

# MAKİNA TASARIMINDA ÜÇ FAZLI ASENKRON MÖTORLARIN SEÇİMİ(\*)

H. Bülent ERTAN

ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ankara

## O Z E T

*Bu makalede Türk standartlarında 3 fazlı »senkron motorların çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılması özet olarak anlatılmıştır. Motor seçiminde belirlenmesi gereken değişkenler ortaya konmuş, seçimde standartlardaki sınıflandırmadan nasıl yararlanılacağı belirtilmiştir. Kesintili ve değişken yüklerde motor seçimi için bir yöntem gösterilmiştir. Motor gücü belirlenmesinde gerilim değişmesinin ve gerilim dengesizliklerinin dikkate alınmasının önemi anlatılarak, seçimin bu koşullarda nasıl yapılacağı tarif edilmiştir. Motor veriminin işletme maliyeti üzerinde etkisi ortaya konmuş, gereğinden büyük motor kullanmanın getirdiği ekonomik yük dikkate sunulmuştur.*

(\*) Su Yazı 1. Ulusal Makina Tasarım ve imalat Kongresi-nde (Eylül 1984) bktri olarak sunulmuştur.

## 1. GİRİŞ

**M**akina tasarımcıları pek çok uygulamada elektrik motoru seçimi problemiyle karşı karşıya kalırlar. Türkiye'de bu konudaki kısıtlı kaynaklar ve motor imalatçıların kataloglarının yetersizliği çoğu kez en uygun motorun seçilmesi yerine, işi yapacak motorun seçilmesi ile sonuçlanan bir çözüme gidilmesine yol açmaktadır. Uygulayıcıların standartlarda öngörülen çeşitli tip elektrik motorlarının terminal karakteristiklerini tanımaları, çeşitli özelliklerini bilmeleri, tasarladıkları makinalarda performansın iyileşmesine, bakım ihtiyacının azalmasına, ömrün uzamasına ve enerji açısından daha tutumlu ve ekonomik makinadar yapılabilmesine yol açacaktır.

Bu yazıda endüstriyel uygulamalarda en yaygın olarak kullanılan, üç fazlı, çalışma hızları sabit, sincap kafesli asenkron motorların seçimi üzerinde durulacaktır. Bu motorların değişken hız gerektiren uygulamalarda kullanımı, bilezikli asenkron motorlar, tek fazlı asenkron motorların seçimi gibi uygulayıcıların ilgisini çekebilecek diğer konuları ele almaya bu yazının kısıtlı çerçevesi imkan vermemektedir. Yine burada ele almayı yacağımız doğru akım motorları, relüktans motorları, senkron motorlar ve özellikle gücü bir beygirden aşağı olan çeşitli tip motorlar başka bir yazı çerçevesinde tanıtılmaya çalışılacaktır.

## 2. ASENKRON MOTORLARIN BAZI ÖZELLİKLERİ

Asenkron motorlar şebeke frekansı (f) ve motorun kutup sayısına (p) bağlı olan ve Eşit.2'deki gibi hesaplanabilen bir senkron hız ( $n_s$ ) civarında çalışırlar.

$$n_s = \frac{120}{p} \text{ devir/dakika} \quad (1)$$

Asenkron motorların çalışma hızı da ima senkron hızın altındadır. Çalışma hızı (n) senkron hız ve Eşit.2 de tarif edilen kayma (s) cinsinden Eşit.3 deki gibi yazılabilir.

