

# BİR TEKSTİL FABRİKASINDA ELEKTRİKSEL AÇIDAN ENERJİ VERİMLİLİĞİ ANALİZİ

Hakan AKÇA<sup>1</sup>, Onur OTHAN<sup>1</sup>, Uğur Savaş SELAMOĞULLARI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Elektrik Mühendisliği Bölümü  
Yıldız Teknik Üniversitesi  
Beşiktaş, İstanbul

[hakanakca1@gmail.com.tr](mailto:hakanakca1@gmail.com.tr), [selam@yildiz.edu.tr](mailto:selam@yildiz.edu.tr)

## Özet

Gelişmekte olan ülkemizde giderek artan elektrik enerjisi talebi ve elektrik üretiminin büyük kısmında kullanılan doğalgaz gibi enerji kaynakları bakımından dışa bağımlı olmamız düşünüldüğünde, enerjinin daha verimli kullanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Bir ülkenin ekonomik ve sosyal olarak gelişmesinde ülke sanayisi önemli bir yere sahiptir. Sanayide elektrik enerjisi kullanımı artmakta ve 2009 yılı itibari ile bu oran toplam elektrik enerjisi tüketiminin 45%'ini oluşturmaktadır [1]. Bu yüzden sanayi sektöründe yapılacak olan verimlilik çalışmalarının sonucunda elde edilecek enerji tasarruf miktarı çok büyük olacaktır. Yapılan çalışmada, bir tekstil fabrikasında bulunan mevcut motorlar ve aydınlatma sistemlerinde kullanılan magnetik balastların daha verimli olan tipleri ile değiştirilmesi sonucunda elde edilen enerji kazanımı ve maliyet analizi ortaya konmuştur. Daha verimli elemanların kullanılması ile kaliteden ödün vermeden büyük miktarda enerji kazanımı elde edilebileceği görülmüştür.

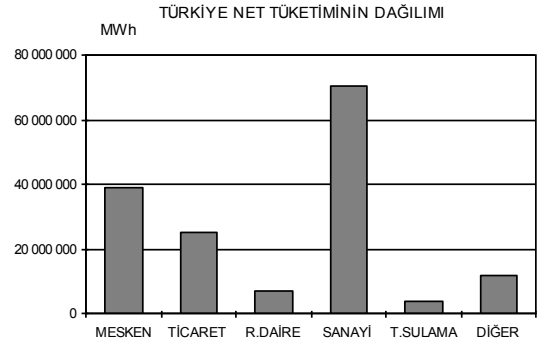
**Anahtar Kelimeler:** Enerji verimliliği, elektronik balast, verimli elektrik motorları, geri dönüş zamanı

## Abstract

More efficient use of energy have become a vital issue in Turkey considering ever-increasing electricity demand and dependency on foreign sources such as natural gas to produce electricity. Industry plays an important role in economical and social development of a country. The electricity use in industry has reached around 45% of total electricity use based on 2009 data [1]. Thus, considerable energy savings can be achieved through energy efficiency studies in industrial plants. Here, a textile company has been considered. Motors and magnetic ballasts in illumination system are replaced with more efficient ones and resulting energy savings and cost analysis are given. It has been shown that considerable savings can be achieved simply by replacing old technology with more efficient ones without sacrificing quality.

## 1. Giriş

Gelişmekte olan Türkiye'de ihtiyaç duyulan enerji miktarı her geçen gün artmaktadır. 2009 yılında 156,9 TWh olarak gerçekleşen elektrik enerjisi tüketiminin 44,9%'u sanayi sektöründe olmuştur (Şekil 1) [1]. Bu yüzden sanayide enerjinin daha verimli kullanımı oldukça önem arz etmektedir.



Şekil 1: Türkiye Net Elektrik Enerjisi Tüketimi Dağılımı [1].

2007 yılında çıkarılan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ile enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması amaçlanmıştır. Kanunun kapsamı ise enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına ve desteklenmesine, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine yönelik uygulanacak usul ve esaslar bulunmaktadır [2].

Bu bağlamda, sanayide tesislerinde yüksek verimli motor kullanımı, fan ve pompaların frekans kontrolü ile hızlarının kontrol edilmesi, tesisin elektriksel güç faktörünün düzeltilmesi, daha verimli aydınlatma sistemlerinin kullanılması enerji verimliliğinin artırılması için kullanılan yöntemlerden bazılarıdır. Daha verimli

motor ve aydınlatma sistemlerinin kullanılması bu yöntemlerden en yaygın olanıdır [3].

