluğunun arttırılmasıyla önenebilir.

İzafi yatak boşluğu büyük olan yataklar, muylunun serbest hareket kabiliyeti sebebiyle milin emniyetli bir yörüngeye sahip olmasını engeller. Bu sebeple yataklarda hiç arzu edilmeyen sarsıntılar meydana gelir. Bu sarsıntıları sınırlamak amacıyla pratikte limon boşluklu veya eliptik yataklar kullanılmaktadır.

3) Silindirik kaymalı yataklarda bundan başka yağ filminin incelendiği yerde büyük çevresel hızlarda yağ geriye doğru akmaya başlar (Şekil 4), (Okday, 1963).

Bu durum aynı zamanda etki yapan iki faktör ile izah edilebilir:

I) Muylunun dönmesiyle yağı altına doğru sevk eden pompalama,

II) Muylu ile yatak zarfinin en yakın oldukları yerde yağın sıkışmasından dolayı meydana gelen basınç. Şekil 4'de her iki etki üst üste çizilmiş olup, yağ film kalınlığı  $h$ 'nin küçük olduğu yerlerde yağın bir kısmının yüksek basınç sebebiyle geriye aktığı görülür. Bu geriye akış sonucu, gerek yağ



Dördüncü maddeye ait bu iki açıklama sonucunda, birinci şartın büyük bir boşluk, ikincisi ise küçük bir boşluk gerektirdiği ortaya çıkar. Bu iki şartın bir arada normal bir yatakta gerçekleşmesi imkansızdır. Zira normal yataklarda sadece bir yerde kesit daralması olmaktadır. Bu sebeple birden fazla "taşıma yüzeyi" olan yataklar yapılmıştır.

### 3. ÇEŞİTLİ YATAK TIPLERİ VE BFKY YATAKLAR

Bahsi geçen özellikleri yataklara kazandırabilmek maksadıyla pek çok çeşit yatak geometrisi ve yatak tipi yıllardır kullanılmaktadır. İlk iki tip olan kısmi yay ve iki eksenel yivli yatakların her ikisi de silindirik kaymalı yatağın değişik bir şeklidir. Bunlar yine kararlılığı iyileştirme için geliştirilmiş yataklardır (Şekil 6 a ve b).

Diğer üçü eliptik, üç cepli ve eliptik eksenel kaydırılmış silindirik yataklar; ön yüklemeli (*preload*) yatakları oluştururlar (Şekil 6 c, d ve e). Ön yükten kastedilen yatak yükü haricinde BFKY yatakların yapısından gelen ve dengelemeye yarayan yük anlaşılmalıdır. Bu karakteristik ifadenin hesabı, bu yatakların dizaynı için çok önemlidir.

Ön yüklemenin büyüklüğü,  $a$  eksenel kısalma boyutunun  $\Delta R$  yatak boşluğuna oranı ile değişir. Ön yüklemeli yatak, üç ya da daha çok parçalı imal edilen BFKY yatakların genel ifadesidir. Ön yüklemenin olağan değeri 0.5 dir.

Verilmiş bir yatak çapı ve işletme parametreleri için, ön yüklemeli yataklar daha büyük minimum film kalınlığıyla çalışma eğilimi gösterirler.

Yataklardaki rejim halindeki yükün yönü,  $x$  ve  $y$  koordinat eksenleriyle ilgili olarak değiştiğinde üç parçalı yatak, eliptik yada yine eliptik eksenel kaydırılmış (*offset*) silindirik yataklara tercih edilir (Ehrich, 1992).

Sabit geometri olan ve yukarıda bahsi geçen bu beş yatak tipi, bazı çalışma şartları altında kararsızlık gösterebilir. Bu gibi durumlarda kendinden ayarlanan oynak yastıklı (KAOY) radyal yatak oldukça kararlıdır (Şekil 7), (Ehrich, 1992).

