

# Bilya Dolu Porozitesinin Bilyalı Santrifüj Kavrama Moment İletim Kapasitesine Etkisi

İsmail TÜRK BAY

Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü,  
23119 ELAZIĞ

## ÖZET

Santrifüj kavramaların sürtünen parçaları şekillerine göre; santrifüj parçalı ve dolgu malzemeli olmak üzere iki gruba ayrılır. Santrifüj parçalı santrifüj kavramalar, değişen yük ve hızlara ayarlanma kabiliyeti bakımından sınırlıdır. Dolgu malzemeli santrifüj kavramalar, ihtiyaç duyulan momente göre dolgu malzemeleri ile kısmen veya tamamen doldurulur. Bilyalı santrifüj kavramada kanatlı çark ile gövde arasındaki bölmelere, eşit miktarlarda çelik bilyalar dağıtılır ve bunlar akışkan maddelerle yağlanırlar.

Bu çalışmada dikdörtgen prizmada, bilya dolularının poroziteleri teorik olarak hesaplanmış ve silindir halkasında, bilya dolularının poroziteleri yapılan deneylerden elde edilmiştir. Bilyalı santrifüj kavramada, sabit boşluk faktörleri ve sabit kütlelerdeki çelik bilya dolularının moment iletimine etkileri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bilyalı santrifüj kavrama, kayma momenti, boşluk faktörü, porozite.

## The Effect of Ball Filling Porosity on the Capacity of Torque Transmitted in the Ball Centrifugal Clutch

### ABSTRACT

Centrifugal clutches have two groups according to shape of the friction elements, as centrifugal elements and filling material. The centrifugal clutches with centrifugal elements have a limit because of adjusted ability which is for changing loads and velocities. The centrifugal clutches with filling material are filled completely or partly with filling material depending on the required clutch torque. In ball-centrifugal clutch steel balls are distributed, at equal amount, in the chambers between the housing with paddle wheel and are lubricated with oil.

In this study, porosity of ball fillings in prism was calculated theoretically and in the ring of cylinder, porosity of ball fillings was obtained experimentally. The effect of steel ball fillings having constant mass and emptiness factors on the torque transmitted was determined in ball-centrifugal clutch.

**Key words:** Ball-centrifugal clutch, slipping torque, emptiness factor, porosity.

### 1. GİRİŞ

Santrifüj kavramalar, belirli bir devir sayısında kendiliğinden devreye giren ve sürtünme kuvvet bağı ile moment ileten kavramalardır. Tüm santrifüj kavramalar temel olarak giriş kısmı, santrifüj parçalar ve çıkış elemanı olarak üç kısımdan ibarettir. Giriş elemanı veya döndüren kavrama yarısı, motor veya motor milinden hareket alır. Santrifüj elemanlar, giriş elemanı tarafından ivmelenerek dışa doğru savrulur. Çıkış elemanı veya tambur, santrifüj parçalar tarafından sürtünme kuvveti ile hareket ettirilir. Çıkış mili doğrudan yüke veya bir kayış kasnak mekanizmasına bağlıdır. Santrifüj kavramaların en yaygın olanı pabuçlu kavramadır. Günümüzde değişik çalışma şartları için birçok santrifüj kavrama çeşitleri kullanılmaktadır (1).

Santrifüj kavramalar elektrik motoru ile çalıştırılan yük altındaki makinaları hareket ettirmede; yük atalet kuvvetlerinin momentlerini yenmek için kullanılır. Santrifüj kavramalar yükün etkisini normal

zaman içinde geciktirerek, yük altında çalıştırılan elektrik motorunun devir sayısını kazanmasına müsaade eder. Böylece harekete başlama esnasında gerekli yüksek akım da azaltılmış olur. Eğer döndürülen makine çalışmaz veya işlemez hale gelirse santrifüj kavrama kaymaya başlar, böylece makine veya işletme birimlerinin zarara uğraması önlenir. Yüklerin çok çabuk değişebildiği işletmelerde, donanımı korumak için santrifüj kavramalar kullanılır (2).