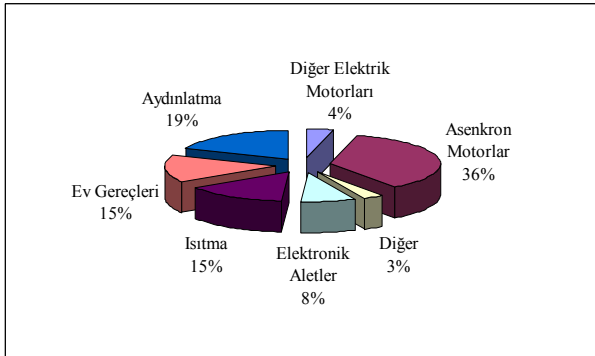
Bu çalışmada, İstanbul'da bulunan bir tekstil fabrikasında elektriksel açıdan enerji verimliliği analizi yapılarak, fabrikada bulunan elektrik motorlarının ve aydınlatma sisteminde kullanılan magnetik balastların daha verimli motor ve elektronik balastlarla değiştirilmesi durumunda elde edilecek enerji kazanımı ortaya konulacaktır. Böyle bir değişimin getireceği maliyetin daha verimli sistemlerin kullanılması sonucunda ne kadar zamanda geri dönüşünün olacağı incelenecektir.

## 2. Fabrikada Elektriksel Açıdan Verimlilik Analizi

Çalışmada ele alınan fabrika İstanbul'da bulunan bir tekstil fabrikasıdır ve ana faaliyet konusu dar dokuma ve örme ürünleridir. 2 mm. ile 10 cm. arasında değişen genişliklerde şerit, lastik, kolon, kordon, biye, ekstrafor, ayakkabı bağı ve çeşitli dolgu malzemeleri üreterek ağırlıklı olarak tekstil ve hazır giyim sektörlerine ürün sağlamaktadır.

### 2.1. Elektrik Motorları

Daha önceden belirtildiği gibi üretilen toplam elektriğin yaklaşık yarısı sanayi sektöründe kullanılmaktadır. Sanayide kullanılan elektriğin ise büyük bir miktarı motorlar tarafından tüketilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2: Talep Tarafı Elektrik Kullanımı [4].

Bu da sanayide yüksek verimli motor kullanılması enerji maliyetinin düşürülmesinde ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Elektrik motorlarının daha verimli kullanımını sağlayacak bazı önlemler Tablo 1'de verilmiştir [4]. Görüldüğü gibi yüksek verimli motor kullanımı ile elde edilebilecek enerji tasarruf miktarı oldukça büyüktür.

Tablo 1: Elektrik Motorları Kullanımında Tasarruf Potansiyeli [4].

Önlem	Tasarruf Potansiyeli (GWh/yıl)
Gücüne yakın yükte çalıştırılması	400
Yüksek verimli motor kullanılması (EFF1)	1.300
Değişken hız sürücüsü kullanılması	2.000
Yanmış motorların yeniden sardırılmaması	600

Fabrikada kullanılan motorlar genel olarak 1100 W gücünde 4 kutuplu 1350 d/d'da çalışan asenkron motorlardır (Tablo 2).

Tablo 2: Fabrikada kullanılan motorlara ait veriler.

	Gerilim (V)	Frekans (Hz)	Akım (A)	Çıkış Gücü (W)	cos $\theta$	Devir (d/d)
$\Delta$	220	50	4,70	1100	0,80	1350
Y	380		2,70			

Tablo 3'te Avrupa Elektrik Makineleri ve Güç Elektroniği İmalatçıları Komitesince (CEMEP) hazırlanan 3 fazlı AC asenkron sincap kafesli motorlar için verim sınıfları verilmiştir Burada EFF1 sınıfı yüksek verimli motorları, EFF2 verimi iyileştirilmiş motorları, EFF3 ise düşük verimli motorları ifade etmektedir [4].

Tablo 3: CEMEP tarafından hazırlanan 3 fazlı AC asenkron sincap kafesli motorlar için verim sınıfları [4].

