

## Asenkron Motorlar İçin Enerji Verimliliği Analizi Ve Porsuk Myo Enerji Verimliliği Etüd Çalışması

### Energy Efficiency Analysis for Asynchronous Motors And Porsuk Vocational School Energy Efficiency Survey



2016, Vol. 2016(1) 15–23  
DOI: 25.1234/0123456789

[www.ejoir.org](http://www.ejoir.org)

**Alper ÇETİN**

*Elk-Elo Müh, Anadolu Üniversitesi*

**Zafer DEMİR**

*Anadolu Üniversitesi,*

**Nesrin ÇOLAK**

*Anadolu Üniversitesi*

#### Özet

Ekonomik ve sosyal kalkınmanın önemli unsurlarından biri enerjidir. Ancak enerji kaynaklarımızın en önemlisini oluşturan fosil yakıtların hızla tükenmesi ve bu kaynakların yarattığı çevre sorunları, tasarruf ve enerji verimliliğini gündeme getirmiştir. Küresel enerji talebi sürekli artması, enerji tüketimini azaltma, karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonunu düşürme ve güvenli enerji temin etme arayışlarını da beraberinde getirmiştir. Üretilen elektrik enerjisinin yaklaşık yarısını, endüstride ise kullanılan elektriğin %65'ini elektrik motorları tüketmektedir. Bu sebeple elektrik motorlarının kullanımında büyük bir enerji tasarrufu potansiyeli bulunmaktadır. Dolayısıyla elektrik enerjisinin tüketiminde en büyük paya sahip olan elektrik motorlarında enerji verimliliği çalışmaları büyük öneme sahiptir. Çalışmamızda Anadolu Üniversitesi Porsuk Meslek Yüksekokulunda bulunan elektrik motorları verimlilik yönünden incelenmiş ve tasarruf önerilerinde bulunulmuştur.

*Anahtar Kelimeler:* Asenkron motorlar, Verimlilik Analizi, Enerji Verimliliği

#### Abstract

Energy is one of the significant component of economic and social development. However rapid exhaustion of fossil fuels, that comprise the most important source of our energy, and environmental problems created by these sources bring up providence and energy productivity. The demand increase in global energy leads to decrease in energy consumption, decrease carbondioxide (CO<sub>2</sub>) emission and provide secure energy. Electric motors consumes half of the produced electric energy and 65% of electric that used in industry. By this reason, there is a majör energy providence potential in usage of electric motors. Hence, energy productivity studies about electric motors that have a large role in electric energy counsumption have a major importance. In our study, electric motors that are located in Anadolu University Porsuk Vocational School are examined in terms of productivity and providence suggestions are given.

*Keywords:* Asynchronous motors, Productivity analysis, Energy Productivity

## Giriş

Dünyayı tehdit eden iklim değişikliklerinin yavaşlatılması hatta önlenmesi için, atmosfere atılan CO<sub>2</sub> ve SO<sub>2</sub> gibi gaz emisyonlarının kontrolü ve gereken önlemler Kyoto Protokolü, Kopenhag Kriterleri gibi uluslararası anlaşma ve görüşmeler ile koordine edilmeye çalışılmaktadır. Bugün için alınabilecek en etkili önlem fosil yakıtları en geniş çapta kullanan enerji santrallerine olan ihtiyacı azaltmaktır. Diğer bir deyişle enerji tüketiminde verimliliğin artırılması yolu ile konfor ve teknolojinin daha az enerji tüketerek sürdürülmesidir.

Elektrik motorları doğru akım (DC) ve alternatif akım (AC) motorları olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Endüstride kullanılan elektrik motorlarının %90' ı sincap kafesli motor diye tabir edilen 3 fazlı AC asenkron motorlardır. Bunun nedeni ise; tasarımlarının basit olması, diğerlerine göre daha ucuz olması, bakımlarının kolaylığı ve AC şebekeye direk bağlanıyor olabilmeleridir. Dolayısıyla enerjinin büyük çoğunluğu bu motorlar tarafından tüketilmektedir. Asenkron motorlarda yapılacak enerji verimliliği çalışmaları ile çok ciddi enerji tasarrufu sağlanabilir. Yüksek verimli elektrik motoru kullanımı, enerji ihtiyaçları ve maliyetlerinin düşürülmesinde çok önemlidir.