$$n = n_s (1-s) \quad (2)$$

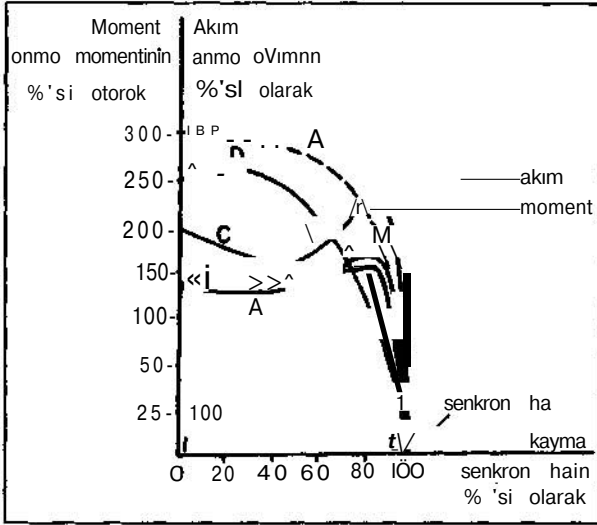
$$n = n_s (1-s) \quad (3)$$

Normal, sincap kafesli 3 fazlı bir elektrik motorunun moment hız eğrisi Şekil 1'de 'A' ile gösterilen karakteristik gibidir. Hemen farkedileceği gibi motorun devir sayısı maksimum momente ulaşıncaya kadar önemli ölçüde değişmez. Bu nedenle asenkron motorlar sabit hızlı motorlar olarak anılırlar. Normal bir motorda kalkış momenti anma momentinin 1,5-2 misline ulaşır. Devir arttıkça moment kalkış momentinin altına da düşebilir. Daha sonra bir maksimumdan (devrilme momenti) geçerek hızın momentle çok az değiştiği çalışma bölgesine ulaşılır. Motordan istenilen moment devrilme momentini aşarsa motor hızla devir kaybederek durur. Normal bir motorun akım-devir/dakika karakteristiği Şekil 1'de kesik çizgiyle gösterildiği gibidir. Kalkış anında akım, anma akımının 5-8 misline ulaşabilir. Farkedileceği gibi motor akımı motorun devirden düşmesiyle hızla yükselir. Şekil 1'den hemen anlaşılacağı gibi, akımı dolayısıyla kayıpları hızla yükselen moto-



## **Türkiye'de üretilen motorlar genellikle İP 44 tipidir. Kısaca çapı 1 mm den büyük cisimlere karşı ve su sıçramasına karşı korunmuşlardır. "**

run yapısı akım-devir karakteristiğini de etkiler. Türk standartlarında [1] sincap kafesli asenkron motorlar 3 gruba ayrılmıştır.



Şekil 1. ASENKRON MOTORLARIN Moment-ha Karakteristiği.

run anma devir sayısının altında uzun süreli çalıştırılması mümkün değildir.

### **3. ASENKRON MOTORLARIN SINIFLANDIRILMASI**

#### **3.1. Moment Karakteristiğine göre Sınıflandırma**

Sincap kafesli motorların moment-devir karakteristiği rotorlarının yapı-sına göre değişiklikler gösterir. Foto-

a) Normal sincap kafesli motorlar (N tipi). Bu motorların kalkış momenti nominal momentin 1,5-2 misli, kalkış akımı nominal akımın 5 - 8 mislidir (Şekil 1, karakteristik A).

b) Yol verme akımı sınırlandırılmış özel sincap kafesli motorlar (K<sub>1</sub> tipi). Bu motorlarda kalkış momenti normal motorlardan biraz daha düşüktür. Kalkış akımı nominal akımın 4-5 mislidir (Şekil 1 Karakteristik B).

c) Yol verme momenti yükseltilmiş özel sincap kafesli motorlar (K<sub>2</sub> tipi).

Bu tip motorlarda kalkış momenti nominal momentin 2-3 misli olabilir. Kalkış akımları N ve K<sub>1</sub> gruplarından daha düşüktür.

Bu gruptaki motorlar normal motorlara yakın kaymalarda (%3-4) çalışacak biçimde yapılabilir (Şekil 1'de C karakteristiği). Bu tip motorların tipik

uygulama alanları kompresör veya konveyör gibi yüksek kalkış momenti isteyen uygulamalardır.

Motor karakteristiği Şekil 1'de 'D' ile gösterilen biçimde de tasarlanabilir, bu tip motorların verimi düşük tam yükte kaymaları yüksektir (%7-11). Bu karakteristiğe sahip motorlar kesintili çalışan, çabuk hızlanmanın gerektiği uygulamalarda ve delgi presi gibi darbeli yükler için uygundur. Bu koşullarda motor genellikle bir volanla desteklenir. Motorun, yük momenti arttıkça önemli ölçüde devir kaybeden tipten olması volanın da devir kaybederek kinetik enerjisinin bir kısmını darbeye aktarması bakımından önemlidir.

d) Rotoru sargılı motorlar (B tipi)

#### **3.2. Koruma Biçimine Göre Sınıflandırma**

Türk standartlarında motorlar (dokunmaya, dış etkenlere, suya karşı) korunma tiplerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

- i) Korumasız motor
- ii) Dokunmaya karşı korunmuş motor
- iii) Toza karşı korunmuş motor
- iv) Suya karşı korunmuş motor

Korunmanın tipi etiket üzerinde İP harflerini takibeden iki rakam ve bunları izleyen U veya S harfleriyle belirtilir. Harfleri takibeden birinci rakam (0-5 arası) koruma derecesini, ikinci rakam (0-8 arası) suya karşı koruma derecesini belirtir. Rakamları izleyen harf 'S' ile korumanın motor dururken, 'U' harfi ise motor çalışırken sağlandığı anlaşılır.