Çıkış Gücü (kW)	2 Kutuplu Motorlar (%)			4 Kutuplu Motorlar (%)		
	EFF1	EFF2	EFF3	EFF1	EFF2	EFF3
1,1	$\geq 82,8$	$\geq 76,2$	$< 76,2$	$\geq 83,8$	$\geq 76,2$	$< 76,2$
1,5	$\geq 84,1$	$\geq 78,5$	$< 78,5$	$\geq 85,0$	$\geq 78,5$	$< 78,5$
2,2	$\geq 85,6$	$\geq 81,0$	$< 81,0$	$\geq 86,4$	$\geq 81,0$	$< 81,0$
3	$\geq 86,7$	$\geq 82,6$	$< 82,6$	$\geq 87,4$	$\geq 82,6$	$< 82,6$
4	$\geq 87,6$	$\geq 84,2$	$< 84,2$	$\geq 88,3$	$\geq 84,2$	$< 84,2$
5,5	$\geq 88,6$	$\geq 85,7$	$< 85,7$	$\geq 89,2$	$\geq 85,7$	$< 85,7$
7,5	$\geq 89,5$	$\geq 87,0$	$< 87,0$	$\geq 90,1$	$\geq 87,0$	$< 87,0$
11	$\geq 90,5$	$\geq 88,4$	$< 88,4$	$\geq 91,0$	$\geq 88,4$	$< 88,4$
15	$\geq 91,3$	$\geq 89,4$	$< 89,4$	$\geq 91,8$	$\geq 89,4$	$< 89,4$
18,5	$\geq 91,8$	$\geq 90,0$	$< 90,0$	$\geq 92,2$	$\geq 90,0$	$< 90,0$
22	$\geq 92,2$	$\geq 90,5$	$< 90,5$	$\geq 92,6$	$\geq 90,5$	$< 90,5$
30	$\geq 92,9$	$\geq 91,4$	$< 91,4$	$\geq 93,2$	$\geq 91,4$	$< 91,4$
37	$\geq 93,3$	$\geq 92,0$	$< 92,0$	$\geq 93,6$	$\geq 92,0$	$< 92,0$
45	$\geq 93,7$	$\geq 92,5$	$< 92,5$	$\geq 93,9$	$\geq 92,5$	$< 92,5$
55	$\geq 94,0$	$\geq 93,0$	$< 93,0$	$\geq 94,2$	$\geq 93,0$	$< 93,0$
75	$\geq 94,6$	$\geq 93,6$	$< 93,6$	$\geq 94,7$	$\geq 93,6$	$< 93,6$
90	$\geq 95,0$	$\geq 93,9$	$< 93,9$	$\geq 95,0$	$\geq 93,9$	$< 93,9$

Fabrikada kullanılan motorlar EFF3 sınıfında olan düşük verimli motorlardır. Tablo 2'den  $\eta_{eff3} = 76,2\%$  değeri dikkate alındığında şebekeden çekilen güç aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$\begin{aligned} P_{g_{eff3}} &= P_{\zeta_{eff3}} / \eta_{eff3} \\ P_{g_{eff3}} &= 1100 / 0.762 \\ &= 1443.56 \text{ kW.} \end{aligned} \quad (1)$$

Bir motorun ayda 24 gün ve günde 20 saat çalıştığı düşünülerek motorun aylık enerji sarfiyatı

$$\begin{aligned} E_{eff3} &= P_{g_{eff3}} \times t \\ E_{eff3} &= 1443.56 \times 20 \times 24 \\ &= 692,908 \text{ kWh/ay} \end{aligned} \quad (2)$$

olarak hesaplanır.

TEDAŞ tarafından 2009 yılında sanayide uygulanan alçak gerilim tek zamanlı elektrik enerjisi tarifesine göre ortalama enerji maliyeti  $A_{enerji} = 0.185 \text{ TL/kWh}$ 'tır [1]. Bu değer temel alınarak bir enerji maliyet hesabı yapılırsa bu motora ait bir aylık enerji maliyeti:

$$\begin{aligned} \text{Enerji maliyeti}_{eff3} &= E_{eff3} \times A_{enerji} \\ \text{Enerji maliyeti}_{eff3} &= 692,908 \times 0,185 \\ &= 128,188 \text{ TL/ay} \end{aligned} \quad (3)$$

olmaktadır.

Fabrikada kullanılan motorların EFF1 sınıfındaki daha verimli motorlar ile değiştirilmesi durumu için benzer bir enerji analizi yapılarak sonuçlar Tablo 4'te özetlenmiştir. Bu hesaplamalarda EFF1 sınıfı motor için verim değeri Tablo 3'den 83,8% olarak alınmıştır.

Tablo 4: EFF1 sınıfı motor ve EFF3 sınıfı motor için yapılan enerji analiz sonuçları.

