

SANTRİFÜJ KAVRAMALAR VE ENERJİ TASARRUFU

Nejat Kırac /

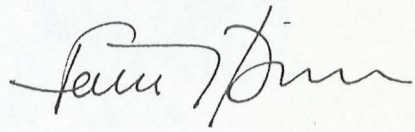
Anadolu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı  
Konstrüksiyon ve İmalat Bilim Dalında  
DOKTORA TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır

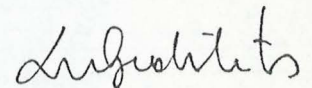
Danışman : Prof.Dr. Fatih C.Babalık

Aralık - 1988

Nejat Kırac'ın DOKTORA tezi olarak hazırladığı "Santrifüj Kavramalar ve Enerji Tasarrufu" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

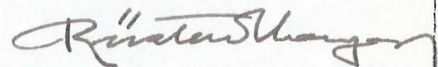
..3..12..19..

üye : Prof. Dr. Fatih Babalık   
Uludağ Üniversitesi

üye : Prof. Dr. Mustafa Gediktaş 

üye : Prof. Dr. Battal Kuşhan 

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun **10 ŞUBAT 1989**  
gün ve **202/6**..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Rüstem KAYA

Enstitü Müdürü

## Ö Z E T

Bu tezde, santrifüj kavramanın sistematiği ve enerji sarfiyatındaki önemi incelenmiştir.

Belli değerlere ulaşmak için iki ayrı tipte kavrama ile iki ayrı deney yapılmış olup, bunlardan birinin konstrüksiyonu ve imalatı Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Takım Tezgahları laboratuvarında gerçekleştirilmiş, diğeri ise citroen 2 Cv 4 kavraması olup hazır alınmıştır.

Birinci grup deneylerde kavramalar santrifüj kavrama olarak, ikinci grup deneylerde ise aynı atalete sahip olmak şartıyla rijit kavrama olarak kullanılmışlardır ve görüleceği üzere demaraj akımı süresince makul bir enerji tasarrufu santrifüj kavrama ile sağlanabilmektedir.

Amstrad CPC 6128 bilgisayar ve uyum devresi yardımıyla ortalama faz akımı ve gerilimi tesbit edilip, güç sarfiyat hesabı yapılmıştır.

Sonuç ve tartışma bölümünde bahsedildiği gibi belli miktarda enerji tasarrufu sağlanmış, ayrıca kullanılan santrifüj kavramaların üstünlükleri gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler** : Enerji Tasarrufu Sağlayan Kavramalar, Santrifüj Kuvvet, Santrifüj Kavrama.

## S U M M A R Y

In this thesis, systematic of centrifugal Clutches and importances of them for the energy consumption have been examined.

In order to arrive certain results, two different types of clutches in two separate tests were used. One of them being home made, construction and production fulfilled at Anadolu University Engineering Faculty Tooling Laboratories, the second one was CITROEN 2 Cv 4, bought from the automobile industry.

In the first group of tests, clutches were used as centrifugal clutches but in the second group of tests, having the same inertia, they were used as a rigid clutch and seen that, at the starting current period reasonable energy economy was obtained with the centrifugal clutches.

With the aid of AMSTRAD CPC 6128 computer and matching circuit, phase current and voltage being determined, power consumption was calculated.

As mentioned at the result and discussion section, certain amount of economy had been obtained and also superiorities of centrifugal clutches utilized, observed.

**Keywords :** Clutches That Save Energy, Centrifugal Force, Centrifugal Clutch.

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasını değerli fikirleri, özverili ve yapıcı yardımları ve uyarılarıyla yöneten Sayın hocam Prof.Dr.Fatih C.Babalık'a, deney donanımının hazırlanmasında yardımlarını gördüğüm Sayın Prof.Dr.Atalay Barkana ve Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü değerli elemanlarına en içten teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	iv
SUMMARY .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
2. SANTRİFÜJ KAVRAMALAR .....	5
2.1. Santrifüj Kavramanın Tanımı .....	5
2.2. Santrifüj Kavramaların Çalışma Karakteristikleri .....	8
2.3. Santrifüj Kavramaların Özellikleri .....	11
2.4. Kavrama Seçimi .....	15
2.5. Santrifüj Kavrama Sistematiği .....	21
2.5.1. Bilinen santrifüj kavrama tipleri .....	23
2.5.2. Yeni Konstrüksiyonlar .....	35
3. ENERJİ TASARRUFU AÇISINDAN SANTRİFÜJ KAVRAMA .....	39
3.1. Türkiye Ekonomisi Açısından Enerji Tasarrufunun Önemi .....	39
3.2. Enerji Tasarrufunda Santrifüj Kavramanın Önemi .....	41
4. DENEY KAVRAMASI .....	45
4.1. İmal Edilen Modelin Tanımı ve Özellikleri .....	45
4.2. Kavrama Momenti .....	46
5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR .....	48
5.1. Materyal .....	48
5.2. Yöntem .....	53

	<u>Sayfa</u>
5.2.1. Güç ölçümünün yapılışı .....	60
5.2.2. İmal edilen santrifüj kavramanın moment-hız karakteristiği .....	66
6. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİ .....	69
KAYNAKLAR DİZİNİ .....	73

## EKLER

1. İmal Edilen Deney Kavramasının İmalat Resimleri
2. Basic Programı
3. Z-80 Assembler Programı
4. Deney Sonuçları

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Diesel motorun karakteristik eğrileri	3
2.1. Santrifüj kavramanın yapısı ve ana elemanları .....	6
2.2. Santrifüj elemanların geometrisi .....	6
2.3. Dolaylı tahrik düzeni .....	7
2.4. Direkt tahrik düzeni .....	8
2.5. Santrifüj ve rijit kavramalı sistemlerde hız değişimi .....	9
2.6. Santrifüj ve rijit kavramalı durumda motor akımı eğrileri .....	10
2.7. Motor ve kavrama momentinin artan hızla birlikte değişimi .....	11
2.8. Hassas yükler için santrifüj kavramalarda tahrik .....	12
2.9. Santrifüj kavramanın aşırı yük koruyucusu olarak kullanılışı .....	13
2.10. Yedekli düzende santrifüj kavrama .....	14
2.11. Kontrüksiyonun ana yapısı .....	21
2.12. Serbest pabuçlu santrifüj kavrama .....	23
2.13. Yay kontrollü pabuçlu santrifüj kavrama	25
2.14. AVL tipi centric santrifüj kavraması ...	26
2.15. Seisler santrifüj kavrama elemanları ...	27
2.16. Seisler santrifüj kavramasının montajı	28
2.17. Seisler santrifüj kavramasının kesit resmi	29
2.18. Pabuçları mafsalı santrifüj kavrama ...	30
2.19. Civalı santrifüj kavrama .....	31
2.20. Bilyalı konik santrifüj kavrama .....	31
2.21. Serbest bilyalı santrifüj kavrama .....	32

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.22. Hidrolik kontrollu santrifüj kavrama ...	33
2.23. Mobylette santrifüj kavraması .....	34
2.24. Hız sınırlayıcı bilyalı santrifüj kavrama	35
2.25. Hız sınırlayıcı çeneli santrifüj kavrama	36
2.26. Fiziksel prensipler matrisi .....	38
3.1. Santrifüj kavrama ile sağlanan tasarruf	42
3.2. Tek kademeli düşük gerilimde yol verici ile santrifüj kavrama akım değerleri ..	43
3.3. İki kademeli düşük gerilimde yol verici ile santrifüj kavrama akım değerleri ...	44
3.4. Üç kademeli düşük gerilimde yol verici ile santrifüj kavrama akım değerleri ..	44
4.1. İmal edilen santrifüj kavrama .....	46
5.1. Dişli pompa karakteristik eğrisi .....	48
5.2. Citroën 2 Cv 4'e ait santrifüj kavrama	49
5.3. Uyum devresi blok diyagramı .....	51
5.4. Uyum devresi şematik diyagramı .....	52
5.5. Osiloskoplu deney tesisatı	53
5.6. Osiloskop bağlantı şeması	54
5.7. Bilgisayar ve uyum devreli deney tesisatı	55
5.8. İmal edilen santrifüj kavramada $2 \times 10^{25}$ Pa yükleme değeri için osiloskopla gözlenen akım-zaman değişimi .....	56
5.9. İmal edilen santrifüj kavramada $4 \times 10^{25}$ Pa yükleme değeri için osiloskopla gözlenen akım-zaman değişimi .....	57
5.10. İmal edilen santrifüj kavramada $6 \times 10^{25}$ Pa yükleme değeri için osiloskopla gözlenen akım-zaman değişimi .....	58

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.11. İmal edilen santrifüj kavramada $8 \times 10^{23}$ Pa yükleme değeri için osiloskopa gözlenen akım-zaman değişimi .....	59
5.12. İmal edilen santrifüj kavramada $10 \times 10^{23}$ Pa yükleme değeri için osiloskopa gözlenen akım-zaman değişimi .....	60
5.13. Yardımcı tampon devresi .....	61
5.14. Basic programı akış diyagramı .....	64
5.15. Assembler programı akış diyagramı .....	65
5.16. İmal edilen santrifüj kavramanın moment-hız karakteristiği .....	66
5.17. Moment-hız karakteristiği için deney tesisatı .....	67

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. İşletme faktörü .....	20
3.1. Fiat analizine dayanılarak düşük gerilimde yol vericilerle santrifüj kavramaların maliyet karşılaştırması ...	43
6.1. Kavramalar için tesbit edilen güç değerleri .....	69

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
$m$	Dönen parçaların kütlesi, kg.
$i$	Atalet yarıçapı, m.
$R_1$	Dönen parçaların iç yarıçapı, m
$R_d$	Dönen parçaların dış yarıçapı, m
$t$	Devreye girme zamanı, s.
$W_{10}$	Motorun başlangıçtaki açısal hızı, 1/s.
$W_{20}$	Döndürülen milin başlangıçtaki açısal hızı, 1/s.
$M_k$	Kavrama momenti, N.m.
$M_m$	Motor momenti, N.m.
$M_y$	Yük momenti, N.m.
$M_E$	Döndüren taraftaki kütlelesel moment, $kg.m^2/s^2$
$M_E$	Döndürülen taraftaki kütlelesel moment, $kg.m^2/s^2$
$J_1$	Döndüren mil üzerindeki kütlelerin kütlelesel eylemsizlik momenti, $kg.m^2$
$J_2$	Döndürülen mil üzerindeki kütlelerin kütlelesel eylemsizlik momenti, $kg.m^2$
$t$	Sıcaklık artışı, °C
$c$	Özgül ısı kapasitesi, watt.s/kg.°C
$F_N$	Normal kuvvet, N
$F_M$	Merkezkaç kuvveti, N
$F_Y$	Yay kuvveti, N
$Z$	Pabuç sayısı
$\mu$	Sürtünme katsayısı
$D$	Tambur sürtünme yüzeyi çapı, m
$r$	Santrifüj kütlelerin ağırlık merkezinin dönme ekseninden uzaklığı, m
$P$	Güç, watt

v	Faz gerilimi, volt
I	Faz akımı , A
R	Direnc , $\Omega$
m <sub>k</sub>	Küçültme oranı

Kısaltmalar

ADC	Analog sinyali digital forma çevirici
DAC	Digital formdaki veriyi analog sinyale çevirici
PPI	Programlanabilir karşılıklı uyum
SC	Çevirmeye başla

## 1. GİRİŞ

Genellikle güç kaynağı ile döndürülen makine arasında bağlantı sağlayarak, hareketin bir milden diğerine iletilmesi işinde irtibat elemanı olarak kavramalar kullanılmaktadır. Kavramalar rijit, dengeleme, elastik ve **çözülebilir kavramalar** olmak üzere belirli gruplar içinde toplanabilir.

**Rijit kavramalarda** güç kaynağı ile döndürülen makine arasındaki bağlantı sabit olup, moment değişimleri döndürülen makineye aynen nakledilirler. **Diskli ve zarflı kavramalar** çok kullanılan örnekleridir. **Dengeleme kavramaları**, mil eksenleri arasındaki açısal veya aralık şeklindeki geometrik düzgünlükleri karşılamak, dolayısıyla yataklar üzerindeki kötü tesirlerini önlemek için kullanılırlar. Çok kullanılan örnekleri **oldham** ve **kardan kavramalarıdır**. **Elastik kavramalar** ise mil eksenleri arasındaki küçük sapmaları dengelemek ve darbeleri sönmüleyerek döndürülen makineye aktarmak için kullanılırlar.

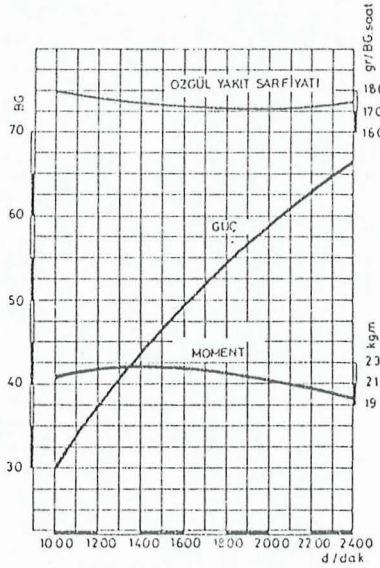
**Çözülebilir kavramalar**, genel anlamda güç kaynağı ile döndürülen makine arasındaki bağlantıyı istenildiği zaman ayıran ve istenildiği zaman bağlayan kavramalardır (Ulukan,1971). Bağlantı şekline göre çözülebilir kavramalar **şekil ve kuvvet** bağlı olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Özel hallerde kullanılan **şekil bağlı çözülebilir kavramalarda** bağlantı çeneler veya dişliler yardımıyla sağlanmaktadır. Ancak, bu tür kavramalarda, motor mili dururken veya hem motor mili hem de döndürülen makine mili aynı hız ile

dönerken bağlantı yapılabilir. En genel isteklere cevap verebilen kuvvet bağılı çözülebilir kavramalarda ise, iki mil sistemi arasındaki bağlantı çoğunlukla bir sürtünme kuvveti, bir hidrodinamik sıvı akım devresi veya bir elektriksel devre yardımıyla sağlanmaktadır (Ulukan, 1971). Buna göre kuvvet bağılı çözülebilir kavramalar sürtünmeli, elektromagnetik ve otomatik kavramalar olarak sınıflandırılabilir. Ayrıca, kumanda sistemine göre de mekanik, pnömatik, hidrolik ve elektromagnetik kumandalı sürtünmeli kavramalar mevcuttur (Akkurt, 1980). Kuvvet bağılı çözülebilir kavramalarda iki mil sistemi çeşitli işletme şartlarında istenildiği zaman ayrılabilmekte ve istenildiği zaman da bağlanabilmektedir. Bağlantı sırasında da, motor milinden döndürülen makine miline moment çok yumuşak yani darbesiz olarak iletilir. Bu özelliklerinden dolayı kuvvet bağılı çözülebilir kavramalar en çok taşıtlarda ve takım tezgahlarında kullanılmaktadırlar.

Mil sistemlerinin bağlanmasında çeşitli problemler ortaya çıkabilir. Bu problemlerden biri, ani durma ve ilk hareket sırasında tüm sistemdeki kötü dinamik tesirleri en aza indirecek şekilde güç kaynağının yani motorun döndürülen makineye nasıl bağlanacağıdır.

Genellikle motor ve döndürülen makinenin moment - hız karakteristikleri birbirine uymaz. Güç kaynağı çoğunlukla asenkron kısa devre bir elektrik motorudur. Bu tip motorlar yük altında devreye sokulduklarında çok fazla akım çekerek dolayısıyla sistem için zararlı etkiler meydana getirirler. Ayrıca fanlar, kırıcılar, mikserler ve kompresörler gibi büyük kütleli dönen makinelerin yüksek ataleti veya ilk hareket yükü, döndürülen makineyi harekete geçirmek ve işletme hızına çıkartmak için nominal çalışma şartlarının gerektirdiğinden çok daha büyük güçlü bir motor kullanımını gerektirir. Benzer şekilde, konveyörde olduğu gibi yüksüz şartlarda çalıştırılan bir makine, hareketin başlatılması için gerekli olandan daha fazla güç sağlayan bir motor tarafından harekete geçiriliyorsa hasar görebilir

(Goodling, 1977). Bir diğ er örnek, eğer sistemde güç kaynağı olarak diesel motoru kullanılması düşünülüyorsa motorun yüksüz olarak devreye girmesi sağlanmalıdır. Çünkü diesel motoru yük altında devreye giremez. Devir sayısı ancak belirli bir değ ere ulaştıktan sonra yük taşıyabilir (Ulukan, 1971).



**Şekil 1.1.** Diesel motorun karakteristik eğrileri  
(Tümosan A.Ş.)

İçten yanmalı motorlar, türbinler veya D.C. motorları gibi dekişken hızlı güç kaynakları için bu problemler hareket başlangıcında hız kontrolünün sağlanmasıyla çözülebilir. Ancak A.C motoru veya diğ er sabit hızlı güç kaynakları tarafından tahrik edilen ve motor ile döndürülen makineyi doğrudan bağlamanın pratik olmadığı endüstriyel sistemler için alışıl gelmiş bir çözüm; konstrüktif olarak kayma yapabilen ve motorun ilk hareketi alabilmesini sağlayan bir kavrama kullanmaktır (Goodling, 1977). Bu şartlar belirli bir hızda merkezkaç kuvvet etkisiyle kendi

kendine devreye giren otomatik kavramalarla gerçekleřtirebilir ki bu tür kavramalara **santrifüj kavramalar** adı verilir.

Kısaca, iki mil sisteminin bağlantısı için santrifüj kavrama kullanılması yukarıda ifade edilen problemleri ortadan kaldırabileceği gibi, aynı zamanda her bir santrifüj kavrama ilgili kapasitelere göre imal edildiğinden tasarımcıya da kavrama seçiminde tam bir esneklik sağlayacaktır (Centric Clutch Div., Bulletin 301).

Tezde genel olarak santrifüj kavramaların sistematik incelenmesi amaçlanmış ve enerji tasarrufu açısından önemi vurgulanmıştır. Bu amaçla bir elektrik motorunun değişik yükleme değerlerinde çektiği akımın değişimi gözlenmeye ve irdelenmeye çalışılmıştır.

## 2. SANTRİFÜJ KAVRAMALAR

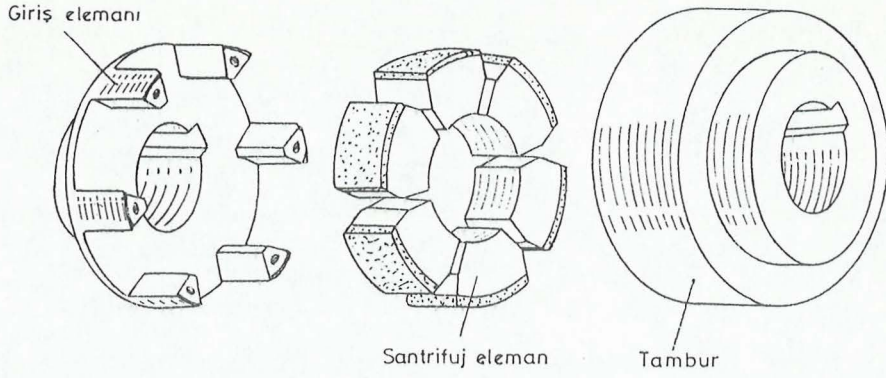
### 2.1 Santrifüj Kavramanın Tanımı

Santrifüj kavramalar devir sayısının belirli bir değere ulaşması sonucu kendi kendine devreye giren dolayısıyla, motorun ilk hareketi alabilmesini sağlayan ve konstrüktif olarak kayma yapabilen kavramalardır. Genel olarak bir santrifüj kavrama üç ana elemandan meydana gelir (Şekil 2.1.). Bunlar:

- Giriş elemanı,
- Santrifüj elemanlar ve
- Çıkış elemanı (Tambur)

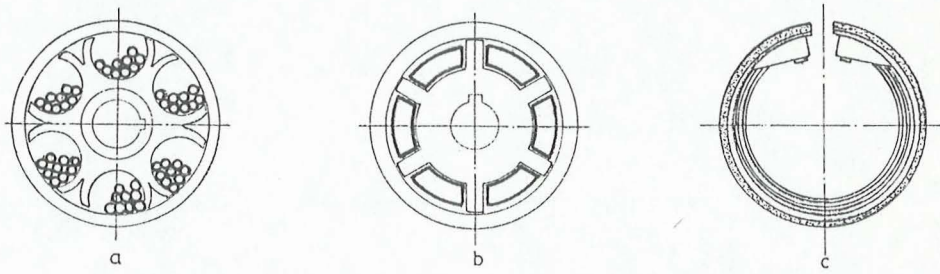
dır.

Giriş elemanı motor miline kama ile bağlanmıştır. Santrifüj elemanlar giriş elemanı tarafından ivmelendirilerek merkezkaç kuvvet etkisiyle dışa doğru açılırlar ve çıkış elemanının iç yüzeyi ile sürtünme teması kurarak gücün aktarılmasını sağlarlar. Ancak bu esnada düzgün ve kademeli olarak artan temasla kayarlar. Döndürülen makine döndürenin hızına ulaştığı zaman mevcut kayma sona erer ve bu andan itibaren kavrama, kaymadan ve güç kaybı olmaksızın rijit bir kavrama gibi çalışır.



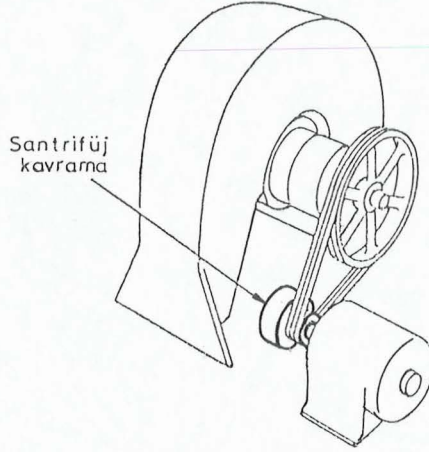
Şekil 2.1. Santrifüj kavramanın yapısı ve ana elemanları

Santrifüj elemanlar pabuç genel adıyla tanımlanan belirli geometriye sahip elemanlar olabileceği gibi, bant veya bilya şeklinde de olabilirler (Şekil 2.2.).



Şekil 2.2. Santrifüj elemanların geometrisi  
 a) Bilya (AKKurt, 1980).  
 b) Pabuç (Centric Clutch Div., Bulletin 301).  
 c) Celik bant (Goodling, 1974).

Santrifüj kavramanın çıkış elemanına kasnak bağlanması dolaylı tahrik sağlar (Hughes 1973-74). Dolaylı tahrik düzenleri ayrıca yataklama gerektirirler (Şekil 2.3.).

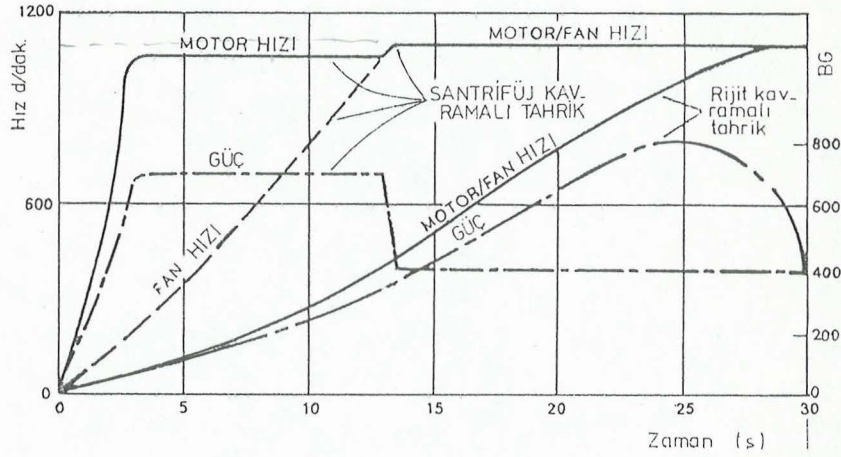


Şekil 2.3. Dolaylı tahrik düzeni (Hughes, 1973-74).

Uzun veya sık çalıştırma periyotları ve aşırı yük altında uzun süreli çalıştırmalar için direkt tahrikli düzenler (Şekil 2.4) kullanılmalıdır (Hughes, 1973-74). Böyle bir düzen hava ile soğutma sağlar, yatakların uygun bir şekilde yeniden yağlanmasına imkan verir ve yatakları yüksek ısıdan uzak tutar.

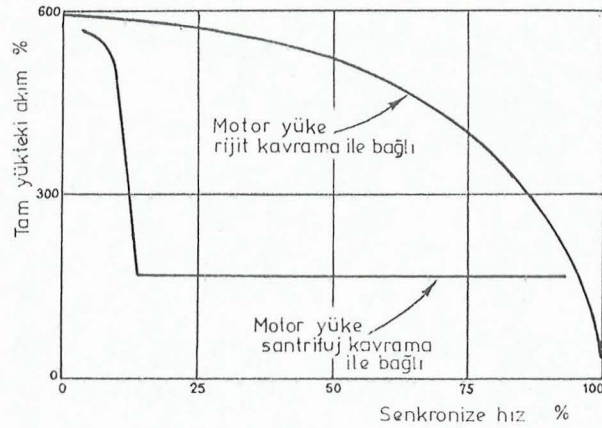
Santrifüj kavramaların sisteme bağlantısı her zaman için çok kritik bir konu değildir. Ancak, kavrama ve iş makinasının motora daha yakın olacak şekilde sıralanması ömrü uzatır. Santrifüj kavramalı bir motor, kendini hareket ettirilen yük üzerinde verimli bir şekilde çalışabileceği hıza kadar götürür. Döndürülen makine aniden durursa veya aşırı yüklemeye koşulları meydana getirirse kavrama kapasitesi aşılır ve kavrama kayarak motoru korur. Ani durma orta-





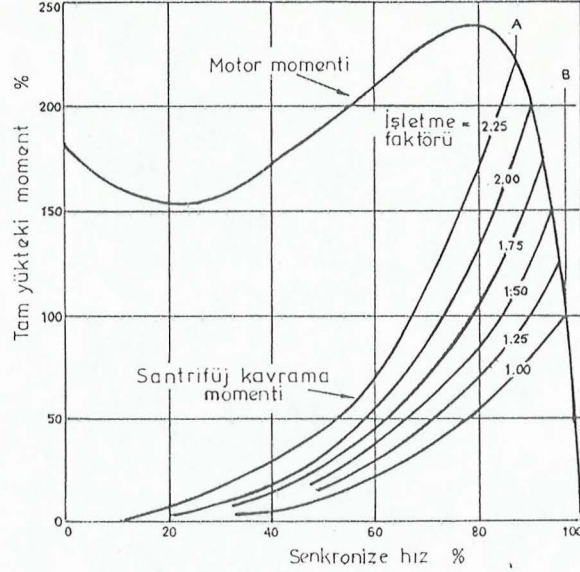
**Şekil 2.5.** Santrifüj kavramalı ve rijit kavramalı sistemlerde hız değişimi (Albert Seisler Machine Corp.1972).