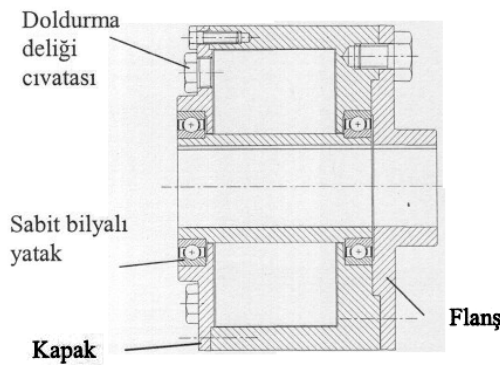
Bir santrifüj kavramalı işletimde devreye girme süresinde çekilen akım büyük ölçüde çabucak düşer, arta kalan az miktardaki akım düşüşü; santrifüj kavrama devir sayısı, motor devir sayısı seviyesine gelinceye kadar devam eder. Bir rijit kavramalı bağlamada akımın, makul kabul edilebilecek seviyeye düşmesi daha uzun süre alır (3).

Santrifüj kavramaların sürtünen parçaları şekillerine göre; santrifüj parçalı ve dolgu malzemeli olmak üzere iki gruba ayrılır. Santrifüj parçalı kavramalar, de-

ğışen yük ve hızlara ayarlanma kabiliyeti bakımından sınırlıdır. Her bir kavrama özel bir moment ve hız ihtiyacı için tasarlanır. Dolgu malzemeli kavramalar, ihtiyaç duyulan momente göre dolgu malzemeleri ile kısmen veya tamamen doldurulur. Dolgu malzemeleri bilya, masura ve çelik tozları şeklindedir.

Bilyalı santrifüj kavrama kanatlı çark, kavrama gövdesi ve dolgu maddelerinden oluşmaktadır. Kanatlı çark motor mili üzerine tespit edilmiştir. Kanatlı çark ile gövde arasındaki bölmelere, eşit miktarlarda çelik bilyalar doldurulmuştur, bunlar akışkan ya da toz halindeki maddelerle yağlanırlar.

Motoru akım verildikten sonra, kanatlı çarkın dönmesiyle bilyalar, santrifüj kuvvetinin etkisiyle tambur iç yüzeyine karşı bir basınç uygular. Kanatlı çarkın dönmesiyle çelik bilyalar gövde içinde bir çember şeklini alır. Hareketin başlangıcında, momentin hemen hemen tümünü motor kendini hızlandırmada kullanır. Sadece yüksek devirde motor yükü hızlandırır. Yüklü veya kilitlenmiş döndüren makine için bile yüksüz motor hareketi sağlar. Ağır hizmet makineleri ve en ağır kütleleri sarsarak serbest ivmelenmesini sağlarlar. Bilyalı santrifüj kavramanın devreye girmesi esnasında meydana gelen sürtünme sıcaklığı, bilyaları ısıtır, gövdenin sıcaklık artışı önemsizdir. Motorun yol alması esnasında, kavrama momenti sıfırdan başlayarak motor devri sayısı ile karesel olarak değişir. Motor devri ile kavrama devri eşitlendikten sonra, kavrama kaymasız ve verim kaybı olmadan çalışır. İşletme momenti aktarılabilir momentten daha fazla olduğunda, kavrama kayar. Emniyet kavraması olarak iş makinasının parçalarını bozulmaya karşı korur. Aktarılabilir moment, uygun ölçüdeki dolgu malzemesi sayesinde ayarlanabilir (4).



Şekil 1. Bilyalı santrifüj kavrama elemanları

Bilyalı santrifüj kavramada sabit kütle veya sabit boşluk faktörlerinde, küçük çaplı bilya doluları büyük çaplı bilya dolularına göre daha fazla moment iletmektedir. Sabit kütle veya sabit boşluk faktörlerinde, farklı çaptaki bilya doluları bilyalı santrifüj kavrama yan yüzeylerinde farklı sürtünme kuvvetleri meydana getirmektedir. Aynı zamanda, sabit kütle veya sabit

boşluk faktörlerinde, farklı çaptaki bilya dolularının poroziteleri de farklıdır ve bilyalı santrifüj kavrama iç yüzeyinde farklı sürtünme kuvvetlerinin meydana gelmesine neden olmaktadır (5). Bu çalışmada bilya dolur porozitesinin bilyalı santrifüj kavrama moment iletim kapasitesine etkisi araştırılmıştır.