Somut bir örnek vermek gerekirse; asenkron motorların elektrik tüketimi ülkemizde yaklaşık olarak 75 GWh olarak hesaplanır. Bu motorlarda gerçekleştireceğimiz %2'lik bir enerji tasarrufu 1,5 GWh değerindedir. Ülkemizdeki enerji santrallerinin üretimleri değerlendirildiğinde tasarruf miktarının ne denli önemli olduğu görülecektir. Tablo 1'de mukayese yapılabilmesi amacıyla bazı santrallerin üretim güçleri verilmiştir. Tablo 2'de ise bir elektrik motoru ile otomobil motoru yatırım maliyetleri bakımından karşılaştırılmıştır.

Tipik bir asenkron motorun satın alma maliyeti, motorun ömrü boyunca toplam çalışma maliyetinin sadece %1'idir. Yani bir asenkron motor, ortalama 15 yıl olan çalışma ömrü boyunca satın alma maliyetinin 50 katından fazlasını tükettiği enerjinin maliyeti olarak ödetir.

Tablo 1. Bazı Santrallerin Üretim Kapasiteleri

SANTRAL		ÜRETİM
SEYİTÖMER	Termik Santral	3623 GWh
ORHANELİ	Termik Santral	1174 GWh
AFŞİN-ELBİSTAN	Termik Santral	2042 GWh
GÖKÇEKAYA	HES	1721 GWh

Başka bir deyişle, bir motorun birkaç ayda tükettiği enerjinin maliyeti, o motorun satın alma maliyetine eşittir. Bu nedenle daha yüksek verimli elektrik motorlarının üretimine başlanmış, standartlar belirlenmiş ve yüksek verimli motorlar kullanılarak tasarruf edilmesi çalışmaları hız kazanmıştır.

Tablo 2: Örnek Otomobil Motoru ve Elektrik Motoru Yatırım Maliyetleri

	Örnek Otomobil Motoru	Örnek Asenkron Motor
<b>Yatırım (110kW)</b>	27000 EUR	4200 EUR
<b>Çalışma Ömrü</b>	15 YIL	15 YIL
<b>İlave Maliyetler</b>	2700 EUR	0 EUR
<b>Enerji Maliyeti</b>	0,1 EUR/km	0,08 EUR/kWh
<b>Mesafe/Zaman/Yıl</b>	30000 km	8000 h
<b>Çalışma Maliyeti/Yıl</b>	3000 EUR	72000 EUR
<b>Çalışma Maliyeti/ 15 Yıl</b>	45000 EUR	1080000 EUR
<b>Bakım, vergi, sigorta ...</b>	1000 EUR	300 EUR
<b>Bakım /15yıl</b>	15000 EUR	4500 EUR
<b>15 Yıllık Toplam Maliyet</b>	89700 EUR	1088700 EUR

## ASENKRON MOTORLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Asenkron motorlarda verimlilik, genel itibariyle motor milinden alınan gücün motorun harcadığı elektrik gücüne oranıdır. Arada oluşan fark ise ısı enerjisiyle harcanan ve motor verimliliğini düşüren kayıplardır. Bu kayıplar; stator kayıpları, rotor kayıpları, demir kayıpları, sürtünme kayıpları ve diğer kayıplar olarak ifade edilmektedir. Günümüzde bu kayıplar azaltılmakta ve daha yüksek enerji verimli asenkron motorlar üretilebilmektedir.

#### Enerji Verimlilik Standartları

Elektrik motorlarında verimlilik üzerine kurulan ilk uygulama, tüketiciyi korumak ve haksız rekabeti önlemek için 1998 yılında CEMEP (Avrupa Elektrik Makinaları ve Güç Elektroniği İmalatçıları) tarafından kabul edilen ve EFF3, EFF2 ve EFF1 olarak adlandırılan sınıflandırmadır. 1,1 – 90 kw motorları kapsayan bu uygulamada EFF3 en düşük verimlilik sınıfı, EFF1 en yüksek verim sınıfı olarak belirlenmiştir.

