



ELEKTRİK İŞLERİ ETÜT İDARESİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

SANAYİ SEKTÖRÜNDEKİ ENERJİ VERİMLİLİĞİ (EV) GÖSTERGELERİ

EROL YALÇIN

Endüstri Mühendisi



SUNUŞ BAŞLIKLARI

- ❑ Tanımlar
- ❑ EV Göstergelerinin Kullanma Amaçları
- ❑ Makro EV Göstergeleri
 - ❑ Birincil Enerji Yoğunluğu
 - ❑ Nihai Enerji Yoğunluğu
- ❑ Sanayi Sektörü EV Göstergeleri
 - ❑ Enerji ve CO₂ Yoğunluğu
 - ❑ Enerji Verimliliği İndeksi
 - ❑ Spesifik Enerji Tüketimi
- ❑ SANAYİ SEKTÖRÜNDE EV İNDEKSİNİN(ODEX) HESAPLANMASINA İLİŞKİN BİR ÖRNEK
- ❑ Güçlükler
- ❑ Sonuç

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- TANIMLAR -

Enerji verimliliği göstergelerinden birisi olan **enerji yoğunluğu**, enerji tüketimi (tep, joule) ile finansal bir gösterge olan (GSYİH ve Katma Değer) arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır.

Enerji yoğunluğu; herhangi bir teknik veya fiziksel göstergenin herhangi bir faaliyeti açıklayamadığı durumlarda kullanılmaktadır.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- TANIMLAR -

Birincil enerji tüketiminin GSYİH'ya oranlanması sonucu hesaplanan yoğunluk **birincil enerji yoğunluğu**, nihai enerji tüketiminin GSYİH'ya oranlanması sonucu hesaplanan yoğunluk ise **nihai enerji yoğunluğu** olarak adlandırılmaktadır.

Enerji yoğunluğu eğilimi ; ekonomi ve sanayideki yapısal değişiklikler, enerji tüketim yapısındaki değişimler, nihai kullanıcıların kullandıkları ekipman ile bina sektöründe uygulanan verimlilik önlemlerinden etkilenmektedir.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- TANIMLAR -

Enerji yoğunluğu genel olarak bakıldığında güvenilir bir gösterge olarak değerlendirilmekle birlikte kayıt dışı ekonomi oranının yüksek olduğu ve yakıt tüketimlerinin izlenmesinde güçlükler bulunan ülkelerde değerlendirme yapılırken dikkatli olunması gerekmektedir.



ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- TANIMLAR -

Birim tüketim veya spesifik enerji tüketimi nihai kullanım alt sektörlerinde enerji tüketimi ile ton ham çelik veya üretilen araba sayısı gibi fiziksel ifadelerle veya tüketim birimi arasında ilişki kurmak için kullanılmaktadır.

Mevcut istatistiksel bilgileri veya araştırma sonuçlarını kullanarak söz konusu tüketim değerleri hesaplanabilmektedir.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- TANIMLAR -

Avrupa Birliği'nde ODYSSEE projesi kapsamında geliştirilen ve **ODEX** olarak adlandırılan **Enerji Verimliliği İndeksi** sektörel bazda enerji verimliliği eğilimlerini izlemek için geliştirilen alternatif bir göstergedir.

Nihai tüketim sektörlerinde her bir alt sektörün birim enerji tüketim indisi ile söz konusu alt sektörlerin enerji tüketimindeki payları esas alınarak hesaplanmaktadır.

İndeks değerindeki düşüş enerji verimliliğinin iyileşmesi anlamına gelmektedir.

Bu tip indeksler enerji verimliliği değişimlerini enerji yoğunluğuna göre daha iyi ifade etmektedirler.



ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- KULLANMA AMAÇLARI -

- Ulusal ve uluslararası düzeyde oluşturulan hedeflerin izlenmesi
- Enerji verimliliği programlarının değerlendirilmesi
- Aksiyon planlarının yapılması
- Enerji talep tahmin modellerine veri sağlanması
- Uluslararası karşılaştırmalar

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

-EİEİ Genel Müdürlüğü EV Göstergeleri Veri Tabanı'nda Üretilen Göstergeler -

- ❖ Enerji Yoğunlukları
 - ❖ Birincil ve nihai(iklim düzeltmeli)
 - ❖ Sanayi ve alt sektörler
 - ❖ Konut
 - ❖ Ulaştırma
 - ❖ Hizmet
 - ❖ Tarım
- ❖ Enerji Yoğun Sektörlerin Spesifik Enerji Tüketimleri
- ❖ Konut Başına Enerji Tüketimleri
- ❖ Hizmet Sektörü Çalışan Başına Elektrik Tüketimleri
- ❖ Araç Başına Enerji Tüketimleri
- ❖ Enerji Verimliliği İndeksi / ODEX
 - ❖ Tüm Sektörler
 - ❖ Sanayi
 - ❖ Konut
 - ❖ Ulaştırma
- ❖ Enerji Tasarrufu Miktarı

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- **MAKRO** -

○ BİRİNCİL ENERJİ YOĞUNLUĞU

Birincil Enerji Tüketimi (kep)/GSYİH(\$05)

○ NİHAİ ENERJİ YOĞUNLUĞU

Nihai Enerji Tüketimi (kep)/GSYİH(\$05)

○ **ENERJİ VERİMLİLİĞİ İNDEKSİ / ODEX**

○ **CO₂ YOĞUNLUĞU** *kCO₂/GSYİH(\$05)*

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- SANAYİ -

- **Sanayi Sektörü Enerji Yoğunluğu**
Enerji Tüketimi (kep)/Sanayi Katma Değer (\$05)
- İmalat Sanayii ve Alt Sektörler Bazında Enerji Yoğunlukları
Enerji Tüketimi (kep)/İmalat Sanayi Katma Değer (\$05)
- **Enerji Verimliliği İndeksi / ODEX**
- Enerji Yoğun Sektörlerde Spesifik Enerji Tüketimleri (tep/ton)
Demir-Çelik
Çimento
Kağıt
Cam

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- Enerji Verimliliği İndeksi - İmalat Sanayii -

İmalat sanayiinde enerji verimliliği indeksi (ODEX) 10 adet alt sektörde birim enerji tüketim indisleri ile hesaplanmaktadır.

