

EMO



1
9
5
4

İstanbul Şubesi

ELEKTRİK MOTORLARINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

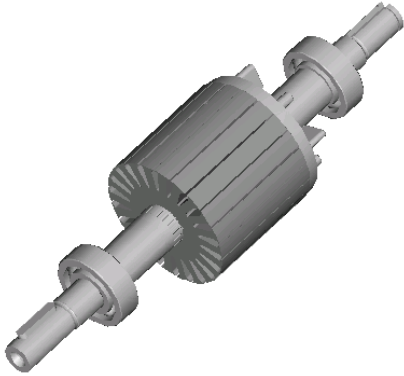
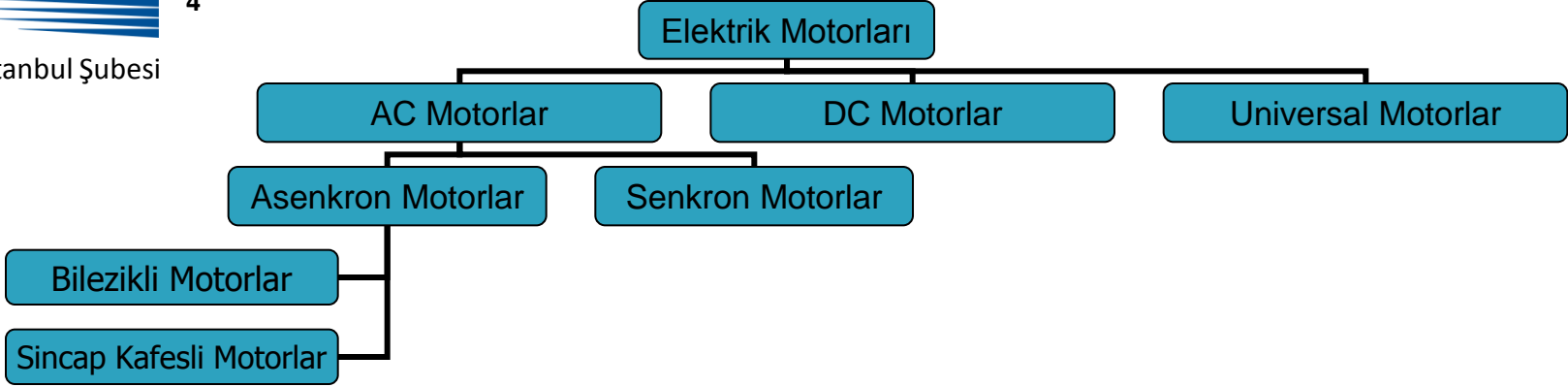
Cemil Ünal

EMO İst. Şubesi Enerji Komisyonu Üyesi

26.12.2009

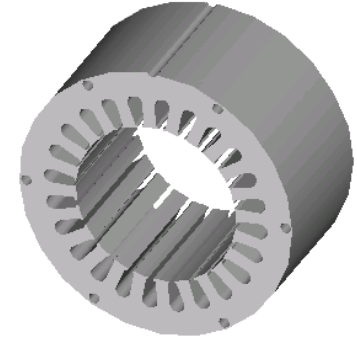


ELEKTRİK MOTOR TİPLERİ



Sanayide en çok kullanılan genel amaçlı motorlar ;

- Bakım gerektirmeyen basit yapı
- Uzun ömür
- Yüksek verim değerleri
- Otomasyon için gelişmiş kontrol yöntemleri