## 2. POROZİTE

Porozite: Gözenek hacminin ( $V_g$ ), dolur hacmine ( $V$ ) oranı olup boyutsuz bir büyüklüktür. Gözeneklilik oranı porozite ( $P_o$ ),

$$P_o = \frac{V_g}{V} = \frac{\text{gözenek hacmi}}{\text{dolur hacmi}} \quad (1)$$

$$V = \text{Dolur hacmi (m}^3\text{)}$$

$$V_g = \text{Gözeneklerin toplam hacmi (m}^3\text{)}$$

$$V_b = \text{Bilyaların toplam hacmi (m}^3\text{)}$$

$$P_o = \text{Porozite (-)}$$

$$V = V_g + V_b \quad (2)$$

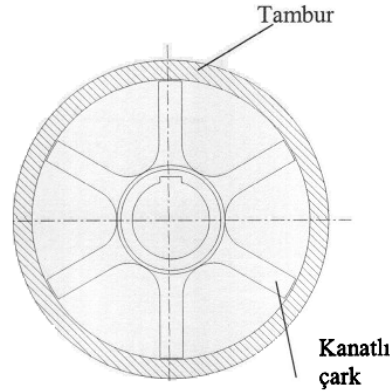
Eşitliğin iki tarafı da dolur hacmine ( $V$ ) bölünürse,

$$\frac{V}{V} = \frac{V_g}{V} + \frac{V_b}{V} \quad (3)$$

$$1 = \frac{V_g}{V} + \frac{V_b}{V} \quad \text{1 nolu bağıntıdan,} \quad (4)$$

$$1 = P_o + \frac{V_b}{V} \text{ ve buradan } P_o = 1 - \frac{V_b}{V} \quad (5)$$

bulunur.



$$m: \text{Bilyaların kütlesi (kg)}$$

$$\rho_b: \text{Bilya yoğunluğu (kg/m}^3\text{)}$$

$$\rho: \text{Dolurun yoğunluğu (kg/m}^3\text{)}$$

$$m = \rho_b \cdot V_b = \rho \cdot V \text{ olduğundan,} \quad (6)$$

$$\frac{V_b}{V} = \frac{\rho}{\rho_b} \quad (7)$$

Bu bağıntıdan,

$$\frac{V_b}{V} \text{ oranı yerine } \frac{\rho}{\rho_b} \text{ oranı, 5 nolu denklemde}$$

yerine yazılırsa  $P_o$ ,

$$P_o = 1 - \frac{\rho}{\rho_b} \quad (8)$$

denklemini elde edilir.

### 2.1. Dikdörtgen Prizmada Bilya Dolununun Porozitesi

Şekil 2’de bir dikdörtgen prizma içinde, düzgün dizilmiş  $d$  çaplı bilyaların (Y-Z) ve (X-Y) düzlemlerindeki izdüşümleri görülmektedir. (X-Y) izdüşüm düzleminde, üç bilyanın merkezlerinin birleştirilmesi ile bir eşkenar üçgen meydana getirilmiş ve bu üçgenin açı ortaylarının kesiştiği nokta belirlenmiştir. Bu üç bilyanın ortasına yerleştirilen bilyanın dikey eksenini, bu nokta üzerinden geçmektedir. Eşkenar üçgenin yararlanılarak ( $k$ ) ve ( $e$ ) mesafeleri hesaplanmıştır.

$$k = \tan 60^\circ \frac{d}{2} = 0,866d \quad (9)$$

$$e = \frac{1}{\cos 30^\circ} \frac{d}{2} = 0,57735d \quad (10)$$

(Y-Z) düzleminde çizilen dik üçgenin yararlanılarak, birinci sıradaki bilyaların merkezi ile ikinci sıradaki bilyaların merkezi arasındaki  $h$  mesafesi hesaplanmıştır.

$$h = 0,8165d \quad (11)$$

X Eksenini yönünde: toplam bilya sıra sayısı: A

X Eksenini yönünde: her bir sıradaki toplam bilya sayısı: (B), (B-1)