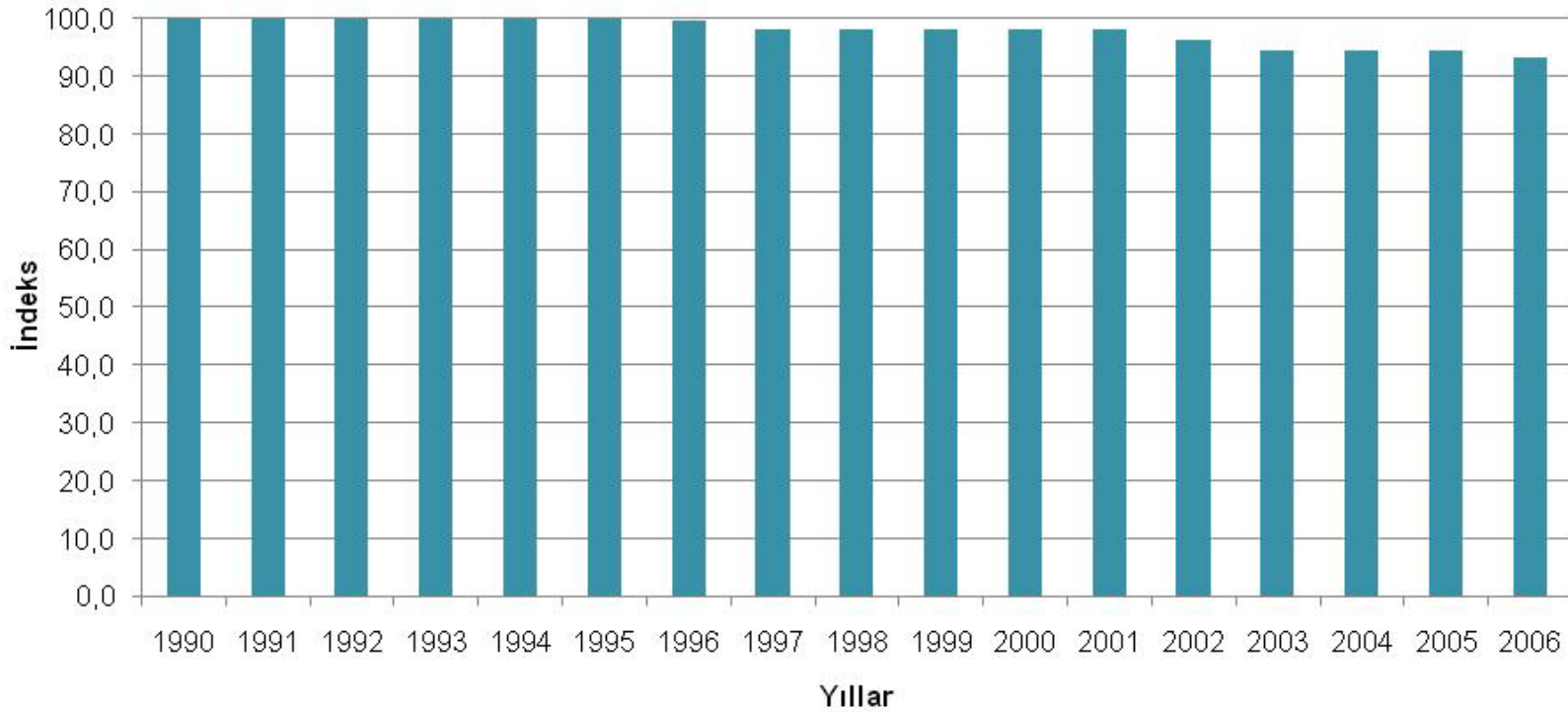
Söz konusu indisler ;

- Enerji yoğun sektörlerde (demir-çelik, çimento, kağıt ve cam)
tep/ton ürün
- Enerji yoğun olmayan sektörlerde ise (kimya, gıda, tekstil, makine-teçhizat vb.)
tep/sanayi üretim indeksi (SÜİ)'dir.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