Çekilen güç üzerindeki etki motor akım diyagramında gösterilmektedir (Şekil 2.6.). Rijit kavramalı halde akım, tam yük akımının yaklaşık % 600'üne çok hızlı bir şekilde yükselmekte ve kabul edilebilir düşük seviyelere inmesi uzun zaman almaktadır. Santrifüj kavrama kullanılmasıyla, çekilen akım yine tam yük akımının % 600'üne hızla yükselmekte ancak, çok süratli bir şekilde tam yük akımının % 160'ına düşmekte ve döndürülen makine işletme hızına ulaşıncaya kadar bu seviyede kalmakta, daha sonra yeniden hızlı bir şekilde düşmektedir (Albert Seisler Machine Corp.,1972).



**Şekil 2.6.** Santrifüj kavramalı ve rijit kavramalı durumda motor akımı eğrileri (Albert Seisler Machine Corp.,1972).

Bu azalmaların sebebi motor moment diyagramında görülebilir (Şekil 2.7.). Düşük hızlarda (ve yüksek akım) motor hemen hemen bütün momentini yükü değil de kendisini ivmelendirmek için kullanır. Sadece yüksek hızlarda (ve düşük akım) yükü ivmelendirir. Santrifüj kavramalı motor, A noktasına çabucak ivmelenir. Motor ve kavrama A noktasında, yük hızı motor hızına ulaşincaya kadar çalışır. Bu anda kayma sona erer; motor, kavrama ve yük işletme yüküne teka-bül eden B noktasına doğru ivmelenirler (Goodling, 1974).



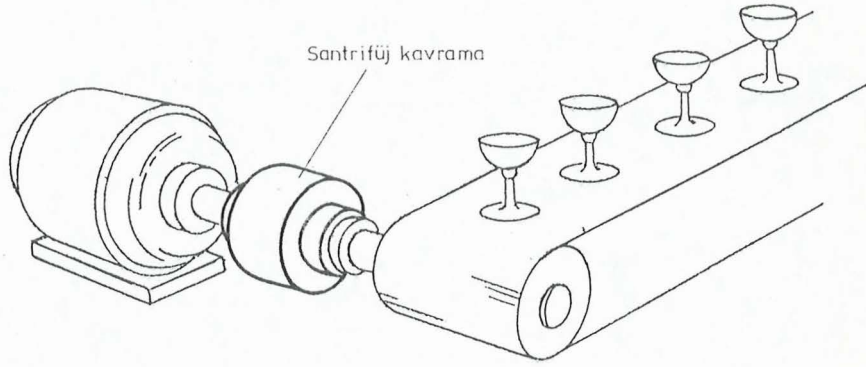
**Şekil 2.7.** Motor ve kavrama momentinin artan hızla birlikte değişimi (Albert Seisler Machine Corp., 1972).

### 2.3 Santrifüj Kavramaların Özellikleri

Santrifüj kavramalar çalışmalarını esnasında merkezkaç ve sürtünme kuvvetleri olmak üzere iki temel kuvvet prensibini kullanırlar. Sürtünme dönme hızının karesi ile orantılıdır, moment de hıza bağlı olarak artar. Hıza olan bu bağımlılık, santrifüj kavramanın hareketindeki doğal gecikme nedeniyle, motorun korunması açısından bir avantaj olarak sayılabilir. Ancak yeterli merkezkaç kuvvetlerin oluşturulabilmesi de yüksek hızları gerektirir. Buna göre santrifüj kavramaların özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- i. Santrifüj kavramalar sürtünmeyle çalışırlar. Sürtünme dönme hızının karesi ile orantılı olduğundan tekstil makineleri, bükme makineleri ve porselen veya pişirme konveyörlerindeki gibi hassas yükler

(Şekil 2.8) için yumuşak başlangıçlar sağlarlar (Goodling, 1974). Ayrıca, kömür ve taş konveyörlerinde görülen ağır yüklerde de yumuşak başlangıçlar sağlayarak konveyör kayışının çizilmesini veya yırtılmasını önlerler.



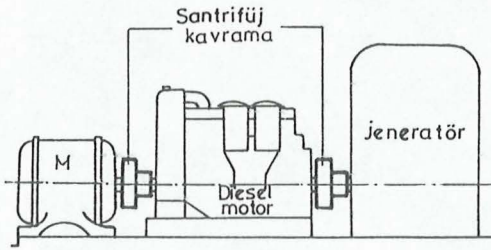
Şekil 2.8. Hassas yükler için santrifüj kavramalarla tahrik (Eaton Corporation, 1986).

- ii. Santrifüj kavramaların hareketindeki doğal gecikme, içten yanmalı tahrik sistemleriyle kullanıldıklarında, yükün hareketinden önce motorun ısınmasını veya rölanti hızında tutulmasını sağlar (Centric Clutch Div.Bulletin 301).
- iii. Santrifüj kavramaların hareketindeki doğal gecikme -ki yay kontrolü ile ayarlanabilir- motorun yükü tahrik etmeden önce hızlanmasına izin verir. Bu da motorun ilk hareket ihtiyaçlarına göre değil, işletme şartlarına göre boyutlandırılmasını sağlar. Yüksek atalet yükleri için, yeterli ilk hareket momentini sağlayacak büyük boyutlu motorlar yerine,



masına yol açar. Motor hasarının önlenmesi için, devreye girme zamanı minimuma indirilmelidir. Yüksek akımdaki kısa zaman nedeniyle, santrifüj kavrama kullanımı motor ömrünü beş kat kadar daha arttırabilir (Pearch, 1980).

- vii. Santrifüj kavramalar, rölanti hızlarının altında tamamen devreden çıkmış olduklarından, yükü harekete geçirmek için mevcut iki güç kaynağından birisinin kullanıldığı yerlerde (örneğin artık su pompaları, hastane ilk yardım jeneratörleri, yangın pompaları, soğutma üniteleri, havalandırma fanları ve telefon santrali jeneratörlerinde) otomatik yedekli düzenlere ideal olarak uygulanabilirler (Şekil 2.10) (Eaton Corp. 1986).



Şekil 2.10. Yedekli düzende santrifüj kavrama  
(Eaton Corp.,1986).

Çalıştırılan güç ünitesi üzerindeki kavrama otomatik olarak devreye girer, diğer güç ünitesi devre dışı kalır. Bir güç ünitesinden diğerine geçmek için, çalışmakta olan ünitenin hızı kavramanın rölanti hızına düşürülmelidir. Daha sonra diğer güç ünitesi yükü devralmak üzere çalıştırılır. Minimum gecikme için yüksek rölanti hızları tavsiye edilir.

viii. Santrifüj kavramalar, motorun ilk çalışma akımını ve mekanizmanın doğrudan doğruya çalıştırılmasındaki mevcut ısı kayıplarını oldukça düşürür (Centric Clutch Div., Bulletin 301). Bu durum güç faktörlerinin düşmesine, yüksek verime ve sonuç olarak ta ekonomik çalışmaya yol açar.

Santrifüj kavramaların üstünlük olarak sayılabilecek bu özelliklerinin yanı sıra, bazı özellikleri nedeniyle de kullanılma alanları sınırlıdır. Bu özellikler:

- i. Santrifüj kavramalar, devreye girebilmek için santrifüj kuvvete olan bağımlılık nedeniyle nominal gücünden daha fazla güç iletmezler.
- ii. Santrifüj ağırlıklar prensibine bağlı olduklarından pabuçlu santrifüj kavramalar değişen yük ve hızlara ayarlanma kabiliyeti bakımından sınırlıdırlar. Her bir kavrama özel bir moment ve hız ihtiyacı için tasarlanır ve üzerinde kullanılması düşünülmemiş olan sistemlere takılamaz.
- iii. Santrifüj kavramalar düşük hız uygulamaları için nadiren uygundur. Düşük hızlar yeterli santrifüj kuvvetlerin oluşturulması için büyük çaplar gerektirir ve çap ile birlikte maliyetler de artar (Goodling, 1974).

#### 2.4 Kavrama Seçimi

Kavrama seçimini teşkil eden temel faktör, güç çıkışının işletme hızının küpü ile orantılı olmasıdır. Zira santrifüj kuvvet motor hızının karesiyle, moment te santrifüj kuvvetle doğru orantılıdır. Böylece moment hızın karesiyle değişir. Güç ise, hız ve momentin çarpımıdır ve hızın küpüyle değişmektedir.

Hız çok önemli olduğuna göre kavrama, sistemin en hızlı kısmında bulunmalı ve genellikle motora doğrudan bağlanmalıdır (Goodling, 1974).

Seçim işleminde ilk adım, özel bir uygulama için uygun bağlantının seçiminde gerekli bütün temel verilerin ortaya konmasıdır. Bunlar:

- . Döndürenin tipi (elektrik motoru, içten yanmalı motor v.d.)
- . Tahrik metodu (direkt veya dolaylı),
- . Döndürenin gücü, hızı (içten yanmalı motorlarda rölanti hızı),
- . Döndürülen makinenin tipi,
- . Döndürülen makinenin ataleti,
- . Döndürülen makinenin hızı,
- . Delik ve kama yuvası boyutları.

Sonra, Çizelge 2.1'den gerekli işletme faktörü belirlenir. Çok küçük bir işletme faktörü, sürtünme yüzeylerinde büyük miktarda ısı üretimi ve yüksek aşınma ile birlikte, devreye girmede gecikmelere yol açar. Çok yüksek bir işletme faktörü ise, döndürülen yükte meydana gelebilecek hasarla birlikte çok hızlı devreye girmeye yol açar.

Seçilen işletme faktörü normal bir devreye girmedeki kayma zamanının hesaplanmasıyla kontrol edilebilir. Çoğu uygulamalar için kayma zamanı 10...20 saniye arasında değişir. Kayma zamanı motordaki aşırı akım rölelerinin çalışıp çalışmayacağını belirlemek için de kullanılabilir. Örneğin, hesaplanmış kayma zamanı 15 saniye ise ve makinenin nominal hıza ulaşması 30 saniye sürüyorsa, bu bazı şeylerin yanlış olduğunu gösteren bir erken uyarıdır.

Tipik hatalar, motor için düşük hat voltajı ve dizayn değerlerinin üstünde döndürülen yük veya ataletten meydana gelir.

Kayma zamanı döndürülen makinenin ataletine ve motor gücü ile işletme faktörünün çarpımına eşit olan nominal kavrama gücüne bağlıdır. Genellikle döndürülen makinenin atalet momenti imalatçıdan temin edilir. Eğer atalet momenti elde mevcut değilse, dönen parçaların bir seri içi bos silindir olduğu kabul edilerek ve  $i = ((R_1^2 + R_2^2) / 2)^{1/2}$  değeriyle, her bir parça için  $[m \cdot i^2]$  değerleri toplanarak yaklaşık bir değer elde edilir:

$$J = \sum m \cdot i^2 = m_1 \cdot i_1^2 + m_2 \cdot i_2^2 + \dots + m_n \cdot i_n^2 \quad (2.1)$$

Yükü durgun halden işletme hızına çıkartmak için gerekli zaman;

$$t = \frac{W_{10} - W_{20}}{\frac{M_k - M_m}{J_1} + \frac{M_k - M_y}{J_2}} \quad (2.2)$$

ifadesiyle hesaplanır (Babalık,1983).

Santrifüj kavramaların ilk hareketindeki doğal gecikme nedeniyle, motor hızı belirli bir değere erişince kütlelesel moment  $M_{B1} = j_1 \cdot dw/dt = 0$  olur. Diğer taraftan devreye girme işlemi yüksüz olarak yapılırsa, yani  $M_y = 0$  ve döndürülen milin başlangıçtaki açısal hızı  $w_{20} = 0$  olursa;

$$M_M = M_{B1} + M_K \quad (2.3)$$

ve

$$M_K = M_{B2} + M_Y \quad (2.4)$$

ifadelerinden

$$M_M = M_K = M_{B2} \quad (2.5)$$

ifadesi elde edilir. Buna göre 2.2. ifadesi,

$$t = \frac{J_2 \cdot W_{10}}{M_K} \quad (2.6)$$

olur.

Kavrama seçiminde sonraki adım, mevcut başarılı uygulamalara ve güç ihtiyaçlarına dayanarak en uygun tipteki kavramanın seçimidir. Seçim yapılırken kavrama gücünün, motor gücü ile işletme faktörünün çarpımına eşit olduğu hatırlanmalıdır.

Tip ve güç ihtiyaçlarını karşılayacak kavramalar için imalatçı katalogları incelendiğinde çalışacak iki ve üç kavrama çapının olduğu görülür. Genellikle, daha küçük kavrama daha düşük maliyettir, fakat bir karara varılmadan önce işletme hızı ve sıcaklık artışı göz önüne alınmalıdır.

Küçük kavramalar genellikle çok yüksek işletme hızları için seçilirler. Bunun sebebi, büyük çapların yüksek hızlarda kavramayı dinamik dengesizliklere daha duyarlı hale getirmesidir. Bu faktör 1750 d/dak. ve daha yukarı işletme hızlarında daha belirgindir. Bu hızın altında ısı oluşumu belki de daha önemlidir.

Tamburdaki sıcaklık yükselişinin hesabı seçim işleminde en son adımdır ve yüksek atalet yükleri ile yavaş başlangıçlar için en kritik olanıdır. Esasen, bu hesaplama kinetik enerjideki değişimin ısı enerjisindeki değişime eşitlenmesine dayanır. Tambur boyutu ve malzemesi, döndürülen makinenin ataleti ve işletme hızı gibi bağımsız değişkenler biliniyorsa, sıcaklık yükselmesi,

$$\Delta_t = \frac{1/2 M_K (W_{10} - W_{20}) \cdot t}{m \cdot c} \quad (2.7)$$

olur (Babalık, 1983).

Başlangıç esnasında kavrama % 100'ün altında bir verimle çalıştığı için sıcaklık yükselir. Bu, kavramaya motor tarafından döndürülen makinenin milindekinden daha fazla güç verilmesi demektir. Kaymadan dolayı güç kaybı, tamburun sıcaklığını artıran ısıyı meydana getirir. Döndürülen makine döndürenin hızına ulaştığı zaman kayma sona erer; kavrama % 100 verimle çalışır ve ısı şeklinde güç kaybı olmaz.

Ortalama uygulamalar için sıcaklık artışı 120-150°C'ı geçmez. Ancak çok seyrek devreye girmelerin olduğu uygulamalarda sıcaklık 260°C'a kadar yükselebilir (Goodling, 1974).

Çizelge 2.1. İşletme Faktörü (Goodling, 1974).

İşletme Tipi	Uygulama	İşletme Faktörü
Hafif, yavaş devreye giren tertibatlar	İpek bükücüler, iplik bükücüler, hafif tekstil makineleri, şişeleme makineleri, çömlek ve porselen konveyörleri, çok hafif makineler.	1.00-1.25
Biraz sert devreye giren orta yük sınırlamalarıyla birlikte yüksek atalet momentlerine sahip genel endüstriyel teçhizatlar	Konveyörler, fanlar, santrifüjler, kompresörler, makaslar, zımbalar, körükler, değirmenler, çalkalayıcılar, kabuk soyucular, kimyasal teçhizat, kömür kırıcılar.	1.25-1.75
Bazen yüksek maksimum yüklere çıkan, sert devreye giren ağır teçhizat	Kömür çalkalayıcılar, şahmerdanlar, pülverizatörler, ağır tekstil makineleri, cendereler, kırıcılar, ağır fanlar, fırınlar, kırıcılar.	1.75-2.25
Bazen kısa süreli maksimum yüklere çıkan, oldukça sert devreye girme yüküne sahip teçhizat.	Hamur kırıcılar, vakum pompaları, yüksek viskoziteli malzemeleri taşıyan pompalar.	2.00-2.75

## 2.5 Santrifüj Kavrama Sistematiği

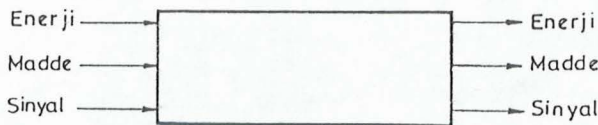
Konstrüktif bir ödeve çözüm bulmak veya bilinen çözümlere yenilerini katabilmek ve nihayet çözüm önerileri arasından en iyisini (istek listesine en uygununu) belirleyebilmek konstrüktör mühendisin en önemli görevidir.

Yaklaşık 25 yıldır, bu konudaki çalışmalar yeni bir bilim dalını oluşturacak yoğunluğa ulaşmış ve Sistematik Konstrüksiyon veya Metodik Konstrüksiyon adı altında literatürde yer almıştır (Hansen, 1966 ., Rodenacker, 1970., Pahl and Beitz , 1976).

Problemin eksiksiz belirlenmesi, isteklerin analizi, bazı belirli yöntemlerin takip edilerek çözüm önerilerinin bulunması, bu önerilerin istek listesindeki kriterlere göre değerlendirilmesi, gerektiğinde geri beslemelerle bu adımların tekrarlanması, teknik ve ekonomik en iyi çözümün bulunması ve nihayet imalat için dökümanların hazırlanması sistematik konstrüksiyonun ana adımlarıdır.

Detaylı bir şekilde bu konuya girmeden, sadece bilinen çözümleri ve muhtemel çözümleri bir düzen içerisinde suna bilmek için sistematik konstrüksiyon bilim dalının temel bilgilerinden bu çalışmada da yararlanıldı.

Başlıca sistematik konstrüksiyon ekollerinin birleştikleri hususlardan başlıcası, makine konstrüksiyonunun enerji, madde ve sinyal büyüklüklerinden biri veya birkaçının çevrimini gerçekleştiren bir kara kutu olarak soyutlanabileceği düşüncesidir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Konstrüksiyonun ana yapısı.

Bir tek kara kutu olarak düşünölen veya alt birimler de (parça fonksiyonları) gösteren çok sayıda kara kutudan oluşun konstrüksiyonun her bir kara kutusu bir çevrimi gösterecektir. Enerji, madde yada sinyalin çevrimi olayı mutlaka bir fiziksel olaydır. Fiziksel olayın, kurallarını bilmek ve nihayet o kuralı gerçekleştirecek maddi yapıyı ortaya koymak, konstrüksiyon ödevinin o kara kutuya ait bölümüne bir çözüm getirmektir.

Santrifüj kavramalarda yararlanılan temel fiziksel kural merkezkaç kuvvetinin oluşmasıdır. Ağırılık merkezleri, dönme eksenini ile çakışmayan kütleler dönme hareketi yaptıklarında açısal dönme hızının karesi, eksenler arası uzaklık ve kütleleri ile orantılı olarak merkezkaç kuvveti olurlar.

Santrifüj kavramalar, merkezkaç kuvveti oluşturacak biçimde serbest veya ağırılık merkezi dışında bir noktasında tesbit edilmiş kütleleri içeriyorlarsa fonksiyonlarını yerine getirebilecektir. Ayrıca bu kuvveti-isteğe göre- denge de tutacak karşı elemanlar(yay), ya da çeşitli şekilsel özellikler içerebilirler.

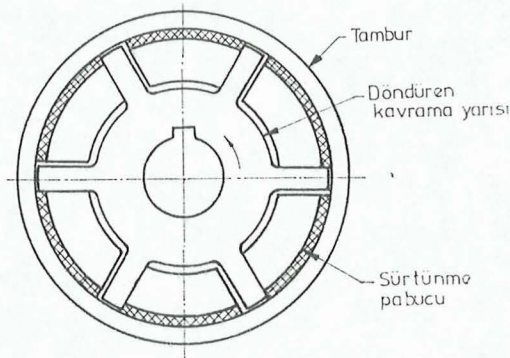
Santrifüj kavramada madde çevrimi söz konusu olmayıp enerji ve sinyal işlevi söz konusudur. Birinci yarının(MOTOR) dönme hareketi(enerjisi); devir sayısına(sinyal) bağılı olarak ikinci yarıya(IŞ MAKİNESİ) nakledilecek veya nakledilmeyecektir.

Literatürde bilinen ve tarafımızdan önerilen çözümler yukarıdaki özet bilgilerin ışığı altında şekil 2.26'da sunulmuştur.

## 2.5.1. Bilinen santrifüj kavrama tipleri

### 2.5.1.1. Serbest pabuçlu santrifüj kavrama

Bir serbest pabuçlu santrifüj kavramada (Şekil 2.12), motorun çalıştırılmasıyla giriş elemanı yani döndüren kavrama yarısı ve dolayısıyla pabuçlar da dönmeye başlar. Sürtünme pabucunun dönel hareketi, pabucu tambura doğru bastıran bir merkezkaç kuvvete sebep olur.



Şekil 2.12. Serbest pabuçlu santrifüj kavrama  
(Centric Clutch Div., Bulletin 301).

Döndürenin hızı artarken, santrifüj kuvvet ve dolayısıyla sürtünme kuvveti de artar. Sürtünme kuvveti yeterli büyüklüğe ulaştığı zaman, yük direncini yener ve kavrama döner. Tam yük hızında, pabuç tambura kilitlenir ve kayma sona erer.

Kavramanın devreye girme işlemi iki kademeli gibi olur. Motorun çalışmasından pabuçların tambura temasına kadar olan ilk kademe, pabuçlar üzerine kinetik enerjinin depolanmasıyla karakterize edilir. Pabuçlar ve tambur yüzeyi arasında temasın başlamasından tam yüke ulaşılmasına kadar olan ikinci kademe, depolanmış kinetik enerjinin pabuçların

elastik deformasyonuna ait potansiyel enerjiye çevrimi ile karakterize edilir (Aleksandrov, 1965: Dekhanov and Petrov, 1970).

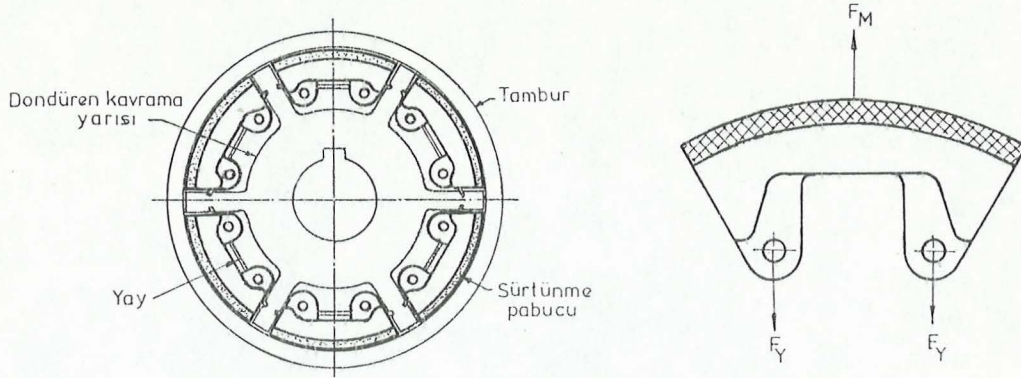
Pabuç ve tambur iç yüzeyi arasında belirli  $\delta$  boşluğunun mevcudiyeti nedeniyle, pabuç tambura statik kuvvetten daha büyük bir kuvvetle çarpacağından, pabucun dinamik deformasyonu statik deformasyondan daha büyüktür.

Pabuçlar genişlemeye çalışırken merkezkaç kuvvetin etkisini yenerek yeniden geri gelmeye çalışır. Bütün sistem pabuçların statik deformasyonu ile ilgili konum etrafında hızla sönümlenen titreşimler gösterir. Ancak, pabuçların tambur yüzeyine doğru titreşimli hareketinde, sürtünme kuvveti nedeniyle pabucun bir ucu döndüren kavrama yarısı üzerindeki çenenin taşıma yüzeyine temas eder, diğer ucu boşta kalır. Daha sonra sonuç olarak pabuç, kavrama tarafından iletilen moment ile aniden artan bir şekilde sıkışır. Bu nedenle, bu veya benzer tipteki kavramalar rijit başlangıç karakteristiklerine sahiptir (Abolmarov, 1957: Dekhanov and Petrov, 1970).

Bu tip kavrama her iki yönde de eşit çalışan bir tersinir kavramadır. Pabuçların değiştirilmesi kolaydır ve pabuçların sayısının değiştirilmesi veya farklı ağırlıkta pabuçların kullanılmasıyla moment kapasitesi değiştirilebilir.

#### 2.5.1.2. Yay kontrollü pabuçlu santrifüj kavrama

Döndürülen makinenin tahrik edilmesinden önce ısınmanın gerektiği motor ve türbin uygulamalarında, yay kontrollü kavramalar kullanılır (Centric Clutch Div., Bulletin 301). Şekil 2.13'de tipik bir yay kontrollü kavrama ve buna ait pabuç gösterilmiştir. Burada pabucun tabanındaki pimler üzerine düz bir yay yerleştirilmiştir. Bu yaylar döndüren kavrama yarısının kollarındaki yarıklar içine girer ve böylece sürtünme pabuçlarına ilave kuvvetler ( $F_y$ ) uygulanır.



**Şekil 2.13.** Yay kontrollü pabuçlu santrifüj kavrama  
(Centric Clutch Div., Bulletin 301).

Kullanılan yayın kalınlığı, ısınma esnasında hangi hızda tahriğin başlayacağını veya rölanti hızını belirler. Rölanti hızında dönme nedeniyle meydana gelen merkezkaç kuvvet ( $F_M$ ), sürtünme pabucuna ters yönde etkiyen toplam yay kuvveti ( $2F_Y$ )'ni yenmeye yetecek büyüklükte değildir. Döndüren yarının hızı, merkezkaç kuvvet ile yay kuvvetlerinin dengelendiği noktaya doğru yükselirken, pabuçlar bir sürtünme kuvveti oluşturacak şekilde tambura doğru açılırlar. Bu noktadan sonraki çalışma aynen serbest pabuçlu santrifüj kavramalarda olduğu gibidir.