	EEF1 Motor	EEF3 Motor
Şebekeden Çekilen Güç (W)	1312,64	1443,56
Verim (%)	83,8	76,2
Aylık çalışma zamanı (saat/ay)	20 x 24	
Aylık Enerji Sarfiyatı (kWh/ay)	630,071	692,913
Aylık Enerji Maliyeti (TL/ay)	116,563	128,188

EFF3 sınıfında 1.1 kW'lık bir motorun birim fiyatı yaklaşık 120 TL [5] iken EEF1 sınıfında 1.1 kW'lık bir motorun birim fiyatı yaklaşık 150 TL'dir [6]. Bu durumda EFF1 motor ile EEF3 motor birim fiyatları arasında 30 TL'lik fiyat farkı ortaya çıkmaktadır. Tablo 4'de verilen aylık enerji maliyetleri arasındaki fark hesaplandığında EFF1 sınıfında bir motor kullanımı ile yaklaşık 11,62 TL/ay kazanım görülmektedir.

Bu durumda iki senaryo dikkate alınabilir. Birinci senaryoda ömrünü doldurmuş/arıza yapmış EFF3 sınıfı bir

motorun EFF1 sınıfı bir motor ile değiştirilmesi dikkate alınabilir. Ödenilen 30 TL'lik fazla maliyetin ne kadar zamanda geri kazanabileceği iki motor arasındaki birim motor fiyat farkının aylık kazanç oranıyla hesaplanabilir:

$$\begin{aligned} \text{Geri dönüş süresi} &= 30 / 11,62 \\ &= 2,58 \text{ ay.} \end{aligned} \quad (4)$$

Görüldüğü gibi yaklaşık 2,6 ayda daha verimli motor kullanımı sayesinde yeni motor için yapılan masraf geri kazanılmaktadır.

İkinci senaryoda ise EFF3 sınıfındaki bir motor çalışır durumda iken, Enerji Verimliliği Kanunu kapsamında fabrika yönetimi tarafından alınan bir kararla EFF1 sınıfı motorla değiştirilmesi dikkate alınabilir. Ömrünü doldurmuş EFF3 sınıfından bir motorun daha verimli (EFF1 sınıfı) bir motorla değiştirmesi durumunda EEF1 sınıfı bir motor için yapılan maliyetin geri dönüş süresi EEF1 sınıfı motor maliyetinin aylık kazanç oranıyla hesaplanabilir:

$$\begin{aligned} \text{Geri dönüş süresi} &= 150 / 11,62 \\ &= 12,908 \text{ ay.} \end{aligned} \quad (5)$$

Görüldüğü gibi yaklaşık 13 ayda daha verimli motor kullanımı sayesinde yeni motor için yapılan masraf geri kazanılmaktadır.

## 2.2.Aydınlatma Sistemi

Fabrikada aydınlatma sisteminde 60 adet 36 W gücünde flüoresan lamba kullanılmıştır. Armatürlerin tamamında magnetik balast kullanılmıştır.

Flüoresan lambalarla birlikte kullanılan balastlar elektrik tüketimini doğrudan etkilemektedir. Avrupa Birliği içerisinde kurulan ulusal komponent üreticileri birliklerinden oluşmuş bir komite (CELMA), aydınlatma sistemlerinde yaptığı araştırmalarda balastlar üzerinde büyük enerji kayıplarının olduğunu tespit ederek Uluslararası Enerji Verimliliği Endeksi (Energy Efficiency Index- EEI) tanımlamıştır [7].

Tablo 5'te 26 mm çaplı tüp flüoresan lambalarla kullanılan balast sınıfları ve güç sınırlamaları verilmektedir. Tablo 5'te verilen B1, B2, C, D sınıfları manyetik balastları; A1, A2, A3 sınıfları ise elektronik balastları ifade etmektedir. Elektronik balastlardan A1 sınıfı ayarlı (dimming) elektronik balastı göstermektedir [8].