Z Eksenini yönünde: toplam bilya sıra sayısı: C

Z eksenini yönündeki birinci sıradaki toplam bilya

$$\text{sayısı: } \frac{A}{2}(2B-1) \quad (12)$$

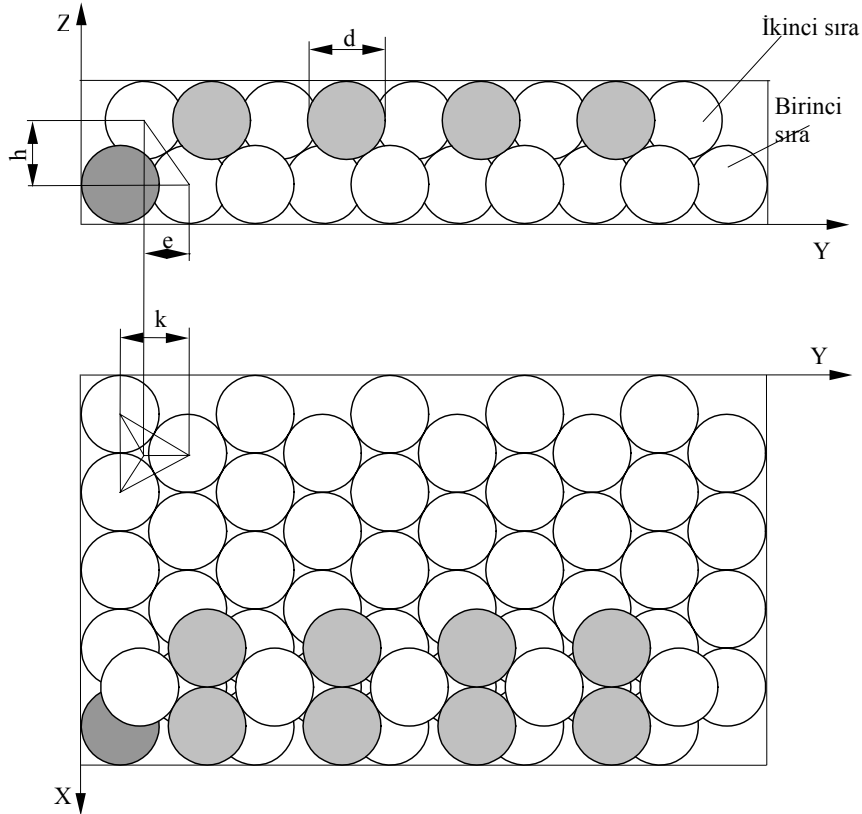
Z eksenini yönündeki ikinci sıradaki toplam bilya

$$\text{sayısı: } \frac{A}{2}(2B-1) - B \quad (13)$$

Dikdörtgen prizma içindeki toplam bilya sayısı:

$$T_{bil} = \frac{C}{2}(2AB - A - B) \quad (14)$$

Bir bilya hacmi:  $(1/6)\pi d^3$



Şekil 2. Dikdörtgen prizmada, düzgün dizilmiş bilyalar

Dikdörtgen prizma kenar boyutları:

$$X = Bd \quad (15)$$

$$Y = (A - 1)0,866d + d \quad (16)$$

$$Z = (C - 1)0,8165d + d \quad (17)$$

Bir dikdörtgen prizmada, bilya dolununun porozitesi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Formülden bilya dolununun porozitesinin, bilya çapından bağımsız olduğu görülmektedir.

$$P_o = 1 - \frac{V_b}{V} = 1 - \left[ \frac{\pi \cdot C(2AB - A - B)}{12(0,866A + 0,134)B(0,8165C + 0,1835)} \right] \quad (18)$$

Dikdörtgen prizmada düzgün dizilmiş bilyalar için, bilya dolununun poroziteleri 0,4764 ile 0,2595 sınır değerleri arasında düşmektedir (6). Bu 18 nolu denklemden elde edilen sonuçlarla aynıdır.

X, Y ve Z uzunluklarındaki bir dikdörtgen prizmada, toplam bilya sıraları ve her bir sıradaki toplam bilya sayıları aynı tutulursa, tüm bilya çapları için bilya dolularının poroziteleri eşit olur. Eşit sayıda ve farklı çaplardaki bilyaların, dikdörtgen prizma dolundaki poroziteleri de eşit olur. Fakat bilyaların içine doldurulduğu dikdörtgen prizmanın ölçüleri, bilya çapına bağlı olarak değişir.