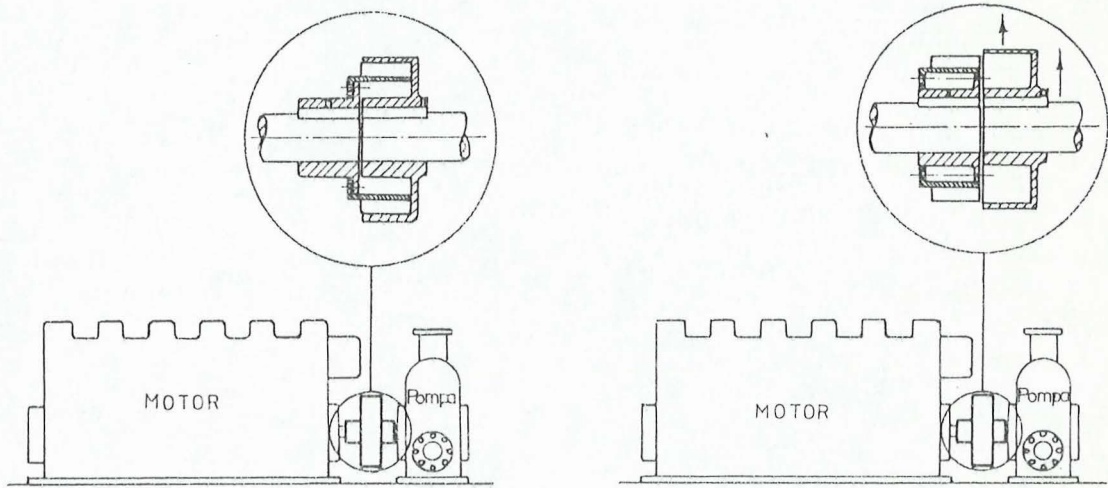
### 2.5.3. AVL Tipi centric santrifüj kavramalar

Bu tür kavramalar, montaj veya demontaj sırasında uygun bir şekilde kaydırılmayan, çok ağır teçhizatın kullanıldığı direkt tahrik uygulamalarında kullanılır. Serbest pabuçlu kavramaların tadil edilmişidir. Kavrama konstrüksiyonu, döndüren kavrama yarısının tamburu boşaltarak kendi eksenini üzerinde geriye kaymasını sağlayacak şekildedir (Centric Clitek Div., Bulletin 301).

Şekil 2.14., teçhizatın parçalarından herhangi birinin yukarıya doğru nasıl kaldırılacağını göstermektedir. Burada döndüren kavrama yarısı ile tamburu birbirinden ayırmak

için, pompayı yatay yönde kaydırmak gereklidir. Bu yatay hareket için kaydırma yapılması her zaman (özellikle çifte tahrik yapılan ve yer darlığının söz konusu olduğu hallerde) mümkün değildir.

Çalışma prensibi, serbest pabuçlu kavramalarda olduğu gibidir.



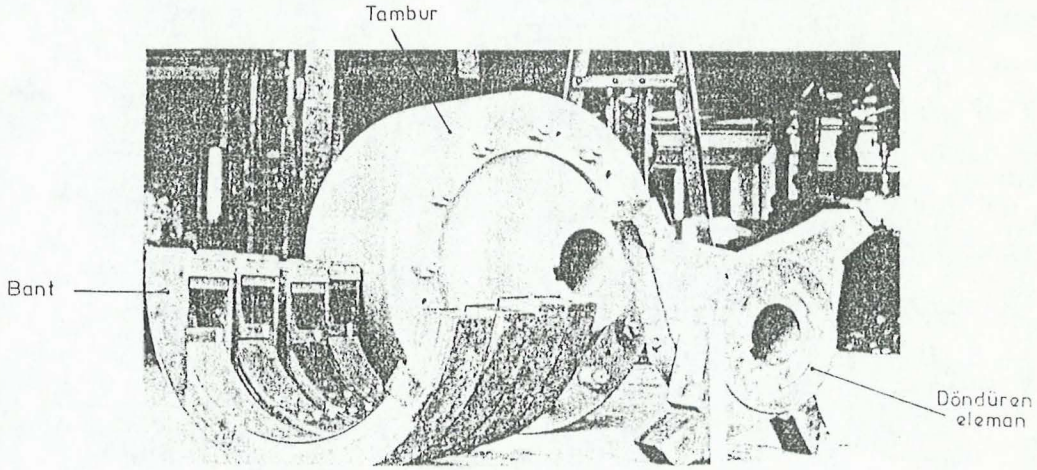
Şekil 2.14. AVL tipi centric santrifüj kavramalarının uygulaması

a) Çalışma Durumunda      b) Ayrılmış Durumda  
(Centric Clutch Div., Bulletin 301).

#### 2.5.1.4. Seisler santrifüj kavramaları

Seisler santrifüj kavramaları döndüren eleman, sürtünme bantları ve tambur olmak üzere üç ana parçadan meydana gelir (Şekil 2.15.). Döndüren eleman çeneler, çene yan lastikleri ve tercihan bir toz kapağından ibarettir. Çeneler göbeğe kaynak edilmiştir; şöyle ki, bantlara döndürme

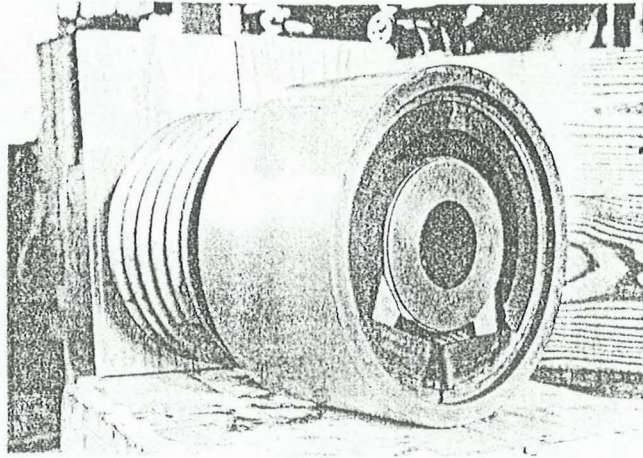
kuvveti uygulayan bu çenelerin yüzeyleri göbek çevresine hemen hemen diktir ve daima dönme yönünde tesir ederler. Her bir çene her iki tarafında lastik tamponlarla techiz edilmiştir. Bu tamponlar, kavrama duruyorken tahrik edici bantların düzenli bir şekilde durmasını sağlarlar. Tozlu ortamların kavramanın verimli bir şekilde çalışmasını engelleyeceği hallerde bir toz kapağı da kullanılır.



**Şekil 2.15.** Seisler santrifüj kavrama elemanları  
(Albert Seisler Machine Corp., 1972).

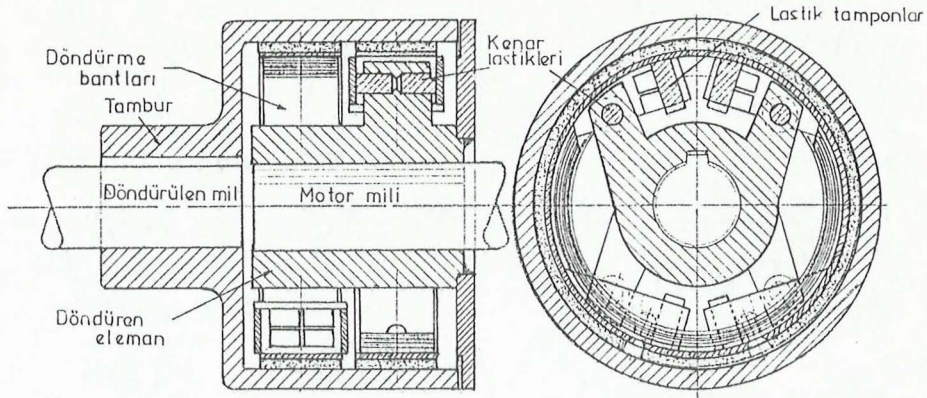
Her santrifüj bantta, döndüren elemanın çenelerinin tahrik kuvvetini uyguladığı yerlerde lastik tamponlar vardır. Bantın dış çevresine yenilenebilir sürtünme kaplaması yapıştırılmıştır ve bu kaplama sürtünme yoluyla döndürme kuvvetlerini tambura iletir. Bant'ın iç çevresine dizayn değerindeki gücün iletilmesi için, gerekli olan merkezkaç kuvveti sağlayacak sayıda çelik levhalar perçinlenmiştir. Kavramanın güç değerinin değiştirilebilmesi için, levhalar takılıp çıkarılabilir şekilde de yapılabilir.

Tambur, bantların tahrik edici kuvveti üzerine uyguladığı bir tambur halkasından ve döndürülen makinenin miline kama ile bağlanmış bir göbekten meydana gelmiştir. Küçük kavramalarda tambur halkası ve göbek, yekpare olarak imal edilebilir. Büyük kavramalarda ise, bantların kontrol edilmesi veya değiştirilmesi için, tambur halkası göbeğe civatalarla bağlanır (Albert Seisler Machine Corp., 1972). Kavramanın montajı (Şekil 2.16), motor ve döndürülen makinenin aynı ekseninde bulunmasına özen gösterilerek çok dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Böylece kavrama elemanlarının, herhangi bir beklenmeyen aşınmaya maruz kalmadan verimli bir şekilde çalışabilmeleri sağlanır.



Şekil 2.16. Seisler santrifüj kavramada montaj durumu  
(Albert Seisler Machine Corp., 1972).

Şekil 2.17'de kesit resmi gösterilen Seisler santrifüj kavramasının döndüren elemanı dönmeye başladığında, beraberinde sürtünme bantları da uçlarından çekilerek döner ve böylece ortaya çıkan merkezkaç kuvvet, bantları tambur iç yüzeyine doğru iter. Bunun sonucu tamburda bir moment yaratılır.



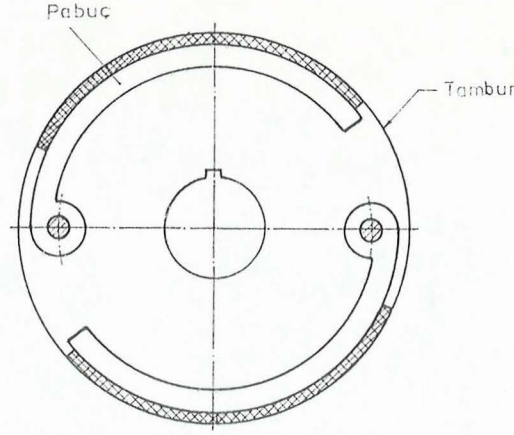
**Şekil 2.17.** Seisler santrifüj kavramanın kesit resmi  
(Albert Seisler Machine Corp., 1972).

Döndüren eleman artan bir hızla döndürülürken, bantların tambur üzerine uyguladığı basınç dönüş hızının karesiyle orantılı olarak artar, dolayısıyla tamburdaki momentte aynı oranda yükselir. Döndürülen makine aşırı yüke maruz kaldığında, kavrama dizayn gücünün üzerindeki daha fazlasını iletmez ve kaymaya başlar. Böylece motor ve döndürülen makine korunur.

#### 2.5.1.5. Pabuçları mafsalı santrifüj kavramalar

Bu türden kavramalarda santrifüj elemanlar, Şekil 2.18'de görüldüğü gibi cog formunda olup, döndüren kavrama yarısına mafsalı olarak bağlanmış ve kavramanın dönme eksenine paralel bir şekilde sıralanmıştır.

Dönme sırasında pabuçlara etkiyen sürtünme kuvvetlerinin mafsal eksenine göre momentini, merkezkaç kuvvetlerin aynı eksene göre momentine ters yönlüdür. Bu nedenle serbest pabuçlu kavramalarda ortaya çıkabilen sıkışma olayı önlenir, kavramanın başlangıç anında düzgün ve kararlı çalışması temin edilir (Dekhonov and Petrov, 1970).



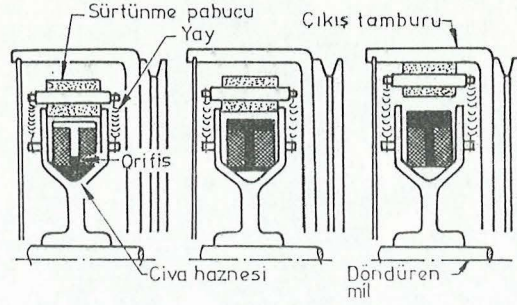
**Şekil 2.18.** Pabuçları mafsallı santrifüj kavrama  
(Deghonov and Petrov, 1970).

Kavramanın tasarımı ve hesabı için, bir tek pabuç tarafından iletilen ve belirlenmiş bir zaman aralığı içinde tamburun işletme devir sayısına ulaşmasını sağlayan moment belirlenerek, pabuç sayısı ile çarpılır.

Dekhanov and Petrov (1970), kavramanın hesaplanan tasarım karakteristiği ile ilk hareket karakteristiği arasındaki ilişkiyi ve pabuç malzemesinin nasıl seçileceğini belirlemek için, kavramayı O/RT - 3M6 - LE tipi santrifüj seperatör test ünitesi üzerinde denemişler; denedikleri iki, üç ve dört pabuçlu kavramalardan üç pabuçlu olanında en iyi sonuçları elde ettiklerini belirtmektedirler.

#### 2.5.1.6. Civalı santrifüj kavrama

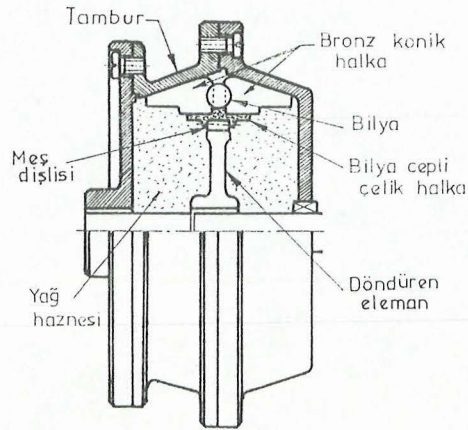
Civalı kavramada döndüren kavrama yarısı bir civa haznesine sahiptir. Kavrama döndürüldüğü zaman haznedeki civa, radyal delikler vasıtasıyla dışa doğru akar ve yaylarla döndüren kavrama yarısına bağlanmış olan pabuçları iter. Dönme durduğu zaman yaylar, pabuçları geri çekerek civanın hazneye geri dönmesini sağlarlar (Goodhing, 1974). Orifis boyutunun ve yay katsayısının uygun kombinezonu, kavramanın devreye girme zamanını kontrol eder (Şekil 2.19).



Şekil 2.19. Civalı santrifüj kavrama (Goodling, 1974).

#### 2.5.1.7. Bilyalı konik santrifüj kavrama

Bilyalı konik santrifüj kavramada tambur, sürtünme yüzeylerinin soğutulması ve normal işletme aşınmasının minimumda tutulması için yağ ile doldurulmuştur. Motor mili kovan içinde bilya cepli bir çelik halkaya bağlanmıştır. Dönme esnasında çelik bilyalar merkezkaç kuvveti olarak, bronz kaplı iki konik halkayı tambura bastırırlar (Şekil 2.20). Döndüren kavrama yarısındaki dişler, kavramanın miller arasındaki  $1,5^\circ$  kadar düzgünlüklerde çalışmasına izin verirler (Goodling, 1974).



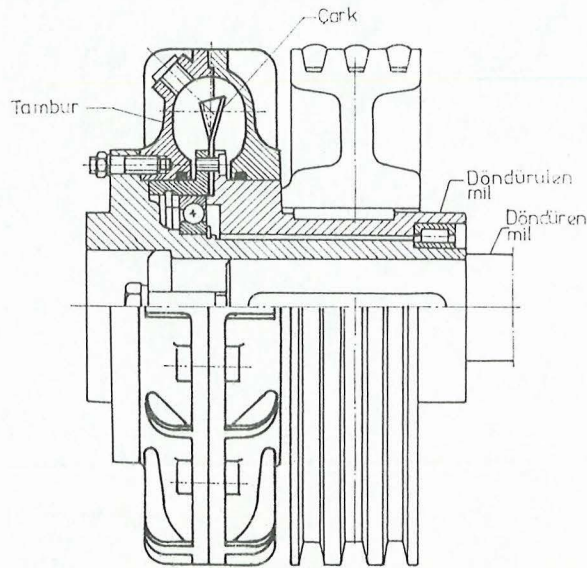
Şekil 2.20. Bilyalı Konik Santrifüj Kavrama (Goodling, 1974).

### 2.5.1.8. Serbest bilyalı santrifüj kavramalar

Bu tür bir kavramada başlangıç momenti, tamburdaki 0,3,...,0,4 mm çapındaki ısıl işlem görmüş çelik bilyaların miktarına bağlıdır. Gerektiğinde şarj deliğinden yükleme veya boşaltma yapılabilir (Şekil 2.21).

Dönme esnasında, rotor etrafında bulunan bu çok küçük çelik bilyalar veya çelik kumu gibi dolgu malzemeleri dışa doğru savrulurken merkezkaç kuvveti olurlar. Hız arttıkça, merkezkaç kuvvetin etkisiyle bu dolgu malzemeleri tambur çevresinde rijit bir halka oluşturarak bir başlangıç kayma periyodundan sonra, tambur ve rotorun kaymadan birlikte dönmesini sağlarlar (Ulukan, 1971).

Bilyaların aşınması  $2 \cdot 10^4$  devirlik nominal çalışma ömrü için tasarlanmıştır; ortalama endüstriyel uygulamalarda bilyalar, her altı ayda bir kontrol edilir ve % 50'si toz haline geldiğinde değiştirilmelidir (Goodling, 1974).

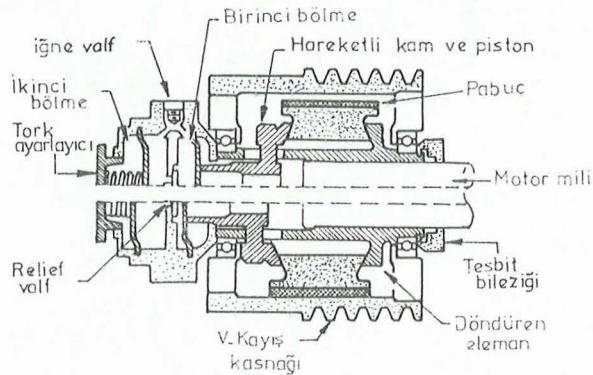


Şekil 2.21. Serbest bilyalı santrifüj kavrama (Ulukan, 1971).

### 2.5.1.9. Hidrolik kontrollu santrifüj kavramalar

Hidrolik kontrollu santrifüj kütleler kam-piston düzeninde hareket edip, yağın iğne valften geçerek değişken hacimli ikinci bölmeye geçmesini sağlarlar (Şekil 2.22). Yağ oranı devreye girme için gerekli zamanı belirler ve yağ miktarı da nominal çalışma hızında çıkış momentini tayin eder. Yağ miktarı iğne valf ile ayarlanabilir ve ikinci bölmeye ait hacim ise, bir yay ve diyafram yardımıyla kontrol edilir (Goodling, 1974),

ikinci bölmeye belli miktar yağ geçmedikçe, kütleler radyal yönde dışarı doğru açılmazlar ve dolayısıyla moment iletilmez. Böylece devreye girme süresi, kontrollu olarak geciktirilmiş olur.

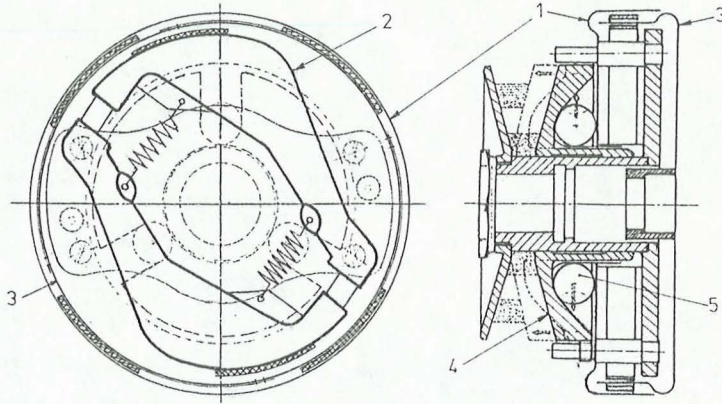


Şekil 2.22. Hidrolik kontrollu santrifüj kavrama  
(Goodling, 1974).

### 2.5.1.10. Mobylette santrifüj kavraması

Mobylette motorlarda kullanılan bu santrifüj kavramada, pedallar çevrilerek V-kayışı vasıtasıyla 1 tamburu ve bunun üzerine mafsallanarak tesbit edilmiş 2 pabuçları birlikte dönmeye başlar. Dönme hareketi sırasında pabuçlar,

merkezkaç kuvvet etkisiyle 3 tamburuna doğru açılarak sürtünme bağı kurarlar. Merkezkaç kuvvet yeterli büyüklüğe ulaştığında, krank miline bağlı 3 tamburu dönmeye başlar ve motor tahrik edilir (Şekil 2.23).



Şekil 2.23. Mobylette santrifüj kavraması

Bu andan itibaren pedalların çevrilmesine son verilir. Artık, 1 tamburu durmakta, 3 tamburu motor rölanti hızında dönmektedir. Motor hızı arttıkça, merkezkaç kuvvet etkisiyle 3 tamburu dış yüzeyine perçinlenmiş, sürtünme kaplamalı çelik saçtan santrifüj elemanlar açılarak kurdukları sürtünme bağı ile 1 tamburunu döndürürler. Merkezkaç kuvvetin yük direnci yenebileceği büyüklüğe ulaşmasıyla dönme hareketi 1 tamburu üzerinden V-kayışı vasıtasıyla tekerleklere iletilir ve Mobylette ileri harekete başlar.

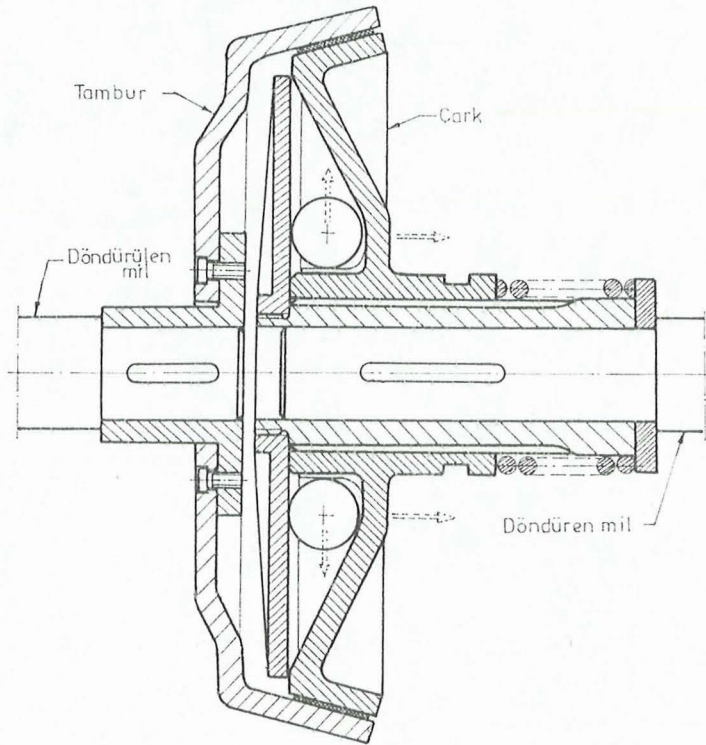
Ayrıca, bu esnada 1 tamburu ile birlikte dönmekte olan V-kayış kasnağı yarısı (4), bilyaların (5) dönme hareketi sonucu oluşan merkezkaç kuvvet etkisiyle radyal yönde dışa doğru açılmasıyla, sola aksenel hareket yapar. Bu durumda V-kayışı yukarı doğru tırmanarak çevrim oranını değiştirir. Çevrim oranındaki bu değişme hızın ayrıca artmasını sağlar.

## 2.5.2. Yeni konstrüksiyonlar

### 2.5.2.1. Hız sınırlayıcı bilyalı santrifüj kavrama

Kavramadan beklenen, sistemin istenilen hızdan daha büyük hızları iletmemesi, böylece doğabilecek zararların önlenmesidir.

Kavramanın devreye sokulması kumanda mekanizması üzerine uygulanan kuvvetin ortadan kaldırılmasıyla yapılır. Bu durumda yüzeyler birbirleri üzerine yay tarafından basılır. Yay tarafından oluşturulan basma kuvvetine bağlı olarak kavrama, belirli bir momenti iletir (Şekil 2.24).

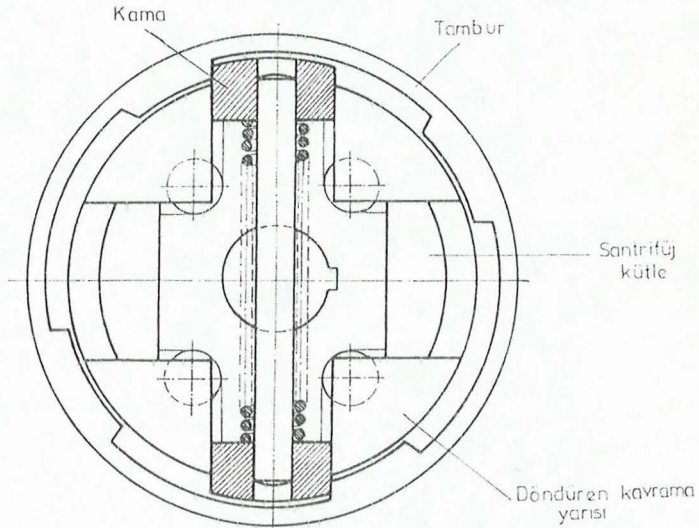


Şekil 2.24. Hız sınırlayıcı bilyalı santrifüj kavrama

Hızın istenilenden daha büyük değerlere çıkması halinde, döndüren mil ile birlikte dönen çark üzerindeki bilyalar, merkezkaç kuvvet etkisiyle dışa doğru açılırlar. Döndürenin hızı, merkezkaç kuvvet ile yay kuvvetinin dengelendiği noktaya doğru yükselirken, çark ta sağa eksenel hareket yapar. Böylece yüzeyler arasındaki sürtünme bağı kesilir.