Türkiye'de üretilen motorlar genellikle İP 44 tipidir. Kısaca çapı 1 mm den büyük cisimlere karşı ve su sıçramasına karşı korunmuşlardır. Bu bakımdan tozlu ortamlarda, un fabrikaları veya marangoz atölyelerinde yeterli korunma sağlayamayabilirler. Motorun içine giren tozlar zamanla 0,25 - 0,75 mm civarında olan hava aralığını tıkararak motorun dönmelerini engeller, devir kaybına ve yanmasına neden olabilirler. Bu ve buna benzer nedenlerle motorun koruma tipi uygulamada motor ömrünü belirleyici önemli bir etken olmaktadır.

#### **3.3. Çalışma Özelliklerine Göre Sınıflandırma**

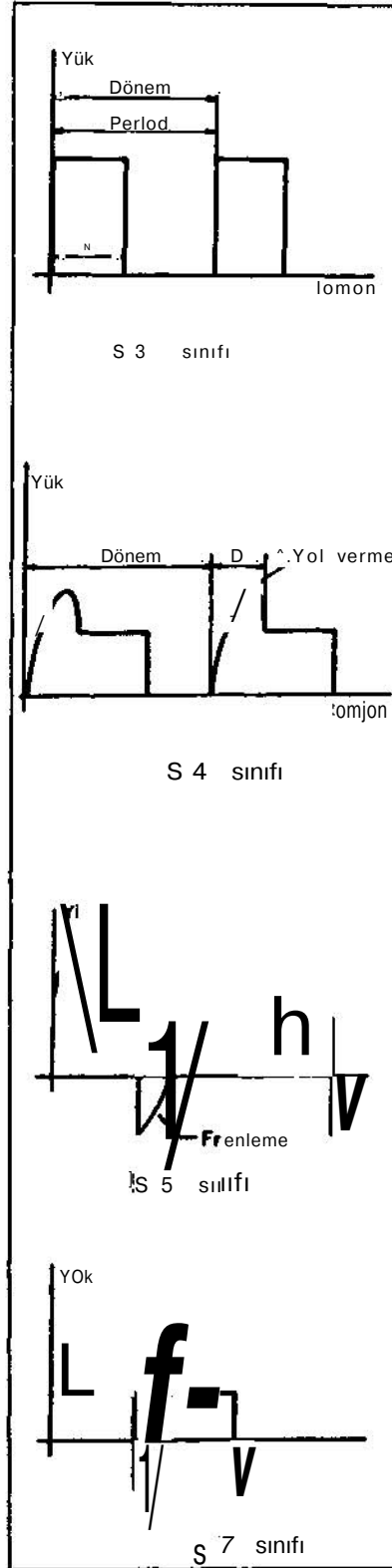
Asenkron elektrik motorları kullanıcı-

nin uygulamaya uygun bir seçim yapabilmesini sağlamak üzere çalışma biçimine göre de sınıflandırılmıştır. Motorun hangi sınıftan olduğu etiket üzerinde 'S' harfi ve onu takibeden bir rakamla gösterilir. Bu sınıflandırma şöyledir:

- i) Sınırsız sürede sürekli çalışabilen motor (S1).
- ii) Kısa süreli çalışabilen motor (S2).
- iii) Dönemli kesintili çalışabilen motor (S3). Şekil 2'de görüldüğü gibi motor birbirini takibeden dönemlerde aynı süre için çalışır. Motorun bir dönemde hangi süre için çalışacağı çalışma süresinin periyoda oranı olarak belirtilir. Dönemin süresi belirtilmemişse motorun 10 dakikalık çalışma dönemi için denendiği varsayılabilir.
- iv) Yol vermeli dönemli kesintili çalışabilen motor (S4). Bu tip motorlarda yol verme çalışma döneminin önemli bir kısmını oluşturur.
- v) Elektriksel frenlemeli dönemli kesintili çalışabilen motor (S5) (Şekil 2'ye bakınız). Bu tip motorlar dönem içerisinde DA uygulanarak, manyetik alan dönüş yönü değiştirilerek veya benzeri bir yöntemle frenlenirler.
- vi) Sürekli dönemli çalışabilen motor (S6). Bu gruba giren motorların anma gücü üzerlerindeki yük kalktığında da dönme devam edecekleri düşünülmektedir.
- vii) Elektriksel frenlemeli sürekli dönemli çalışabilen motor (S7). Bu tip motorlar S6 tipinden farklı olarak bir dönem içinde elektriksel olarak frenlenirler (Şekil 2'ye bakınız.)
- viii) Dönemli hız / yük değişmeli sürekli çalışabilen motor (S8) Bu çalışma biçiminde motorda kutup sayısı değişebilen bir veya birden çok sarım bulunmaktadır.