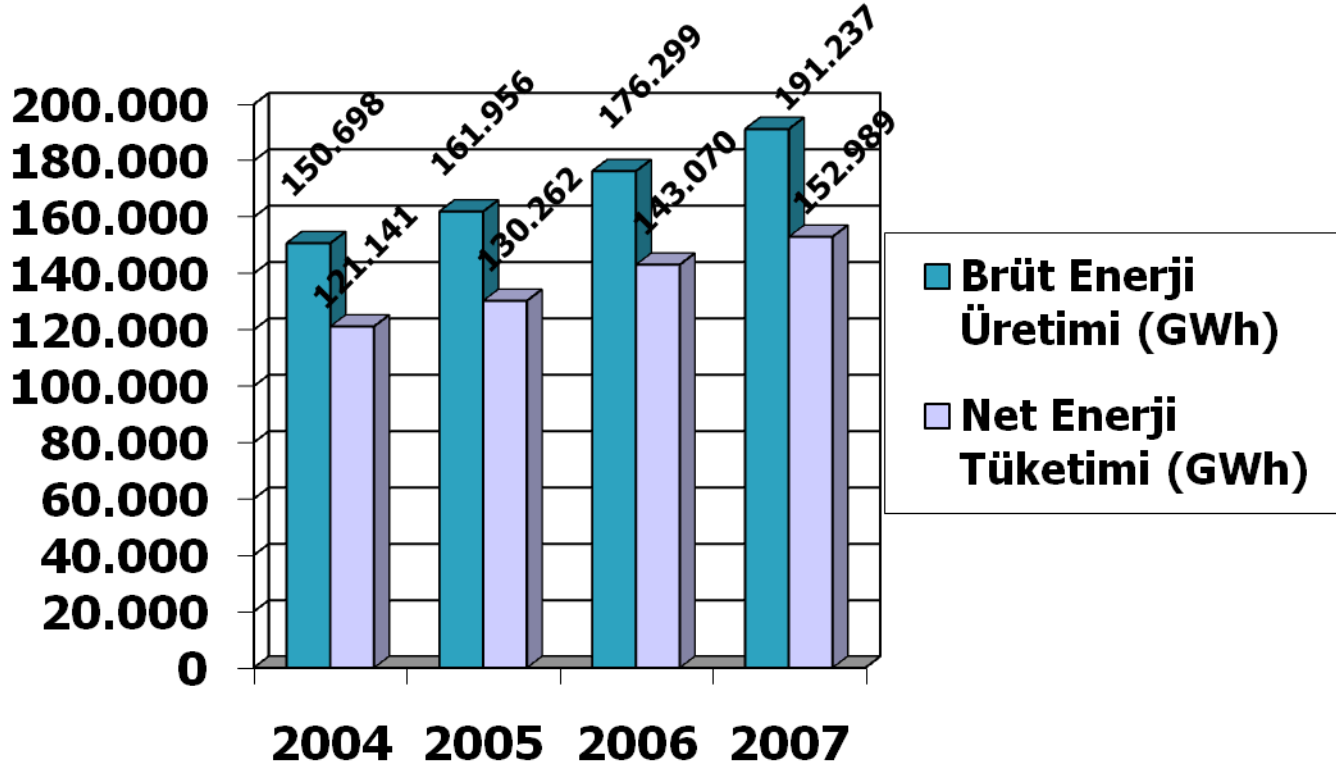
AC ve EC MOTORLAR

İstanbul Şubesi

Merkmale	AC-Motoren			EC-Motoren	
	Spaltpolmotor	Einphasen-Kondensator-Motor	Drehstrommotor	Einsträngiger Motor	Dreisträngiger Motor
1~ Wechselspannungsanschluss	Ja	Ja	Bedingt (Steinmetzschtaltung)	Ja	Ja
3~ Wechselspannungsanschluss	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja
Gleichspannungsanschluss	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
Prinzipschaltbild Ständer					
Läuferprinzip	Käfigläufer	Käfigläufer	Käfigläufer	Magnettäufer	Magnettäufer
Wirkungsgrad	Niedrig	Mittel	Gut	Sehr gut	Sehr gut
stufenlose Drehzahlstellung integriert	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
Geräuschverhalten	Mittel	Gut	Sehr gut	Mittel	Sehr gut