Verimlilik sınıflarına 2008 yılında Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) tarafından yayımlanan ve 2009 yılında Avrupa normu haline gelen ve 2010 yılında Türk Standartları Enstitüsü tarafından kabul edilen yeni bir standard getirilmiştir. Bu yeni verimlilik sınıfları IE1, IE2, IE3, IE4 olarak tanımlanmıştır. IEC 60034-2-1 standardında motor verimlilik testi yöntemleriyle ilgili kurallar belirtilmekte olup IEC 60034-30 standardında ise doğrudan şebekeden beslenen elektrik motor grupları için verim sınıfları açıklanmaktadır. 2014 yılında IEC 60034-30-1 standardının uygulamaya konmasıyla, en yüksek verim sınıfı olan IE4 sınıfı olmuş ve verimlilik kapsamı genişletilmiştir.

IEC 60034-30-1 standardında, sinüzoidal gerilim için sınıflandırılan bütün elektrikli motorlarla ilgili dört adet IE (uluslararası verim) sınıfı tanımlanmaktadır. Bu standarda göre verimlilik sınıfları Tablo 2'deki gibi tanımlanmaktadır.

Tablo 3: Verimlilik Sınıfları

<b>Standart verim</b>	<b>IE1</b>
<b>Yüksek verim</b>	<b>IE2</b>
<b>Premium verim</b>	<b>IE3</b>
<b>Süper premium verim</b>	<b>IE4</b>

Yukarıda belirtilen verimlilik sınıfları; 0,75 KW – 375 KW arası 1000 V a kadar 50 ve 60 Hz frekansdaki motorlar için geçerlidir. Motorların hangi verimlilik sınıfında yer aldığı IEC 60034-2-1 standardında belirtilen test yöntemleriyle belirlenir. Üretilen motorların en düşük verim değeri ve ilgili IE sınıfı motor plakalarında gösterilmek zorundadır. Şekil 2'de örnek bir motor plakası verilmektedir.

#### Yasal Düzenlemeler

Elektrik motorları hususunda ilk yasal düzenleme Avrupa Birliği'nin Elektrik Motorları ile İlgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklere Dair EC/640/2009 sayılı tüzüğüdür. Beraberinde, 4703 sayılı Ürnlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanunun 14 üncü maddesine dayanılarak hazırlanan Enerji ile İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmelik 2010 yılında yürürlüğe girmiştir.

CE		IE2	
3 ~ Motor		M3BP 315 SMC 4 B3	
4500678913-10		2009	
		No. 3GF09123456001	
		Ins. cl. F	
		IP 55	
V	Hz	kW	r/min
690 Y	50	160	1487
400 D	50	160	1487
415 D	50	160	1488
		A	cos φ
		165	0,85
		284	0,85
		277	0,84
IE2 - 95,6 (100%) - 95,6 (75%) 95,1 (50%)			
Prod. code 3GBP312230- ADG			
Nmax 3200 r/min			
6319/C3		6319/C3	1000 kg
ABB		IEC 60034-1	

Şekil 2: Örnek Motor Plakası

Yasal düzenlemeler ile elektrik motorlarına dair mevzuat, piyasa gözetim ve denetim faaliyetlerini de uygulanabilir kılmıştır. 7.2.2012 tarih ve 28197 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Elektrik Motorları İle İlgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklere Dair Tebliğ” ile 2, 4, 6 kutuplu, anma gerilimi (UN) en fazla 1000 V olan, anma çıkış gücü (PN) 0,75 kW ile 375 kW arasında olan ve sürekli çalışacak şekilde tasarlanmış tek hızlı, 3 fazlı, 50 Hz veya 50/60 Hz sincap kafesli endüksiyon motorları denetim kapsamına alınmış bulunmaktadır.

Tebliğde göze çarpan en önemli husus zorunlu uygulamaya dair düzenlemelerdir. Tebliğ 02.04.2012 tarihi itibariye IE1 verimlilik sınıfı motorların piyasaya arz edilmesini yasaklamakta ve diğer verimlilik sınıfları için süreç tanımlamaktadır. Bunun dışında 01.01.2015 tarihinden itibaren, anma çıkış gücü 7,5 kW ile 375 kW arasında olan motorların veriminin, IE3 verim seviyesinden düşük olmayacağını veya piyasaya arz edilen motorların IE2 verim seviyesini karşılayacak ve değişken hızlı tahrikle teçhiz edilmesi gerektiğini bildirmektedir. Sürecin devamında ise 01.01.2017 tarihinden itibaren, anma çıkış gücü 0,75 kW ile 375 kW arasında olan motorların verimi, IE3 verim seviyesinden düşük olmamalı veya piyasaya arz edilen motorlar IE2 verim seviyesini karşılamalı ve değişken hızlı tahrikle teçhiz edilmelidir. Tablo 4’te IEC normlarına göre asenkron motorlara ait olması gereken minimum verimlilik değerleri yer almaktadır.