### 3.4. Yalıtım Cinsini\* Göre Sınıflandırma

Bir elektrik motorunun hizmet verme süresi çalışma sıcaklığıyla yakından ilintilidir. Bunun nedeni motorda kullanılan yalıtım malzemesinin ömrü-



**ŞMI2. ÇAUSMA ÖZELLİKLERİNE göre sınıflandırmada motor yOkObt veya birden çok sanm bulunmaktadır.**

nün sıcaklık ve zamanın bir fonksiyonu olmasındandır. Yalıtımın bozulması malzemenin oksidasyonu ve sertleşmesi sonucu mekanik dayanıklılığını ve dielektrik özelliklerini kaybetmesiyle ortaya çıkar.

Yalıtım malzemelerinde bozulma çoğu kez zamana bağlı ekponansiyel bir değişim gösterir. Organik izolasyon malzemelerinin kullanıldığı uygulamalarda kabaca malzeme ömrünün çalışma sıcaklığında her 8-10°C artışla yarıya indiği söylenebilir. Doğru olarak tasarlanmış ve seçilmiş Endüstriyel bir motorun ömrünün 10-30 yıl arasında olması beklenir.

Çizelge 1'de elektrik motorlarının yalıtım malzemesine göre sınıflandırılması, çalışabilecekleri en yüksek sıcaklık ve termometreyle ölçümde izin verilen sıcaklık yükselmesi değerleri gösterilmiştir. Normal motorların en yüksek çalışma ortam sıcaklığı 40°C olarak belirlenmiştir. Bu ortam sıcaklığının üstüne çıkan uygulamalarda motorun normal yükünün altında yüklenmesi gereklidir.

### 4. MOTOR SEÇİMİ

Bir uygulama için motor seçilirken öncelikle aşağıdaki noktalar belirlenmelidir:

- Güç kaynağının gerilimi, frekansı
- Faz sayısı
- Motorun koruma tipi
- Sıcaklık yükselmesi
- Motorun devir sayısı
- Motor moment karakteristiği
- Motor anma gücü

Uygulamanın yapılacağı yerin niteliği motorun koruma tipini ve motorun yalıtım sınıfını belirler. Sürülecek yükün niteliği ise motorun devrinin, moment karakteristiğinin ve anma gücünün belirlenmesini sağlar.

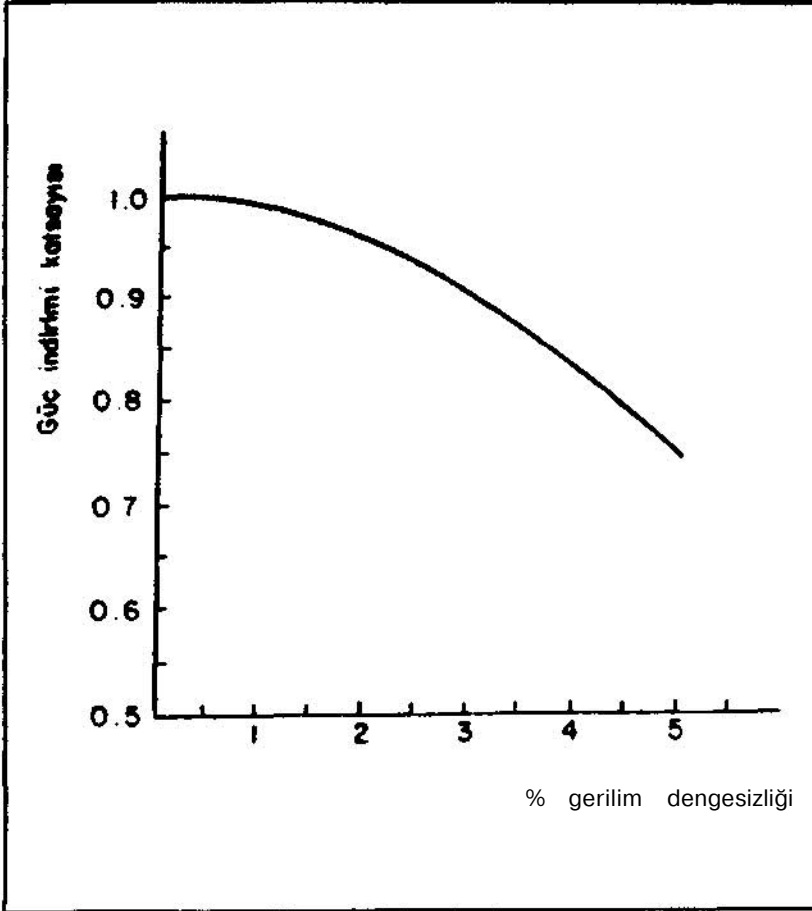
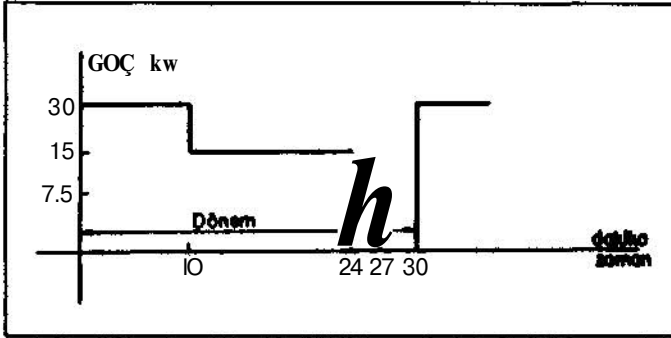
Motor yükü sürekli ve sabit, kesintili veya değişken olabilir. Sürekli sabit yükte çalışma için motor üreticilerinin kataloglarından, yararlanılarak uygun bir motor seçilebilir. Kesintili ve değişken yüklerde, yük karakteristiği Türk standartlarında tarif edilen biçimlerden birine uyuyorsa, motor üreticilerinden bu çalışma biçimine hangi tip standart motorun uygun olduğu konusunda bilgi sağlanabilir.