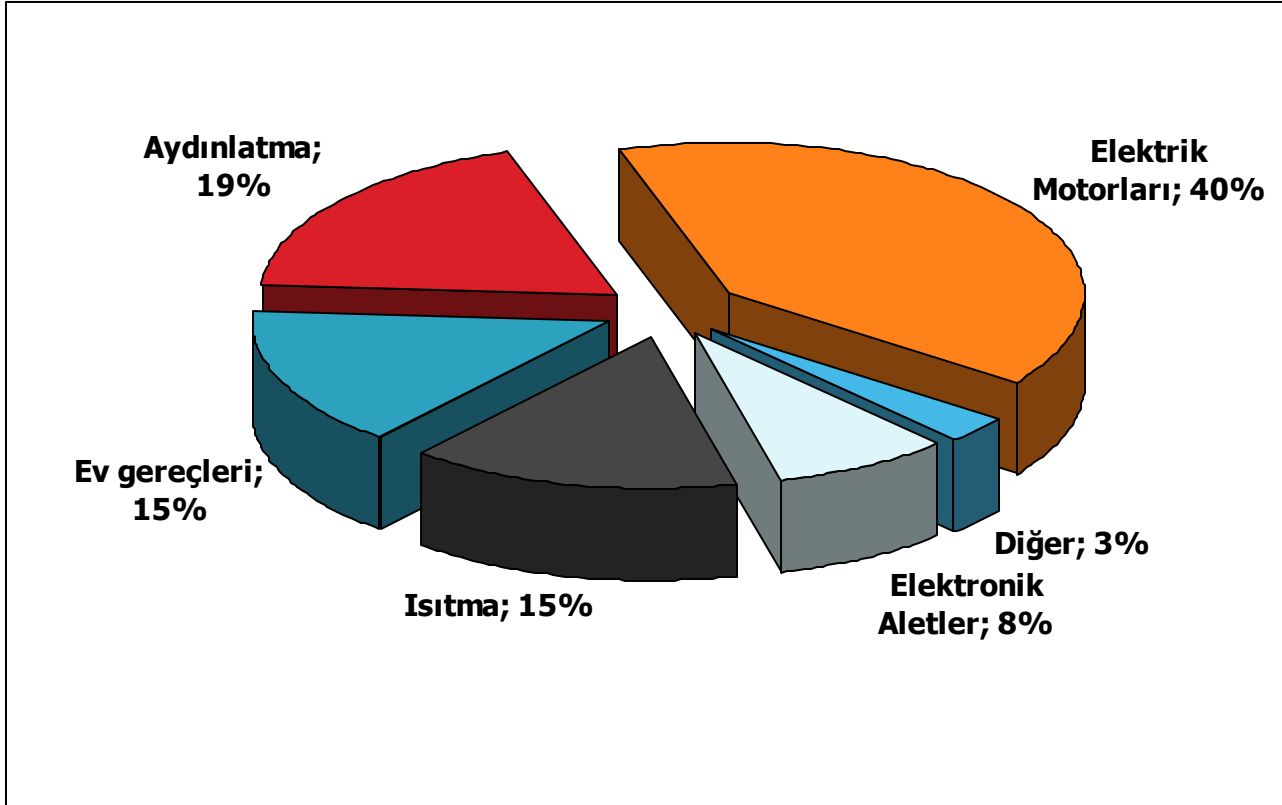
TÜRKİYE ENERJİ TÜKETİMİ



- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı istatistik verileri



TÜKETİM ORANLARI



- EEMODS 2007

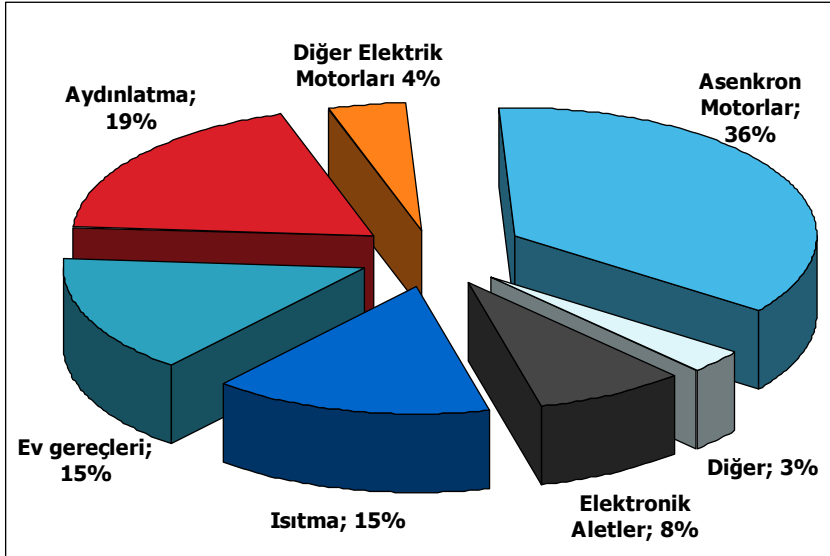
Endüstrideki elektrik motorlarının enerji tüketim oranı %60-70 seviyesindedir.

TOPLAM ENERJİ TÜKETİMİNDE ASENKRON MOTORLAR

1
9
5
4

İstanbul Şubesi

Motorlarda harcanan toplam enerjinin %90 ı asenkron sincap kafesli motorlar tarafından tüketilmektedir.



2007 YILI,

ASENKRON MOTOR ENERJİ
TÜKETİMİ ;