Tablo 1. Silindirik halka dolularında bilya sayısı, porozite ve bilya kütlesi verileri

Bilya çapı d mm		R=90 mm r=71,5 mm	R=90 mm r=65 mm	R=90 mm r=57,5 mm	R=90 mm r=50,4 mm
4	Bilya sayısı	6087	7945	9898	11680
	Porozite	0,3763	0,3708	0,3664	0,3559
	Kütle gr	1602	2091	2605	3074
6	Bilya sayısı	1766	2305	2886	3400
	Porozite	0,3891	0,3841	0,3766	0,3672
	Kütle gr	1569	2047	2563	3020
8	Bilya sayısı	723	946	1194	1397
	Porozite	0,4076	0,4005	0,3885	0,3837
	Kütle gr	1522	1992	2514	2941

Tablo 2. Dikdörtgen prizma dolularında bilya sayısı, porozite ve bilya kütlesi verileri

Bilya çapı d mm							
4	Bilya sayısı	3150	5508	7600	11638	15000	26100
	Porozite	0,326	0,3156	0,3096	0,3032	0,2997	0,2931
	Kütle gr	829	1150	2000	3063	3948	6869
6	Bilya sayısı	900	1584	2548	3840	5508	8820
	Porozite	0,3581	0,342	0,331	0,3219	0,3151	0,3073
	Kütle gr	800	1407	2263	3410	4892	7834
8	Bilya sayısı	448	648	1210	1584	2028	3150
	Porozite	0,382	0,3686	0,349	0,342	0,3359	0,326
	Kütle gr	943	1364	2548	3335	4270	6632

Yukarıdaki formüde, sabit ölçülerdeki dikdörtgen prizmada farklı çaplardaki bilya dolularından, küçük çaplı bilya dolularındaki bilya sayıları daha fazla olmaktadır. Küçük çaplı bilya dolunun porozitesi daha

küçük ve toplam bilya kütlelerinin daha fazla olduğu görülmektedir.

## 2.2. Silindirik Halkasında Bilya Dolununun Porozitesi

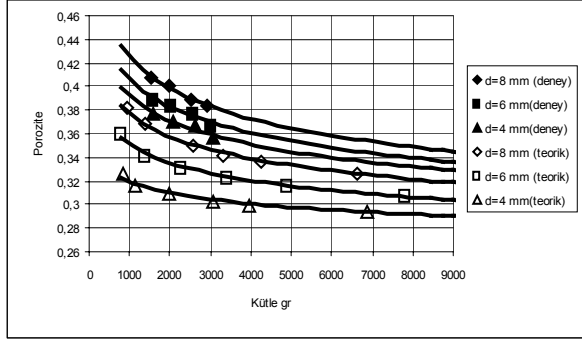
Sabit ölçüde içi boş bir silindirik içine, farklı çaplarda içi dolu silindirler yerleştirilmiş, meydana gelen boş hacimlere sırasıyla 4, 6 ve 8 mm çaplarında bilyalar doldurulmuştur. Bilya dolularının porozitesini ölçmek için aşağıdaki işlemler yapılmıştır. Eldeki mevcut bilya miktarları göz önüne alınarak, silindirik halkasının iç yarıçapı R=90 mm ve genişliği ise 35 mm seçilerek imal edilmiştir. Silindirik halka içine, çeşitli yarıçaplarda (r=71,5 mm; r=65 mm; r=57,5 mm; r=50,4 mm) içi dolu hazır silindirik parçalar yerleştirilmiştir. Elde edilen boş hacimlere sırasıyla 4, 6, ve 8 mm çaplarındaki bilyalar doldurularak, bilyaların kütleleri tartılmış ve bilya sayıları hesaplanmıştır.

Silindirik halkası ve içine konulan silindirler arasındaki boş hacimler hesaplanmış, toplam bilya hacmi  $V_b = m/\rho_b$  eşitliği ile ve poroziteler  $P_o = 1 - (V_b/V)$  eşitliği ile hesaplanmıştır. Deney sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

4, 6, ve 8 mm çaplarındaki bilyaların, dikdörtgen prizma dolundaki kütleleri denklem 6 ile,

poroziteleri denklem 18 ile ve bilya sayıları denklem 14 ile ayrı ayrı hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Şekil 3’de 4, 6 ve 8 mm çaplarındaki bilyaların, silindir halka ve dikdörtgen prizma dolularındaki kütle ve dolun porozitesi değışimleri gösterilmiştir. Şekil 3, Tablo 1 ve Tablo 2’de verilen bilya dolun verilerinden yararlanılarak çizilmiştir.