İlk yatırım maliyetini düşük bir düzeyde tutabilmek için imkan nisbetinde standart, sürekli çalışma için seri olarak üretilmiş bir motor kullanmaya

Yalıtım sınıfı	İzin verilen en yüksek sıcaklık °C	Termometreyle ölçümde en yüksek sıcaklık artışı °C
A	105	50
E	120	65
B	130	70
F	155	85
H	180	105

Şekil 2. 0,4 FAZU boyu 1 m'dan az olan motortarm sargıları için yalıtım sınıfına göre izin verilen sıcaklıklar.

Şekil 3. MOTORDAN İSTENEN  $g_{OcOn}$  zamanla değişimi.



Şekil 4. GEFTİUMDENOESİZUKLEFMDEgOçMrimi katsayısının bulunması

özen gösterilmelidir. Böyle bir motorun kullanılabilmesi için aşağıdaki koşulların sağlanıp sağlanmadığı araştırılmalıdır.

1. Yük momentinin anlık tepe değeri motor devrilme momentinin % 75'ini aşmamalıdır.
2. Motor kayıplarının uzun dönemde efektif (root mean square) değeri motorun normal çalışmadaki kayıplarını aşmamalıdır.
3. Meydana gelebilecek aşırı yüklemelerde motor sıcaklığı motor yalıtımının emniyetli çalışma sıcaklığını aşmasına neden olmamalıdır.

Bazı özellikler taşıyan yüklerin bu koşullara uygunluğunun sınanması için kolay bir yöntem bir sonraki bölümde anlatılmıştır. Motor seçiminde yardımcı olabilecek, yükün cinsine göre hangi tip motor kullanılmasının uygun olabileceği konusunda yol gösterici bir tablo ise Ek 1'de sunulmuştur.

#### 4.1. Kesintili veya Değişken Yükler İçin Motor Seçiminde Bir Yöntem

Yükün belli dönemlerde kendini tekrarladığı uygulamalarda

- i) Motorun çok sık kalkış yapması gerekmiyorsa (örneğin 10 dakikaya 2'den fazla)
- ii) Motor şaftına bağlı yükün ataletini, rotorun ataletinin birkaç mislinden fazla değilse
- iii) Elektriksel frenleme gerekmiyorsa

aşağıda anlatılan yöntemle motor gücü belirlenebilir. Bu hesaplama biçiminde, terminal gerilimi sabit olduğundan çekirdek kayıplarının sabit kaldığı, diğer motor kayıplarının ise akımla doğru orantılı oldukları varsayılmıştır. Motor çalıştığında soğutma sisteminin etkinliğinin % 100 olduğu düşünülmüştür. Motor durduğunda ısı enerjisinin atılması ancak radyasyon ve doğal konveksiyonla olacaktır. Bu olgu motorun durduğu sürenin 1/4'ünün etken soğutma süresi olduğu varsayılarak dikkate alınmıştır.