Bu yataklar kararsız çalışma şartları ihtimali olduğu zaman kullanılabilir. Yastıklar, muylunun devir sayısına göre eğimlerini otomatik olarak ayarlarlar.

Pratikte ayar civataları kullanılarak yastık ile muylu arasındaki boşluğu ayarlamak mümkündür.

Bu KAOY radyal yatakların dizaynlarında dört, beş ve altı yastık düzenlemeleri yaygın bir şekilde kullanılır. Yine bu yataklarda yük yönü, iki yastık arasına veya bir yastığa merkezî olabilir ve bunlar ön yüklemeli ya da ön yüklemesiz olarak dizayn edilebilir.

İşte bu gibi imkansızlıklar karşısında birden fazla kayma yüzeyle yataklar yapılmıştır. Bu yataklarla daha ince yağ filmleri elde edilmekte ve birden fazla taşıyıcı yüzey, yani yağ filmi meydana geldiğinden bunların muylu merkezi normal yatağa göre çok kararlı olmaktadır.

### 4. BFKY YATAKLARIN İMAL VE ÇALIŞMA ŞEKLİ

Bu yatak tiplerinden bazıları hakkında bilgi verilecek, limon boşluklu yatağın ise hesabı yapılacaktır. Eğer yağ filmi, bu çalışmada verilen yöntem gibi bulunabilirse, diğer ön yüklemeli yatakların hesabı da burada verilen yöntemle benzer bir yol izlenerek yapılabilir.

BFKY yataklardan dört taşıyıcı yüzeyle yatak şu şekilde yapılmıştır: Muylunun değemeyeceği dört saha ayrılmış ve bunların ortasına büyük yağlama kanalları açılmıştır; bu yağlama kanalları yağın bol miktarda girmesini sağlar (Şekil 8).

Bu şekilden, yatak zarfının sabit, muylunun döndüğü dört taşıma yüzeyle yatağın yüklü olarak şeması görülmektedir.  $Q$  yükü altında çalışan bu yatakta, bu yükü karşılayan  $P_2$  kuvveti büyür ve buradaki yatak boşluğu azalır; ancak normal kaymalı yatakta olduğu gibi (Şekil 2) en ince yağ filmi yerini değiştirmez ve daima aynı yerde kalır. Yük yönüne karşı gelen  $P_2$  kuvveti büyüdükçe, diğerleri küçülür ve rejim halinde  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  ve  $P_4$  kuvvetlerinin meydana getirdikleri bileşke  $Q$  yükünü karşılar. Bu dört kuvvet muyluyu daima merkeze iterler. Bu şekilde muylunun daimi şekilde bir yağ filmi üzerinde ve madeni temas olmaksızın dönmesi sağlanmış olur.

Bu yatakların belli başlı özellikleri uzun ömür, sessiz çalışma, darbeye karşı fazla mukavemet ve iyi bir merkezlemedir.



Elips veya limon boşluklu yataklar, BFKY yataklar grubuna dahil oldukları için, bunlarda aynı yer ve aynı maksat için kullanılmaktadır. Yani, yüksek işletme hassasiyeti ve türbülanslı akışa geçme tehlikesi olan yerlere tatbik edilirler. Özellikle takım tezgahları imalatındaki yatak seçimlerinde olduğu gibi.

## 5. LİMON BOŞLUKLU YATAKLARIN HESABI

Eliptik veya limon boşluklu bir yatağın her iki taşıyıcı yağ filmine ait bütün değerler, hareketli geçmeli yataklarda geliştirilmiş olan teori ile hesaplanabilir (İleri, 1968); çünkü Reynolds denklemi burada da geçerli olup, bu denklemin lineer yapısı *lineer denklemlerin özelliği sebebiyle* iki farklı durumun süperpozisyonu şeklinde bir çözüme imkan vermektedir.