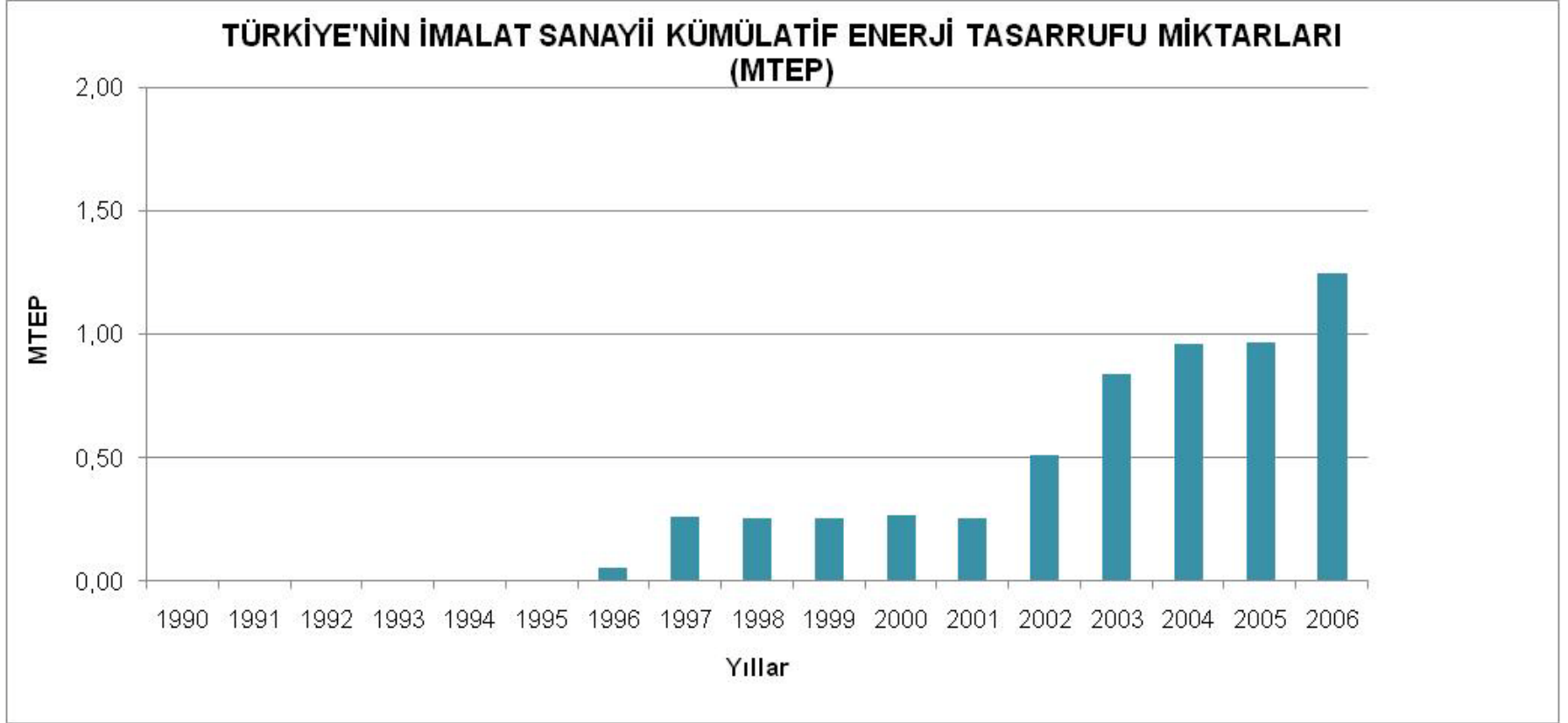
- Enerji Verimliliği İndeksi ODEX -

TÜRKİYE'NİN İMALAT SANAYİİ ENERJİ VERİMLİLİĞİ İNDEKSLERİ (1990 =100)



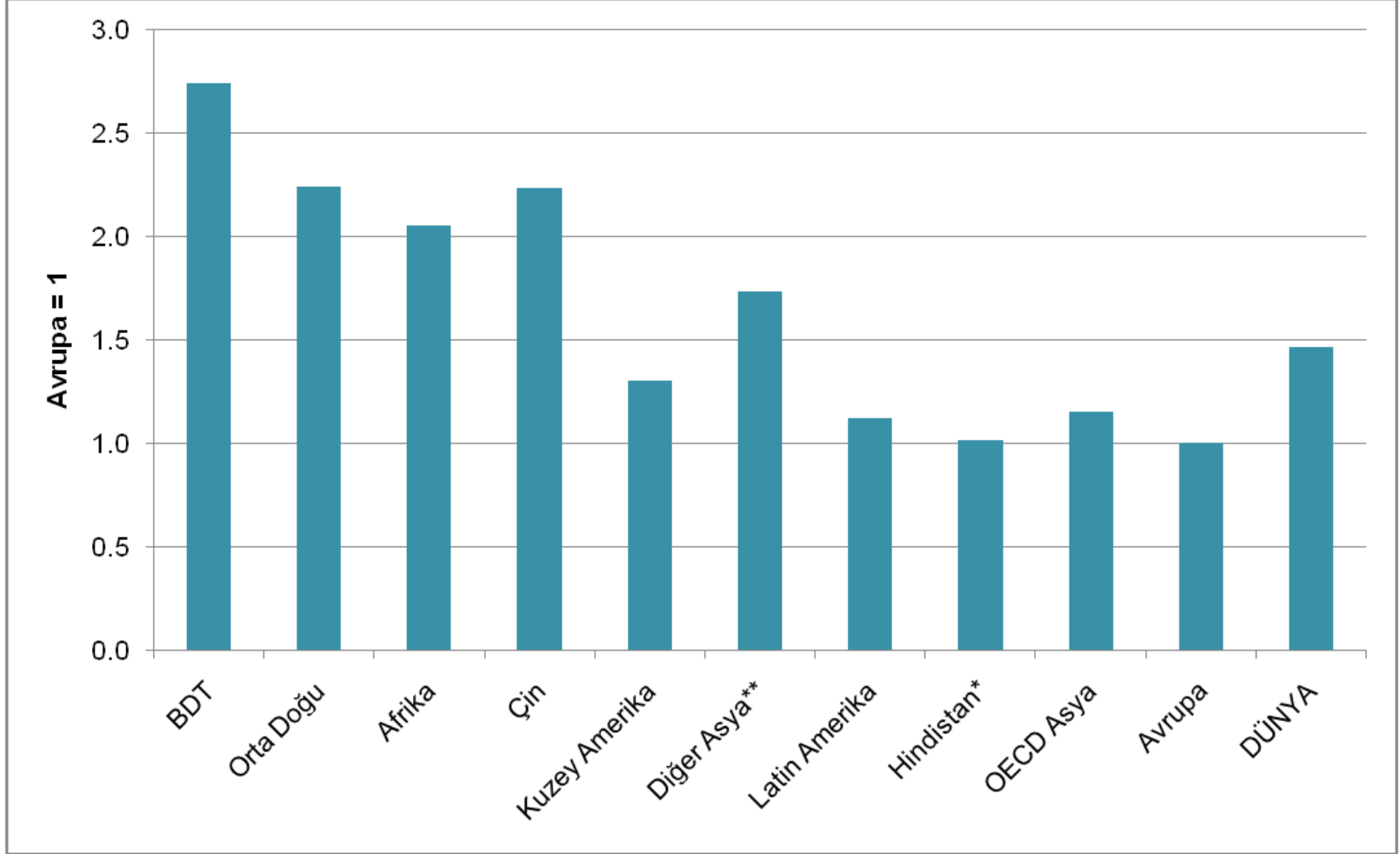
ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- Enerji Verimliliği İndeksi ODEX -