$152.989 \text{ GWh} \times 0,36 = 55.076 \text{ GWh}$

Enerji Maliyeti

$55.076.000.000 \text{ kWh} \times 0,12 \text{ TL} ;$
6,61 Milyar TL



ASENKRON MOTORLARDA VERİM

▶ $\text{Verim (\%)} = \frac{P_2}{P_1} \times 100$

P_1 = Giriş Gücü

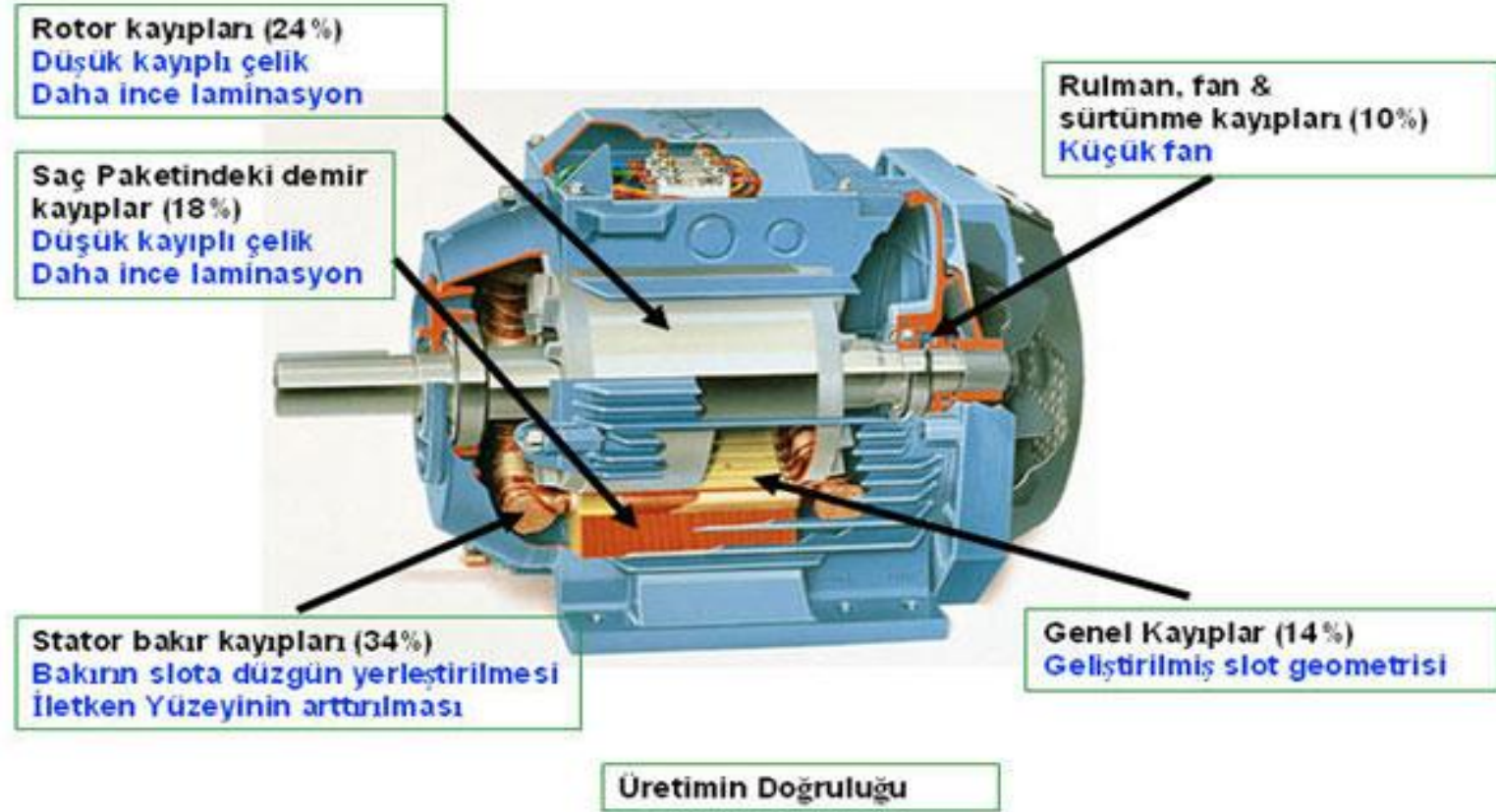
P_2 = Çıkış Gücü

❖ Kayıpların Toplanması
Yöntemi ile verim
hesabı

$$P_1 - P_2 = \text{Kayıplar}$$

ELEKTRİK MOTORLARINDA KAYIPLAR

İstanbul Şubesi





YÜKSEK VERİMLİ ASENKRON MOTORLAR

- ▶ CEMEP (Avrupa Elektrik Makinaları ve Güç Elektroniği İmalatçıları Komitesi) Yüksek Verimli Motorlar
- ▶ 1,1 – 90 kW, 2 (3000 devir/dak) ve 4 (1500 devir/dak) kutuplu 3–Fazlı Asenkron Sincap Kafesli Motorlar için belirlenmiş 3 farklı verim sınıfı ;

EFF1 yüksek verimli > EFF2 verimi arttırılmış > EFF3 düşük verimli