Tesislerimizde verimlilik sağlayabilmek için motorları, kullanım saati ve gücüne bağlı olarak, yüksek verimlilik sınıfında bir motor ile değiştirmek etkin bir tasarruf sağlayacaktır. Tesisatta öncelikli olarak ciddi sonuçlar elde edebilmek için 7,5 KW üstü ve yılda 2000 saatten fazla kullanılan motorlar için verimlilik çalışması tavsiye edilir. Elektrik motorlarında arıza oluştuğunda çoğu zaman sarıma gönderilip tamir ettirilmesi gibi bir uygulama yaygındır. Fakat elektrik motorunun her bir sarımda %1 gibi bir verimlilik değer kaybı yaşayacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sebeple eğer arızalanan bir motor var ise yüksek verimli yeni bir motor ile değiştirilmesi tasarruf açısından daha uygun olacaktır.

Tablo 4: Asenkron Motorlar İçin Verimlilik Değerleri

Güç kW	IE1 Standart verim			IE2 Yüksek verim			IE3 Premium verim			IE4 Süper Premium verim		
	2 kutup	4 kutup	6 kutup	2 kutup	4 kutup	6 kutup	2 kutup	4 kutup	6 kutup	2 kutup	4 kutup	6 kutup
0.12	45.0	50.0	38.3	53.6	59.1	50.6	60.8	64.8	57.7	66.5	69.8	64.9
0.18	52.8	57.0	45.5	60.4	64.7	56.6	65.9	69.9	63.9	70.8	74.7	70.1
0.20	54.6	58.5	47.6	61.9	65.9	58.2	67.2	71.1	65.4	71.9	75.8	71.4
0.25	58.2	61.5	52.1	64.8	68.5	61.6	69.7	73.5	68.6	74.3	77.9	74.1
0.37	63.9	66.0	59.7	69.5	72.7	67.6	73.8	77.3	73.5	78.1	81.1	78.0
0.40	64.9	66.8	61.1	70.4	73.5	68.8	74.6	78.0	74.4	78.9	81.7	78.7
0.55	69.0	70.0	65.8	74.1	77.1	73.1	77.8	80.8	77.2	81.5	83.9	80.9
0.75	72.1	72.1	70.0	77.4	79.6	75.9	80.7	82.5	78.9	83.5	85.7	82.7
1.1	75.0	75.0	72.9	79.6	81.4	78.1	82.7	84.1	81.0	85.2	87.2	84.5
1.5	77.2	77.2	75.2	81.3	82.8	79.8	84.2	85.3	82.5	86.5	88.2	85.9
2.2	79.7	79.7	77.7	83.2	84.3	81.8	85.9	86.7	84.3	88.0	89.5	87.4
3	81.5	81.5	79.7	84.6	85.5	83.3	87.1	87.7	85.6	89.1	90.4	88.6
4	83.1	83.1	81.4	85.8	86.6	84.6	88.1	88.6	86.8	90.0	91.1	89.5
5.5	84.7	84.7	83.1	87.0	87.7	86.0	89.2	89.6	88.0	90.9	91.9	90.5
7.5	86.0	86.0	84.7	88.1	88.7	87.2	90.1	90.4	89.1	91.7	92.6	91.3
11	87.6	87.6	86.4	89.4	89.8	88.7	91.2	91.4	90.3	92.6	93.3	92.3
15	88.7	88.7	87.7	90.3	90.6	89.7	91.9	92.1	91.2	93.3	93.9	92.9
18.5	89.3	89.3	88.6	90.9	91.2	90.4	92.4	92.6	91.7	93.7	94.2	93.4
22	89.9	89.9	89.2	91.3	91.6	90.9	92.7	93.0	92.2	94.0	94.5	93.7
30	90.7	90.7	90.2	92.0	92.3	91.7	93.3	93.6	92.9	94.5	94.9	94.2
37	91.2	91.2	90.8	92.5	92.7	92.2	93.7	93.9	93.3	94.8	95.2	94.5
45	91.7	91.7	91.4	92.9	93.1	92.7	94.0	94.2	93.7	95.0	95.4	94.8
55	92.1	92.1	91.9	93.2	93.5	93.1	94.3	94.6	94.1	95.3	95.7	95.1
75	92.7	92.7	92.6	93.8	94.0	93.7	94.7	95.0	94.6	95.6	96.0	95.4
90	93.0	93.0	92.9	94.1	94.2	94.0	95.0	95.2	94.9	95.8	96.1	95.6
110	93.3	93.3	93.3	94.3	94.5	94.3	95.2	95.4	95.1	96.0	96.3	95.8
132	93.5	93.5	93.5	94.6	94.7	94.6	95.4	95.6	95.4	96.2	96.4	96.0
160	93.8	93.8	93.8	94.8	94.9	94.8	95.6	95.8	95.6	96.3	96.6	96.2
200	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8	96.5	96.7	96.3
250	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8	96.5	96.7	96.5
315	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8	96.5	96.7	96.6