#### 2.5.2.2. Hız sınırlayıcı çeneli santrifüj kavrama

Kavramanın devreye sokulması şekil bağı ile yapılır. Tambur iç yüzeyi üzerinde çeneler bulunmaktadır. Döndüren kavrama yarısı üzerine kılavuzlanan kamalar momentin iletilmesini sağlamaktadır (Şekil 2.25).



Şekil 2.25. Hız sınırlayıcı çeneli santrifüj kavrama

Hızın önceden belirlenen değeri aşması halinde, döndüren kavrama yarısı ile birlikte dönen santrifüj kütleler merkezkaç kuvvet etkisiyle dışa doğru açılmak isteyeceklerdir. Bu esnada yay kuvveti yenilerek kamalar geri çekildiğinde kavrama devreden çıkacaktır.

Hız istenilen devir sayısına düştüğünde, yay kuvveti ile kamalar tekrar eski konumunu alarak moment iletimi sağlanacaktır. Ancak devreye girme sırasında darbe hasil olur.

M E R K E Z K A C K U V V E T

	Serbest pabuclu	Klavuzlanmis pabuclu	Mafsallanmis pabuclu	Yuvali bilyali	Hidrolik Kontrollu Klavuzlanmis pabuclu	Civali
Belirli bir hız ulaşılınca devreye giren						

Şekil 2.26. Fiziksel prensipler matrisi

### 3. ENERJİ TASARRUFU AÇISINDAN SANTRİFUJ KAVRAMA

#### 3.1 Türkiye Ekonomisi Açısından Enerji Tasarrufunun Önemi

Diğer dünya ülkelerinde olduğu gibi, ülkemizde de enerji sorunu büyük önem taşımakta ve giderek artmaktadır. Gerek ülkemizde gerekse dünya ülkelerinde yaşanan enerji sorununun taşıdığı önem dikkate alınır ve gelecekte de azalmayacağı düşünülürse, enerjinin daha verimli olarak kullanılması ve tasarrufu gereklidir.

Enerji tasarrufu, aynı işin daha az enerji kullanılarak yapılması ya da aynı enerji ile daha fazla işin yapılması olarak tanımlanabilir (Ölmez, 1981).

Ülkemizde halen taşkömürü, linyit, asfaltit, petrol, doğal gaz, hidrolik, jeotermal ve güneş enerjisi gibi birincil enerji kaynaklarının yanı sıra elektrik enerjisi kök ve hava gazı gibi ikincil enerji kaynakları da üretilip tüketilmektedir.

Birincil enerji kaynaklarımızın, dünya enerji rezervleri içerisindeki yeri incelendiğinde, taş kömürü, linyit ve asfaltit rezervlerimizin dünya kömür rezervleri içerisindeki payının binde 5, güneş enerjisinin yüzde 2, jeotermalin yüzde 4, hidrolik potansiyelimizin yüzde 1 civarında payı olduğu gözlenmektedir. Belirlenmiş petrol ve doğal gaz rezervlerimizin dünya rezervleri içerisindeki payı ise ihmal edilebilecek düzeydedir (Enerji Raporu, 1986).

Konvansiyonel kaynaklar olarak da adlandırılan petrol ve tabii gazın dünya rezervleri incelendiğinde, bunların ömürlerinin kömür ve diğer hidrokarbonlara göre son derece kısıtlı olduğu anlaşılmaktadır (Enerji Raporu, 1986). Petrol ve tabii gazın rezervlerindeki bu kısıtlılığa paralel olarak fiyatlarının artacağı da bir gerçektir. Bu sorun nedeniyle ileriki yıllarda gerekli enerji çoğunlukla kömürden, güneşten, kısmen de nükleer santrallerden sağlanacak ve böylece enerjinin büyük bir kısmı kullanıcıya elektrik enerjisi şeklinde ulaşacaktır.

Elektrik enerjisi, ikincil enerji kaynakları içinde çok önemli bir yere sahiptir. Ülke kalkınmasında da enerji kaynaklarımız içinde kritik bir önemi vardır. Zira, kişi başına elektrik tüketimi kalkınmışlık düzeyinin göstergelerinden biri olarak sayılmaktadır. Türkiye'de kişi başına enerji tüketimi halen dünya ortalamasının üçte biri civarındadır (Enerji Raporu, 1986).

Elektrik enerjisi, Petrol, kömür ve hidrolik enerji gibi hemen hemen bütün birincil enerji kaynaklarından elde edilebilmektedir. Ayrıca iletimi kolaylıkla yapılabilen ve çevre kirliliği yaratmamaktadır.

Elektrik enerjisi bu önemli özellikleri nedeniyle, endüstri alanında çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, 1978-1979 ikinci petrol krizinden sonra enerji-ekonomi ilişkileri dengesizlikler gösterince, ekonomik ve sosyal yaşantıda enerji yoğunluğunun ve israfının önlenmesi için enerji tasarrufu gündeme gelmiştir. Bu maksatla saptanan ekonomik politikalar, enerji tasarrufu sağlayan teknolojilerin geliştirilmesine ve gereksiz enerji tüketiminin önlenmesine yöneliktir. Gerçekte enerji tasarrufu, enerji talebini kısarak ekonomik gelişmeyi yavaşlatmak değil, sınai üretimi olumsuz yönde etkilemeden gereksiz enerji tüketimini önlemek anlamında alınmalıdır.

Gereksiz enerji tüketimi, enerji arzında büyümeye neden olarak ekonomik gelişme üzerinde doğrudan etkili olabilmektedir. Bu nedenle gereksiz enerji tüketiminin önlenmesine yönelik politikalar, hem enerji-ekonomi ilişkilerini dengelemekte hemde enerji arzındaki yetersizlik halinde enerji açığını kapatmaya yönelik olarak kullanılabilir (Berberoğlu, 1982).

Enerji tasarrufu sağlayan teknolojilerin geliştirilmesiyle, aynı işin daha az enerji kullanılarak yapılabilmesi sağlanabilmektedir. Ancak, bu yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulamaya sokulması bazı yatırımları gerektirebilecektir. Fakat, sonuçta sağlanan faydalar genellikle yatırım masraflarından daha büyüktür.

Ekonomik gelişme süreci içinde bulunan ülkemizde enerji tasarrufu sağlayan teknolojik gelişmelerden yararlanılarak uzun dönemde elektrik enerjisi talep açıklarının kapatılması sağlanabilir.

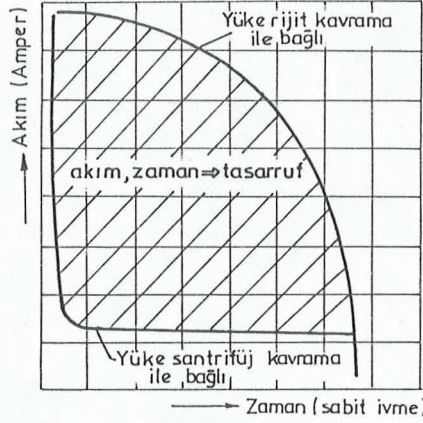
### 3.2 Enerji Tasarrufunda Santrifüj Kavramanın Önemi

Günümüzde endüstriyel kullanıma hemen her gün, enerji tasarrufu sağlayan yeni sistemler çıkmaktadır. Fakat, bunlardan çok azı bir santrifüj kavramanın düşük maliyeti ve basitliği ile uyuşur. Bu tür kavramalar, uygun bir şekilde kullanıldıklarında enerji maliyetlerini azaltırlar. Motor boyutlarını küçültürler ve motor ömrünü uzatırlar.

Santrifüj kavrama maliyet tasarrufu sağlayan bir eleman olduğu kadar enerji tasarrufu da sağlayan bir elemandır (Pearch, 1980).

Santrifüj kavramalar motorun ilk çalışma akımını ve mekanizmanın doğrudan doğruya çalıştırılmasındaki mevcut ısı kayıplarını oldukça düşürür. Bu ise güç faktörlerinin düşmesine, yüksek verime ve sonuç olarak da ekonomik çalışmaya yol açar. Gerçekten de santrifüj kavramalar motorun işletme hızına saniyenin daha altında bir zamanda

ulaşmasına imkan verdiğiinden yüksek akım çekilmesine harcanan zaman oldukça azalır (Şekil 3.1.). Dolayısıyla santrifüj kavramanın ilk hareket maliyeti, bir direkt bağlantıdaki maliyetin çok altındadır.



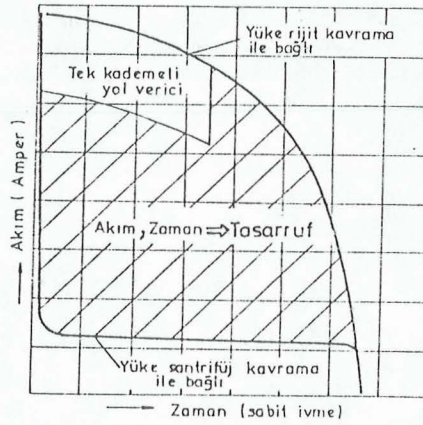
**Şekil 3.1.** Çapraz çizgiler santrifüj kavrama ile elde edilen akım + zaman = para tasarrufunu göstermektedir (Pearch, 1980).

Tahrik edilen yük bir fan veya konveyör sistemi gibi yüksek ataletli bir sistem ise ilk bağlantıda motorun korunması için bazı tedbirler gerekir. Çoğu zaman motor yüke direkt olarak bağlanır ve bir düşük gerilimde yol verici başlangıç akımını sınırlar. Bu efektif bir uygulama olmasına rağmen çizelge 3.1., 200 HP'ye kadar olan uygulamalarda başlangıç maliyetinin santrifüj kavramalıya nazaran iki misli olacağını göstermektedir (Pearch, 1980).

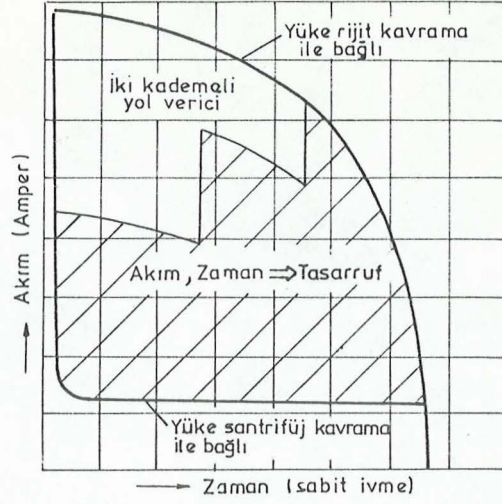
Şekil 3.2., 3.3., 3.4.'te ise enerji tasarrufu açısından düşük gerilimde yol vericilerle santrifüj kavramalar karşılaştırılmakta ve santrifüj kavramaların daha büyük tasarruflar sağladığı görülmektedir.

**Çizelge 3.1.** Fiyat Analizine Dayanılarak Düşük Gerilimde yol vericilerle Santrifüj Kavramaların Maliyet Karşılaştırması (Pearch, 1980).

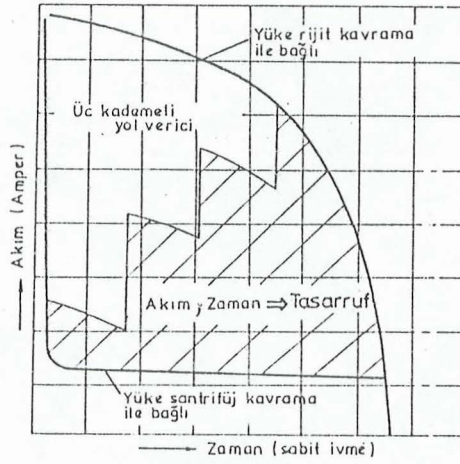
Güç (HP)	Düşük gerilim ile yol verici Toplam maliyet indeksi	Santrifüj kavrama Toplam maliyet indeksi	Santrifüj kavrama- nın maliyet tasarrufu (%)
5	100	18.0	82.0
7,5	100	18.9	81.1
10	100	24.6	75.4
15	100	25.7	74.3
20	100	27.8	72.2
30	100	30.5	69.5
40	100	27.4	72.6
50	100	27.2	72.8
60	100	35.5	64.5
75	100	56.1	43.9
100	100	66.7	33.3
125	100	78.7	21.3
150	100	78.5	21.5
200	100	72.1	27.9



**Şekil 3.2.** Eğriler tek kademeli düşük gerilimde yol verici ile santrifüj kavrama için akım değerlerini göstermektedir. Düşük gerilimde yol vericili bağlantı, direkt bağlantıya nazaran akım ihtiyacını azaltıyor olsa da, santrifüj kavrama ile daha fazla tasarruf sağlanmaktadır (Pearch, 1980).



**Şekil 3.3.** İki kademeli düşük gerilimde yol vericinin karakteristiği santrifüj kavrama ile karşılaştırılmaktadır. Bu düşük gerilimde yol verici tek kademeliye nazaran daha az akım gerektiriyor olsa da, santrifüj kavrama daha fazla tasarruf sağlamaktadır (Pearch, 1980).



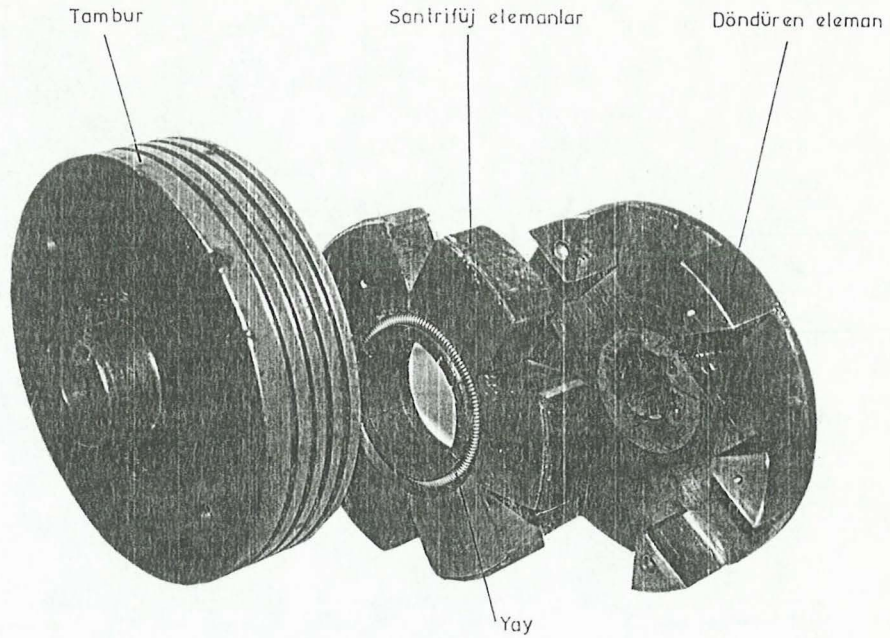
**Şekil 3.4.** Üç kademeli düşük gerilimde yol vericinin akım değerleri santrifüj kavrama ile karşılaştırılmaktadır. Burada da santrifüj kavramanın daha avantajlı olduğu görülmektedir (Pearch, 1980).

#### 4. DENEY KAVRAMASI

##### 4.1 İmal Edilen Modelin Tanımı ve Özellikleri

Anadolu Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Takım Tezgahları Laboratuvarında imal edilen bu modelin seçiminde, özellikle laboratuvar olanakları da göz önünde tutularak konstrüksiyonunun basit, imalatının kolay olması amaçlanmıştır.

İmal edilen bu kavrama (Şekil 4.1.), döndüren eleman, santrifüj kütleler(pabuç) ve tambur olmak üzere üç ana parçadan meydana gelmiştir. Deney sırasında döndüren eleman motor miline tambur ise dişli pompa miline kamalanmaktadır. Moment iletimi 6 adet pabuç vasıtasıyla sağlanmaktadır. Pabuçlar döndüren eleman üzerindeki klavuz çeneler arasına yerleştirilmiş ve üzerlerine sürtünme kaplamaları yapıştırılmıştır. Pabuçların dışa doğru açılmaları, her iki yan yüzeyleri üzerine açılan bir yuvaya yerleştirilmiş iki adet silindirik helisel yaylarla kontrol edilmektedir. Yani motor, kavramanın yapısı gereği 950 d/dak'ya kadar yüksüz olarak çalışmakta, diğer bir deyişle pabuçlar bu ana kadar açılmamaktadırlar. Daha sonra motor hızı yükselirken; pabuçlar da, artan merkezkaç kuvvetin yay kuvvetini yenmesiyle radyal yönde dışa doğru açılarak tambura basmakta ve moment iletimi için gerekli sürtünme kuvvetini oluşturmaktadırlar. Daha sonra sürtünme kuvvetinin yeterli büyüklüğe ulaşmasıyla yük direnci yenilmekte ve kavrama, moment iletimini gerçekleştirmektedir.



Şekil 4.1. İmal edilen santrifüj kavrama

Kavramanın devreye girmesi 1 saniyeden çok daha kısa bir sürede gerçekleşmekte, osiloskop ekranından yapılan tesbitlere göre yaklaşık 0.3 saniye kadar sürmektedir. Bu süre, yay kuvveti değiştirilerek amaca uygun olarak ayarlanabilir.

Kavramanın imalat resimleri ek 1'de verilmiştir.

#### 4.2 Kavrama Momenti

Çalışma sırasında, kavramanın devreye girmesini geciktirerek motorun ilk hareketi alabilmesini sağlayan yay kuvveti ( $F_Y$ ),  $F_M$  merkezkaç kuvvetinin etkisini azaltıcı yöndedir. Bu duruma göre pabucun tambura bastırma kuvveti

$$F_N = F_M - F_Y \quad (4.1)$$

ve, 1 pabucun ilettiği moment

$$M_1 = \mu(F_M - F_Y) \cdot \frac{D}{2} \quad (4.2)$$

dir. Kavramanın (6 pabucun) ilettiği toplam moment ise

$$M_0 = z \cdot \mu(F_M - F_Y) \cdot \frac{D}{2} \quad (4.3)$$

ifadesiyle hesaplanmaktadır.

Buna göre

- $z = 6$
- $\mu = 0,25$  (kabul)
- $m = 0,390$  kg [1 pabuç için]
- $r = 55 \cdot 10^{-3}$  m
- $n_M = 1420$  d/dak
- $n_D = 950$  d/dak

konstrüktif değerleriyle, imal edilen bu kavrama için toplam moment 4.3 ifadesinden,

$$M_k = 6 \cdot 0,25 \left[ 0,390 \left( \frac{\pi 1420}{30} \right)^2 \cdot 55 \cdot 10^{-3} - 0,390 \left( \frac{\pi 950}{30} \right)^2 \cdot 55 \cdot 10^{-3} \right] \cdot \frac{165}{2} \cdot 10^{-3}$$

$$M_k = 32 \text{ N} \cdot \text{m}$$

olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla nominal devir sayısında iletilebilecek güç'de;

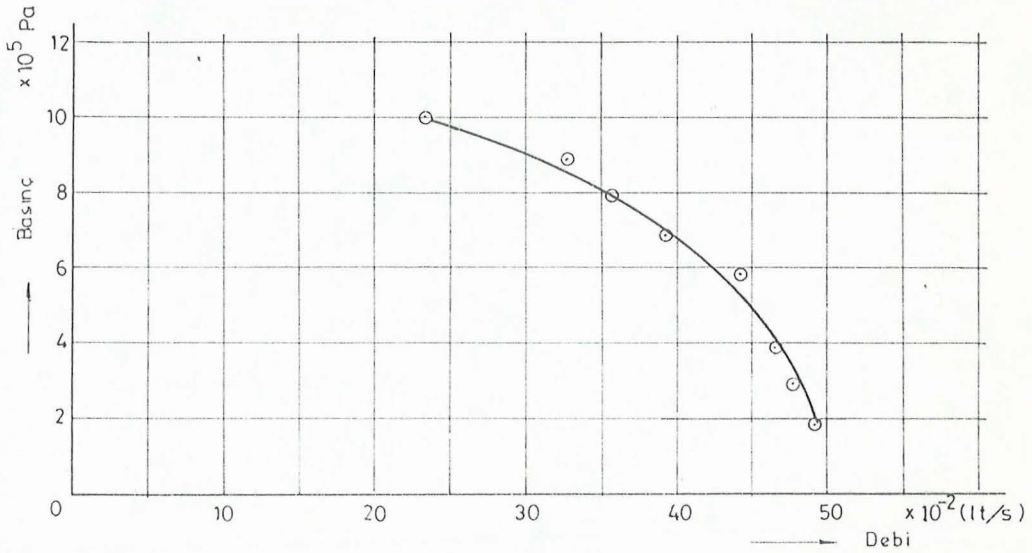
$$P = M_k \cdot \omega = 32 \text{ (Nm)} \cdot \frac{\pi 1420}{30} \left( \frac{1}{s} \right) = 4758$$

Watt'tır.

## 5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 5.1 Materyal

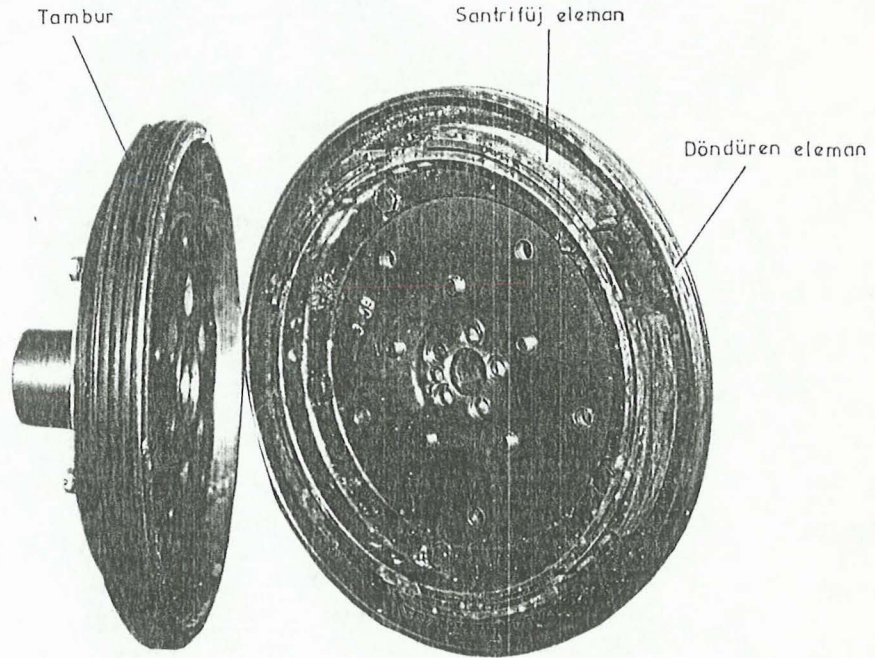
Deneylerde güç kaynağı olarak 2.2 kw. gücünde, devir sayısı 1420 d/dak. ve güç faktörü ( $\cos \phi$ ) 0,8 olan bir asenkron elektrik motoru, iş makinesi olarak da karakteristik eğrisi Şekil 5.1.'de gösterilen dişli pompa kullanılmıştır.



Şekil 5.1. Deneylerde kullanılan dişli pompanın karakteristik eğrisi

Elektrik motoru ile dişli pompa arasındaki bağ iki ayrı kavrama ile sağlanmıştır. Bunlardan ilki kendi imal ettiğimiz (Bkz. Şekil 4.1.), diğeri ise iki silindirli, dört zamanlı, hava soğutmalı citroen 2 Cv 4'ten (Şekil 5.2.) alınma santrifüj kavramadır.

Deneylerin bir başka bölümünde de bu kavramalardan aynı zamanda rijit kavrama (kaplin) olarak yararlanılmıştır. Bu iş için, kavramanın döndüren ve döndürülen yarılı karşılıklı iki adet civata ile sıkılarak rijit hale getirilmiş ve böylece sistemde kullanılan irtibat elemanlarının aynı atalete sahip olmaları sağlanmıştır. Ayrıca güç ölçümü için AMSTRAD CPC 6128 bilgisayarı ve bir uyum devresinden<sup>1</sup> yararlanılmıştır.



Şekil 5.2. Citroen 2 Cv 4'e ait santrifüj kavrama

<sup>1</sup> Uyum devresi, "Amstrad CPC 6128 Bilgisayarında ses analizi yapabilecek Donanım ve Yazılım" projesi ismi altında 1987 yılında Rifat EDİZKAN tarafından yapılmıştır.