- ▶ Elektrik motorlarında harcanan toplam enerjinin %80 'i 1,1–90 kW 2 ve 4 kutuplu motorlar tarafından tüketilmektedir. (Toplam enerjinin %32 'si, yıllık 48.956 GWh)



Verim Sınıfları

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



Asenkron Motorların Toplam Enerji Maliyeti

- ❖ Standart 37 kW 1500 devir/dak asenkron motor
 - ▶ İlk Maliyet = 1.384,00 TL
 - ▶ Verimi = %92 (EFF2) ise ;
Çıkış Gücü %90 yüklenme ile $37 \times 0,9 = 33,3$ kW
Giriş Gücü = $33,3 / 0,92 = 36,2$ kW
Yıllık 4.000 saat çalışma ile
 $36,2 \text{ kW} \times 4000 \text{ h} = 144.800$ kWh
Harcanan Enerji Maliyeti ;
 $144.800 \text{ kWh} \times 0,12 \text{ TL/kWh} = 17.376,00$ TL
15 yıllık çalışmada = 260.640,00 TL
- ❖ İlk maliyet fiyatı, toplam enerji maliyetinin ~% 0,5 'i
- ❖ Motorun tüm yaşamı içerisinde maliyetinin %2-2,5 u satın alma, %1,5' u bakım, %96 'sı tükettiği elektrik