Dikkat edilecek bir diğer nokta ise motorda istenilen momentin en yüksek değerinin nominal momentin 1,5-1,6 mislini aşmamasıdır. Standartlara uygun motorlar bu moment değerinde 15 sn süreyle çalıştırılarak sınanırlar. Dolayısıyla üretici ta-

rafından garanti edilen değeri budur ve aşılmamalıdır.

Bu güç hesaplama yöntemi en genel haliyle Eşit 4'deki gibi ifade edilebilir.

$$\text{efekHgüç} = \frac{1}{T} \int_0^T P^2 dt \quad (4)$$

Eşit 4'de P(t) zamana bağımlı olarak motordan istenen güç T bir çalışma döneminin süresidir. Eşitlik uygulanırken güç ifadesini tüm süreç içinde bir bütün olarak yazmak yerine, belirli aralıklarda, basit fonksiyonlarla göstermek de mümkündür. Bu yöntemi basit bir örnekle açıklayabiliriz. Şekil 3'de bir dönemi gösterilen yükü gözönüne alalım.

Etkinsoğutmasüresi-10 + 14 + 3 + 1 . 3 - 27,75 dakika

$$\text{efektif güç} = \frac{1}{27} \sqrt{30^2 \cdot 10 + 15^2 \cdot 14 + 7.5^2 \cdot 3} = \sqrt{443,9} = 21,06 \text{ kW}$$

Moment açısından olaya bakıldığında ise Eşit 5'den, 1,36 değeri bulunur.

$$\frac{\text{En yüksek moment}}{\text{anma momenti}} \sim \frac{\text{En yüksek güç}}{\text{anma gücü}} \cdot \frac{30}{22} \cdot g_6$$

Böylece 22 kw'lık motorun bu uygulama için yeterli olduğu görülmektedir.

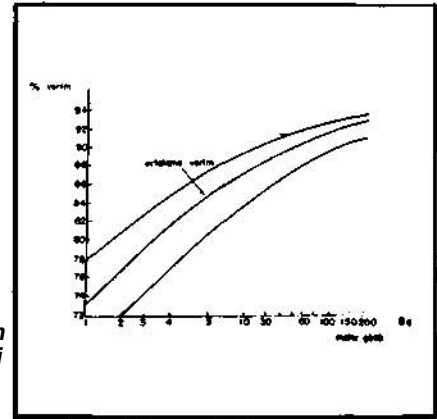
##### 5. MOTOR SEÇİMİNDE GERİUM DEĞİŞMELERİNİN VE DENGESİZLİĞİNİN ETKİLERİ

Üç fazlı elektrik motorları etiket gerilim ve frekansında çalıştırılmak üzere tasarlanmışlardır. Ancak, ± % 10 gerilim değişmesinde, çalıştırılabilirler. Bu durumda motor performansında bazı uygulamalar için önemli olabilecek değişiklikler meydana gelir. Çizelge 2'de % 10 gerilim düşmesinde ve yükselmesinde önemli parametrelerde meydana gelebilecek değişiklikler gösterilmiştir. Tablodan özellikle gerilim düşmesinin performans açısından zararlı etkiler yaratabileceği izlenebilir. Gerilimde % 10'luk bir düşme kalkış momentinin % 20 düşmesine yol açmaktadır.

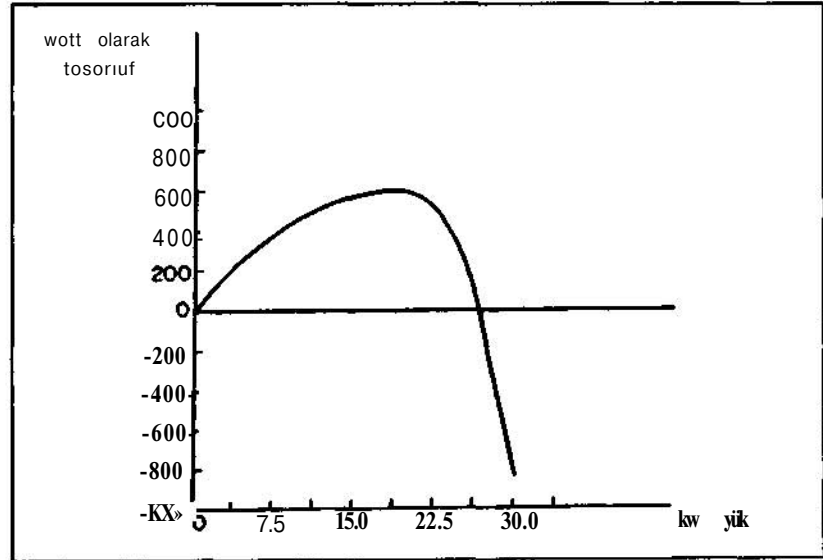
Motor performansını gerilim değişmesinden daha çok etkileyebilecek bir etken de çeşitli nedenlerle meydana gelebilecek gerilim dengesizlikleridir. Bu durumda ters bileşen gerilimleri ortaya çıkar. Ters yönde bir döner alan yaratan bu bileşke motorda yüksek akımların akmasına normal dönüş yönüne ters momentlerin meydana gelmesine yol açar.