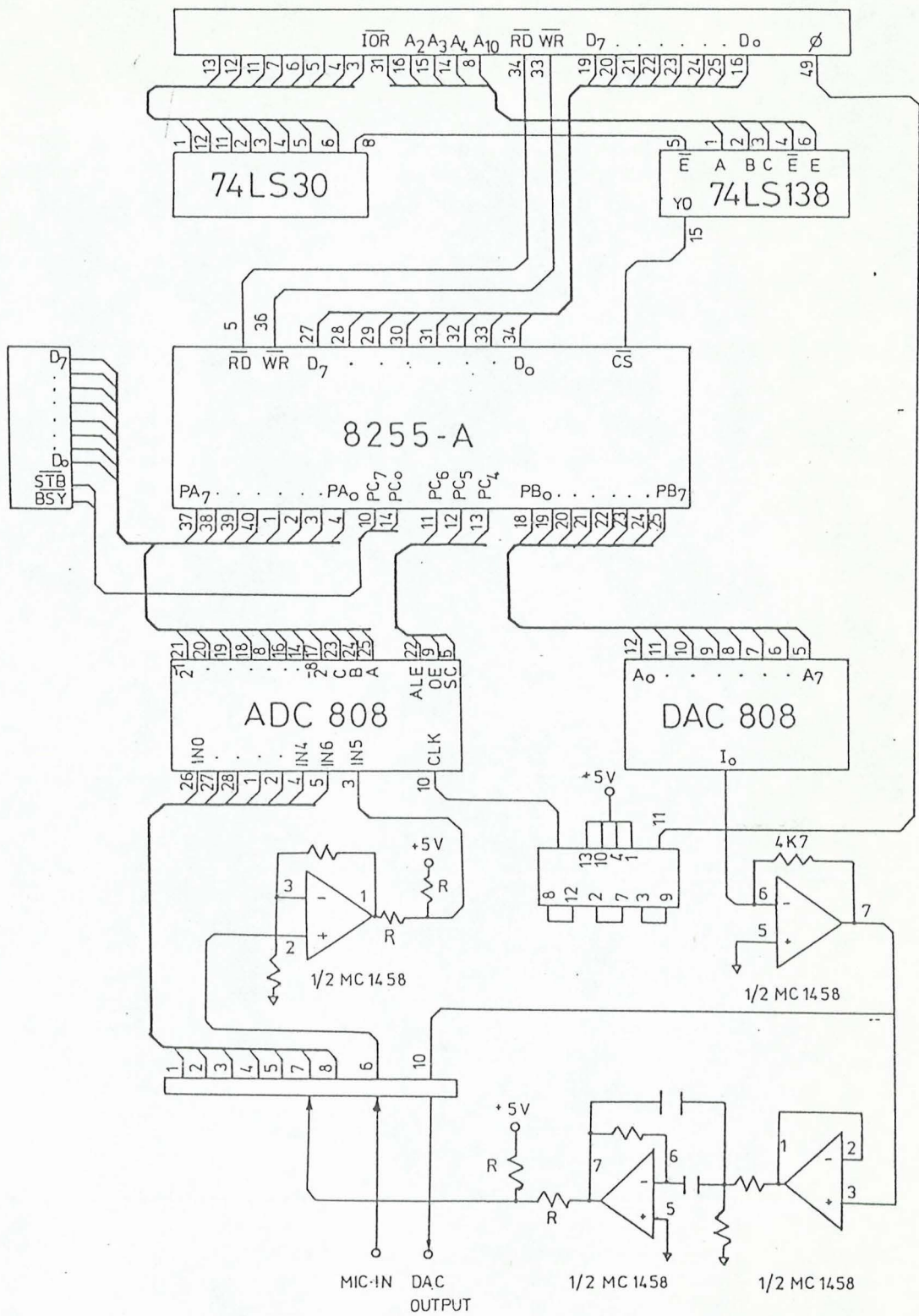
Uyum devresi 8255-A PPI, ADC 808, DAC 808 ve adres çözücünden meydana gelmektedir. 8255-A, bilgisayarla uyum devresi arasındaki bağlantıyı sağlar. Bir kontrol yazacı ve A,B,C ile gösterilen ayrı ayrı adreslenebilir portlara sahiptir. Bilgilerin uyum devresine veya bilgisayara akışı bu portlar yardımıyla olur. ADC 808, sekiz bitlik analog sinyali digitale çevirici olup 8255-A'nın A portuna bağlıdır. ADC 808 sekiz tane girişe sahiptir. Bu sekiz girişten hangisinin seçildiği ADC 808'in üç adres girişi (ADD A, ADD B ve ADD C) ile belirlenir. ADC 808, 0-5 volt arasındaki sinyalleri digital verilere çevirmektedir. ADC'de 0-5 volt arası 256 voltaj basamağına bölünür. Bu her basamağa sekiz bitlik bir dijital veri karşılık gelir. ADC'nin girişindeki sinyalin değeri yaklaşık hangi voltaj basamağına karşılık geliyorsa o basamağa ait sekiz bitlik veri ADC çıkışında gözükür. Bu veri bilgisayar tarafından alınarak değerlendirilir.

ADC 808'in analog sinyali digitale çevirme zamanı 100 mikrosaniyedir. Bu analog sinyalden saniyede 10.000 örnek alınarak bunları sekiz bitlik verilere çevirmemize olanak verir.

DAC 808, ADC 808'in tam tersi bir fonksiyona sahiptir ve sekiz bitlik digital verilerin analog sinyale çevrilmesini sağlar. Adres çözücü ise bilgisayar çıkış terminalinde belirli bir adres olduğunda uyum devresini aktif hale getirir.

Şekil 5.3.'de uyum devresinin blok diyagramı, şekil 5.4'te de şematik diyagramı gösterilmiştir.

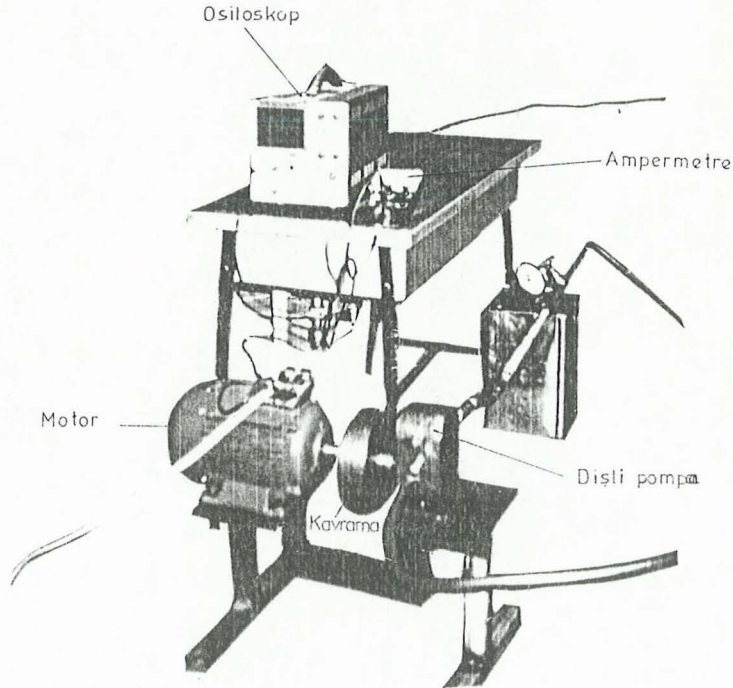




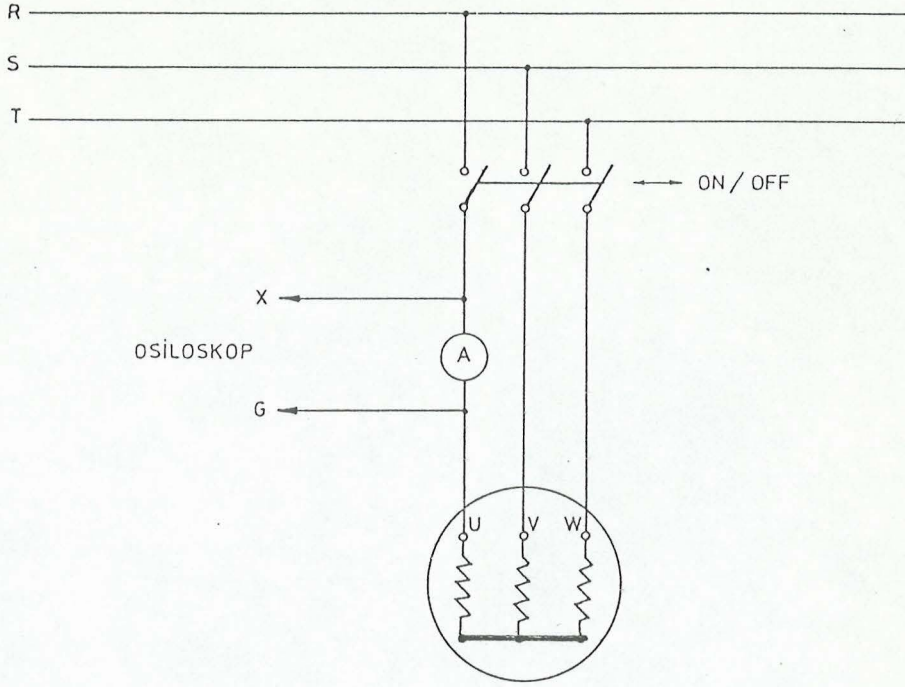
Şekil 5.4. Uyum devresi şematik diyagramı (Edizkan, 1987).

## 5.2 Yöntem

Santrifüj kavramalı bir sistemde, doğrudan bağlantıya nazaran çekilen gücün tesbiti için, bir dişli pompa elektrik motoru ile çalıştırılmış ve sistemde irtibat elemanı olarak önce santrifüj kavrama daha sonrada aynı atalete sahip kaplin kullanılmıştır. Neticede elektrik motorunun çektiği akım zamana bağlı olarak hafızalı bir osiloskopta gözlenmiştir. Deney tesisatı Şekil 5.5'de, osiloskopun bağlantı şeması ise şekil 5.6.'da gösterilmiştir.



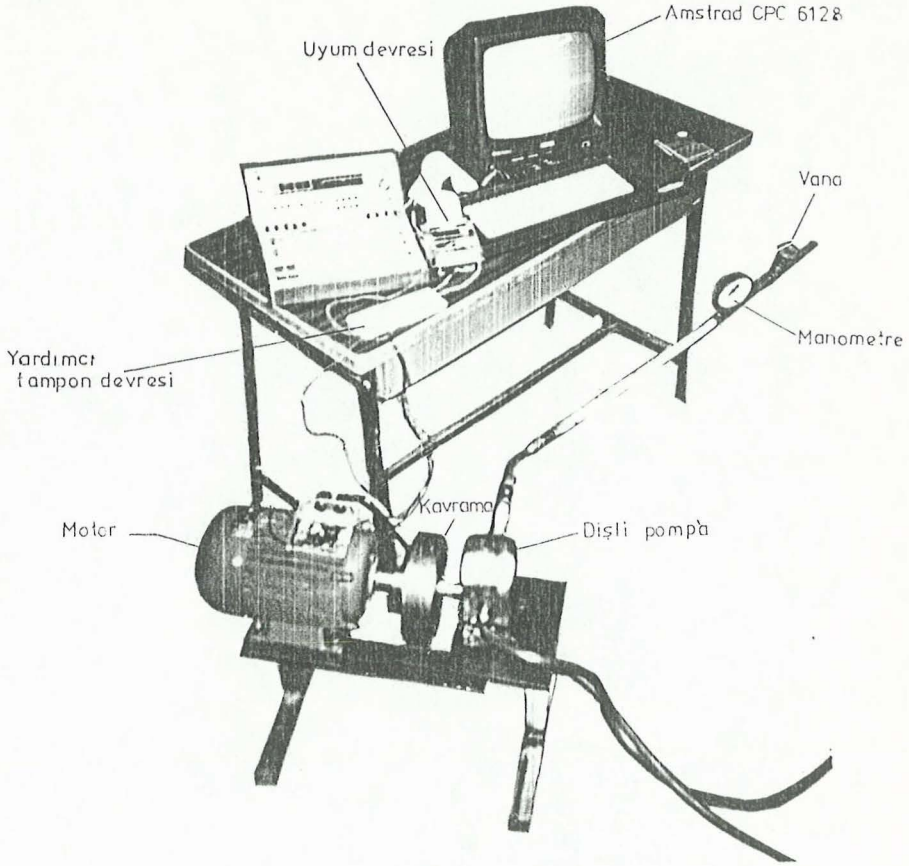
Şekil 5.5. Osiloskoplu deney tesisatı



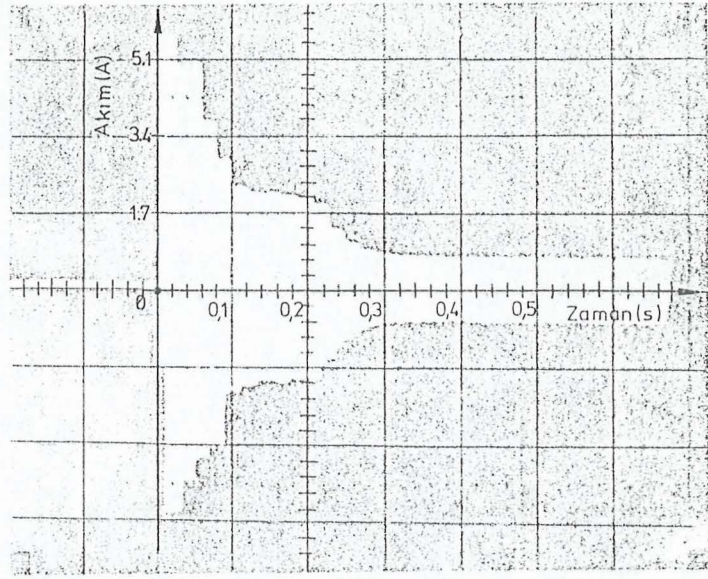
**Şekil 5.6.** Osiloskop bağlantı şeması

Osiloskoptaki gözleme olayı, farklı yükleme değerlerinde hem kavramalı hem de kaplinli bağlantı için ayrı ayrı tekrarlanmış ve tesbit edilmiştir (Şekil 5.8., ..... 5.12.). Yükleme durumu, dişli pompanın çıkışındaki bir vana vasıtasıyla sağlanmış ve vanadan önce sisteme takılan bir manometreden de kontrol edilmiştir.

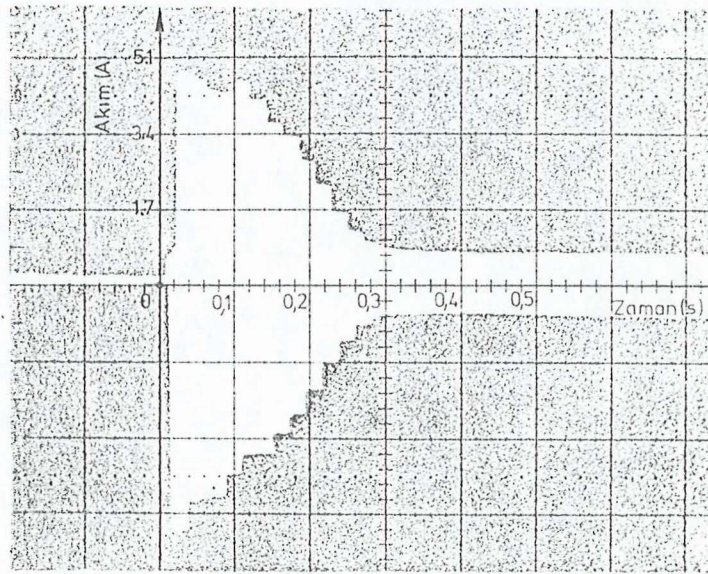
Bu yöntemle güç hesabında, güç faktörü  $\cos\phi$ 'nin değişimi tam olarak gözlenemediğinden gücün aktif ve reaktif bileşenleri hakkında net bir bilgi alınamamıştır. Bu nedenle, deneyde kullanılan asenkron motorun demaraj süresi de çok kısa olduğundan bu süre içinde çekilen ortalama gücün ölçümünde AMSTRAD CPC 6128 bilgisayarı ve uyum devresinden yararlanılmıştır (Şekil 5.7.).



Şekil 5.7. Bilgisayar ve uyum devreli deney tesisatı

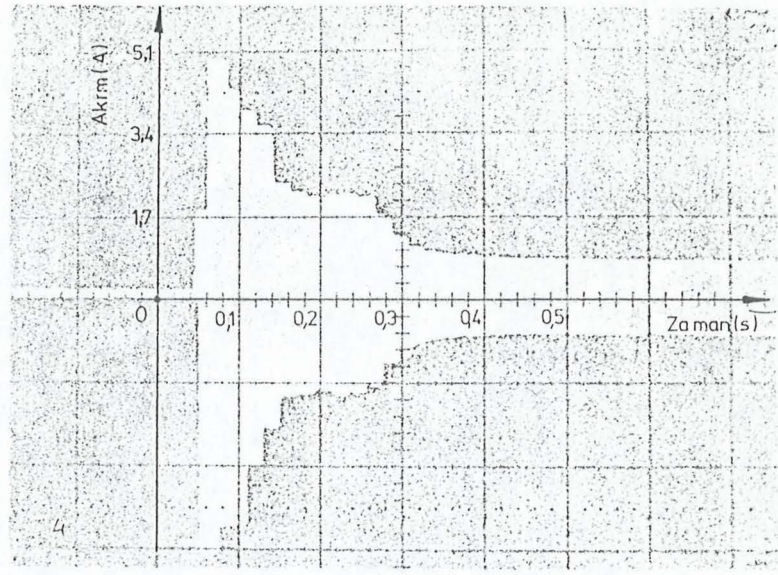


(a)

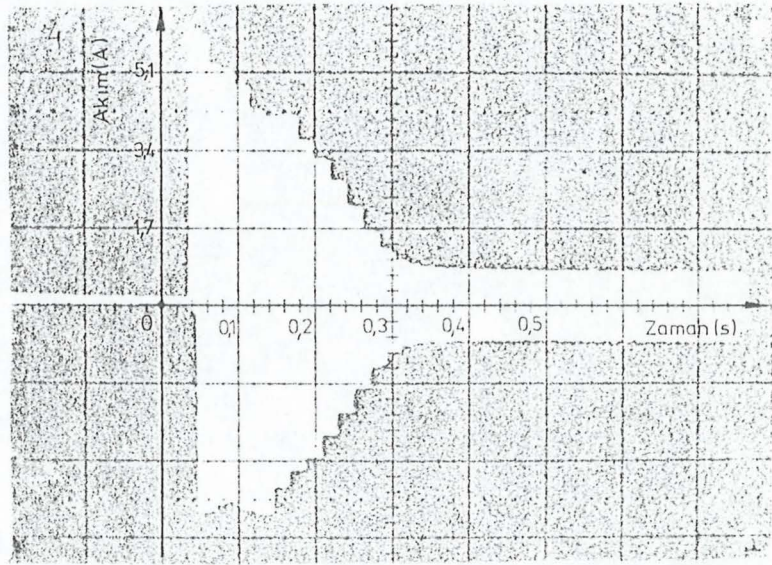


(b)

Şekil 5.8. İmal edilen santrifüj kavramada  $2 \cdot 10^{-3}$  Pa yük-  
leme değeri için osiloskopa gözlenen akım-za-  
man değişimi  
a) Santrifüj Kavramalı b) Rijit Kavramalı  
(Kaplınli)



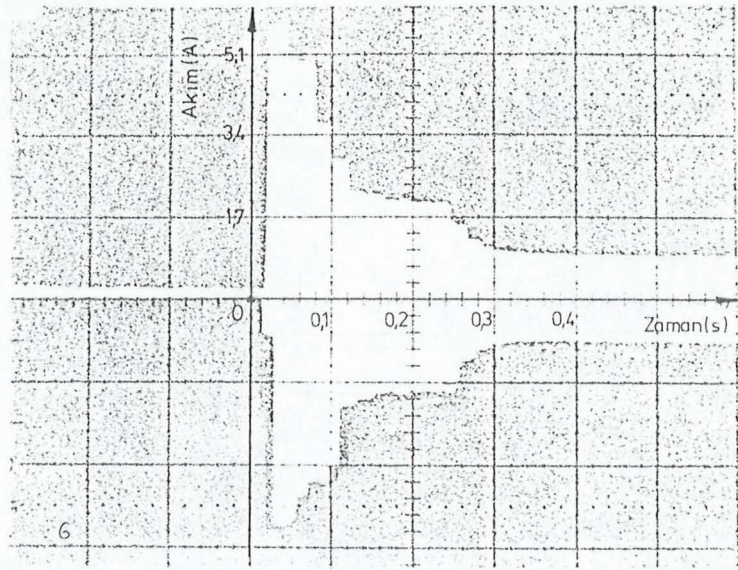
(a)



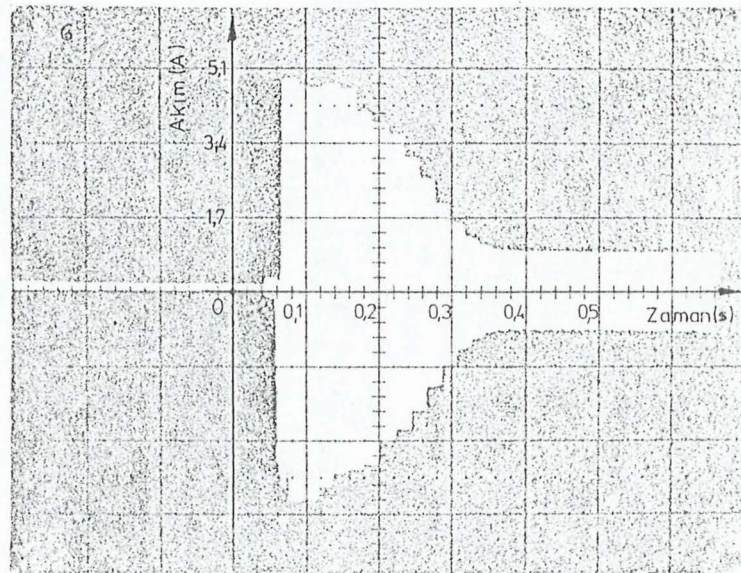
(b)

Şekil 5.9. İmal edilen santrifüj kavramada  $4 \cdot 10^{-3}$  Pa yük-  
leme değeri için osiloskopa gözlenen akım-za-  
man değişimi

a) Santrifüj Kavramalı      b) Rijit Kavramalı



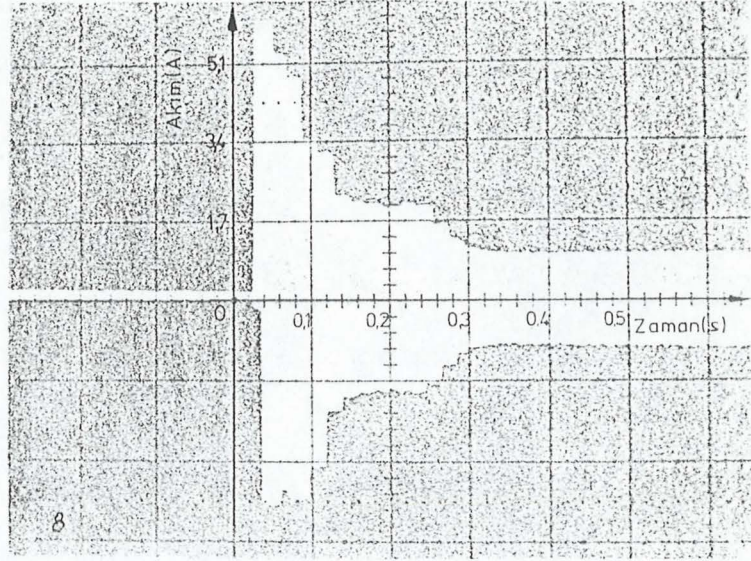
(a)



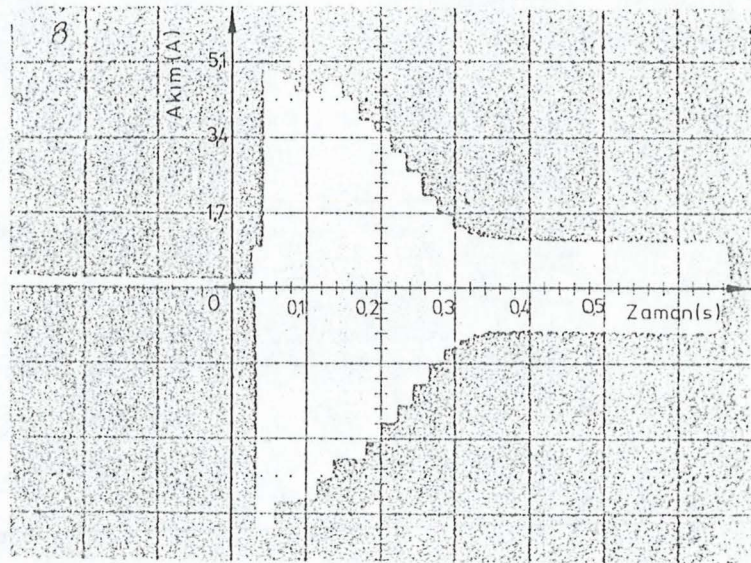
(b)

Şekil 5.10. İmal edilen santrifüj kavramada  $6 \cdot 10^{-3}$  Pa yük-  
leme değeri için osiloskoplara gözlenen akım-za-  
man değişimi

a) Santrifüj Kavramalı      b) Rijit Kavramalı

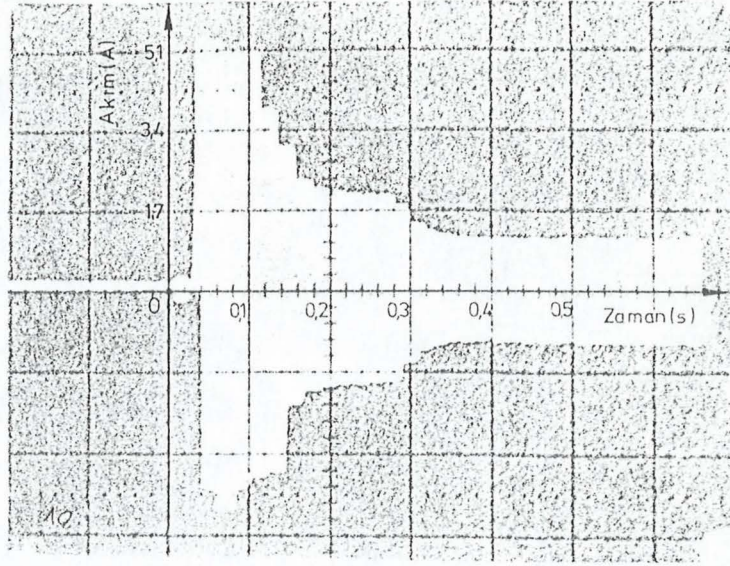


(a)

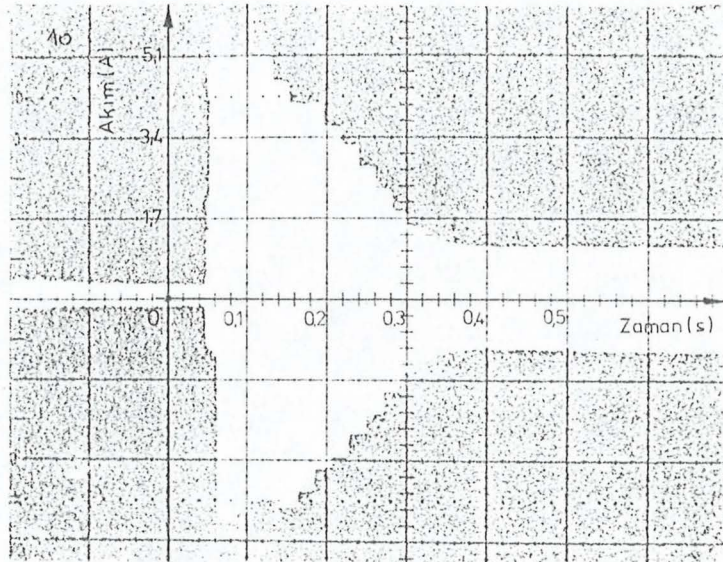


(b)

Şekil 5.11. İmal edilen santrifüj kavramada  $8 \cdot 10^{-3}$  Pa yük-  
leme değeri için osiloskopa gözlenen akım-za-  
man değişimi  
a) Santrifüj Kavramalı b) Rijit Kavramalı