Film şekli  $\delta=a/\Delta R$  olarak tarif edilen izafi yatak ara eleman kalınlığı ile tesbit edilmektedir. Burada a: Yatak ara eleman kalınlığı,  $\Delta R$ : Yarıçaplar farkı; dairenin elipse bozulmamış durumundaki yatak ile burç arasındaki yarıçaplar farkıdır.

Limon boşluklu yatak hesabı kısaca şöyledir: Birim genişliğe gelen yatak yükü Q, çevre hızı U, izafi yatak boşluğu  $\psi$  ve yağın viskozitesi  $\eta$  verilmiş olsun. Milin merkezi O'nun yeri kabul edildiği taktirde, her iki izafi eksantrisite  $\varepsilon_1$  ve  $\varepsilon_2$  belli olur. İzafi eksantriklik oranı belli olunca yatağın bütün performans karakteristikleri bulunabilir. Burada iki tane eksantrisite tarifine sebep; çözümün, iki yarı yatak için ayrı ayrı çembere çevrilmek suretiyle normal silindirik yatak çözümü yapılması ve sonra süperpoze edilmesindedir.

Yatak teorisi yardımıyla yatakta oluşan basınç dağılımı bulunduktan sonra,  $\beta_1$  ve  $\beta_2$  sapma açıları ve yarı yatak kuvvetleri  $P_1$  ve  $P_2$  bulunur. Düşey kabul edilen Q dış yükü, yarı yatak kuvvetlerinin y eksenine izdüşümünden bulunur. Bu

$$P_1 \cos(\varphi_1 - \beta_1) = P_2 \cos(\varphi_2 - \beta_2) \quad (1)$$

işleminde elde edilir.

Ancak işin güç tarafı da budur, bu şart ancak tekrarlı deneme yanılma ile ve adım adım yaklaşmak suretiyle gerçekleştirilebilir. Bu gibi çalışmaların ancak bilgisayar yaygınlaştıktan sonra ele alınmaya başlaması, bilgisayar kullanmadan bu çalışmaları

yapmanın güç oluşu ve çok fazla zaman almasındandır.

$P_1$  kuvvetinin düşey etki etmesi halinde, pratikte yatak dizaynlarında yağ giriş yeri, alt ve üst yatağın yataydaki ayrılma düzlemi içindedir. Bu yağ giriş yerlerine şekillerinin benzemesi sebebiyle "cep" denir. Birim yatak genişliğine isabet eden sürtünme gücü, her iki yatak yarısındaki kısmı güçlerden hesaplanabilir. Limon boşluklu bir yatağın sürtünme kaybının, pratik olarak dış yüke bağlı olmadığı bilinmektedir. Yine bu gücün değerinin, boş yüklü bir yatakta elde edilen değerden çok az farketildiği de gösterilmiştir (İleri, 1968).

İzafi yatak ara eleman kalınlığı  $\delta$ 'nin büyük olması, minimum film kalınlığı  $h_0$ 'in küçük olmasını gerektirir. Bu ise, imaldeki hassasiyetin yüksek olmasını gerektirir. Pratikte genel olarak, önce küçük bir yatak ara eleman kalınlığı ile yetinilmeye çalışılır. Mil bu halde sarsıntılı çalışmaya devam ederse, öncelikle dengelemede düzeltme yapılır. Bu düzeltmenin artık yapılamayacağı hallerde, sakin bir işletme elde edilinceye kadar, yatak ara eleman kalınlığı artırılır. Konstrüksiyonlarda en çok kullanılan izafi yatak ara eleman kalınlığı  $\delta$  değerleri 0.70 ile 0.80 arasındadır.

## 6. ÇALIŞMADA HESAPLAMAYA YAKLAŞIM ŞEKLİ

Bu çalışmada BFKY veya ön yüklemeli yatakların hesaplama şekli yeni bir yöntem ile verilmektedir. Hesaplama ön yüklemeli yataklardan eliptik veya limon boşluklu denen yatak örnek olarak seçilmiştir. Buna sebep iki kayma yüzeyi dolayısıyla hesabının nisbeten daha kolay olması ve bunların uygulama alanlarının daha geniş olmasıdır mesela, takım tezgahları imalatındaki yatak seçimlerinde bunu görmek mümkündür.