Yeni oluşturulan bir sistem ve tesisatta, motorlar kullanıldığı yer ve maruz kalacağı yüke uygun seçilmelidir. Aşırı ihtiyatlı davranılıp gereğinden büyük güçte motor seçme alışkanlığından vazgeçilmelidir. Böylelikle motorların plakalarında yazılı anma güçlerine göre düşük güçte ve dolayısıyla düşük verimde çalışmaları önlenmelidir. Motorlarda güç arttıkça verim artar ve motor verimi genellikle %75 yükte azami seviyeye ulaşır. Düşük yüklerde tüketilen elektrik enerjisi mekanik güç yerine artan oranda ısıya çevrilir ve motorlarda aşırı ısınmadan doğan arıza riskini artırıp motorun ömrünü kısaltmaktadır. Bu nedenle sistem enerji tasarrufu için optimize edilmelidir.

Değişken hızlı sürücü (DHS) sistemleri, invertörlü veya değişken frekanslı sürücü sistemleri olarak da bilinen, alternatif akımın frekansını ve dolayısıyla motorun dönüş hızını değiştirerek, motorun gereğinden fazla yük çekmesini önler. Bu da aynı işin daha az enerji kullanılarak yapılmasını sağlar. Motorlara invertör sistemi ilavesi ile %50' ye veren enerji tasarrufu yapmak mümkündür. Yani aynı iş için motorun tükettiği enerji yarı yarıya azaltılabilir. İnvörtör ile tahrik edilen motorların maliyeti elbette daha yüksek olacaktır. Ancak doğru seçilmiş pompa ve kompresör gibi uygulamalarda, değişken hızlı sürücü sistemler genellikle iki yıl veya daha az bir süre içinde tasarruf ettikleri enerji ile yatırım maliyetlerini karşılar.

### PORSUK MESLEK YÜKSEKOKULU ELEKTRİK MOTORLARI ENERJİ ETÜDÜ

Porsuk Meslek Yüksek Okulu'nda sıcak su transferi, sulama, devir daim gibi prosesler için kullanılan toplam 19 adet elektrik motoru bulunmaktadır. Bu motorların enerji etüdü yapılarak, mevcut motorların yüksek verimli motorlar ile değiştirilmesi halinde elde edilecek tasarruf ve yatırım maliyetinin ne kadar sürede geri döneceği konularında sonuçlar elde edilmesi amaçlanmıştır.

İncelemeler sonucunda kullanılan motorların adet ve özellikleri aşağıdaki tablodadır.