Şekil 3. Dikdörtgen prizma ve silindir halkada bilya dolularının kütle, porozite değışimleri

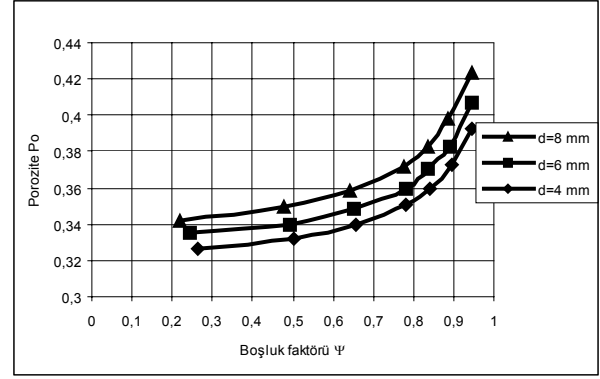
Şekil 3’de silindir halkası ve dikdörtgen prizmadaki eşit çaplı bilyaların eşit kütle dolularında; dikdörtgen prizmadaki bilya dolun porozitelerinin daha küçük olduğu görülmektedir. Dikdörtgen prizma içindeki bilyaların düzgün dizilişleri incelendiğinde, bilya eksenleri arasında  $h=0,8165d$  ölçüsünün olduğu görülmektedir. Z eksenii yönünde ikinci sıradaki bir bilya, birinci sıradaki üç bilyanın tam ortasına yerleşmiştir. Silindir halkası içindeki bilya dizilişlerinde ise, bilyalar çevreden merkeze doğru daire halkaları şeklinde dizilmektedir. Her bir sıradaki bilya sayıları eşit olmayacağından, dizilişin düzeni bozulmakta ve bilya sıraları eksenleri arasındaki  $h=0,8165d$  ölçüsü daha da artmaktadır. Bu nedenle, silindir halkasındaki bilya dolununun porozitesi daha yüksek çıkmaktadır.

### 3. BİLYALI SANTRİFÜJ KAVRAMA

Teorik incelemenin yapılacağı kavramanın iç yarıçapı  $R=90$  mm ve genişliği  $b=80$  mm’dir. Şekil 3’deki silindir halkası bilya dolunu diyagramından yararlanılarak, Şekil 4 de 4, 6, ve 8 mm çaplı bilyalar için boşluk faktörü, porozite değışim eğrileri çizilmiştir. Boşluk faktörü  $\Psi = r/R$ ’dir. Bilya dolularının iç yarıçapı

$$r = \sqrt{R^2 - \left[ \frac{m}{(1 - P_o) \rho_{Fe} \pi b} \right]} \quad (19)$$

denkleminde hesaplanmıştır.



Şekil 4. Silindir halka bilya dolununda boşluk faktörü, porozite değışimi

Bilyalı santrifüj kavrama momenti; hareket esnasında bilyaların kavrama iç yüzeyine ve yan yüzeylerine karşı uyguladığı kuvvete bağılı olarak, meydana gelen sürtünme kuvvetleri ile aktarılan momentlerin toplamıdır (7).

$$M = \frac{\pi^3}{450} n^2 \rho_{Fe} (1 - P_o) \mu R^5 \left[ \frac{1}{3} \phi (1 - \Psi^3) + \frac{1}{5} (1 - \Psi^5) \right] \quad (20)$$

R : Tambur iç yarıçapı (m)

r : Dolunun iç yarıçapı (m)

n : Devir sayısı (dev/dak)

b : Bilyalı santrifüj kavrama genişliği (m)

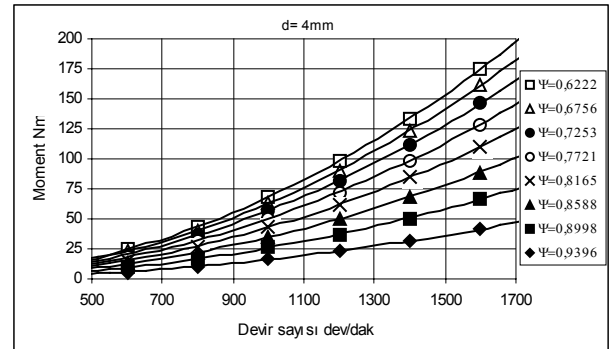
$\Psi = r/R$  : Boşluk faktörü (-)