Ön yüklemeli diğer yatakların hesabı da, h yağ filmi Bölüm 6.2' deki gibi elde edilebilirse, bu çalışmada gösterildiği şekilde yapılabilir.

### 6.1 Klasik Hesaplama

Çalışmanın daha iyi mukayese edilebilmesi amacıyla bir önceki bölümde verilen klasik hesap yöntemi şöyle özetlenebilir: İlk olarak elips şeklindeki yatağın her iki yarısında oluşan basınçlar bulunur. Bunun için önce alt veya üst yarı yataktan hangisi

hesaplanacaksa, elips yatağa ait minimum yağ film kalınlığı  $h_0$  ve mil konumu sabit kalacak şekilde, elips çembere tamamlanır. Sonra silindirik bir yatakmış gibi, o konum için oluşan  $\varepsilon$  değeri esas alınarak, yatağa ait performans değerleri bulunur.

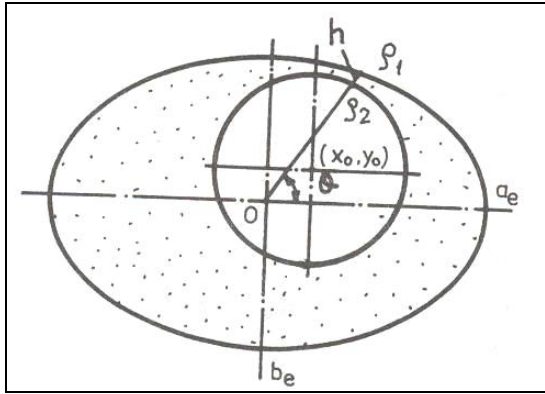
İkinci olarak yarı yatağın diğer kısım için de elips daireye tamamlanır. Yine bu hal için  $h_0$  ve milin konumu elips yatağın belirlenmiş konumundan alınmak şartıyla, silindirik yatağın  $\varepsilon$  değeri tesbit edilerek, yatağın performans değerleri silindirik bir yatak gibi hesaplanır.

Bu işlemlerden sonra elips yatağın taşıyacağı yük, her iki basınç alanının bileşkelerin düşey doğrultudaki izdüşümleri toplamından bulunur. Yani, süperpoze edilir.

Ancak bu hesap tarzında (1) nolu denklemin sağlanma şartı vardır. Zor olan, her iki izafi eksantriklik oranının tahmin edilmesidir. Zira, o bağıntı sağlanıncaya kadar bu tahmin etme işlemi devam eder.

## 6.2 Yeni Yaklaşım

Yukarıdaki yöntemde (1) nolu denklemle verilen şart elde edilinceye kadar işlemlere devam edilir. Oldukça külfetli olan bu yola bir alternatif olarak bu çalışmada, yağ film kalınlıklarının değişiminin geometrisi tam olarak bulunarak, basınçlar süperpozisyona gerek kalmadan, elips yatağın tamamı için bulunur. Daha sonra, bu basınçlar kullanılarak yatak performansları bulunur. Eliptik veya limon boşluklu yatak içindeki milin hareketi, elips içinde hareket eden bir çemberin hareketi ile temsil edilebilir (Şekil 10).



Şekil 10 Kutupsal koordinat takımıyla yatak film kalınlığının çıkartılışı

Kutupsal koordinatlarda elips ve çember denklemleri yazılarak  $\rho$  modüller farkı alınır, geriye yatağa ait film kalınlığı kalır. O halde elips ve çemberi aynı anda tarayan açı değiştirilerek adım adım oluşan  $h$  yağ film kalınlıkları bulunmuş olur.

