

# GERİLİM ve FREKANSTAKİ DEĞİŞMELERİN ÇEŞİTLİ AYGITLARA ETKİLERİ

KAMİL SOĞUKPINAR  
İSMET ERKMEN

UDK: 621.3.015.2 r  
621.3.018.41

## ÖZET

Yazıda kaynak gerilimi ve frekansındaki değişmelerin endüksiyon motorları, aydınlatma aygıtları, koruyucu röleler ve ölçü aletleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

## SUMMARY

in this paper, the effects of the change in the supply voltage and frequency on induction machines, illuminating apparatus, protective relays and metering equipment are discussed.

### 1. ENDÜKSİYON MOTORLARI

Çok fazlı endüksiyon motorları Amerikan standartlarına göre aşağıdaki koşullarda başarılı olarak kullanılabilir.

- a- Gerilim, anma değerinin % 110'undan fazla veya % 90'ından düşük olmayacak.
- b- Frekans, anma değerinin % 105'inden fazla veya % 95'inden düşük olmayacak.
- c- Frekanstaki değişme % 5'i aşmamak koşuluyla gerilim ve frekanstaki değişme yüzdeleri toplamı % 10'u geçmeyecek.

Gerilim ve frekans yönünden kötü sistem koşullarında endüksiyon motorlarının davranışını şöyle özetleyebiliriz:

#### 1.1 Gerilimdeki Değişmeler

##### 1.1.1 Gerilimin Artması (Çıkış gücü değişmez kabul ediliyor)

- Rotor akımı ve stator akımının yüke bağlı bileşeni gerilimle ters orantılı olarak düşer.
- Mıknatıslama akımı, akı yoğunluğu ve demir kayıpları artar (Demir içindeki artan demir kayıplarına bağlı sıcaklık yükselmesi ve doymuş olan motorlarda mıknatıslama akımının çabucak yükselmesi motora uygulanacak gerilimi sınırlamaktadır).
- Yol alma akımı aynı düzeyde artar.
- Yol alma ve devrilme momentleri yaklaşık olarak artar.
- Çıkış gücü değişmezse, mıknatıslama akımı artacağından, güç çarpanı düşer.

- Rotor sargısında ve aynı zamanda stator sargısında, sıcaklık yükselmesi azalır. Motorun genel ısınması ise demir veya bakır bölümlerindeki sıcaklıklardan hangisinin daha yüksek olduğuna bağlıdır ve normal gerilim dalgalanmalarına pek değişmez.

- Verim, bakır ve demir kayıplarındaki değişmeye bağlı olarak çok az yükselir ya da düşer.

- Rotor kayıpları azalacağından hız çok az yükselir.

##### 1.1.2. Gerilimin Düşmesi

- Stator ve rotor akımlarının her ikisi de artar.
- Mıknatıslama akımı, akı yoğunluğu, demir kayıpları ve dolayısıyla demir içindeki sıcaklık düşer.
- Yol alma akımı hemen hemen aynı oranda düşer.
- Yol alma ve devrilme momentleri hemen hemen gerilimin karesi ile orantılı olarak düşer.
- Güç çarpanı düzelir.
- Rotor bakır kayıpları ve çok defa stator bakır kayıpları artar.
- Hız çok az düşer.

Avrupa standartlarında motorlar için gerilimin değişme sınırı  $\pm$  % 5 olarak verilmiştir.

##### 1.2. Frekanstaki Değişmeler

Frekanstaki değişme orantılı olarak devir sayısının değişmesine yol açar. Ayrıca frekanstaki değişme endüksiyon motorlarının işletme koşullarına gerilimdeki değişme ile hemen hemen aynı düzeyde ancak ters yönde etkiler. Güç, frekansla hemen hemen doğru orantılı olarak değişirse de, çok düşük frekanslarda soğutma da kötüleşeceğinden daha fazla düşer.

Gerilim ve frekanstaki değişmelerin endüksiyon motorlarına etkisi Tablo 1'de görülmektedir.