(a)



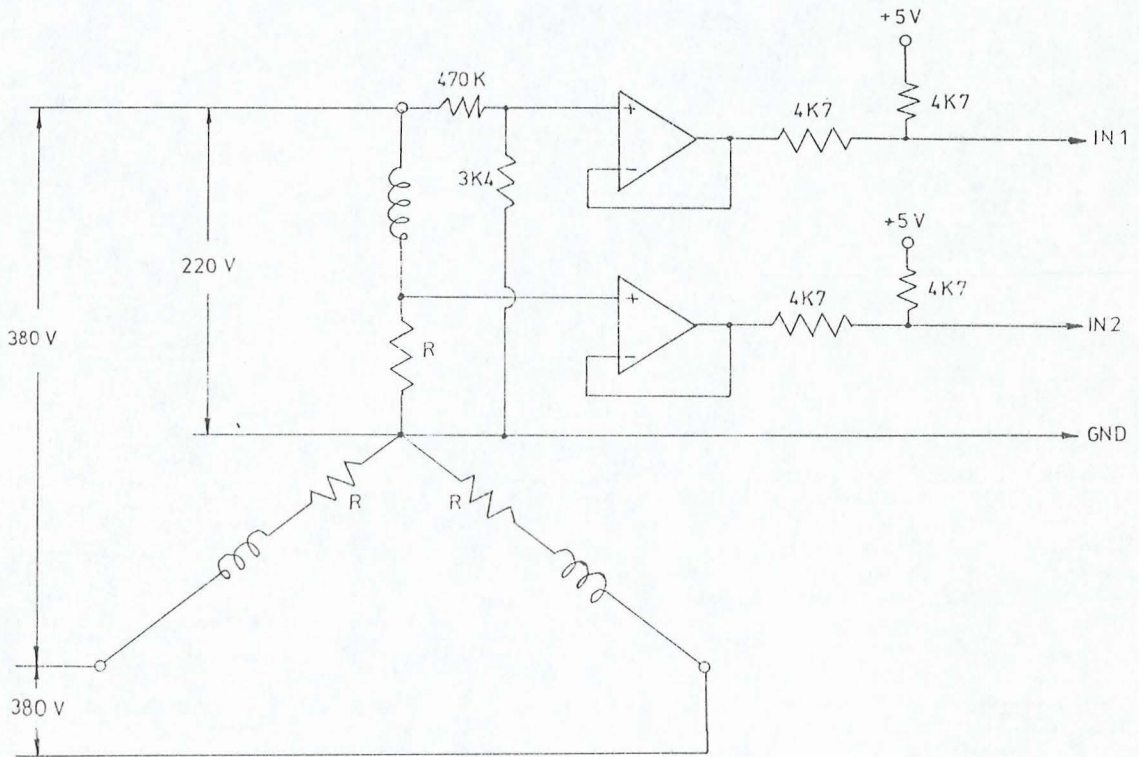
(b)

**Şekil 5.12.** İmal edilen santrifüj kavramada  $10 \cdot 10^5$  Pa yük-  
leme değeri için osiloskopa gözlenen akım-za-  
man değişimi  
a) Santrifüj Kavramalı    b) Rijit Kavramalı

### 5.2.1. Güç ölçümünün yapılışı

Güç ölçümü yapılırken uyum devresinin yanında bir devreden daha yararlanılmıştır (Şekil 5.13). Bu devre sinyal ölçülen nokta ile ADC 08'in girişleri arasında tampon

görevi görmekte ve ayrıca sinyalin referans seviyesini 2.5 volt'a getirmektedir. Kullanılan Y bağlı asenkron motorun her fazına küçük bir direnç bağlanarak faz akımının hesaplanmasında bu dirençten yararlanılmıştır. Ayrıca ADC 808'in birinci ve ikinci girişleri, faz geriliminin ve akımının örneklenerek bilgisayara kaydedilmesinde kullanılmıştır. Motorun 220 voltluk faz gerilimi, ADC 808'in sınırlarını aştığı için gerilim bölücülerden geçirilerek istenilen sınırlar arasına indirilmiştir.



Şekil 5.13. Yardımcı tampon devresi

Güç ölçümünde gerekli bilgisayar programları Basic ve Z-80 Assembler program dilinde yazılmıştır. Basic dilinde yazılan program ek.2'de, akış diyagramı ise Şekil 5.14'de verilmiştir. Program çalıştırıldığında, bilgisayar önce uyum devresindeki 8255-A PPI'yi başlangıç durumuna programlar ve assembler programları hafızasına yükler. Daha sonra

herhangi bir tuşa basılmasını beklemeye başlar. Eğer tuşa basılmışsa o tuşun program içinde ilgili olduğu fonksiyonel bir işlem olup olmadığını araştırır. Bunun sonucunda ilgili bir işlem bulduysa bu işlem ile ilgili alt programa atlar. Bilgisayar alt programdan ana programa döndükten sonra yeniden tuşa basılmasını beklemeye başlar.

Ek. 3'de verilen Z-80 Assembler programı faz gerilimi ve faz akımı sinyallerinin kayıt edilmesinde kullanılır. Bu programda önce ADC 808'in faz gerilimi girişi (IN 1) seçilir ve ADC'ye SC darbesi gönderilir. 100 mikro saniye sonra ADC'nin OE bacağı mantıksal "1" yapılır ve ADC çıkışındaki sekiz bitlik veri 8255-A PPI'nin A portundan okunarak bilgisayarın hafızasına yerleştirilir. Daha sonra OE bacağı mantıksal "0" yapılır ve faz akımı girişi (IN 2) seçilerek SC darbesi gönderilir. Yine 100 mikro saniye sonra ADC çıkışındaki sekiz bitlik veri okunarak hafızaya kayıt edilir. Bu ardışık işlem yaklaşık 3 saniye süresince 16.000 veri alınıncaya kadar devam eder. Buradaki örnekleme frekansı yaklaşık 6 KHz dolayındadır. Programın akış diyagramı Şekil 5.15.'de verilmiştir.

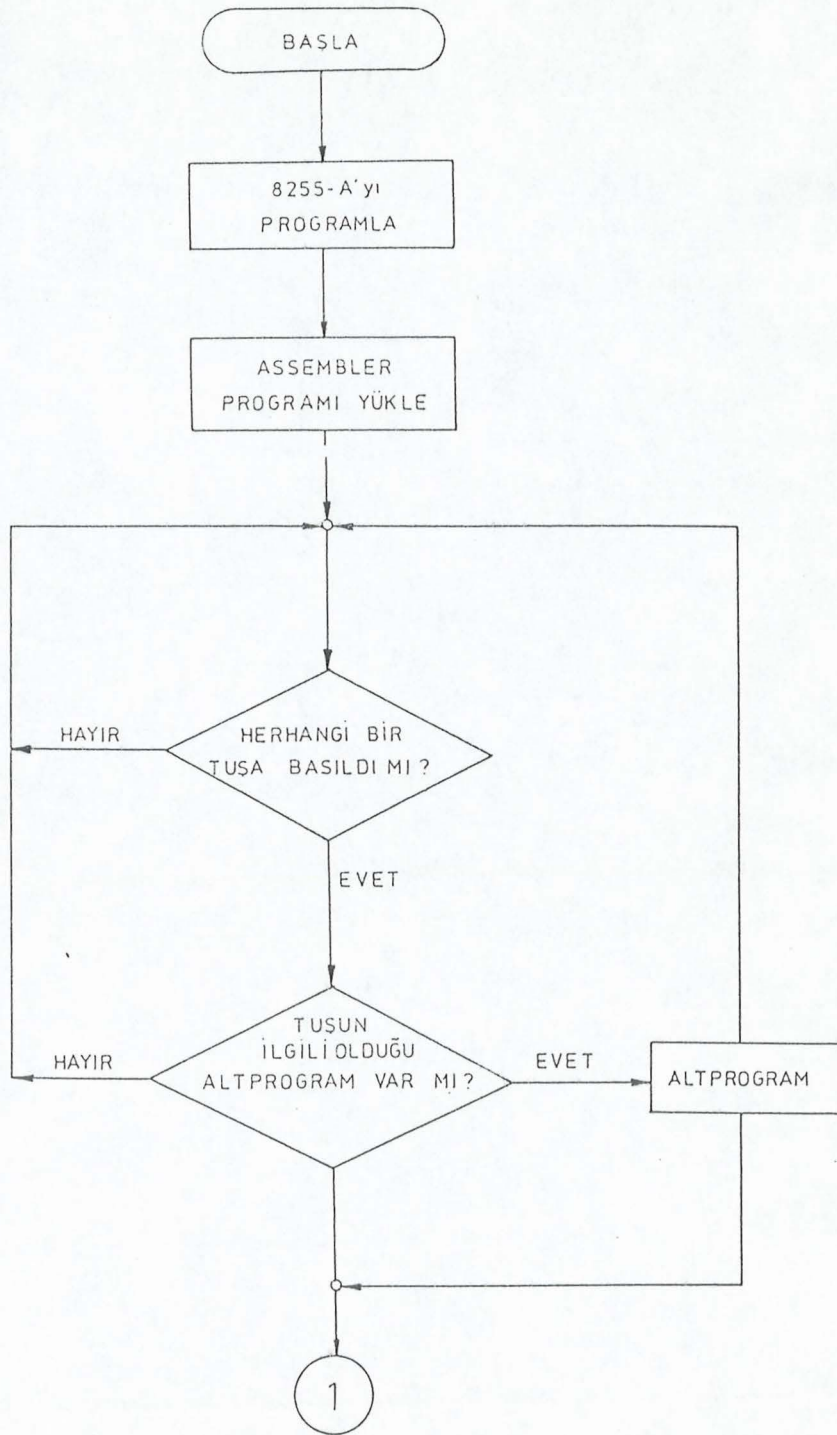
Bilgisayar, motor çalıştırıldığı andan itibaren yaklaşık üç saniye süresince ADC 808'in birinci kanalından faz gerilimi ve ikinci kanalından faz akımını belirleyen gerilimi ardışık olarak okuyarak hafızasına kayıt eder. Bu süre içinde her iki kanaldan toplam 16.000 veri okunur ve hafızanın  $(6000)_{16}$  -  $(9E00)_{16}$  adreslerinin gösterdiği bölümüne yerleştirilir.

Güç hesaplanırken kayıt edilen ardışık veriler  $(5/256)$  katsayısı ile çarpılarak gerilim değerlerine çevrilir. Faz gerilimi kayıt edilirken belli bir  $m_k$  oranında küçültüldüğünden, gerçek değer hesaplanırken yeniden  $m_k$  ile çarpılır. Faz akımı ise  $I_r = V_r/R$  ifadesinden hesaplanır. Ardışık ölçtüğümüz değerler anlık değerlerdir. Bu anlık

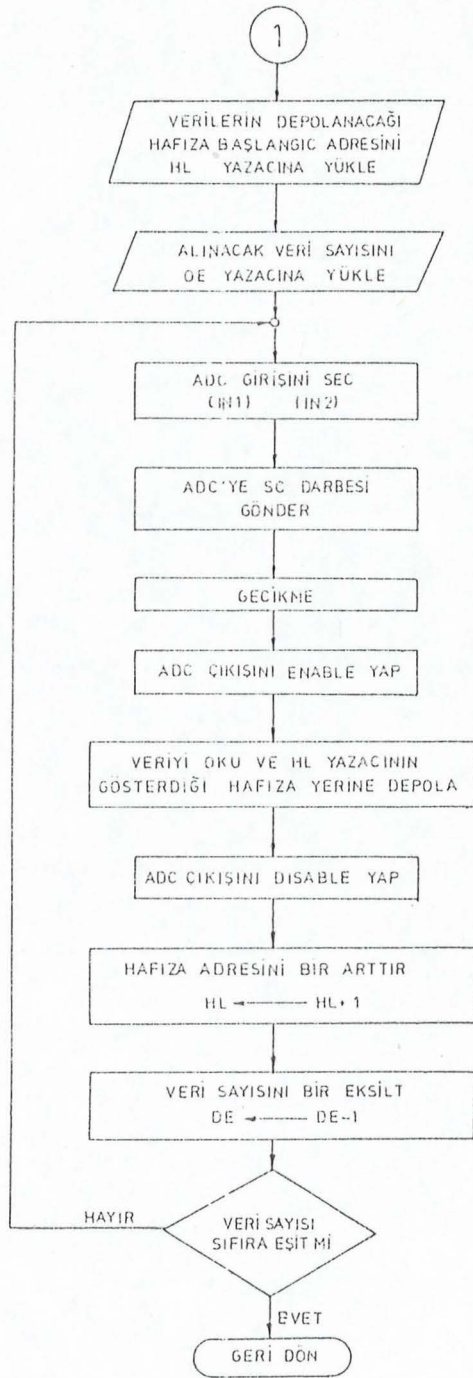
akım ve gerilim değerlerinin çarpımının belirli periyot üzerinden ortalaması alınarak çekilen ortalama güç hesaplanır.

$$P_{art} = \frac{1}{n} \sum_{j=0}^k [m_k v(j)] \cdot \left[ \frac{v_i(j+1)}{R} \right] \quad ; \quad \frac{v_i(j+1)}{R} = i_f$$

k: nT periyot aralığındaki veri sayısı



Şekil 5.14. Basic programının akış diyagramı

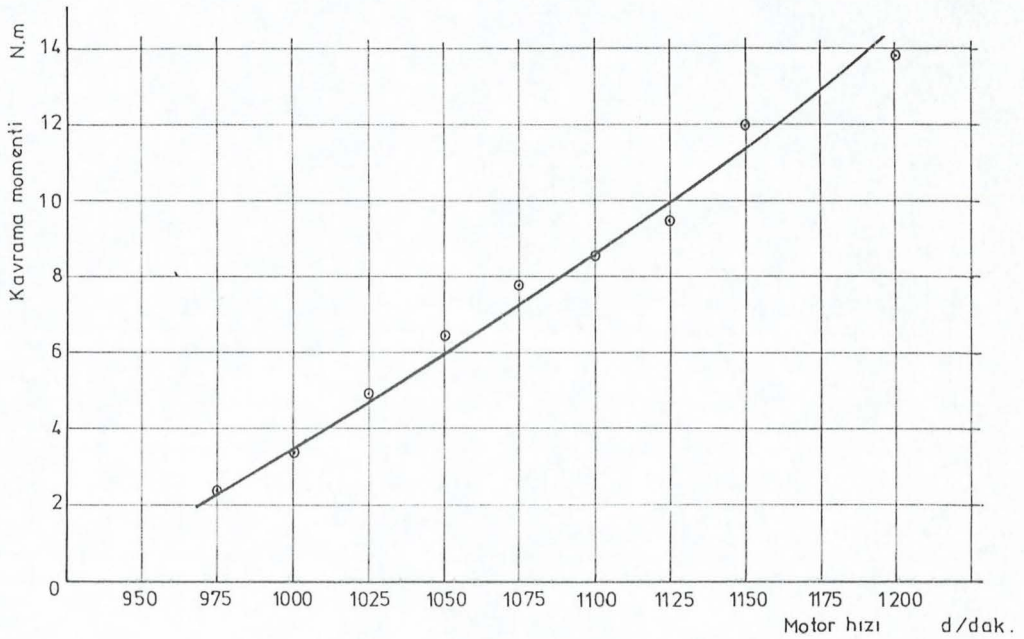


Şekil 5.15. Sinyal kaydı yapan Assembler Programının akış diyagramı

### 5.2.2. İmal edilen santrifüj kavramının moment-hız karakteristiği

Kavrama momentinin motorun dönme sayısı ile artışı, yapılan deneylerle tesbit edilmiş olup, Şekil 5.16'da gösterilmiştir.

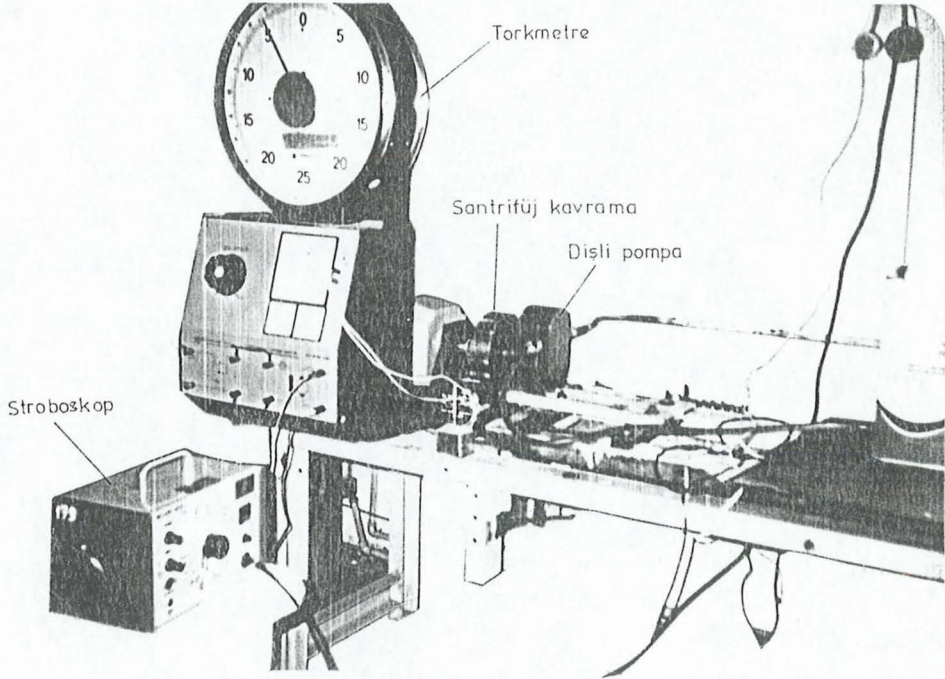
Bu amaç için, irtibat elemanı olarak imal edilen santrifüj kavrama kullanılmış ve dişli pompa, doğru akım elektrik motoru (2 Kw, 1400 d/dak., 12 A) tarafından tahrik edilmiştir.



Şekil 5.16. İmal edilen santrifüj kavramanın moment-hız karakteristiği

Deneyler sırasında, motor belirli bir devir sayısında çalıştırılırken dişli pompa çıkışındaki vana, kavramanın döndüren ve döndürülen yarıları arasında kayma başlayınca kadar yavaş yavaş kapatılmış ve kaymanın başladığı andaki

moment değeri torkmetreden tesbit edilmıştır. Kavramanın döndüren ve döndürülen yarıları arasındaki kayma olayı stroboskopa gözlenmiştir (Şekil 5.17.).



Şekil 5. 17. Moment-hız karakteristiğinin tesbiti için kurulan deney tesisatı

Kavrama momentinin tesbiti için yapılan bu işlemler, değişik devir sayılarında tekrarlanmış ve bu devir sayılarına karşılık gelen moment değerleri tesbit edilmiştir. Ancak 1200 d/dak.'dan daha yüksek devir sayılarında, yükleme sırasında motor akımı nominal değerini aştığından, eldeki mevcut tek motorun korunması açısından daha fazla yükleme yapılamamış ve dolayısıyla kayma olayı gözlenememiştir. Buna bağlı olarak moment değeri de tesbit edilememiştir.

Deneyler her devir sayısı için değişik zamanlarda üç kez tekrarlanmış, tesbit edilen moment değerlerinin ortalaması alınmıştır.

## 6. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİ

Güç kaynağı olarak bir alternatif akım elektrik motorunun kullanıldığı ve çok sık devreye girip çıkmanın mevcut olduğu mil sistemlerinin bağlanmasında, irtibat elemanı olarak bir santrifüj kavramanın kullanılmasıyla sağlanabilecek enerji tasarrufunun tesbiti için yapılan deney sonuçları ek. 4'de verilmiştir.

Deneyler, imal edilen santrifüj kavrama ile 5 farklı yükleme değerinde yapılmış ve karşılaştırma amacıyla bir başka konstrüksiyondaki CITROEN 2 Cv 4'e ait santrifüj kavrama ile de tekrarlanmıştır. Her iki konstrüksiyonda farklı yüklemeler için tesbit edilen güç değerleri çizelge 6.1'de toplu halde gösterilmiştir.

**Çizelge 6.1. Kavramalar İçin Tesbit Edilen Güç Değerleri**

Kavrama tipi	Bağlantı şekli	Yükleme (Pa)				
		$2 \times 10^5$	$4 \times 10^5$	$6 \times 10^5$	$8 \times 10^5$	$10 \times 10^5$
		Çekilen güç (Watt)				
İmal edilen model	Santrifüj kavramalı	6346.08	6353.25	6656.12	6435.82	6233.56
	Rijit kavramalı	9142.62	9045.18	8686.45	8956.90	8864.63
Citroen 2Cv4	Santrifüj kavramalı	11580.80	11554.72	11168.60	11302.76	11950.00
	Rijit kavramalı	11894.76	12989.53	12176.56	11821.05	12834.79

İmal edilen santrifüj kavramanın moment-hız karakteristiğinin tesbiti için yapılan deneylerde ise, güç kaynağı olarak bir doğru akım şönt motoru kullanılmıştır. Dişli pompa çıkışındaki yağ basıncı arttırıldıkça motor yükü yani indüvi akımı artmış, buna karşılık motor hızı düşmüştür. Hızın belli bir değerinde sabit tutulabilmesi için, şönt motorun uyarı sargısından geçen akımı ve dolayısıyla sargılarda oluşan akı, reosta ile ayarlanmıştır. İndüvi akımı, motor yükü veya milindeki moment ile orantılı olarak artar, kavrama momenti de hızın karesiyle değişir. Yüksek hızlarda motorun, kavramanın her iki yarısı arasında kayma başlayınca kadar yüklenmesi indüvi akımının da aynı oranda artmasına neden olacaktır. Kullanılan motorun nominal akımı 12 A olduğundan bu değeri aşmamak için motor daha fazla yüklenememiş, elde edilen değerler sınırlı kalmıştır. Bu nedenle 1200 d/dak.'dan daha yüksek hızlarda da, o hızlara karşılık gelen moment değerlerini elde edebilmek için nominal değerleri daha büyük motor kullanılmalıdır.

Ek. 4'deki sonuçlar, imal edilen santrifüj kavrama ile daha fazla güç farkı sağlandığını göstermektedir. Citroen 2 Cv 4 kavramasında ise santrifüj elemanların küçük devir sayılarında dahi açılarak, motorun ilk hareketini almasından önce yüke binmesine yani rijit kavrama (kaplin) gibi çalışmasına neden olduğu, bu sebepten santrifüj kavramalı durumda da yüksek güç çektiği söylenebilir.

Motor, imal edilen santrifüj kavrama ile çalıştırıldığında kavramanın devreye giriş devir sayısına (950 d/dak) kadar yüksüz olarak çalışmakta, daha sonra yüke binmektedir. Konstrüksiyonda devreye girmedeki gecikme, santrifüj elemanların her iki yüzeyleri üzerine açılan yuvaya yerleştirilmiş, dairesel kesitli silindirik helisel bir çift yay ile sağlanmaktadır. Yay kuvveti arttırılarak motorun, nominal devir sayısına daha yakın değerlere kadar yüksüz olarak çalıştırılması, diğer bir deyişle devreye giriş devir sayısının yükseltilmesi sağlandığı takdirde çekilen gücün daha da azalacağı görülmektedir. Dolayısıyla rijit

kavramalı (kaplinli) bağlantıya nazaran sağlanan tasarrufun artacağı sonucuna varılır. Buna göre kavrama konstrüksiyonunun ve özellikle devreye girme süresinin kazancı maksimum yapacak şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

İmal edilen konstrüksiyonda devreye giriş devir sayısının değiştirilmesi mevcut yay çiftinin değiştirilmesiyle ya da yay çifti sayısının arttırılması veya azaltılması ile sağlanabilir.

Ek.4'te verilen sonuçlara göre 2.2 kw'lık kısa devre asenkron elektrik motoru, aynı yükün tahriki için örneğin dişli pompa çıkışındaki yağ basıncı  $2 \times 10^5$  Pa değerinde iken, imal edilen konstrüksiyonda santrifüj kavramalı bağlantı şekli için 6346.08 Watt, rijit kavramalı (kaplinli) bağlantı şekli için de 9142.62 Watt güç çekmektedir. Buna göre her iki bağlantı şekli arasında 2796.54 Watt'lık bir güç farkı görülmektedir ki bu da yaklaşık % 30 oranında bir güç tasarrufuna karşılık gelmektedir. Bu durum bir iş yeri örneğinde ele alınacak olursa; günde 16 saat çalışan, kek pişirme tavalarını götürme bantında tahrik elektrik motoru ile sağlanmakta ve motor dakikada 9 defa devreye girip çıkmaktadır. Motor, redüktöre doğrudan bağlıdır<sup>1</sup>. Bu sistemde motor ile redüktör arasında bir santrifüj kavramanın kullanılması bantın çok yumuşak bir şekilde devreye girmesine olanak sağlayacağı gibi, enerji maliyetinde de önemli miktarda tasarruf olacaktır. Şöyle ki, deneylerde kullanılan bu elektrik motoru dakikada 9 defa devreye girse ve devreye girme süresi 0,3 saniye olduğuna göre bir saat' te 162 saniye çalışsa, 125.84 W.h'lik bir enerji tasarrufu olacaktır. Elektrik maliyeti yaklaşık 130 TL/kW.h ise ve günde 16 saat çalışılıyorsa yıllık tasarruf 65.000 TL. olur. Aynı iş yerinde 3 adet bant mevcut olduğuna göre yıllık tasarruf 195.000 TL. ola-

<sup>1</sup> Bu bilgiler, Eskişehir Eti Makina A.Ş.'den temin edilmiştir.

caktır. Devreye girme süresi 0.6 saniyeye çıkarıldığında yıllık tasarruf tek bant için 130.000 TL., üç bant için 390.000 TL. olacaktır.

Bu tür bir tasarruf ile santrifüj kavrama kendi kendini amorti edebileceği gibi, bant ilk çalışmaya başladığında çok yumuşak bir şekilde devreye girecek, bant herhangi bir nedenle aniden durduğunda da motoru koruyacaktır. Böylelikle hem belirli oranda tasarruf hem de santrifüj kavramanın üstünlüklerinden yararlanılacaktır.