Kutupsal koordinatlarda genel hal için elips ve çemberin denklemleri:

$$\rho_1 = \sqrt{a^2 \cos^2 \theta + b^2 \sin^2 \theta}$$

$$\rho_2 = x_0 \cos \theta + y_0 \sin \theta + \sqrt{(x_0 \cos \theta + y_0 \sin \theta)^2 - x_0^2 - y_0^2 + R^2}$$

şeklinde yazılabilir. Film kalınlığı:  $h = \rho_1 - \rho_2$  olarak tarif edilir.

Yatak film kalınlığı geometrik olarak tanımlandıktan sonra basınçlar boyutsuz hale getirilen Reynolds denkleminde bulunur. Reynolds diferansiyel denkleminin boyutsuzlaştırılmasında (Güllü, 1987) deki yol izlenmiştir. Sınır şartı olarak, normal yataklar için geçerli olan Reynolds sınır şartları, problemin yapısına uygun şekilde getirilerek kullanılır. Uygun şekilden, basınçların başlangıç ve bitiş noktalarının tam olarak belirlenmesi kastedilmektedir. Bu şartlarla Reynolds diferansiyel denklemindeki ifadeler sonlu farklar şeklinde yazılmış ve iterasyonla çözülmüştür.

## 6.3 Çözüm Yöntemi

Sonlu farklar için çevrede 70, uzunluk yönünde ise 19 eşit bölme alınıp, Reynolds diferansiyel denkleminin nümerik çözümü için bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Çözüm normal yataktan farklı olarak  $360^\circ$ 'nin tamamı için yapılmıştır. Zira, yatakta oluşan basınç dağılımının tamamı kullanılmaktadır.

Böylece geometrisi tamamen belli olan, elips şeklindeki bir yatağın birimsiz basınçları nokta nokta bulunmuş olur. İzafi yatak ara eleman kalınlığı  $\rho$  değiştirilerek, basınçlar için yeni değerler bulunur. Bu işlemle yatak karakteristiklerinin  $\rho$ 'ya bağımlılığı gösterilmektedir.

Son işlem ise bu basınç alanından nümerik integrasyonu ile basınç bileşke değerlerinin bulunmasıdır. Bu işlem de Simpson entegrasyon kuralının bilgisayar programına ilave edilmesiyle yapılabilir. Bu maksatla, ilk önce  $0^\circ$  ile  $180^\circ$  arası daha sonra da  $180^\circ$  ile  $360^\circ$  arası nümerik entegre edilerek, her iki yarı yatak basınç bileşkeleri olan  $P_1$  ve  $P_2$  kuvvetleri bulunur.

Bu kuvvetlerin çözüm olarak kabul edilebilmesinin tek şartı,  $P_1$  ve  $P_2$  kuvvetlerinin yatay bileşenlerinin eşit olmasıdır. Ancak, sadece yatağın  $x_o$  konumunun değiştirildiği ve süperpoze yapılmadığına dikkat etmek gerekir. O halde, (1) eşitliği sağlanana kadar iterasyona devam edilir ve belli bir hata kabulü ile işlem sonuçlandırılır.

Böylece, yatağın x eksenindeki denge sağlanınca, y ekseninde bileşke değerlerinin farkı bize yatağın taşıyabileceği yükü verecektir.

#### 6.4 Yeni Yaklaşımla Elips Yataktan Elde Edilen Değerler

Reynolds denkleminin çözümü Bölüm 6.2’de verilen yeni metot ve Bölüm 6.3’deki yöntem ile yapılmak ve elips burcun geometrisi ile milin konumuna ait değerler yardımıyla, Q yatak yükleri bulunmuş, bunlar toplu şekilde Tablo 1 ve Tablo 2’de verilmiştir. Yüklerin birimli değerleri boyutsuzlaştırma parametreleri kullanılarak bulunur. Bu parametreler; basınç için:  $p = (\eta_o \omega)(R / \Delta R)^2 P$ , yağ filmi için:  $h = \Delta R$  H ve yük için:  $q = (\eta_o \omega R^2)(R / \Delta R)^2 Q$  şeklindedir. Bu üç eşitlikte basınç, yağ film kalınlığı ve yük için küçük harfler birimli, büyük harfler ise birimsiz büyüklükleri ifade eder.