**Tablo 5 : 26 mm çaplı tüp fluoressan lambalarla kullanılan balast sınıfları ve güç sınırlamaları [8].**

Flüoressan Lamba Gücü (W)	Flüoressan Lamba ve Balast Devresi Gücü (W)							
	Elektronik Balastlar			Magnetik Balastlar				
	A1	A2	A3	B1	B2	C	D	
18	10,5	=<19	=<21	=<24	=<26	=<28	>28	
36	19	=<36	=<38	=<41	=<43	=<45	>45	
58	29,5	=<55	=<59	=<64	=<67	=<70	>70	

Fabrikada kullanılan magnetik balastların C sınıfı olduğu kabul edilmiştir. Tablo 5’te 36 W fluoressan lambanın C sınıfı bir balastla kullanımı durumunda minimum 45 W harcayacağı verilmiştir. Kullanılan magnetik balastın daha verimli olan A2 tipi elektronik balast ile değiştirilmesi durumunda harcanan güç ise 36-38 W aralığında olacaktır. 38 W baz alınırsa daha verimli balast kullanımı ile lamba başına 7 W daha az güç harcanacaktır. Lambaların ayda 24 gün ve tüm gün boyunca kullanıldığı kabul edilirse, bir magnetik balast tarafından kullanılan enerji:

$$E_{magnetik} = P_{g_{magnetik}} \times t \quad (6)$$

$$E_{magnetik} = 45 \times 24 \times 24$$

$$= 25,920 \text{ kWh/ay}$$

olarak bulunur. Enerji birim fiyatı  $A_{enerji} = 0,185 \text{ TL/kWh}$  alınarak enerji maliyet hesabı yapılırsa magnetik balasta sahip bir armatürün bir aylık enerji maliyeti:

$$Enerji \text{ Maliyeti}_{magnetik} = E_{magnetik} \times A_{enerji} \quad (7)$$

$$Enerji \text{ maliyeti}_{magnetik} = 25,920 \times 0,185$$

$$= 4,7952 \text{ TL/ay}$$

olmaktadır.

Fabrikada kullanılan bir magnetik balastın daha verimli elektronik balast ile değiştirilmesi durumu için benzer bir enerji analizi yapılarak sonuçlar Tablo 6’da özetlenmiştir.

**Tablo 6:** Magnetik balast ile Elektronik balast için yapılan enerji analizi sonuçları.

	Magnetik Balast	Elektronik Balast
Giriş Gücü (W)	45	38
Aylık çalışma zamanı (saat/ay)	24 x 24	
Aylık Enerji Sarfıyatı (kWh/ay)	25,920	21,888
Aylık Enerji Maliyeti (TL/ay)	4,7952	4,0492

Yapılan araştırma sonucunda bir magnetik balast yaklaşık 5 TL birim fiyata sahipken bir elektronik balastın yaklaşık 15 TL birim fiyata sahip olduğu belirlenmiştir [9],[10]. Elektronik balast ile magnetik balast birim fiyatları

arasında 10 TL’lik bir fiyat farkı vardır. Tablo 5’te verilen aylık enerji maliyetleri arasındaki fark hesaplandığında elektronik balast kullanımı ile 0,746 TL/ay’lık bir kazanç elde edilmektedir.

Bu durumda yine iki senaryo dikkate alınabilir. Birinci senaryoda ömrünü doldurmuş/arıza yapmış bir magnetik balastın elektronik balast ile değiştirilmesi durumunda geri ödeme süresi birim balast maliyet farkının aylık kazanç oranıyla hesaplanabilir:

$$Geri \text{ dönüş süresi} = 10 / 0,746 \quad (8)$$

$$= 13,40 \text{ ay.}$$

Görüldüğü gibi yaklaşık 13.5 ayda enerjinin daha verimli kullanımı sayesinde elektronik balast için yapılan masraf geri kazanılabilecektir.

İkinci senaryoda ise magnetik balast çalışır durumda iken Enerji Verimliliği Kanunu kapsamında fabrika yönetimi tarafından alınan bir kararla elektronik balastla değiştirilmesi dikkate alınabilir. Ömrünü doldurmamış bir magnetik balastın daha verimli bir elektronik balast ile değiştirmesi durumunda elektronik balast için yapılan masrafın geri dönüş süresi, elektronik balastın birim maliyetinin aylık kazanç oranıyla hesaplanabilir:

$$Geri \text{ ödeme süresi} = 15 / 0,746 \quad (9)$$

$$= 20,107 \text{ ay.}$$

Görüldüğü gibi yaklaşık 20 ayda daha verimli balast kullanımı sayesinde elektronik balast için yapılan masraf geri kazanılmaktadır.

### 3. Fabrikada Bulunan Tüm Motor ve Tüm Magnetik Balastların Değiştirilmesi Durumunda Maliyet Analizi

Fabrikada bulunan 26 adet lastik örme ve 16 adet kordon örme makinelerinde kullanılan 42 adet 1.1 kW’lık motorun ve 60 adet magnetik balastın daha verimli olanları ile değiştirilmesi durumunda elde edilebilecek enerji kazanımı ve buna ait maliyet analizi yapılarak sonuçları Tablo 7’de özetlenmiştir.