Kamil Soğukpınar, TEK  
İsmet Erkmən, TEK

(TEK İletim Şebeke İşletmeleri Dairesi Bşk.,  
Sistem Araştırma ve Kontrol Md., SA - 74/1)

Karakteristikler	Alternatif Akım (sindükasyon) Motorları			
	Gerilim		Frekans	
	X 110	Z 90	X 105	X 95
<b>MOMENT :</b> Yol Hu ve nakli- mam döndürme .....	X 21 artar	X 19 azalır	X 10 azalır	X 11 artar
<b>HIZ :</b> Senkron hız .....	Değişmez	değişmez	X 5 artar	Z 5 azalır
Tam yük hızı .....	Z 1 artar	Z 1,5 azalır	Z 5 artar	Z 5 azalır
Yüzde kayı- yuzde kayı .....	Z 17 azalır	Z 23 artar	Çok az değişir	Çok az değişir
<b>VERİM :</b> Tam yükte .....	X 0,5-1 artar	X 2 azalır	Çok az artar	Çok az azalır
3/4 yükte .....	Az değişir	Az değişir	Çok az artar	Çok az azalır
1/2 yükte .....	Z 1-2 azalır	Z 1-2 artar	Çok az artar	Çok az azalır
<b>GÜÇ CARIAMI :</b> Tam yükte .....	Z 3 azalır	Z 1 artar	Çok az artar	Çok az azalır
3/4 yükte .....	Z 4 azalır	Z 2-3 artar	Çok az artar	Çok az azalır
1/2 yükte .....	X 5-6 azalır	X 4-5 artar	Çok az artar	Çok az azalır
<b>AKIM :</b> Yol alma .....	X 10-12 artar	X 10-12 azalır	X 5-6 azalır	X 5-6 artar
Tam yük .....	X 7 azalır	X 11 artar	Az azalır	Az artar
Sıcaklık yükselmesi Mekanik yüküm .....	>4°C artar	6-7°C artar	Az azalır	Az artar
kaputması .....	X 21 artar	Z 19 azalır	Az azalır	Az artar
Magnetik gürültü .....	Az artar	Az azalır	Az azalır	Az artar

Tablo 1. Gerilim ve frekans değişmelerinin en-  
düksiyon motoruna etkileri

## 2. SENKRON MOTORLAR

Gerilimdeki değişmelerin senkron motorlar üzerine etkisi endüksiyon motorlarında olduğu gibidir. Bununla beraber yol alma momenti gerilimin karesi ile, devrilme momenti ise gerilimle orantılı olarak değişir.

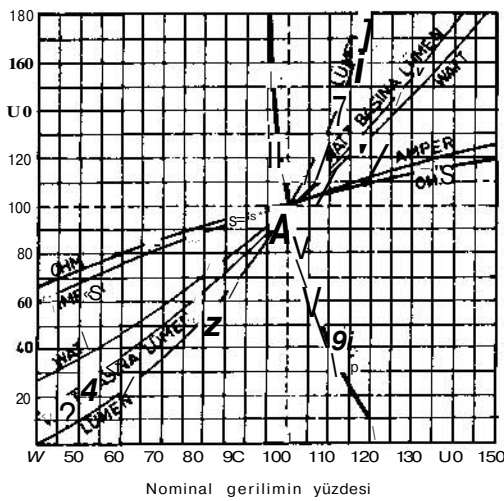
Burada bir noktayı belirtmek yerinde olacaktır; belirli sınırlar içinde kalmak koşuluyla gerilimin yüksek oluşu, düşük oluşu kadar zararlı değildir.

## 3. AYDINLATMA AYGITLARI

### 3.1 Akkor Telli Lambalar

Akkor telli lambaların verdiği ışık gücü ve ömrü uygulanan gerilime çok bağlıdır. Tablo 2'de akkor telli lambaların ışık gücü ve ömrünün gerilimle nasıl değiştiği anma değerlerinin yüzdesi olarak verilmiştir (Ayrıca Şekil 1'e bakınız).

Genel olarak akkor telli lambalarda; lambalara uygulanan gerilim % 1 değiştiğinde lambanın ışık gü-



Şekil 1. Caz doldurulmuş akkor telli büyük lambaların ortalama karakteristikleri

Tablo 2.

Gerilim  
değişmelerinin  
gaz dolu akkor  
lamba karak-  
teristiklerine  
etkisi  
(Anma değerlerinin  
yüzdesi olarak)

Gerilim	Işık Gücü	Teorik Ömrü
80	47	1900
85	58	850
90	70	400
92	75	300
94	81	225
96	87	170
98	93	130
100	100	100
102	105	75
104	115	60
106	120	45
108	130	35
110	140	30
115	160	15
120	185	10

cü % 3-3,5 kadar değişmektedir. Tablo 2'den, gerilim % 10 düştüğünde, ışık gücünün de % 30 düştüğü görülmektedir. Gerilimin % 10 artması halinde ise lamba ömrü 1/3 ten aşağıya düşmektedir.