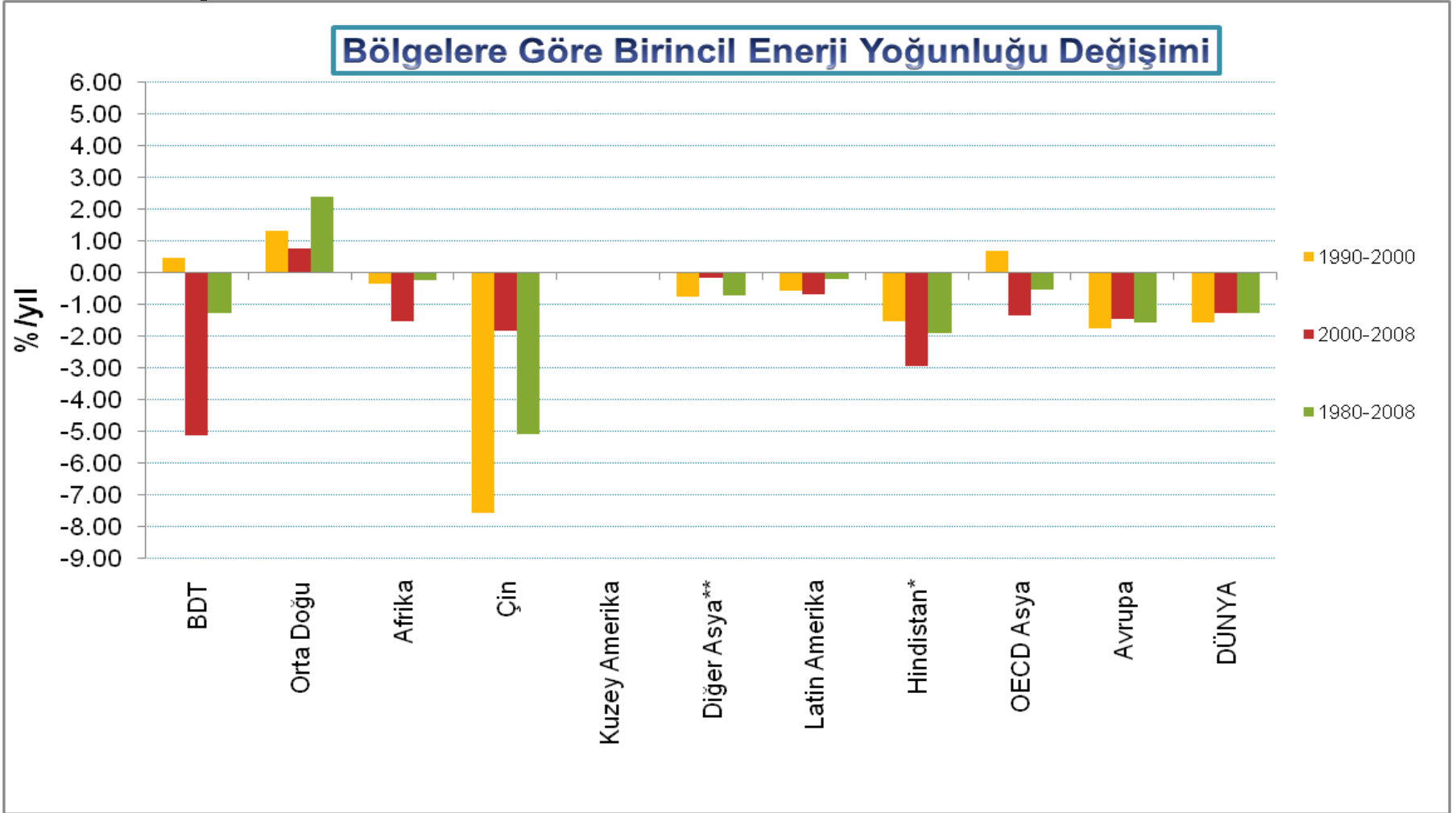
ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- Bölgelere Göre 2008 Yılı Birincil Enerji Yoğunluğu -



ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

-Bölgelere Göre Birincil Enerji Yoğunluğu Değişimi-

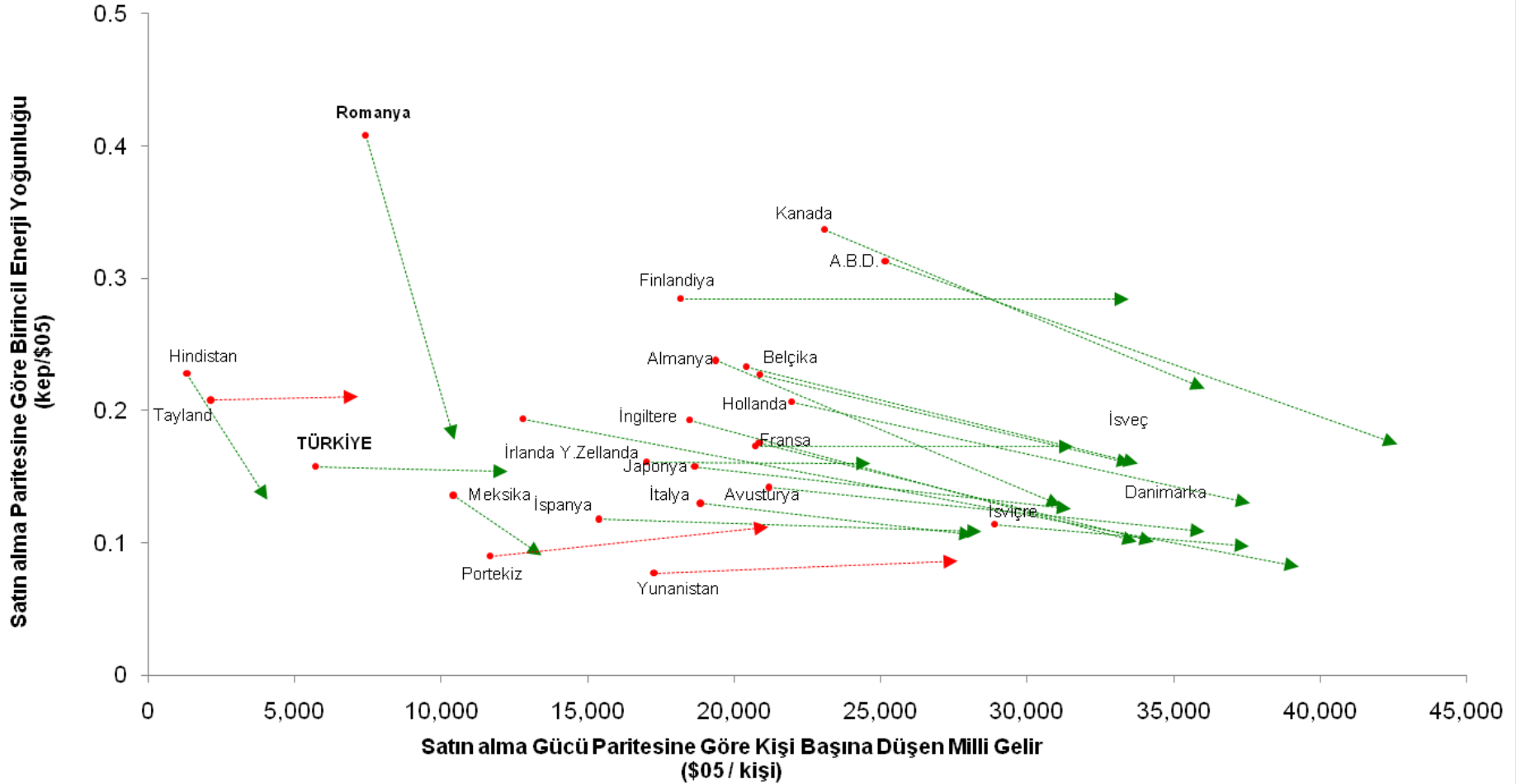


Birincil Enerji Yoğunluğu, 1980-2008 döneminde Dünyada yıllık bazda %1.28 oranında azalmıştır.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- Birincil Enerji Yoğunluğu -

ÜLKELERE GÖRE BİRİNCİL ENERJİ YOĞUNLUĞU EĞİLİMİ (1980-2008)



Dünyada birincil enerji yoğunluğunu 1980-2008 döneminde ;

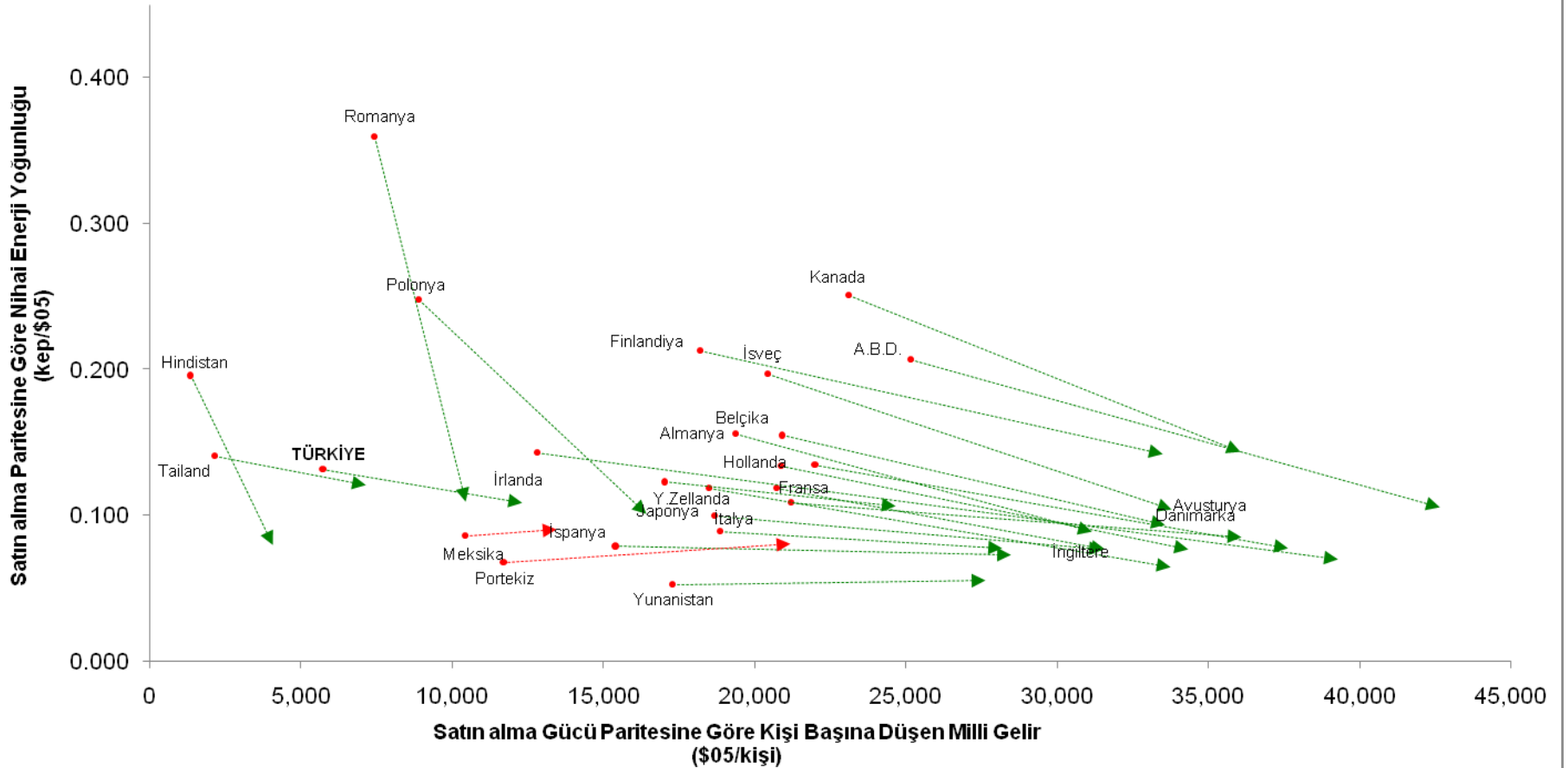
En çok azaltan ülkeler Çin, Hindistan, Romanya, Polonya, İrlanda, İngiltere ve Almanya'dır

Artıran ülkeler arasında ise Yunanistan, Portekiz ve Tayland bulunmaktadır.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- Nihai Enerji Yoğunluğu -

ÜLKELERE GÖRE NİHAİ ENERJİ YOĞUNLUĞU EĞİLİMİ (1980-2008)