**Tablo 7:** Fabrika için Toplam Maliyet Analiz Sonuçları.

Adet	Ürün Birim Fiyatı	Toplam Ürün Maliyeti	Ürün Başına Aylık Kazanç	Toplam Aylık Kazanç

		(TL)	(TL)	(TL/ay)	(TL/ay)
EEF1 Motor	42	150	6300	11,62	488,04
Elektronik Balast	60	15	900	0,746	44,76

Motor ve balast değişimi için gerekli işçilik maliyeti toplam maliyetin 20%'si olarak düşünölmüştür. Bu durumda önerilen değişim için yapılacak toplam masraf aşağıdaki gibi hasaplanabilir:

$$\begin{aligned} \text{Toplam maliyet} &= 6300 + 900 + 0,20 \times 7200 \quad (10) \\ &= 8640 \text{ TL.} \end{aligned}$$

Motor ve balast değişimi ile elde edilen aylık toplam tasarruf miktarı:

$$\begin{aligned} \text{Toplam tasarruf} &= 488,04 + 44,76 \quad (11) \\ &= 532,80 \text{ TL/ay} \end{aligned}$$

olmaktadır. Motor değişimi, balast değişimi ve işçilik giderlerini kapsayan toplam maliyetin toplam tasarrufa oranı ile geri ödeme süresi aşağıdaki şekilde elde edilebilir:

$$\begin{aligned} \text{Geri ödeme süresi} &= 8640 / 532,80 \quad (12) \\ &= 16,216 \text{ ay.} \end{aligned}$$

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada bir fabrika için elektriksel açıdan bir enerji verimliliği analizi yapılmıştır. Fabrikada bulunan mevcut elektrik motorlarının ve aydınlatma sisteminde kullanılan magnetik balastların daha verimli motorlar ve elektronik balastlarla değiştirilmesi sonucunda elde edilecek enerji kazanımları incelenmiştir.

Yapılan analiz sonucunda böyle bir değişim için gerekli maliyetin (işçilik dahil) elde edilen enerji kazanımı sayesinde 16.5 ay gibi kısa bir zamanda geri dönüşünün sağlanabileceği ortaya konmuştur. Daha sonra her yıl yaklaşık 530 TL'lik bir kazanım sağlanacaktır. Ortalama olarak 10 yıl ürün ömrü düşünölrse, yapılan değişiklikle fabrika toplam olarak 5300 TL'lik bir kazanç elde edecektir.

Yapılan hesaplarda 2009 yılına ait sanayi için kullanılan elektrik enerjisi birim fiyatı dikkate alınmıştır [1]. Elektrik enerjisinin birim fiyatının artması durumunda

elde edilecek kazanç miktarı daha da artarken geri dönüşüm süresi de o oranda kısılacaktır.

#### 5. Kaynaklar

- [1] TEDAş 2009 Yılı İstatistikleri
- [2] [http://www.eie.gov.tr/duyurular/EV/mevzuat/EV\\_mevzuat.html](http://www.eie.gov.tr/duyurular/EV/mevzuat/EV_mevzuat.html)
- [3] Kavak K., Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi, DPT Uzmanlık Tezi, Eylül 2005.
- [4] [http://www.eie.gov.tr/turkce/en\\_tasarrufu/uetm/ENV\\_ER-Motor.pdf](http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/uetm/ENV_ER-Motor.pdf)
- [5] [http://www.iletimelektrik.net/gamak\\_elektrik\\_motorlar.asp](http://www.iletimelektrik.net/gamak_elektrik_motorlar.asp)
- [6] <http://www.motorsan.com.tr/o/12052009.pdf>
- [7] [http://www.celma.org/archives/temp/CELMA\\_Ballast\\_Guide.pdf](http://www.celma.org/archives/temp/CELMA_Ballast_Guide.pdf)
- [8] Enerji Verimliliği Teknik Kitapık, 1. baskı, İstanbul 2008.
- [9] <http://www.urunland.com/pinfo.asp?pid=260536>
- [10] [http://www.onlineelektrik.com/?kategori\\_74\\_BALAS\\_TLAR.html](http://www.onlineelektrik.com/?kategori_74_BALAS_TLAR.html)