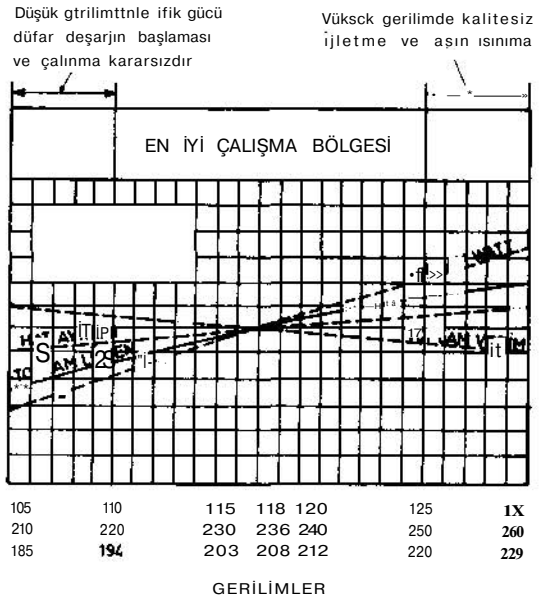
### 3.2. Floresan Lambalar

Genel olarak gerilimde % 1 değişme, lambanın ışık gücünde yaklaşık % 1 değişmeye yol açmaktadır. Ayrıca gerilimin belirli bir değer altına düşmesi deşarjın başlamamasına neden olur. Gerilim normalin üstüne çıktığı zamanda lambanın balastla birlikte verimi düşer.

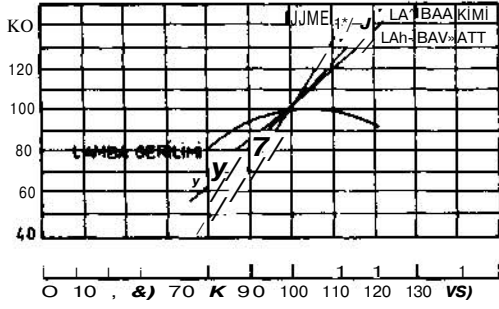
Floresan lambalar, ömür yönünden akkor telli lambalara göre voltaj değişmelerinden daha az etkilenirler. Gerilim değişimi ile lamba karakteristiklerinin nasıl değiştiği Şekil 2'de gösterilmiştir (Industrial Power Systems Handbook, Beeman s.209).

### 3.3. Cıva Buharlı Lambalar

Gerilim değişmelerinin cıva buharlı lambalar üzerine etkisi Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Balasta uygulanan gerilimin işlevi olarak floresan lambaların karakteristikleri



Şekil 3. H tipi 400 W cıva buharlı lamba karakteristikleri

#### 3.4. Dirençle Isıtmalı Aygıtlar

Bu tip aygıtların enerji girişi ve ısı çıkışı genel olarak uygulanan gerilimin karesi ile orantılı olarak değişir. Böylece gerilim % 10 düşüğünde aygıtın verdiği ısı gücü %'19 düşecektir.

Birçok ısıtıcı aygıtlar, termostatla denetlendiğinde gerilim % 10 ve hatta daha fazla değiştiğinde bile, yeterli olarak çalışabilmektedirler.

Bununla beraber birçok yapımcı ısıtıcı biriminin en az yer kaplamasını ister ve dolayısıyla aygıtının maksimum gücüne yakın bir yerde çalışmasını ister. Gerilimin düşmesi ısının düşmesi, o da üretimin düşmesi demektir.

#### 4. KORUYUCU RÖLELER, ÖLÇÜ ALETLERİ VE SAYAÇLAR

Endüksiyon tipi rölelerin çalışma zamanları, frekansla doğru orantılı olarak değişmektedir. Birbirini izleyen rölelerin hepsi ters zamanlı endüksiyon tipi röleler olursa zaman ayarı ve seçicilik yönünden bir sorun çıkmamaktadır. Ancak araya değişmez zamanlı röle girmesi sakıncalıdır.

#### 5. DÜŞÜK FREKANS VE DÜŞÜK GERİLİMİN ELEKTRONİK AYGITLARA ETKİSİ

Elektronik aygıtların herbirinin frekans ve gerilim düşümünden ne derece ve nasıl etkilendiğini, toleranslarının ne kadar olduğunu bilmek, ancak bu aygıtların tasarım ve devre karakteristiklerini incelemekle mümkün olabilir. Yalnız, genel anlamda elektronik aygıtlarda bulunan devrelerden bazılarının frekans ve gerilime bağlılıkları aşağıda belirtildiği şekilde özetlenebilir.