❖ 3 kW 4 Kutuplu EFF3 motor yerine EFF2 motor kullanımı

- ▶ Çıkış Gücü (P_2) %90 yüklenme ile $3 \times 0,9 = 2,7$ kW
- ▶ Verim EFF3 $\eta = \%80,0$
- ▶ Verim EFF2 $\eta = \%82,6$

Harcanan enerji (Giriş Gücü- P_1) ;

$$\text{EFF3 } 2,7 / 0,80 = 3,38 \text{ kW}$$

$$\text{EFF2 } 2,7 / 0,826 = 3,27 \text{ kW}$$

$$\text{Tasarruf } 3,38 - 3,27 = 0,11 \text{ kW}$$

$$\text{Yıllık } 4000 \text{ saat çalışmada } 0,11 \text{ kW} \times 4000 \text{ h} = 440 \text{ kWh}$$

$$\text{Yıllık tasarruf miktarı } 440 \text{ kWh} \times 0,12 \text{ TL} = 52,8 \text{ TL}$$

EFF1 motor fiyatı = 201,00 TL
EFF2 motor fiyatı = 152,00 TL
EFF3 motor fiyatı \approx 135,00 TL

Geri Ödeme Süreleri ;

$$\text{EFF3} \rightarrow \text{EFF2} = 4 \text{ ay}$$

$$\text{EFF2} \rightarrow \text{EFF1} = 7 \text{ ay}$$

$$\text{EFF3} \rightarrow \text{EFF1} = 6 \text{ ay}$$

❖ 3 kW 4 Kutuplu EFF2 motor yerine EFF1 motor kullanımı

$$\text{EFF2 } \eta = \%82,6$$

$$\text{EFF1 } \eta = \%87,4$$

$$\text{Tasarruf } 3,27 - 3,09 = 0,18 \text{ kW} \rightarrow 0,18 \times 4000 \text{ h} = 720 \text{ kWh} \times 0,12 \text{ TL} = 86,4 \text{ TL}$$

❖ 3 kW 4 Kutuplu EFF3 motor yerine EFF1 motor kullanımı

$$\text{Tasarruf } 3,38 - 3,09 = 0,29 \text{ kW} \rightarrow 0,29 \times 4000 \text{ h} = 1.160 \text{ kWh} \times 0,12 \text{ TL} = 139,2 \text{ TL}$$



EFF2 yerine EFF1 motor kullanımı

İstanbul Şubesi

Güç (kW) 1500 d/dak	EFF1-EFF2 Fiyat Farkı (TL)	*Yıllık 4000h çalışmada elde edilen tasarruf (kW)	Yıllık Tasarruf (TL)	Fiyat Farkını Geri Ödeme Süresi
1,1	24,2	471,2	56,54	5 ay
5,5	73,0	906,4	108,77	8 ay
15	169,0	1.579,2	189,50	11 ay
37	388,0	2.474,8	296,98	16 ay
55	555,0	2.712,0	325,44	20 ay
90	845,0	3.994,8	479,38	21 ay



Mevcut Motorların EFF1 motorlar ile değiştirilmesi

Güç (kW) 1500 d/dak	EFF1 motor Fiyatı (TL)	*Yıllık 4000h çalışmada elde edilen ~ tasarruf (kW)	Yıllık Tasarruf (TL)	EFF1 Motor Fiyatını Geri Ödeme Süresi
1,1	114,00	699,2	83,91	16 ay
5,5	328,00	1.290,4	154,85	25 ay
15	778,00	2.234,8	268,18	35 ay
37	1.772,00	4.874,8	584,98	36 ay
55	2.527,00	5.026,0	603,12	50 ay
90	4.363,00	7.709,2	925,10	56 ay

2000 saatin üzerindeki kullanımda EFF1 motorlar daha ekonomiktir.