Yapılan tasarruf Türkiye genelinde ele alınacak olursa ortaya daha büyük rakamlar çıkabilecektir. Ancak bu konuda daha kesin sonuçlar elde edebilmek için değişik güç ve devir sayılarındaki güç kaynakları ile farklı konstrüksiyondaki santrifüj kavramalar üzerinde ölçmeler yapılmalıdır. Ayrıca kavramanın kolayca takılıp sökülebilmesi sağlanmalı, devreye giriş devir sayısı aynı konstrüksiyonda pratik olarak değiştirilebilmelidir.

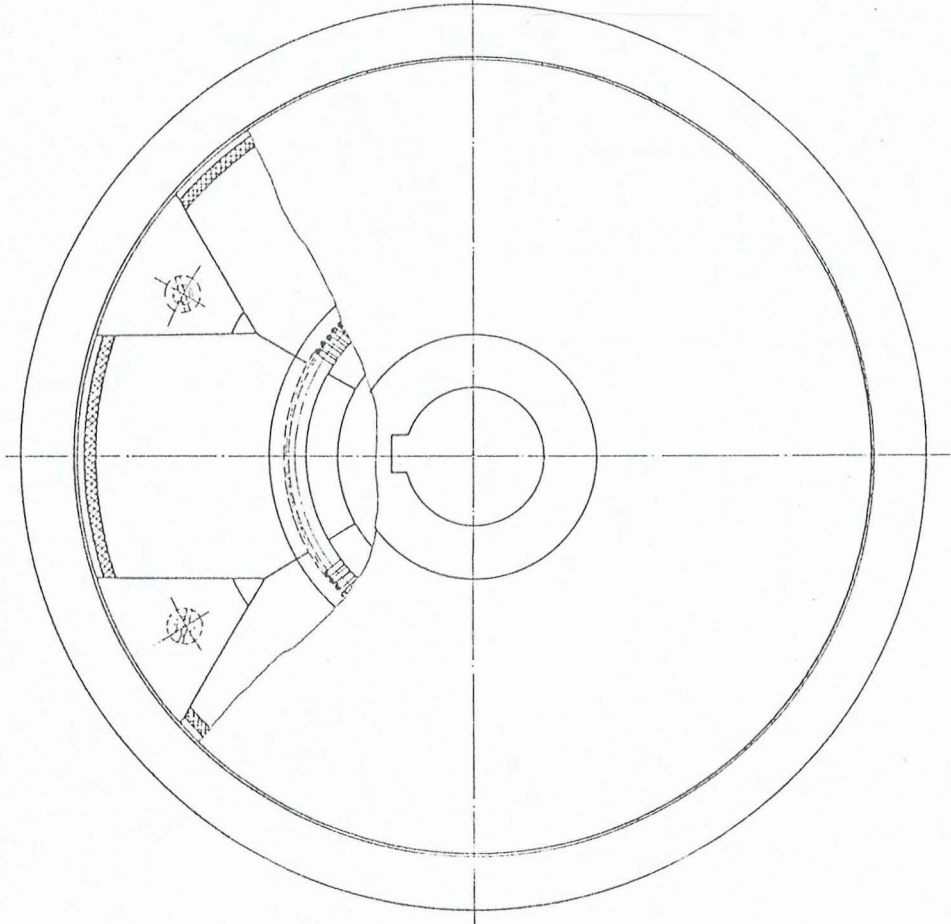
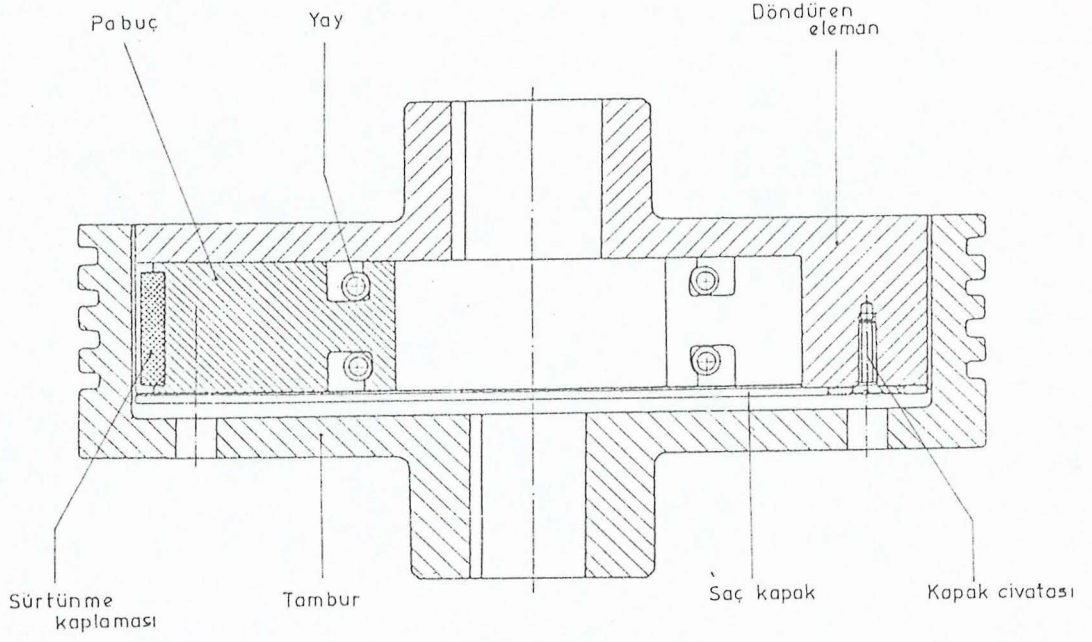
## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abolmasov, G.M., 1957, Proceedings of the Leningrad Refrigerating Industry Technological institute, Leningrad.
- Akkurt, M., 1980, Makine Elemanları II, İ.T.Ü Matbaası, 134, 580 s.
- Albert Seisler Machine Corp., 1972, Mohnton, PA 19540, USA.
- Aleksandrov, M.I., 1965, Braking Devices in Machinery, Mashinostroenie, Moskow
- Babalık, F.C., 1983 Makine Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri, Uludağ Üniversitesi Basımevi, 4-012-0093, 282 s.
- Berberoğlu, N., 1982, Türkiyenin Ekonomik Gelişmesinde Elektrik Enerjisi Sorunu, Eskişehir İ.T.İ.A, 245/165, 252s.
- Centric Clutch Div., Bulletin 301, 559-ADV, 8/85, Woodbridge, NJ, U.S.A.
- Dekhanov, V.I. and Petrov, G.N., 1970, Investigation of the Performance of Overrunning Friction Clutches for Centrifugal Separators, 2, 104-108.
- Eaton Corporation., 1986, Power Transmission Products, 9921 Clinton Road, Cleveland, Ohio 44144.
- Edizkan, R., 1987, Amstrad CPC 6128 Bilgisayarında Ses Analizi Yapabilecek Donanım ve Yazılım, Lisans tezi, Ana. Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi.
- Enerji Raporu, Eylül 1986, ANKARA.
- Goodling, E.C., September 1974, Fighting High Energy Costs with Centrifugal Clutches, Machine Design, 119-124.
- Goodling, E.C., 1977, The Trailing Shoe Type Centrifugal Clutch-Design Principles and Characteristics, Asme United Engineering Center, 345 East 47Th. Street, New York, N.Y. 10017.
- Hansen, F., 1966, Konstruktionssystematik, VEB Verlag Technik, Berlin.

- Hughes, N.R., 1973-74, Clutches and Brakes, Power Transmission & Bearing Handbook A170-A173.
- Ölmez, M., 1981, Sanayide Enerji Yönetimi ve Tasarrufu, Shell Bilgi Servisi, 14 s.
- Pahl, G, and Beitz, W., 1976, Konstruktionslehre, Springer Verlag, Berlin.
- Pearch, D.A., 1980, Clutches That Save Energy, PTD/7, 35-38.
- Rodenacker, W.G., 1970, Methodisches Konstruieren, Springer Verlag, Berlin.
- Tümosan, Türk Motor Sanayi ve Ticaret A.Ş., KONYA.
- Twiflex Centrifugal Clutches, The Hilliard Corporation, Elmira, Ny 14902, USA.
- Ulukan, L., 1971, Çözülebilir Kavramalar, İ.T.Ü. Makine Fakültesi, İstanbul, 85 s.

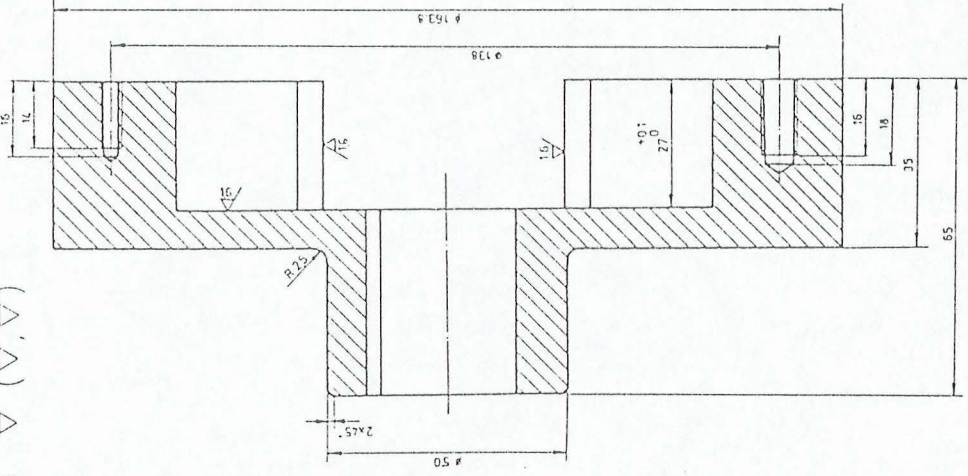
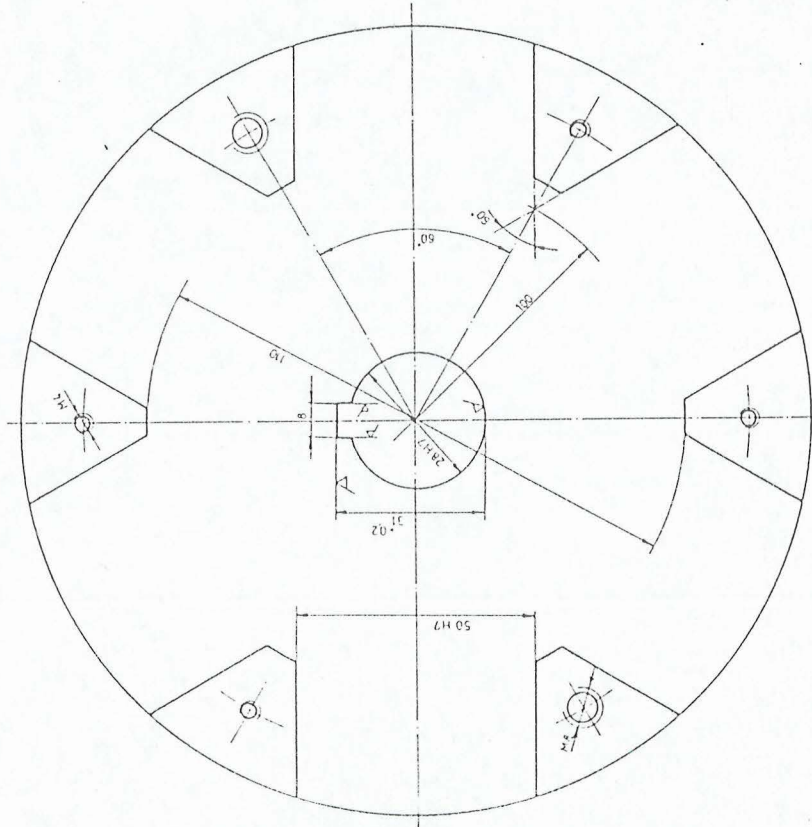
## E K L E R

1. İmal edilen deney kavramasının imalat resimleri
2. Basic Programı
3. Z-80 Assembler Programı
4. Deney sonuçları



125/ (16, 37, 37)

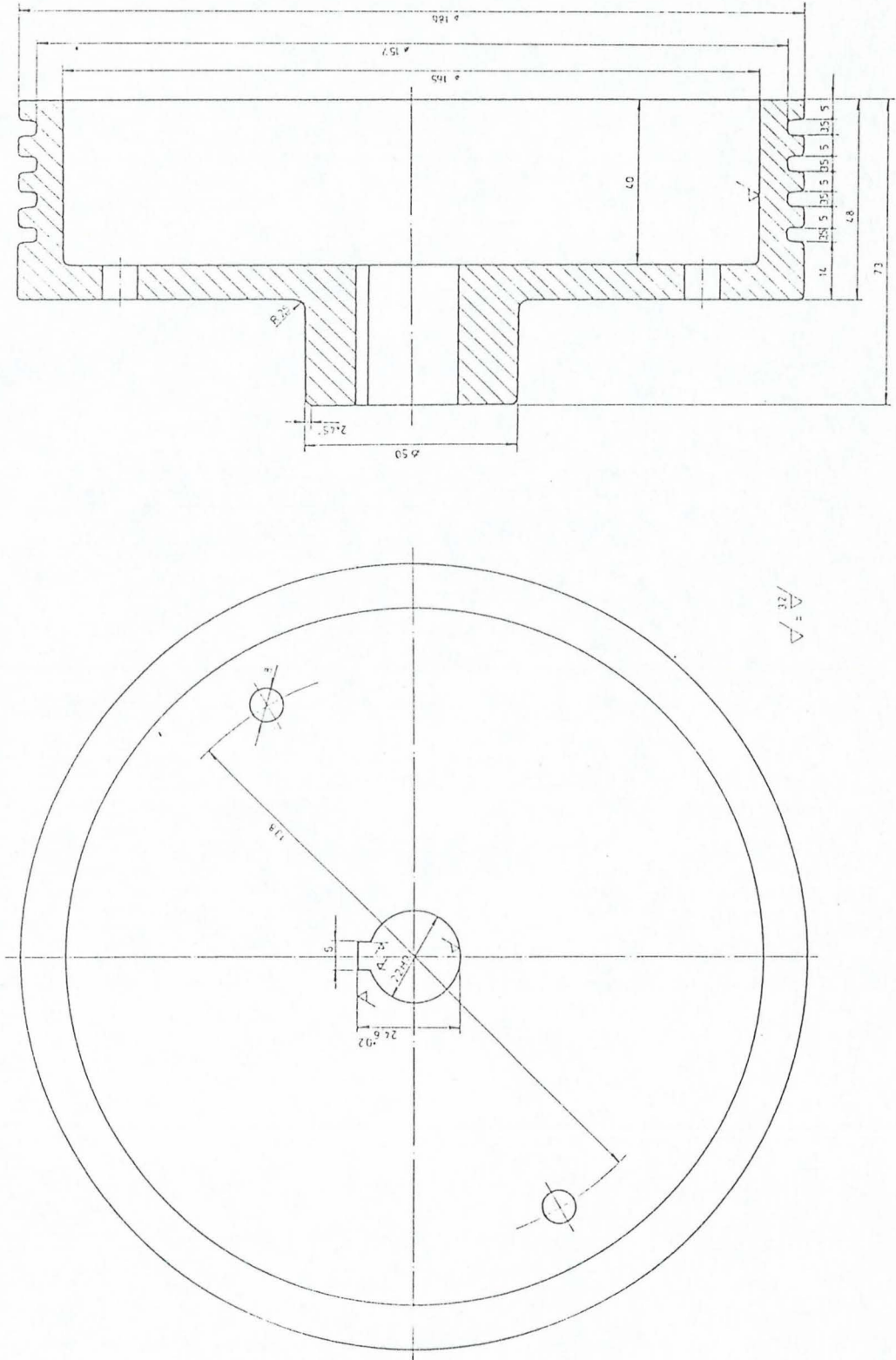
Döndüren eleman (GG.20)



37/

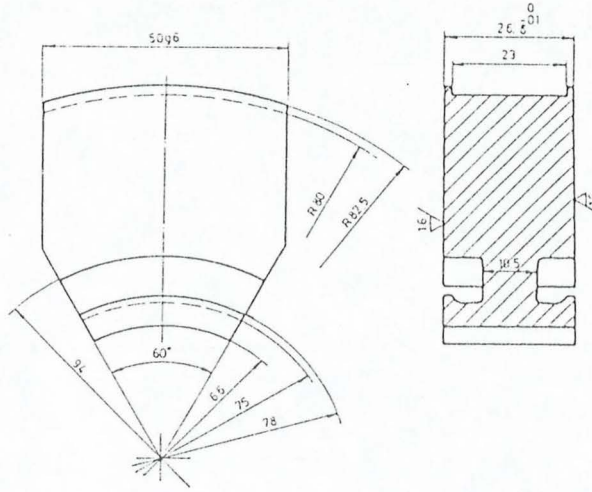
EK - 1 Devam

Tambur (G.G.20)  $\frac{125}{32} \nabla (\nabla)$

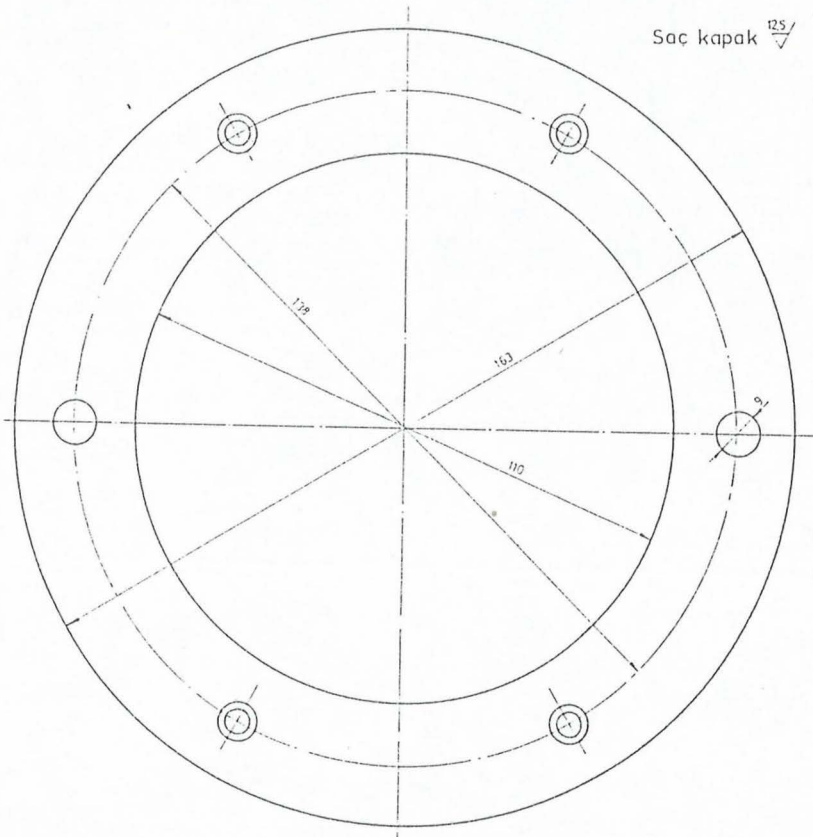


EK - 1 Devam

Pabuç (GG.20)  $\nabla^{12.5/}$  ( $\nabla^{16/}$ )  
(6 Adet)



Kapak civatası (4 Adet)



Sac kapak  $\nabla^{12.5/}$



```

10 '*****"
20 '*****          GUC OLCUMU          *****"
30 '*****"
40 A#=CHR$(23)+CHR$(1)          'XOR GRAPHICS MODE
50 B#=CHR$(23)+CHR$(3)          ' OR GRAPHICS MODE
60 MENU$="Record saVe loaD  Printscreen  Waveform  dirEctory  Clear currenT"
70 MOVE 0,PEEK(&6001)/4+765
80 MODE 2:MEMORY &4FFF
90 WINDOW #1,1,80,25,25:PAPER #1,1:PEN #1,0
100 WINDOW #2,1,80,12,21
110 WINDOW #4,1,80,22,24
120 WINDOW #3,1,80,1,10
130 CLS #1
140 GOSUB 480          ' INITIALIZE 8255
150 PRINT #1,MENU$;
160 H#=INKEY$:IF H#="" THEN 160
170 IF UPPER$(H#)="V" THEN GOSUB 320:GOTO 150
180 IF UPPER$(H#)="R" THEN GOSUB 1070:GOTO 150
190 IF UPPER$(H#)="A" THEN GOSUB 980:GOTO 150
200 IF UPPER$(H#)="W" THEN GOSUB 640:GOTO 150
210 IF UPPER$(H#)="C" THEN CLS #0:CLS #2:GOTO 150
220 IF UPPER$(H#)="E" THEN GOSUB 380:GOTO 150
230 IF UPPER$(H#)="P" THEN GOSUB 580:GOTO 150
240 IF UPPER$(H#)="D" THEN GOSUB 430:GOTO 150
250 IF UPPER$(H#)="Q" THEN GOSUB 1790:GOTO 150
260 IF UPPER$(H#)="T" THEN GOSUB 1170:GOTO 150
270 IF UPPER$(H#)="G" THEN GOSUB 1570:GOTO 150
280 GOTO 160
290 '*****"
300 '*****          KAYIT PROGRAMI          *****"
310 '*****"
320 CLS #1:INPUT #1,"DOSYA ADI      ",FILEN$
330 SAVE FILEN$,8,&6000,&3F00
340 RETURN
350 '*****"
360 '*****          DISKET REHBERI          *****"
370 '*****"
380 WINDOW #0,1,80,5,24:PAPER #0,0:PEN #0,1:CLS:CAT
390 WINDOW #0,1,80,1,4:PAPER #0,0:PEN #0,1:WINDOW #2,1,80,5,24:PAPER #2,0:PEN #2,1:RETURN
400 '*****"
410 '*****          DOSYA YUKLEME          *****"
420 '*****"
430 CLS #1:INPUT #1,"DOSYA ADI      ",FILEN$
440 LOAD FILEN$
450 RETURN
460 END
470 '*****"
480 '*****          8255 PIO ENTEGRESININ PROGRAMLANMASI          *****"
490 '*****          ve Z-80 ASSEMBLY PROGRAMLARININ YUKLENMESI          *****"
500 '*****"
510 OUT &FBF3,&91:OUT &FBF2,&88:OUT &FBF1,&80
520 IF PEEK(&A0FF)=175 THEN RETURN ELSE POKE &A0FF,175
530 LOAD "!WATTS"

```

```

540 LOAD"!GRAP1"
550 LOAD"!PRINT"
560 RETURN
570 '*****"
580 '*****          EKRAM KOPYASI          *****"
590 '*****"
600 OUT &F8F2,&80
610 CALL &A500
620 RETURN
630 '*****"
640 '*****          DALGA SEKLI          *****"
650 '*****"
660 CLS #0:CLS #2:CLS #3
670 PRINT B#;
680 PLOT 0,268:DRAWR 639,0:DRAWR 0,127:DRAWR -639,0:DRAWR 0,-127
690 LOCATE 28,11:PRINT"... GERILIM DALGA SEKLI ..."
700 MOVE 0,PEEK(&6000)/2+268
710 POKE &9FED,0:POKE &9FE1,&60
720 CALL &A100
730 ORIGIN 0,268:j=&5000:FOR I=0 TO 639:DRAW I,PEEK(j)/2:DRAW I,PEEK(j+1)/2:j=j+2:NEXT:ORIGIN 0,0
740 PLOT 0,76:DRAWR 639,0:DRAWR 0,127:DRAWR -639,0:DRAWR 0,-127
750 LOCATE 28,23:PRINT"... AKIM DALGA SEKLI ..."
760 MOVE 0,PEEK(&6001)/2+76
770 'POKE &9FED,0:POKE &9FE1,&53
780 POKE &9FED,1:POKE &9FE1,&60          'START ADDRESS
790 CALL &A100
800 ORIGIN 0,76:j=&5000:FOR I=0 TO 639:DRAW I,PEEK(j)/2:DRAW I,PEEK(j+1)/2:j=j+2:NEXT:ORIGIN 0,0
810 PRINT B#;
820 CLS #1:PRINT #1,"exit  power  Printscreen  waveForm  Left  Right"
830 PRINT A#;
840 MOVE PAGEV,270:DRAWR 53,0:DRAWR 0,123:DRAWR -53,0:DRAWR 0,-123
850 MOVE PAGEC,78 :DRAWR 53,0:DRAWR 0,123:DRAWR -53,0:DRAWR 0,-123
860 H#=INKEY#:IF H#="" THEN 860
870 MOVE PAGEV,270:DRAWR 53,0:DRAWR 0,123:DRAWR -53,0:DRAWR 0,-123
880 MOVE PAGEC,78 :DRAWR 53,0:DRAWR 0,123:DRAWR -53,0:DRAWR 0,-123
890 IF UPPER$(H#)="P" THEN CALL &A500 :GOTO 820
900 IF UPPER$(H#)="X" THEN PRINT B#;:RETURN
910 IF UPPER$(H#)="W" THEN GOSUB 1570:GOTO 820
920 IF UPPER$(H#)="F" THEN GOSUB 1340:GOTO 820
930 IF UPPER$(H#)="L" THEN PAGEV=PAGEV-5:PAGEC=PAGEC-5:GOTO 840
940 IF UPPER$(H#)="R" THEN PAGEV=PAGEV+5:PAGEC=PAGEC+5:GOTO 840
950 'IF UPPER$(H#)="A" THEN GOSUB 9000:GOTO 590
960 GOTO 840
970 '*****"
980 '*****          ADC ADRES PROGRAMI          *****"
990 '*****"
1000 CLS #1
1010 INPUT #1," WHICH ANALOG INPUT ?  :",ANLGINP
1020 IF ANLGINP<0 OR ANLGINP>6 THEN ANLGINP=0
1030 OUT &F8F3,&81:OUT &F8F0,ANLGINP:OUT &F8F2,&C0:OUT &F8F2,&80
1040 OUT &F8F3,&91
1050 RETURN
1060 '*****"
1070 '*****          YUKLEME          *****"