Etkilenen Motor Karakteristiği	Orantılı Olduğu Değişken	Gerilim Değişmesi	
		% 90 Anma Gerilimi	% 110 Anma Gerilimi
Kalkış momenti	V <sup>2</sup>	% 19 düşme	% 20 artma
Çalışma momenti	V <sup>2</sup>	% 19 düşme	% 20 artma
Kayma	V <sup>2</sup>	% 19-25 artma	% 17-19 azalma
Kalkış akımı	V	% 10-12 düşme	% 10-12 artma
Manyat* gürültü	.	çok az azalma	çok az artma
Tam yükte verim	(1-S)	% 0.5-1 artma	% 1-4 azalma

Çizelge 2. GERİUM DÜŞMESİNDE ve yükselmesinde önemli parametrelerde meydana gelebilecek değişiklikler.



Şekil 5. MOTOR GÜCÜ He verimin değişimi



ŞeUl \$. 30 kW yerine 22 kW motor kullanmaUa aynı yükte sağlanabilecek tasarruf.

Yüzde olarak gerilim dengesizliği Eşit 6'daki gibi tarif edilmiştir [2].

$$\% \text{ Gerilim dengesizli!} = \frac{\text{Ortalama gerilime" n maksim un sapma}}{\text{Ortalama gerilim}} \quad (6)$$

Dengesiz gerilimler kendi dengesizliklerinin 5-6 misli büyüklükte akımların akmasına neden olabilirler. Bu nedenle dengesiz gerilimde çalışmada motor kayıpları önemli ölçüde artar. Ayrıca sargı sıcaklıkları da her bir fazda farklı olabilir. Gerilimde % 5 dengesizlik genellikle kabul edilebilir seviyenin üst sınırındır.

Gerilim dengesizliğinin var olduğu hallerde motor anma gücünün altında çalıştırılmalıdır. Güç indirimi katsayısı (kj) Şekil 4 yardımıyla bulunabilir. Gücü: P olan bir motor için gerilim dengesizlik katsayısı ki ise indirilmiş çalışma gücü  $E_{\text{iş}} = P \cdot k_j$  den bulunur.

Pj - kj . P (7)

## 6. MOTOR VERİMİNİN ÖNEMİ

Günümüzde yüksek enerji maliyeti motor veriminin önemini büyük ölçüde arttırmıştır. Kolaylıkla gözden kaçabilen bu noktanın önemini örnekleyelim. Şekil 5'de belli bir motor gücünde çeşitli firmaların ürettiği motorların içinde kaldığı sınır görülmektedir. 15 kW gücünde sürekli çalışan bir motor ele alalım. Bu motorun verimi şeklindeki üst sınırdaki olduğu takdirde kayıpları 1575 Watt, alt sınırdaki olduğu takdirde 2400 Watt olacaktır. Böylece bu uygulamada verimi düşük bir motor kullanmakla yılda 145000 TL kaybımız olacağı hemen anlaşılır. Bu motorun fiyatının 2.494.800 (1 kwh-350 TL) civarında olduğu da gözönüne alındığında,

daha verimli bir motor için ödenecek fiyat farkının kendisini kısa zamanda ödeyeceği hemen anlaşılır. Enerji sistemimize bağlı olarak çalışan yüzbinlerce motor gözönüne alındığında sağlanacak tasarrufun Türkiye açısından da önemi anlaşılır. Bu nedenlerle elektrik motorlarının etiketlerinde verim değerinin de belirtilmesi gerek kullanıcı açısından, gerekse genel olarak enerji tasarrufu açısından önem taşımaktadır.

## 7. GEREĞİNDEN BÜYÜK MOTOR SEÇİMİ VE SONUÇLARI

Uygulamada çoğu kez gereğinden büyük bir motor seçilerek eldeki problemin çözümüne gidilir. Bunun sonucu olarak motor, daha düşük bir verimde, daha düşük bir güç faktöründe çalışan bir yük oluşturur, ilk yatırım maliyeti yükselir. Bölüm 3'de verilen örnekte 22 kW'lık motor yerine 30 kW'lık motorun seçildiğini düşünelim. 1991 fiyatlarıyla 1500 devirli 22 kW motor yaklaşık 3.300.000 TL dir. Buna karşın 30 kW'lık motor 4.400.000 TL ye mal olmaktadır. Görüldüğü gibi fiyat farkı % 37'yi bulmaktadır. Motor için gerekecek koruma sistemi (termik manyetik şalter vb) ve reaktif güç kompanzasyonu sistemi de dikkate alındığında ilk yatırım daha da yükselecektir.