Yüksek Verimli Motorların Avantajları

İstanbul Şubesi

- ▶ Sürekli enerji tasarrufu
- ▶ Daha kaliteli malzeme kullanımı ile daha uzun ömür
- ▶ Düşük ısı artışları ile daha az CO₂ yayılımı kW başına ~ 0,6 kg CO₂

Yıllık tasarruf 232.960.000 kWh x 0,6 kg ; 139.776 ton sera gazının atmosfere girmesi önlenecektir.

- ▶ Mevcut motorların tamamının EFF1 olması durumunda ; 1.958.240.000 kWh x 0,6 kg = 1.174.944 ton CO₂

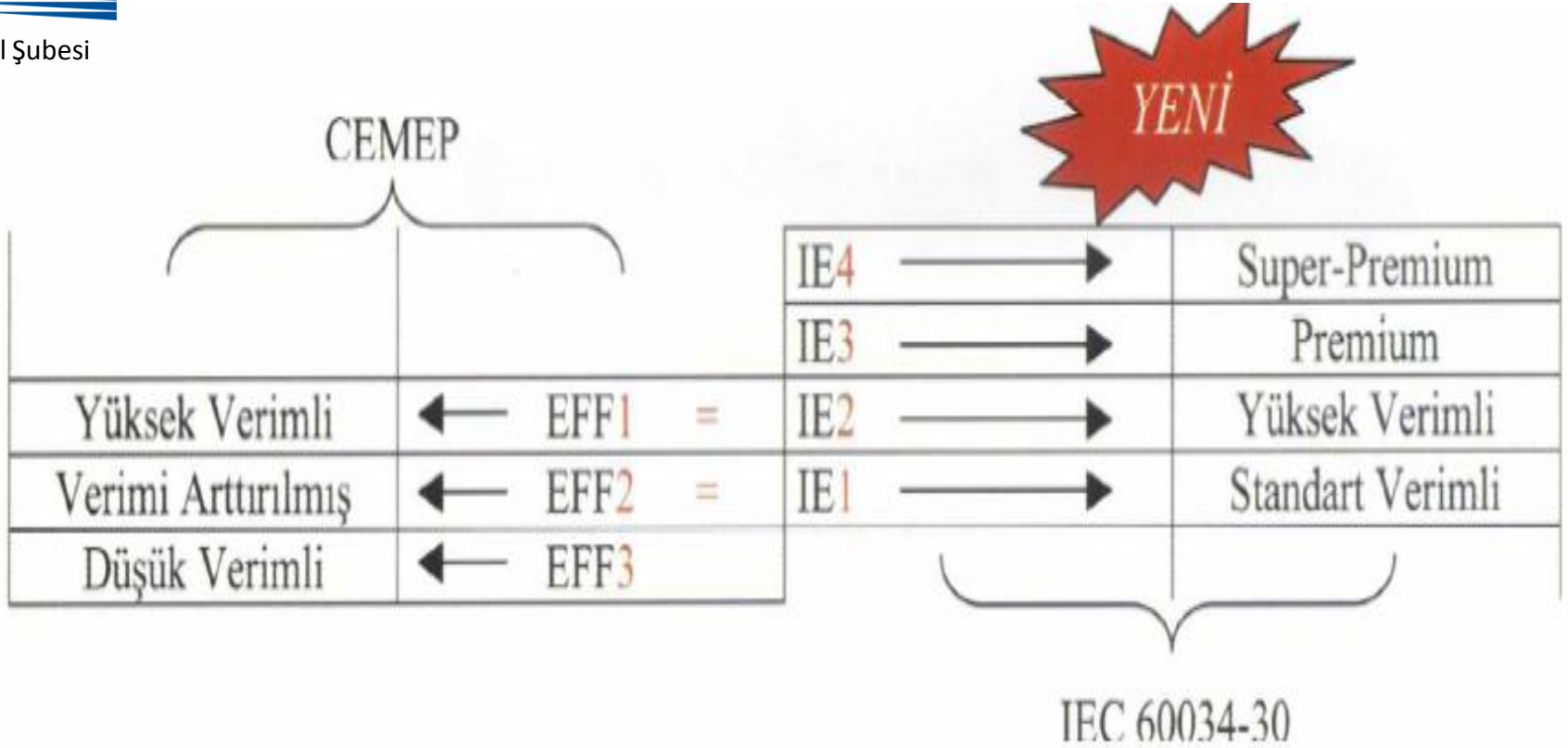
Türkiye yıllık sera gazı emisyonu ~ 300 M ton.