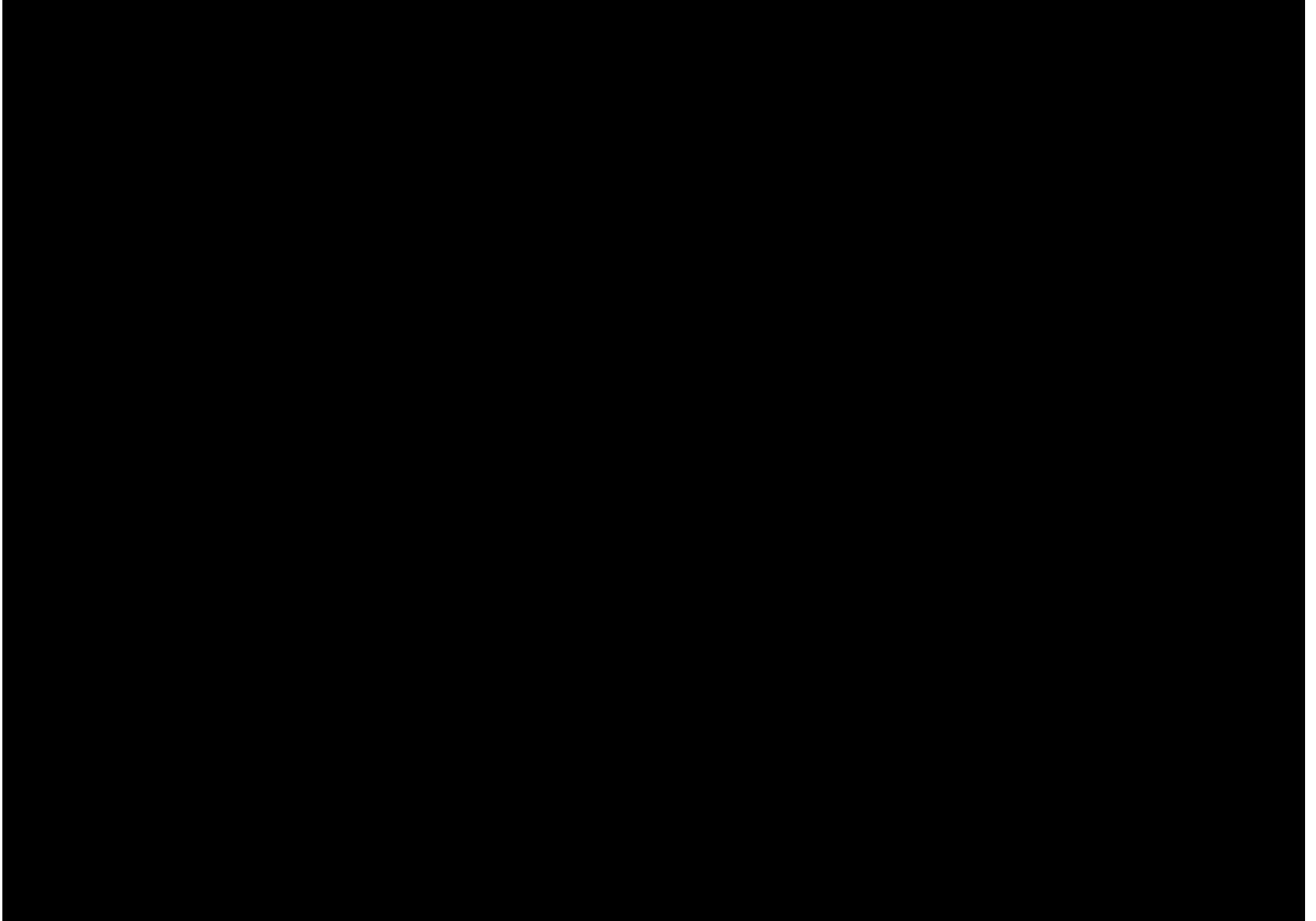
Dünyada nihai enerji yoğunluğu 1980-2008 döneminde %1.94 oranında azalmıştır.

En çok azaltan ülkeler ise Çin, Romanya, Hindistan, Polonya, İrlanda, İngiltere, İsveç ve A.B.D'dir.

Artıran ülkeler arasında Portekiz ve Yunanistan bulunmaktadır.

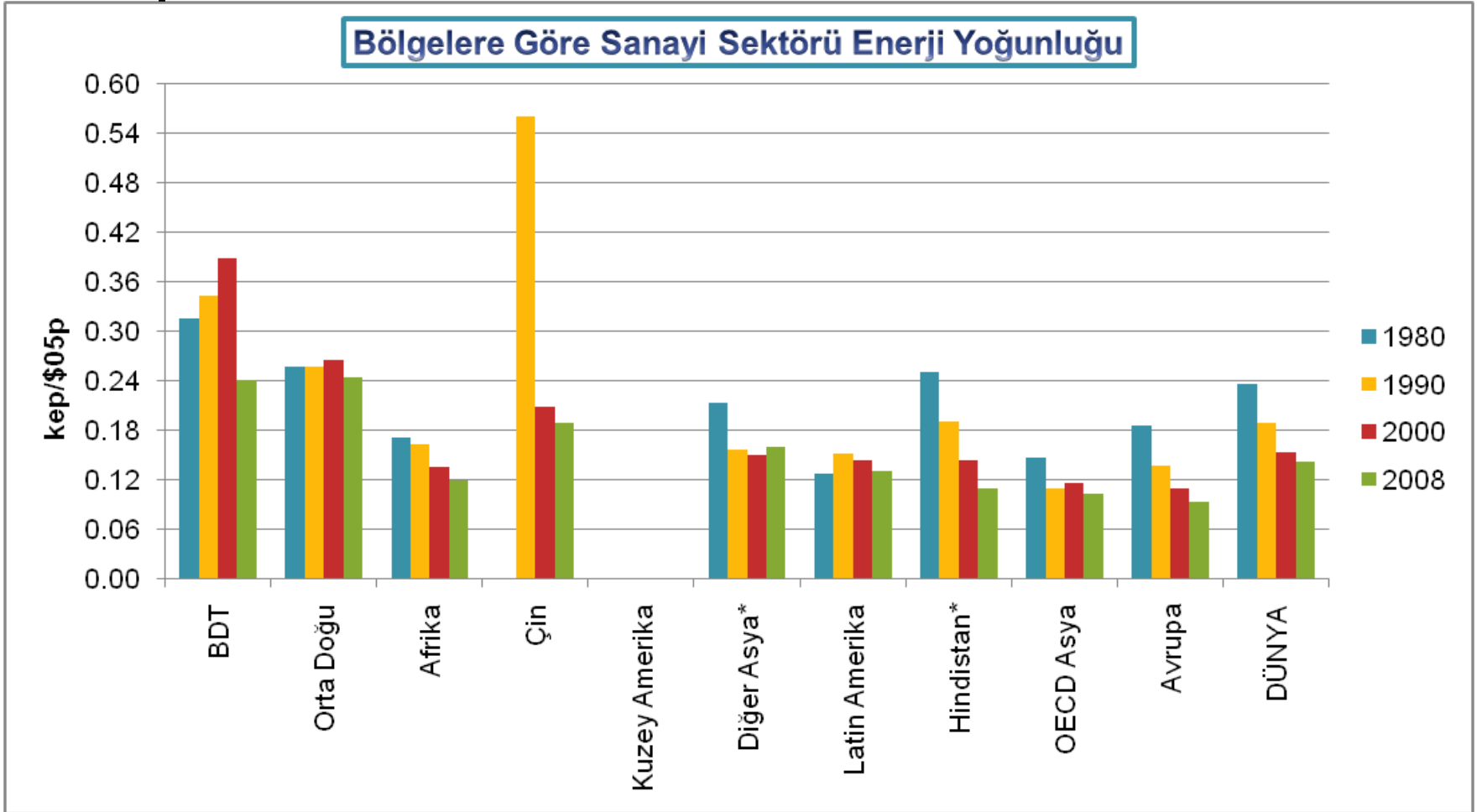
ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- Nihai Enerji Yoğunluğu -



ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- Sanayi Sektörü Enerji Yoğunluğu -

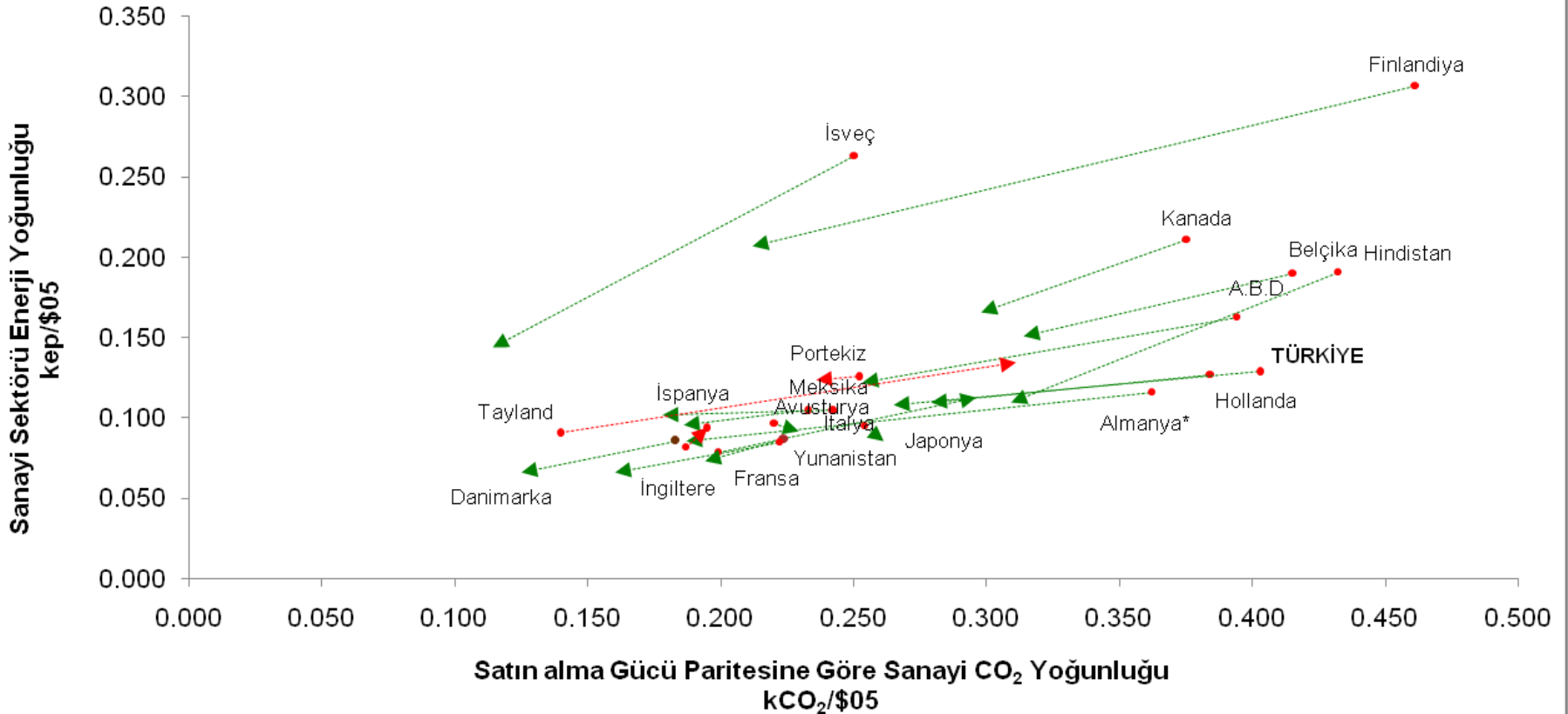


Dünyada sanayi sektöründe enerji yoğunluğu 1980-2008 döneminde yıllık bazda %1.8 oranında azalmıştır.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- Sanayi Sektörü Enerji ve CO₂ Yoğunluğu -

ÜLKELERE GÖRE SANAYİ SEKTÖRÜ ENERJİ YOĞUNLUĞU EĞİLİMİ (1980-2008)



Dünyada sanayi sektörü enerji yoğunluğunu 1990-2008 döneminde;

En çok azaltan ülkeler Romanya (%7.32), Polonya(%6.97), Çin(%5.86), Meksika, ABD, Fransa ve Almanya olmuştur. Artıran ülkeler arasında ise İsviçre, İtalya ve Tayland bulunmaktadır.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