Tablolarda;  $a_e$ : Elips büyük yarıçapı (mm),  $b_e$ : Elips küçük yarıçapı (mm),  $x_o$ ,  $y_o$ : Mıyılı merkezi koordinatları (mm), Q: Yatak yükü (-) olarak tarif edilmiştir.

Tablo 1. Mıyılı Yarıçapı R=25.00 (mm) ve Yatak Boşluğu  $\Delta R=0.02$  (mm) İçin Boyutsuz Yatak Yükü.

$a_e$	$b_e$	$x_o$	$y_o$	Q
25.020	25.010	0.005	0.000	2.3
25.025	25.010	0.005	0.000	2.1
25.030	25.010	0.005	0.000	1.9
25.020	25.010	0.010	0.000	3.8
25.025	25.010	0.010	0.000	2.8
25.030	25.010	0.010	0.000	2.3
25.020	25.010	0.015	0.000	9.2
25.025	25.010	0.015	0.000	4.5
25.030	25.010	0.015	0.000	3.2

Tablo 2 Mıyılı Yarıçapı R=25.00 (mm) ve Yatak Boşluğu  $\Delta R=0.02$  (mm) İçin Boyutsuz Yatak Yükü

$a_e$	$b_e$	$x_o$	$y_o$	Q
25.020	25.005	0.015	0.000	37.5
25.020	25.010	0.015	0.000	9.2
25.020	25.015	0.015	0.000	6.1
25.025	25.005	0.015	0.000	15.0
25.025	25.010	0.015	0.000	4.5
25.025	25.015	0.015	0.000	2.6
25.030	25.005	0.015	0.000	10.0
25.030	25.010	0.015	0.000	3.2
25.030	25.015	0.015	0.000	1.7

## 7. SONUÇLAR

Eliptik ya da limon boşluklu yataklar için geliştirilen bu yöntem ile basınç değerleri ve bunlar kullanılarak yatağın diğer performans karakteristikleri daha hızlı ve daha hassas olarak bulunmaktadır. Zira, eliptik yatağın yağ film kalınlıkları tam olarak bulunmuş ve süperpoze işlemi yapılmamıştır. Tablolar incelendiği zaman yatak eliptikliği artıkça yük taşıma kabiliyeti azalmış, radyalleştikçe de artmıştır. Elde edilen sonuçlarla kaynaklar karşılaştırıldığında; burada da "limon boşluklu yatakların, normal yataklara göre daha az yük taşıma kabiliyetine sahip olduğu" görülmüştür.

Netice olarak bu çalışmada, yeni yaklaşımın izahı üzerinde durulmuş, ayrıca klasik hesaplama şekli de ele alınarak oradaki temel düşünce verilerek suretiyle, ikisinin mukayese imkanı doğmuştur. Bu mukayesede yeni yaklaşım şekli ile performansların direkt çözümden dolayı daha iyi bir şekilde bulunabileceği gösterilmiştir.

## 8. KAYNAKLAR

- İleri, H. 1968. Makine Elemanları Hesabı, M. ten Bosch'tan çeviri, İkinci cilt, İstanbul.
- Okday, Ş. 1963. Makine Elemanları, ikinci cilt, İstanbul.
- Ehrich, F. F. 1992. Handbook of Rotordynamics, McGraw Hill, New York.
- Lang, O. R. 1978. Gleitlager, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Güllü, E. 1987. Kaymalı Yatakların EHD Analizi ve Yatak Deformasyonunun Performans Karakteristiklerine Etkisi, Doktora Tezi, İTÜ.