- ❖ Avrupa da 2007 yılında 7.000 GWh tasarruf
- ❖ EFF3 motor satışı 2000 yılında %43 iken bugün ~%2

Verim Sınıfları	Zorunluluk	Gönüllülük esaslı
Super premium		Teklif aşamasında
Premium	ABD – 2010 teklif aşamasında	Avustralya, Kanada ABD
EFF1	Avustralya-Yeni Zelanda Brezilya-2009 Çin-2010 İsrail-2008 Kore-2008	AB Brezilya Hindistan Japonya
EFF2	Brezilya Çin Hindistan-2008 Avrupa 2010	AB Hindistan Japonya
EFF3		Halen kullanılan ülkeler var



YENİ IEC 60034-34 STANDARDI





ENDÜSTRİDE ELEKTİK MOTORLARI İLE İLGİLİ DİĞER TASARRUF YÖNTEMLERİ

- ▶ EFF2 – EFF1 dönüşümü %2–8
- ▶ Uygun motor seçimi %1–3
- ▶ Değişken hızlı motorlar %10–50
- ▶ Sistemlerde değişiklik %2–10
- ▶ Kaliteli enerji besleme %0,5–3



TÜRKİYE' DE ASENKRON ELEKTRİK MOTORU ÜRETİMİ

► Ana Üreticiler

- Gamak– EFF1, EFF2
- WAT–Arçelik – EFF1, EFF2
- Elsan – EFF2
- Volt – EFF2
- Abana – EFF1, EFF2



ENERJİ TASARRUFU İÇİN GEREKLİ ADIMLAR

- ▶ EFF3 Motorların Piyasadan Kaldırılması, Satışının Engellenmesi
- ▶ Üreticilerin EFF1 üretmesinin zorunlu tutulması
- ▶ Yeni yatırımlarda EFF1 zorunluluğunun getirilmesi
- ▶ İthal edilen çıplak ve akuple motorlarda EFF1 mecburiyetinin getirilmesi
- ▶ Sektör oyuncularının eğitilmesi
- ▶ Mevcutta kullanılmakta olan motorların EFF1 Yüksek Verimli motorlar ile değiştirilmesi için teşvik

KRİTİK NOKTALAR VE ENGELLER

EMO



1
9
5
4

İstanbul Şubesi

- ▶ Yüksek ilk yatırım maliyeti
- ▶ Motor satın alıcılarının (OEM) ile kullanıcılarının farklı olması ve farklı çıkarları olması
- ▶ Mevcut sistemin değiştirilmesi ile meydana gelebilecek aksaklıklar
- ▶ Standartlardaki harmonizasyon eksiklikleri



SONUÇLAR

- ▶ Dünyada trend IEC ve EFF1
- ▶ Rekabetçi üretim için verimlilik ve düşük maliyet çok önemli
- ▶ EFF1 Motor satışı ve üretimi arttıkça maliyet de düşecektir
- ▶ Dünyada zorunlu tutulmadıkça EFF1 kullanımı % 15 seviyesi üzerine çıkamamıştır.

EMO



1
9
5
4

İstanbul Şubesi

TEŞEKKÜRLER