$\phi = b/R$  : Kavrama geometrisi faktörü (-)

$P_o$  : Porozite (-)

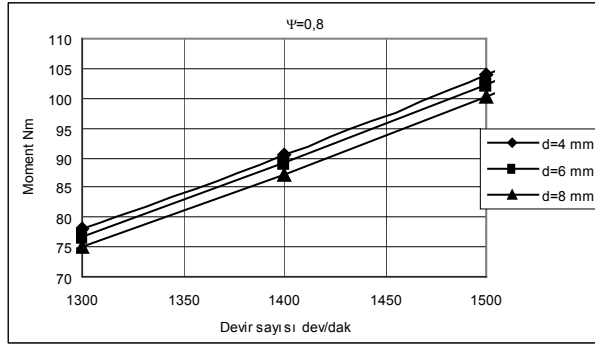
M : Bilyalı santrifüj kavrama momenti (Nm)

$\rho_{Fe}$  : Bilya yoğunluğu ( $kg/m^3$ )



Şekil 5. Devir sayısı, kayma momenti değışimi

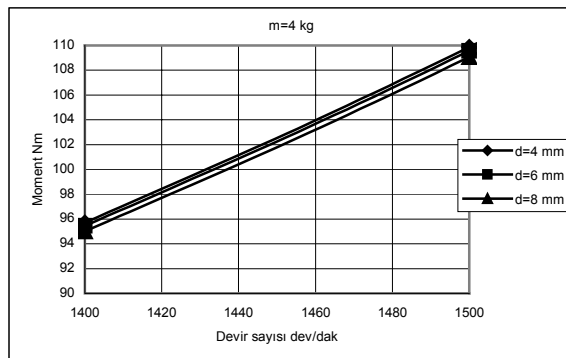
Şekil 5’de 4 mm çaplı bilya dolununun, farklı boşluk faktörlerinde çizilen kayma momenti, devir sayısı değışimi diyagramı görülmektedir. Sürtünme katsayısı yağlı ortamdaki çelik-çelik sürtünmesi için  $\mu=0,08$  alınmıştır. Diyagramda düşük devirlerde çalışılırken boşluk faktörünün daha etkili olduğu, devir sayısı arttıkça boşluk faktörü etkisinin giderek azaldığı, devir sayısı etkisinin hızlı bir şekilde arttığı görülmektedir.



Şekil 6. Devir sayısı, kayma momenti değişimi

Şekil 6'da 4, 6 ve 8 mm çaplarındaki bilya dolularının, sabit boşluk faktöründe  $\psi=0,8$  çizilen kayma momenti, devir sayısı değişimi diyagramı görülmektedir. Sabit boşluk faktörlerinde, iletilen kayma momentleri arasındaki farkı açık bir şekilde gösterebilmek için devir sayısı aralığı dar tutulmuştur. 4, 6 ve 8 mm çaplarındaki bilya dolularının ağırlık merkezlerinin kavrama merkezine olan mesafeleri birbirine eşittir. Şekil 4'de görüldüğü gibi sabit boşluk faktörlerinde küçük çaplı bilya dolularının poroziteleri daha küçük ve bilya dolularının kütlesi daha fazladır. Bilya dolularının ilettiği momentler arasındaki fark, bilya dolularının kütlelerinin farklı olmasından ileri gelmektedir.

Şekil 7'de 4, 6 ve 8 mm çapındaki bilyaların, sabit kütle dolularında  $m=4$  kg çizilen kayma momenti, devir sayısı değişimi diyagramı görülmektedir. Sabit kütle dolularında iletilen kayma momentleri arasındaki farkı açık bir şekilde gösterebilmek için devir sayısı aralığı dar tutulmuştur. Şekil 3'de görüldüğü gibi sabit kütle dolularında küçük çaplı bilyaların dolm porozitesi daha küçük ve boşluk faktörleri daha büyüktür. Küçük çaplı bilya dolularının ağırlık merkezinin kavrama dönme eksenine olan mesafesi daha fazladır. Bilya dolularının ilettiği momentler arasındaki fark, bilya dolularının ağırlık merkezlerinin kavrama dönme eksenine olan mesafelerinin farklı olmasından ileri gelmektedir. Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'de bilyalı santrifüj kavramanın ilettiği momentler denklem 20 ile hesaplanmıştır.