Tablo 4: Porsuk MYO Mevcut Motor Bilgileri

MOTOR SAYISI	MOTOR GÜCÜ (kW)	MOTOR DEVRİ (d/dk)
11	0,55	3000
5	1,50	3000
2	1,50	1500
1	0,75	1500

$P$  = Kullanılan motor güç değerleri (kW) ,

$\eta_1$  Eski motorların verimlilik değeri (%) ,

$\eta_2$  Yeni motorların verimlilik değerleri (%) ,

$n$  motor sayısı,

$t$  motor kullanım süresi (h),

$\alpha$  Saat başına enerji maliyeti (Eur/kWh)

olmak üzere hesaplamalar denklem 1 ve denklem 2 kullanılarak gerçekleştirilerek Tablo 5 ile sonuçlar bölümünde incelenmiştir.

$$Değişim Yıllık Kazanç = (P \times \eta_1 - P \times \eta_2) \times \alpha \times t \times n \quad (1)$$

$$Geri Dönüş (Yıl) = \frac{Toplam Değişim Fiyatı}{Değişim Yıllık Kazanç} \quad (2)$$

Hesaplamalarda motorların yıllık kullanım miktarları 4320 saat olarak, elektrik birim maliyeti ise 0,07 Eu/kWh olarak alınmıştır. İncelemelerde motorların daha önce sarım görmediği anlaşılmış, bu nedenle sarımdan kaynaklı verim düşüşü hesaba dâhil edilmemiştir. Hesaplamalar, motorların DOL (Direct Online) %100 yükte verimlilikleri temel alınarak yapılmıştır. Halen çalışmakta olan motorlar için motorların verimlilik değerleri IEC/EN 60034-30-1: 2014 standartlarında tanımlanan IE1 değerleri kabul edilmiştir. Yeni motorlar ise mevcut güçlerde IE4 motor üretiminin bulunmaması nedeniyle IE3 verimlilik sınıfından seçilmiş ve güncel satın alma fiyatlarıyla hesaplamalara dâhil edilmiştir.

## SONUÇ

Bu çalışmada elektrik enerjisinin yoğun olarak kullanıldığı asenkron motorlarda verimlilik ve tasarrufun nasıl sağlanacağı konusu, Porsuk Meslek Yüksek Okulu'nda bulunan pompa motorlarının analizleriyle birlikte aktarılmaya çalışılmıştır.

Elektrik enerjisini elde etmenin güçlükleri ve üretim şartlarının çevreye olan zararlı etkileri karşısında elektrik enerjisini tasarruflu kullanmak zorunda olduğumuz ortaya çıkmaktadır. Tasarruflu kullanımda amaç; kayıpların azaltılmasıyla üretim süreçlerinde daha az enerji tüketerek, şahıs veya firmalara tasarruflar sağlamak, ayrıca ülke ekonomisine ve çevre korunmasına katkıda bulunmaktadır. İnsanlığın elektrik enerjisi tüketimi, birincil enerji tüketiminden daha hızlı artmaktadır ki bu artış ülkemizde gelişmekte olan ülke konumunda olmamız nedeniyle daha hızlı yaşanmaktadır. Bu nedenle elektrik enerjisi tasarrufuna fazlasıyla önem verilmeli ve bilinç oluşturulmalıdır.

Daha öncede ifade edildiği üzere, toplam elektrik enerjisinin neredeyse yarısı elektrik motorlarında tüketilmektedir. Bunların içerisinde pompa sitemleri %20 bir paya sahiptir. Bu nedenle pompa sistemlerinde yüksek verimli bir tasarım gerçekleştirmek ciddi bir tasarruf ortaya çıkaracaktır.

Tablo 5: Porsuk MYO Elektrik Motor Analizi Sonuçları

Değişen Motorların IEI olması durumunda yıllık kazanç											
No	Proses	kW	Devir (d/dk)	Motor Sayısı	IE3 Verim	Eski Verim	Yıllık Çalışma Saati	Yıllık Kazanç (EUR)	Motor Birim F (EUR)	Toplam Değişim F. (EUR)	Geri Dönüş (Yıl)
1	Pompa	0,55	3000	11	0,772	0,658	4320	410,58	90	990	2,41
2	Pompa	1,5	3000	5	0,825	0,752	4320	266,87	130	650	2,44
3	Pompa	1,5	1500	2	0,853	0,772	4320	111,59	140	280	2,51

4	Pompa	0,75	1500	1	0,825	0,721	4320	39,65	105	105	2,65
<b>Toplam</b>				<b>19</b>				<b>828,69</b>		<b>2025</b>	<b>2,44</b>

Verimlilik hesap tablosunun her bir satırında; ilgili proses için motor gücü ve devri, IEC standartlarına göre kabul edilen IE1 verimlilik değerleri ve yeni motor IE3 verimlilik değerleri, motorların yıl bazında toplam çalışma süreleri, değişimin enerji tasarrufu sayesinde yıllık olarak sağlayacağı kazanç, motorların birim ve toplam değişim fiyatları ve en nihayetinde yatırımın ne kadar sürede kendini geri döneceği bilgileri yer almaktadır.