```

```

1080 '*****"
1090 CLS #1
1100 OUT &F8F3,&81:OUT &F8F0,0:OUT &F8F2,&C0:OUT &F8F2,&80:OUT &F8F3,&91
1110 INPUT #1,"KAYIT ICIN <RETURN> TUSUNA BASINIZ .....",H#
1120 CLS #1: PRINT #1,"YUKLUYORUM! LUTFEN BEKLEYIN":CALL &A020:CLS #1:RETURN
1130 PLOT 0,76 :DRAW 639,0:DRAW 0,63:DRAW -639,0:DRAW 0,-63
1140 '*****"
1150 '*****          SISTEMLE ILGILI BILGILERIN SIRILMESI          *****"
1160 '*****"
1170 CLS #2:CLS #3:CLS #0
1180 PRINT B#;
1190 CLS #1:INPUT #1,"BAGLANTI SEKLI ";BAG#
1200 CLS #1:INPUT #1,"YUKLEME BASINCI(Pascal)";BASINC
1210 CLS #1:INPUT #1,"KAVRAMA TIPI";S#
1220 LOCATE #3,1,1:PRINT #3,"KAVRAMA TIPI ..... : ";S#
1230 LOCATE #3,1,2:PRINT #3,"YUKLEME DEGERI ..... :";BASINC;"Pa"
1240 LOCATE #3,1,3:PRINT #3,"BAGLANTI SEKLI ..... : ";BAG#
1250 BASINC=BASINC*0.00001
1260 PLOT 0,80:DRAW 639,0:DRAW 0,255:DRAW -639,0:DRAW 0,-255
1270 MOVE 0,PEEK(&6001)/2+80
1280 POKE &9FE0,1:POKE &9FE1,&60          'START ADDRESS
1290 CALL &A100
1300 ORIGIN 0,80:j=&5000:FOR I=0 TO 639:DRAW I,PEEK(j):DRAW I,PEEK(j+1):j=j+2:NEXT:ORIGIN 0,0
1310 PRINT B#;
1320 RETURN
1330 '*****"
1340 '*****          AKIM ve GERILIMIN BELLİ KISMININ GENİSLETİLMESİ          *****"
1350 '*****"
1360 PRINT B#;:CLS #3
1370 PLOT 0,268:DRAW 639,0:DRAW 0,127:DRAW -639,0:DRAW 0,-127
1380 MOVE 0,331
1390 I=&6000+PAGEV*12
1400 IF I=2*INT(I/2) THEN 1420
1410 I=I+1
1420 FOR J=0 TO 639
1430 DRAW J,PEEK(I)/2+268
1440 I=I+2:NEXT
1450 CLS #2
1460 PLOT 0,76:DRAW 639,0:DRAW 0,127:DRAW -639,0:DRAW 0,-127
1470 PLOT 0,203:DRAW 639,0
1480 MOVE 0,203
1490 I=&6000+PAGEV*12
1500 IF I=2*INT(I/2) THEN I=I+1:GOTO 1510
1510 FOR J=0 TO 639
1520 DRAW J,PEEK(I)/2+76
1530 I=I+2:NEXT
1540 PRINT B#;
1550 RETURN
1560 '*****"
1570 '*****          GUC HESABI          *****"
1580 '*****"
1590 CLS #1
1600 PRINT B#;
1610 P=0

```

```

1620 FOR I=&6002 TO &6002+2100 STEP 2
1630 S=PEEK(I);F=PEEK(I+1)
1640 V=S-127
1650 C=127-F
1660 P=P+V*C*2.12
1670 NEXT
1680 POWER=3*P/1050
1690 CLS #1
1700 LOCATE #4,1,22:PRINT #4,"GUC ...=";USING"#####.##";POWER;
1710 PRINT #4," WATT"
1720 PRINT #1,"          GUC  =";USING"#####.##";POWER;
1730 PRINT #1," WATT"
1740 H#=INKEY$;IF H#="" THEN 1740
1750 IF UPPER$(H#)="X" THEN PRINT A$;RETURN
1760 GOTO 1740
1770 '*****"
1780 '*****          KOD          *****"
1790 '*****"
1800 CLS #0:CLS #2
1810 PRINT B$;
1820 FOR I=0 TO 1000 STEP 2
1830 PRINT I, HEX$(PEEK(&6000+I)),HEX$(PEEK(&6000+I+1))
1840 NEXT
1850 RETURN

```

```

10      ORG  A020
20      LD   BC,F8F2
30      JP   START
40 WAIT: LD   BC,F8F2
50      LD   BC,F8F2
60      LD   BC,F8F2
70      LD   A,0
80      LD   A,0
90      NOP
100     LD   A,A0           ;ENABLE ADC
110     OUT  (C),A
120     LD   C,FD           ;SELECT PORT A
130     IN   A,(C)         ;GET DATA
140     CP   127
150     JR   Z,START
160     CP   128
170     JR   NZ,GET
180 START: LD  C,F2         ;PORT C
190     LD  A,80           ;DISABLE ADC
200     OUT  (C),A
210     LD  A,90           ;SC PULSE HIGH
220     OUT  (C),A
230     LD  A,80           ;SC LOW
240     OUT  (C),A
250     LD  BC,F8F2
260     LD  BC,F8F3
270     LD  A,8           ;DELAY NUMBER
280 DLYLP: DEC  A
290     JR   NZ,DLYLP
300     JP   WAIT
310 :TO LOAD SPEECH INTO MEMORY
320 GET:  LD  BC,F8F2
330     LD  HL,5 FFF       ;START ADDRESS TO HL
340     LD  DE,3 F00       ;DATA SIZE TO DE (6000 TO 9EFF)
350     JP   ENTER
360 LOOP1: LD  A,0        ;FOR TIMING
370     LD  A,0
380     LD  BC,F8F2
390     LD  BC,F8F2
400     LD  BC,F8F2
410     NOP
420     NOP
430     NOP
440     NOP           ;END OF TIMING
450     LD  A,0        ;ENABLE ADC OUTPUT
460     OUT  (C),A
470     LD  C,FD           ;SELECT PORT A
480     LD  C,FD
490     IN   A,(C)       ;READ DATA
500     LD  (HL),A      ;STORE INTO MEMORY
510     LD  C,F2         ;PORT C
520     LD  A,80        ;DISABLE ADC
530     OUT  (C),A

```

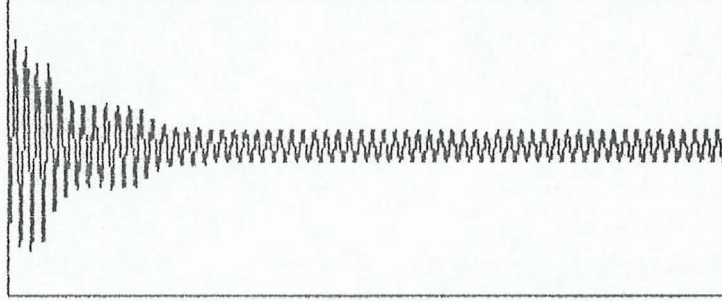
EK - 3 Devam

```

540      LD      C,F3          ;CONT,REG..
550      LD      A,B1          ;A OUTPUT
560      OUT     (C),A
570      LD      C,FB
580      LD      A,L
590      AND     1
600      OUT     (C),A          ;PORT SELECT
610      LD      C,F2          ;PORT C
620      LD      A,D          ;ALE HIGH
630      OUT     (C),A
640      LD      A,80
650      OUT     (C),A          ;ALE LOW
660      LD      C,F3          ;CONT. REG.
670      LD      A,91          ;A INPUT
680      OUT     (C),A
690      LD      BC,F8F2      ;TIMING
700      LD      BC,F8F2
710      NOP
720      LD      C,F2          ;END OF TIMING
730 ENTER: LD      C,F2          ;SELECT PORT C
740      LD      A,80          ;DISABLE ADC OUTPUT
750      OUT     (C),A
760      LD      A,90          ;SEND A SC PULSE
770      OUT     (C),A
780      LD      A,80
790      OUT     (C),A
800      INC     HL            ;INCREMENT MEMORY POINTER
810      DEC     DE            ;DECR. NUMBER OF MEMORY LOCATION
820      LD      A,D
830      CP      FF
840      JR      NZ, LOOP1
850 ;MEMORY FILLED
860      RET

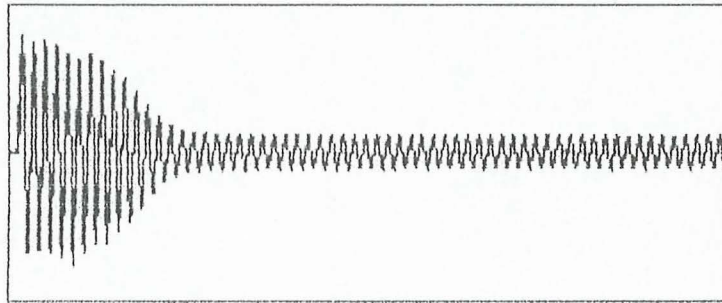
```

KAVRAMA TIPI ..... : İMAL EDİLEN MODEL  
YUKLEME DEĞERİ ..... : 200000 Pa  
BAĞLANTI SEKLI ..... : KAVRAMALI



GUC ... = 6346.08 WATT

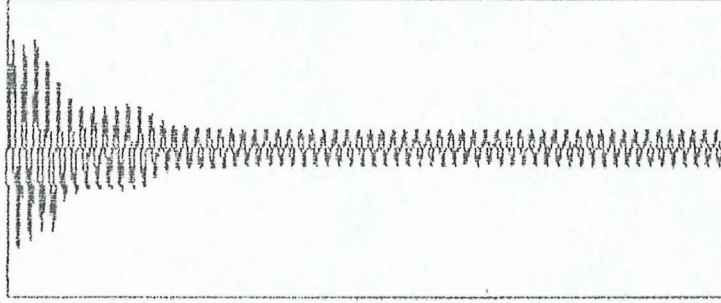
KAVRAMA TIPI ..... : İMAL EDİLEN MODEL  
YUKLEME DEĞERİ ..... : 200000 Pa  
BAĞLANTI SEKLI ..... : KAPLINLI



GUC ... = 9142.62 WATT

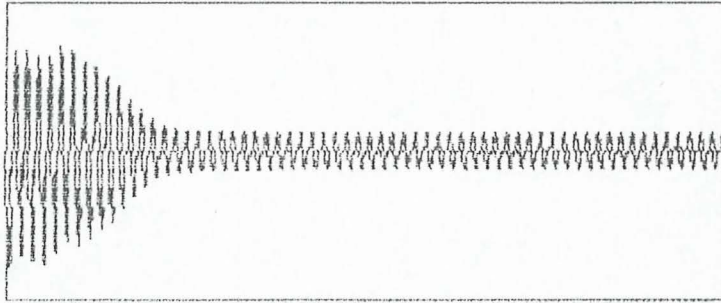
EK - 4 Devam

KAVRAMA TIPI ..... : IMAL EDILEN MODEL  
YUKLEME DEGERI ..... : 400000 Pa  
BAGLANTI SEKLI ..... : KAVRAMALI



GUC ... = 6353.25 WATT

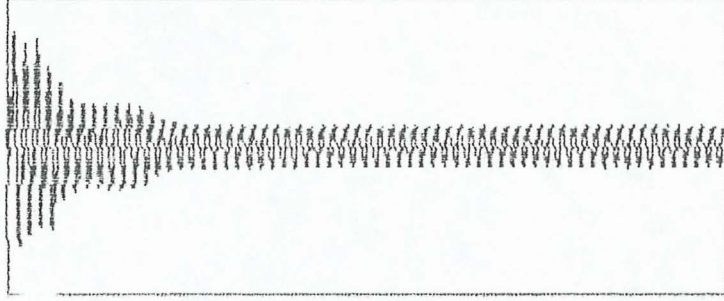
KAVRAMA TIPI ..... : IMAL EDILEN MODEL  
YUKLEME DEGERI ..... : 400000 Pa  
BAGLANTI SEKLI ..... : KAPLINLI



GUC ... = 9045.18 WATT

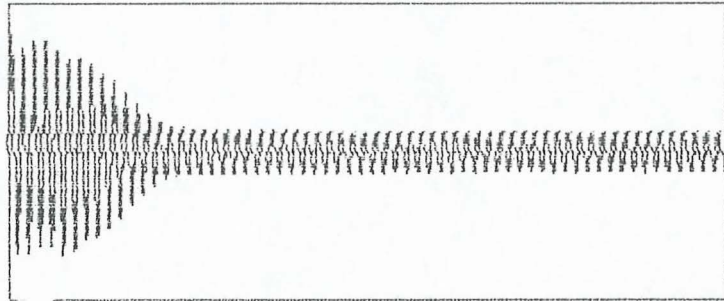
EK - 4 Devam

KAVRAMA TIPI ..... : IMAL EDILEN MODEL  
YUKLEME DEGERI ..... : 600000 Pa  
BAĞLANTI SEKLI ..... : KAVRAMALI



GUC ... = 6656.12 WATT

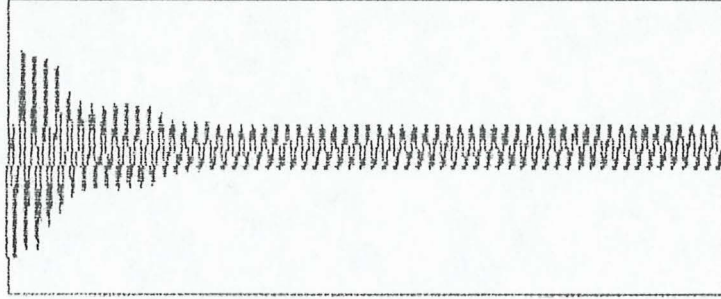
KAVRAMA TIPI ..... : IMAL EDILEN MODEL  
YUKLEME DEGERI ..... : 600000 Pa  
BAĞLANTI SEKLI ..... : KAPLINLI



GUC ... = 8686.45 WATT

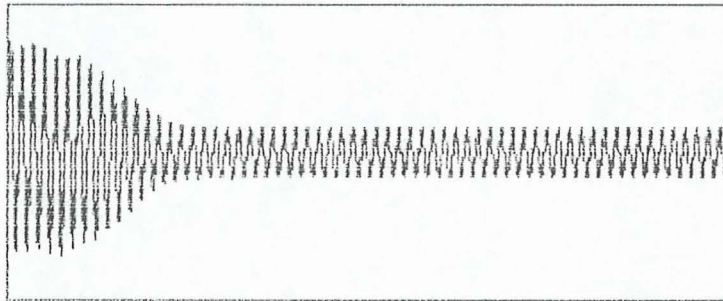
EK - 4 Devam

KAVRAMA TIPI ..... : İMAL EDİLEN MODEL  
YUKLEME DEĞERİ ..... : 80000 Pa  
BAĞLANTI SEKLI ..... : KAVRAMALI



GUC ... = 6435.82 WATT

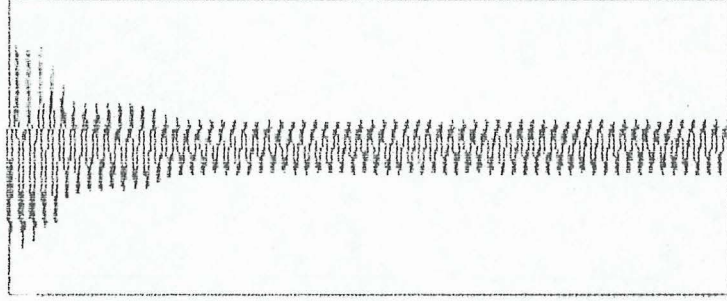
KAVRAMA TIPI ..... : İMAL EDİLEN MODEL  
YUKLEME DEĞERİ ..... : 80000 Pa  
BAĞLANTI SEKLI ..... : KAPLINLI



GUC ... = 8956.90 WATT

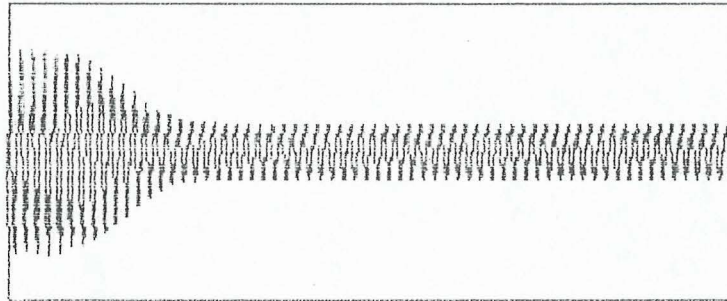
EK - 4 Devam

KAVRAMA TIPI ..... : İMAL EDİLEN MODEL  
YUKLEME DEĞERİ ..... : 1000000 Pa  
BAĞLANTI SEKLI ..... : KAVRAMALI



GUC ... = 6233.56 WATT

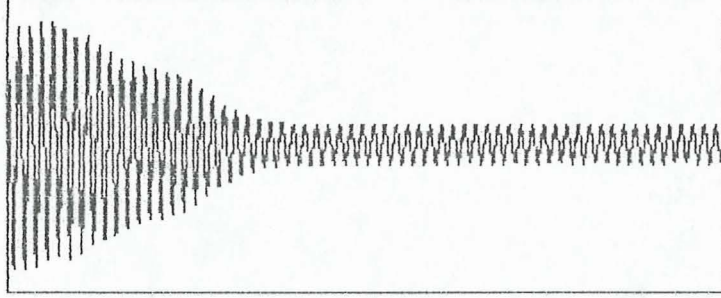
KAVRAMA TIPI ..... : İMAL EDİLEN MODEL  
YUKLEME DEĞERİ ..... : 1000000 Pa  
BAĞLANTI SEKLI ..... : KAPLINLI



GUC ... = 8864.63 WATT

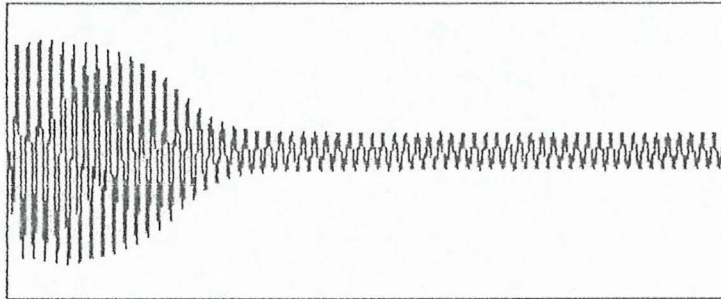
EK - 4 Devam

KAVRAMA TIPI ..... : CITROEN 2Cv4  
YUKLEME DEGERI ..... : 200000 Pa  
BAGLANTI SEKLI ..... : KAVRAMALI



GUC ...= 11580.80 WATT

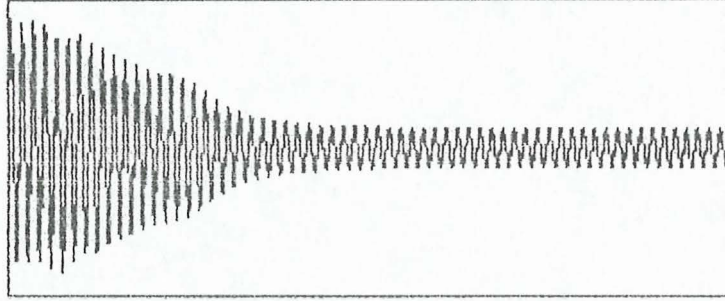
KAVRAMA TIPI ..... : CITROEN 2Cv4  
YUKLEME DEGERI ..... : 200000 Pa  
BAGLANTI SEKLI ..... : KAPLINLI



GUC ...= 11894.76 WATT

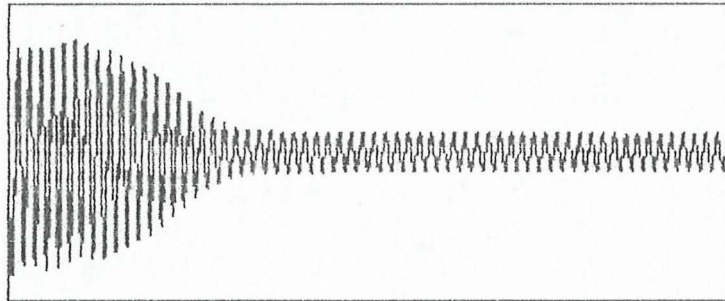
EK - 4 Devam

KAVRAMA TIPI ..... : CITROEN 2Cv4  
YUKLEME DEGERI .... : 400000 Pa  
BAGLANTI SEKLI .... : KAVRAMALI



GUC ... = 11554.72 WATT

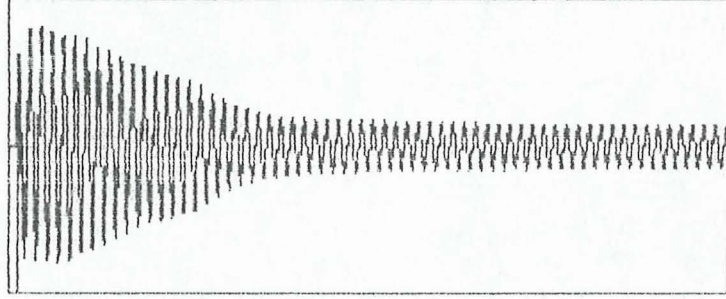
KAVRAMA TIPI ..... : CITROEN 2Cv4  
YUKLEME DEGERI .... : 400000 Pa  
BAGLANTI SEKLI .... : KAPLINLI



GUC ... = 12989.53 WATT

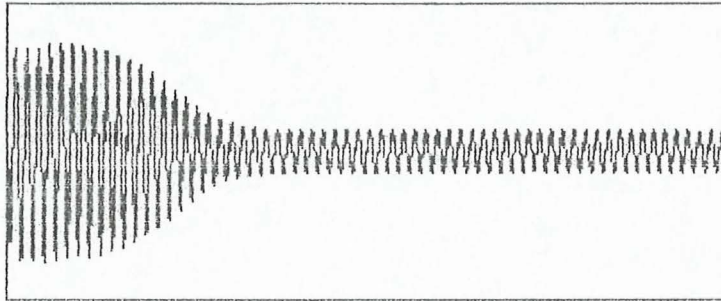
EK - 4 Devam

KAVRAMA TIPI ..... : CITROEN 2CV4  
YUKLEME DEGERI .... : 600000 Pa  
BAGLANTI SEKLI .... : KAVRAMALI



GUC ...= 11168.60 WATT

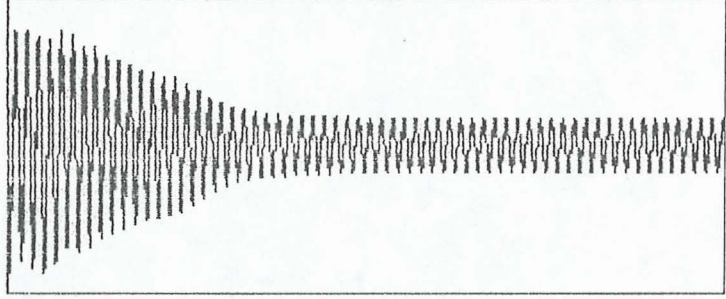
KAVRAMA TIPI ..... : CITROEN 2CV4  
YUKLEME DEGERI .... : 600000 Pa  
BAGLANTI SEKLI .... : KAPLINLI



GUC ...= 12176.56 WATT

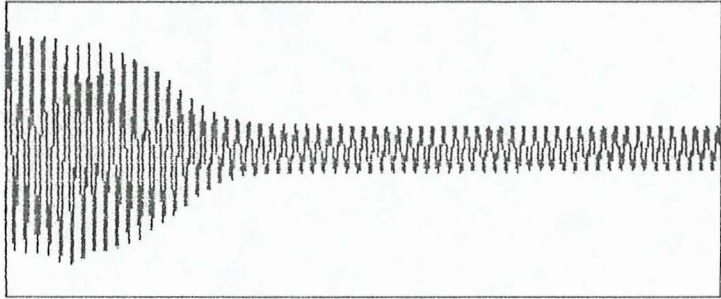
EK - 4 Devam

KAVRAMA TIPI ..... : CITROEN 2CV4  
YUKLEME DEGERI .... : 800000 Pa  
BAGLANTI SEKLI .... : KAVRAMALI



GUC ...= 11302.76 WATT

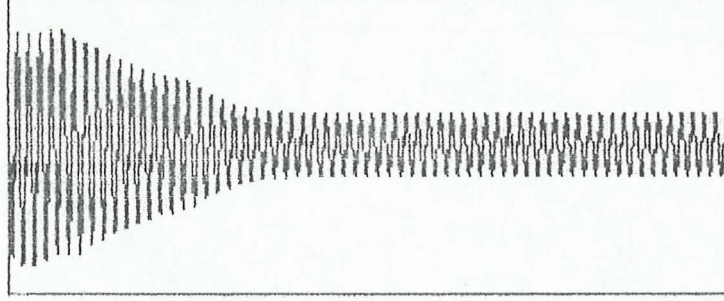
KAVRAMA TIPI ..... : CITROEN 2CV4  
YUKLEME DEGERI .... : 800000 Pa  
BAGLANTI SEKLI .... : KAPLINLI



GUC ...= 11821.05 WATT

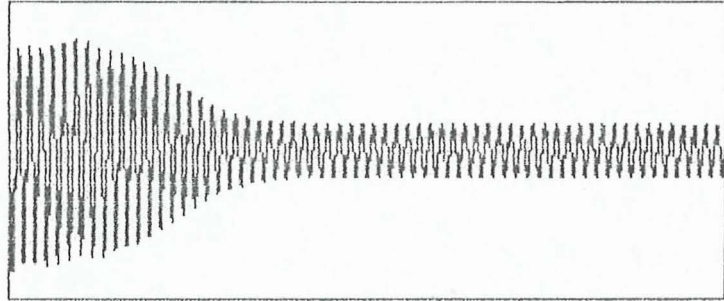
EK - 4 Devam

KAVRAMA TIPI ..... : CITROEN 2Cv4  
YUKLEME DEGERI ..... : 1000000 Pa  
BAGLANTI SEKLI ..... : KAVRAMALI



GUC ... = 11950.00 WATT

KAVRAMA TIPI ..... : CITROEN 2Cv4  
YUKLEME DEGERI ..... : 1000000 Pa  
BAGLANTI SEKLI ..... : KAPLINLI



GUC ... = 12834.79 WATT

## ÖZGEÇMİŞ

1952 Yılında Eskişehir'de doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Eskişehir'de tamamladı. 1974 Yılında Eskişehir Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirdi. Askerlik görevinden sonra 1976 yılında Eskişehir Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisinde uzman mühendis olarak görev aldı. 1980 Yılında Yıldız Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisinde yüksek lisans öğrenimini tamamladıktan sonra asistanlığa, 1983 yılında da öğretim görevliliğine atandı. Halen Anadolu Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde bu görevini sürdürmektedir.