Şekil 7. Devir sayısı, kayma momenti değişimi

#### 4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bilyalı santrifüj kavrama kayma momenti iletim kapasitesini belirleyen büyüklüklerden birisi de, kavrama geometrisi faktörüdür. Bilyalı santrifüj kavrama tasarımı yapılırken, moment iletim kapasitesi yanında kullanıldığı yer ve işletme şartlarının da göz önünde bulundurularak yarıçap-genişlik ilişkisi belirlenmelidir. İşletim esnasında, hareket iletim elemanlarının moment kapasitelerinin üzerine çıktığında, bilyalı santrifüj kavrama kayma yaparak sistemi korur. Boşluk faktörü ve devir sayısına bağlı olarak belirlenmiş olan kavrama kayma momenti iletim kapasitesi; boşluk faktörü azaltılarak veya fazlaştırılarak kayma noktası değiştirilebilmekte ve aynı kavrama farklı moment iletim kapasitelerine sahip tesislerde de kullanılabilir. Bilyalı santrifüj kavrama kayma momenti iletim kapasitesi; boşluk faktörü azaltılarak veya fazlaştırılarak kayma noktası değiştirilebilmekte ve aynı kavrama farklı moment iletim kapasitelerine sahip tesislerde de kullanılabilir.

Sabit boşluk faktörü veya sabit kütle miktarında farklı çaptaki bilya dolularının poroziteleri farklıdır. Küçük çaplı bilya dolularının poroziteleri daha küçük, büyük çaplı bilya dolularının porozitesi daha büyüktür. Sabit boşluk faktöründe küçük çaplı bilya dolularının kütlesi, büyük çaplı bilya dolularının kütesinden daha fazladır. Sabit kütle miktarında küçük çaplı bilya dolularının ağırlık merkezinin kavrama dönme eksenine olan mesafesi, büyük çaplı bilya dolularının ağırlık merkezinin kavrama dönme eksenine mesafesinden daha fazladır. Bilyalı santrifüj kavramada bilya dolularının kütlesi ve ağırlık merkezlerinin kavrama dönme eksenine olan mesafelerinin fazlalığı iletilen momenti artırır. Bu parametreler iletilen momenti etkileyen faktörlerden ikisidir.

Sabit boşluk faktörü veya sabit kütle miktarında, farklı çaptaki bilya dolularının ilettiği kayma momentleri arasındaki farkın az miktarda olduğu görülmüştür. Küçük çaplı bilya dolularına göre daha fazla kayma momenti iletilmektedir. İletilen kayma momentleri arasındaki bu fark, farklı çaptaki bilya dolularının porozite değişiminden kaynaklanmaktadır.

#### 5. KAYNAKLAR

- Shigley, J.E., Mischke, C.R., Standard Handbook of Machine Design, McGraw-Hill Inc, New York, 1986.
- John, St., Richard, C., Centrifugal Clutch Has Gentle Touch, Power Design, Vol.17, pp. 40-42, 1975.
- Goodling, E.C., Fighting High Energy Costs With Centrifugal Clutches, Machine Design, Vol. 46, pp.119-124, 1974.
- Schalitz, A., Kupplungs-Atlas, A. G. T. Verlag Georg Thum, Württ, 1968.
- Türk bay, İ., Dinçer, N., Bilyalı Santrifüj Kavramada İletilen Momentin Deneysel İncelenmesi, Politeknik Dergisi, Cilt: 5, Sayı: 2, 155-161, 2002.
- Saydam, T., Akışkanların Gözenekli Ortamdaki Akışı, Çağlayan Basımevi, İstanbul, 1973.
- Türk bay, İ., Dinçer, N., Bilyalı Santrifüj Kavramada İletilen Momentin Teorik Analizi, Politeknik Dergisi, Cilt: 5, Sayı: 3, 237-242, 2002.