##### 5.1. Frekans Düşmesi

Elektronik aygıtların en önemli bölümü DA ile beslenir. Bu nedenle de şebekeden alınan AA'ı doğrultan ve aygıtın beslenmesini sağlayan bir doğrultaca gerek vardır. Bu tür aygıtlarda şebeke frekansının düşüklüğü, ancak doğrultaç üzerine etkisi varsa önemlidir. Frekansın düşmesi, doğrultacın besleme trafosunda, gerilim yükselmesinin yaptığı gibi maksimum magnetik akının artmasına neden olur. Dolayısıyla doğrultacın besleme trafosunun frekans düşüklüğü en çok 2,5 Hz olabilir. Gerçekte frekans ile beraber gerilimde düşecek olursa bu tolerans daha da artar. Aynı şekilde, statik rezonans devreli AA regülatörleri de, frekans değişmelerine karşı duyarlıdır. Frekans kaymaları, regülatörün çalışma geriliminin değişmesine yol açar.

Bazı ölçü devrelerini içeren elektronik aygıtlar, 50 Hz'i duyan dar bantlı süzgeçler kullanılmaktadır. Frekans, bu aygıtların ayarlandıkları bandın dışına çıkacak olursa, aygıtların doğrulukları bozulabilir.

Ayrıca, şebeke frekansını zaman tabanı olarak kullanılan televizyon gibi sistemlerde bazı temel tarama frekansları 50 Hz'den türetilmektedir. Televizyon verici istasyonlarında bulunan resim kayıt ve kamera gibi 50 Hz'e çok duyarlı aygıtların şebeke frekansındaki düşmelerde çalışmaları, türetilen temel frekanslardaki değişmelerden dolayı olanaksızdır. Bu nedenle verici istasyonlarda kristalli lokal 50 Hz osilatörleri kullanılmaktadır. Bu defa aynı temel frekansların türetilmesinde şebeke frekansını kullanan alıcı aygıtla aradaki frekans farkı kadar senkronizasyon bozukluğu meydana gelmektedir. Bunun etkisi televizyon ekranından geçen siyah bir bant olarak görülmektedir.

Son yıllarda hemen hemen her alana uygulanmaya başlanan bilgisayarlarda şebeke frekansındaki düşmelerden etkilenme şu biçimde açıklanabilir:

Bilgisayarlarda şebeke frekansından etkilenen bölüm özellikle diskler olarak görülmektedir. Frekansın düşmesi sonucu diskin konumunu ayarlayan motorun hızı değişmekte bu nedenle de bilgisayarın yaz-oku (read/write) sisteminde aksamalar, atlamalar doğmaktadır. Aynı sorun magnetik band kullanılan bilgisayarlar için de geçerlidir.

Görülüyor ki, şebeke frekansının düşmesinin bazı özel aygıtlar hariç (özel ölçü devreleri, televizyon sistemi), genel olarak elektronik aygıtlar üzerinde önemli bir zorlama yapması söz konusu değildir.

##### 5.2. Gerilim Düşmesi

Normal olarak bütün elektronik aygıtlarda gerilim düşmelerine karşı belirli ölçülerde tedbir alınmıştır. Yapımcılar bu toleransı iç tesisata tanınan toleranstan az olmamak üzere hazırlarlar (\* Z 5 ila 10 arası). Bununla beraber elektronik aygıtların birçok devreleri gerilime karşı duyarlıdır, bu nedenle de regülatörlerle beslenir. Regülatörler ise en düşük gerilime göre ayarlanıp, fazla gerilimi düşürdüklerinden aradaki gerilim farkına karşılık olan güç, ısı olarak harcanır. Bu ise hem verim düşüklüğüne hem de regülatör ögesinin ısınmasına neden olur. Bu bakımdan yapımcılar regülasyon sınırını özellikle güç devreleri için küçük tutarlar. Şebeke gerilimi, tanınan toleranstan aşağı düştüğünde regülatörler çalışmaz hale gelirler. Regülatörlerin doyması sonucunda şebeke gerilimindeki salınımlar ile doğrultaçtaki dalgalanmalar elektronik devreleri etkiler, besleme geriliminde düşmeler olur. Dolayısıyla devrelerin görevlerinde aksamalar doğar.

Güç yükselticilerini içeren devreler gerilim düşmesi sonucu, maksimum güçlerine erişmeden doymaya giderler, çalışma noktalarında değişiklikler dolayısıyla devre işlerinde bozulmalar olur.

Tüplü aygıtlarda, katot ısıtıcıları belli bir sıcaklıkta en uygun verimi sağlarlar. Isıtıcıların geriliminin, şebeke gerilimine bağlı olarak düşmeleri katot sıcaklığını düşürerek emisyonun azalmasına dolayısıyla da tüplerin görevlerinin aksamasına yol açar. Bu aksamalar tüpün kullanıldığı devreye bağlı olarak kazanç düşüklüğü ve çıkışta bazı bozulmalar şeklinde görülebilir.