İşletme maliyeti açısından durum incelendiğinde 30 kW yerine 22 kW motor kullanmakla sağlanabilecek ortalama tasarruf [3] Watt olarak Şe-

kil 6 da gösterilmiştir. Bütün yıl boyunca çalışan bir motor için 22 kW'lık motorun kullanımıyla 30 kW'lık motora göre 2.400.000 TL'ye varan bir tasarruf sağlanabilmektedir.

## 8. SONUÇ

Makina tasarımında uygulamaya uygun motor seçilmesi gerek makinanın ömrü ve performansı gerekse ilk yatırım ve işletme maliyeti açısından büyük önem taşımaktadır. Motor gücünün belirlenmesinde yükün nitelikleri kadar gerilim değişmesi ve gerilim dengesizlikleri de dikkate alınmalıdır. Motor verimi de üzerinde dikkatle durulması gereken ve işletme maliyetini etkileyen önemli bir unsurdur. Gereğinden büyük bir motor seçerek uygulama problemini çözmek de sakıncalı bir yaklaşımdır. Burada gösterildiği gibi ilk yatırım ve işletme maliyetinin önemli ölçüde artmasına yol açabilmektedir.

## 9. KAYNAKÇA

1. **Üç fazlı endüksiyon motorları, Türk Standartları Enstitüsü TS 3067**
2. **National Electric Manufacturers Assodaton (NEMA) USA Standarts.**
3. **Andreas, C. John, Energy »ffecient »lectric Motora, Marcel DekkorInc. 1982, New York.**

EK 1. ÜÇ FAZLU ASENKRON MOTOR SEÇİMİ İÇİN YARDIMCI ÇİZELGE

Cihazın cinsi	Moment istemi		Yük karakteristiği	Motor tipi
	Başlatmada	Çalışmada Maksimum		
Su pompaları, Kompresörler, Konveyörler, Merkezkaç pompalar, Fanlar, Matkaplar, Taşlama, Tama tezgahları, Kompresörler, Konveyörler	anma momentinin %100-150'si	anma momentinin %200-250'si	Değişken yük, Sürekli çalışma. Sabit hız, kısa süreli aşırı yüklemeler, iyi hız regülasyonu	S
Stokerler, Kırıcılar, Kompresörler, Pistonlu Pompalar, Toplu değirmenler	anma momentinin %200-aoffo	en çok anma momenti	Büyük atalet veya sürtünme momenti veya benzer mekanik koşullar nedeniyle yüksek başlatma momenti, hızlandıkça azalan moment istemi, aşın yüklenme önemsiz, iyi hız regülasyonu.	KM normal başlama akımı normal kayma
Delgi presleri, Vinçler, Petrol kuyuları, Makas, Akbant Pres, Santrifüj Pompalar	snms momentinin %30ff0 kadar	anma momentinin %200-3000 tepe yüklerde hızda düşme istenir	Kesinti yük, sık kaBuş, duruş gerekebilir, genellikle tepe yükler için bir volan kutandır, hız regülasyonu tepe göç istemini düşürmek için kötü tutulmuştur, büyük atalet olan yüklerin hızlandırılması gerekebilir.	K <sub>2</sub> düşük kavis akımı büyük boşluffitt mofiranti; kayma * 5-13 ara»
Üfleyciler, Takım tezgahları, Karıştırma makineleri, Pompalar	Bazların %200-300 anma momentinin diğerleri düşük	anma momentinin %200-ü	Hız geçişlerinde moment gerekebilir; Daşıama momenti Meyicüerde düşük konveyörlerde yüksektir, kesici makineler değişik hızda sabit güç, sürtünme momentinin karşılanması gereken yerlerde sabit moment	Binden çok hızlı motorlar, SaM güç, sabit moment veya değişen moment tipleri
Kırıcılar, Konveyörler, Pompalar, Basıkı makineleri, Vinçler, Vabtor, Santrifüj pompalar, Toplu değirmenler	Kalkışta devrileme momentini gerekebilir.	anma momentinin %200-30CTü	Kalkışta düşük akım yüksek moment arzu edilir; YaHaşık2:1 oranında hız değişimi gerekebilir. Hız anma sırasında hız kontrolü.	BieziMiasenkron motor