1 numaralı prosesde 0,55 kW 3000 d/dk değerinde 11 adet çalışan asenkron motor bulunmaktadır. Mevcut motor verimlilik değerleri IE1 olarak %65,8 olarak kabul edilmiş ve yerine önerilen motorlar IE3 %77,2 verimlilik değerinde seçilmiştir. Motorların yıllık 4320 saat çalıştığı varsayılarak hesaplara dâhil edildiğinde; verimlilik artışı sayesinde toplam 11 adet motor yıllık 410,58 Eur tasarruf sağlamaktadır. IE3 verimlilik sınıfındaki yeni motorların adet fiyatı 90 Eur olup toplam yatırım maliyeti 990 Eur dur. Toplam yatırım maliyetini yıllık tasarrufa oranlar ise, yapılacak olan değişimin 2,41 yılda kendini dönüştüreceği sonucu ortaya çıkmaktadır.

2 numaralı prosesde 1,5 kW 3000 d/dk değerindeki 5 adet motor IE1 verimlilik sınıfından IE3 verimlilik sınıfındaki motorlar ile değiştirildiğinde yıllık 266 Eur bir tasarruf sağlamaktadır. Bu sayede 650 Eur olan toplam motor değişim maliyetini 2,44 yılda geri döndürmektedir.

3 numaralı prosesde 1,5 kW 1500 d/dk değerindeki 2 adet motorun değişiminden yıllık 111,59 Eur bir kazanç sağlanmaktadır. Bunun sonucunda 280 Eur olan değişim maliyeti 2,51 yılda tasarruf ile geri kazanılmaktadır.

4 numaralı prosesde 0,75 kW 1000 d/dk 1 adet olan motor değişiminde yıllık 39,65 Eur kazanç elde edilmektedir. Bu sayede 105 Eur olan yatırım maliyeti 2,65 yılda geri kazanılmaktadır.

Sonuç olarak; sistemde motor verimlilik sınıflarının artırılması yoluyla gerçekleştirilecek bir çalışma, toplam 2025,00 Eur yatırım maliyeti ortaya çıkarmaktadır. Motorların verimlilik değerlerinin artırılması sayesinde yıllık 828,69 Eur değerinde enerji tasarrufu edilebileceği tablodaki hesaplamalardan görülmektedir. Bu sayede toplam yatırım maliyetinin ortalama 2,44 yıllık bir sürede geri alınacağı ve motorların işletme ömrü boyunca ciddi bir tasarruf elde edilebileceği anlaşılmaktadır.

## Kaynakça

- Çalıköğü, E. (2012). Elektrik Motor Sistemlerinde Enerji Verimliliği: *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı-Elektrik İşleri Etüt İdaresi Sunumu*
- ABB (2015). *Alçak Gerilim Motorları Motor El Kitabı*
- ABB (2016). *Genel Performans Alçak Gerilim Motor Kataloğu*
- ABB (2016). *Proses Performans Alçak Gerilim Motor Kataloğu*
- Yumurtacı, Z., Sarıgül, A.(2011). *Santrifüj Pompalarda Enerji Verimliliği ve Uygulamaları*
- Demircan, B. *Asenkron Motorlar İle Enerji Santralleri Kurmak*. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Eskişehir Şubesi
- VOLT Motor (2016). *Genel Ürün Kataloğu*
- T.C. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü. *Mevzuat Bilgi Sistemi*. [www.mevzuat.gov.tr](http://www.mevzuat.gov.tr)
- 28197 sayılı Resmi Gazete (2012). *Elektrik Motorları İle İlgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklere Dair Tebliğ*
- ABB (2015). Teknik Seminer. *LV Motor&Generatör Partner Sunumu*. İstanbul