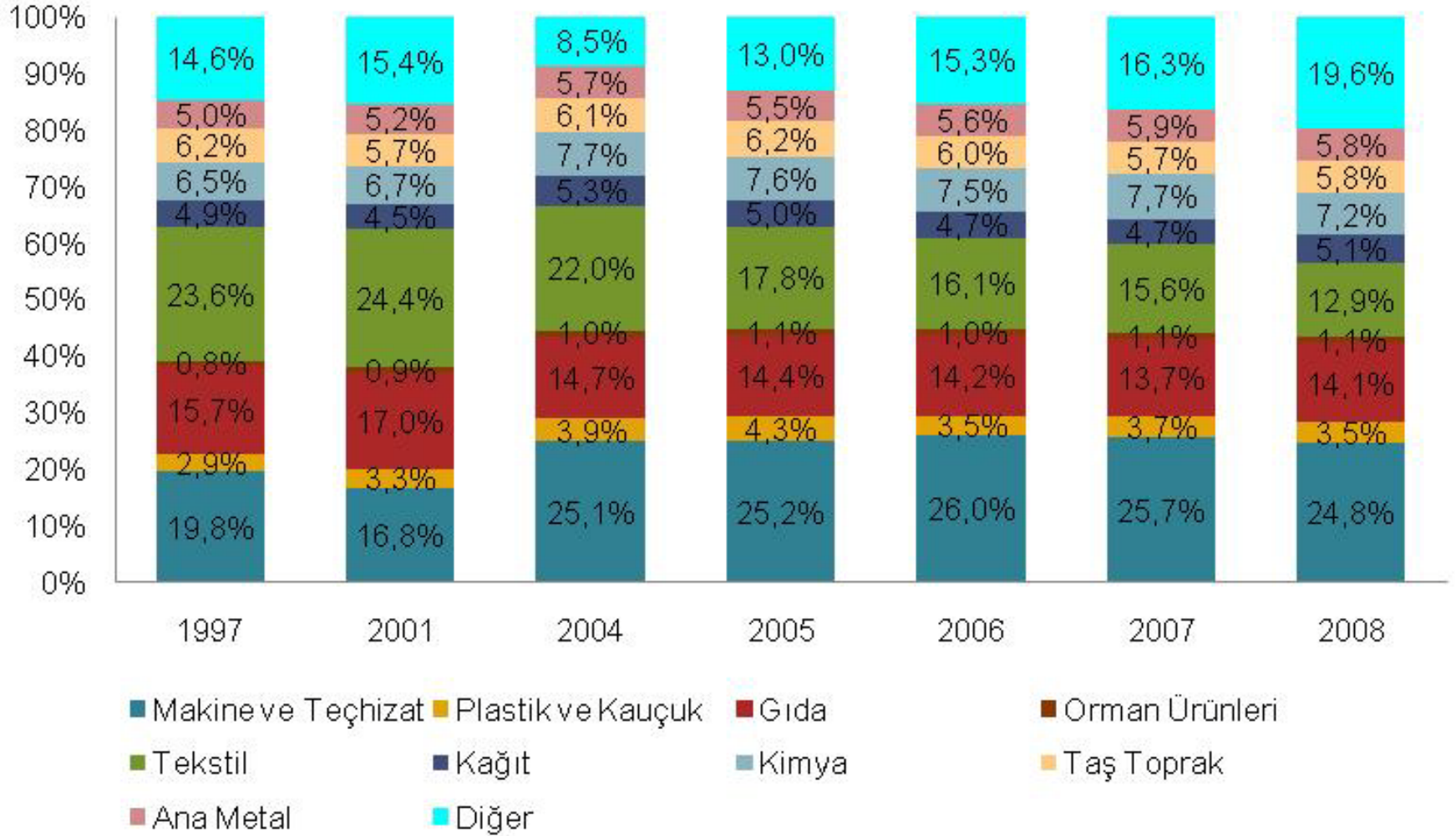
- Sanayi Sektörü Enerji ve CO₂ Yoğunluğu -

Ülkeler	Sanayi Enerji Yoğunluğu kep/\$05			Sanayi CO ₂ Yoğunluğu kCO ₂ /\$05		
	1990-2000 Dönemi Artış/Azalış Oranları (%)	2000-2008 Dönemi Artış/Azalış Oranları (%)	1990-2008 Dönemi Artış/Azalış Oranları (%)	1990-2000 Dönemi Artış/Azalış Oranları (%)	2000-2008 Dönemi Artış/Azalış Oranları (%)	1990-2008 Dönemi Artış/Azalış Oranları (%)
A.B.D.	-1.78	-1.35	-1.60	-2.88	-1.86	-2.43
Almanya*	-2.40	-0.80	-1.74	-4.69	-2.55	-3.81
Avusturya	-0.66	0.40	-0.50	-1.37	-0.13	-1.24
Belçika	0.99	-2.83	-1.27	0.12	-3.37	-1.54
Çin	-10.38	-1.19	-5.86	-12.07	-3.61	-8.40
Danimarka	-1.36	-1.59	-1.46	-1.33	-3.11	-2.10
Finlandiya	-0.81	-3.44	-2.17	-4.46	-3.59	-4.22
Fransa	-0.81	-3.49	-1.97	-2.05	-2.42	-2.18
Hindistan*	-2.85	4.06	-0.06	-1.59	-2.47	-1.95
Hollanda	-0.39	-0.98	-0.80	-1.58	-1.62	-1.76
İngiltere	-0.37	-1.74	-0.97	-0.48	-1.28	-0.80
İspanya	0.11	-1.82	-0.76	1.53	-2.39	-0.23
İsveç	-2.64	-4.08	-3.29	-3.09	-5.74	-4.27
İsviçre*	1.12	-1.03	0.23	-0.24	-1.67	-0.83
İtalya	0.54	0.00	0.29	-2.23	2.33	-0.22
Japonya	0.00	-1.24	-0.55	0.78	-0.70	0.15
Kanada	-1.38	-1.28	-1.32	-1.60	-0.85	-1.27
Meksika	-2.96	-1.54	-2.38	-3.49	0.58	-1.69
Polonya	-8.17	-5.49	-6.97	-9.14	-7.16	-8.28
Portekiz	0.56	-0.78	-0.09	1.41	-2.58	-0.36
Romanya*	-7.89	-5.39	-6.87	-8.62	-5.44	-7.32
Tayland	3.40	0.67	2.22	6.84	1.69	4.53
TÜRKİYE	2.08	-4.18	-0.98	1.89	-6.79	-2.30
Yunanistan	0.00	-3.11	-1.40	-0.77	-3.05	-1.80

* 2007 yılı verilerini içermektedir.

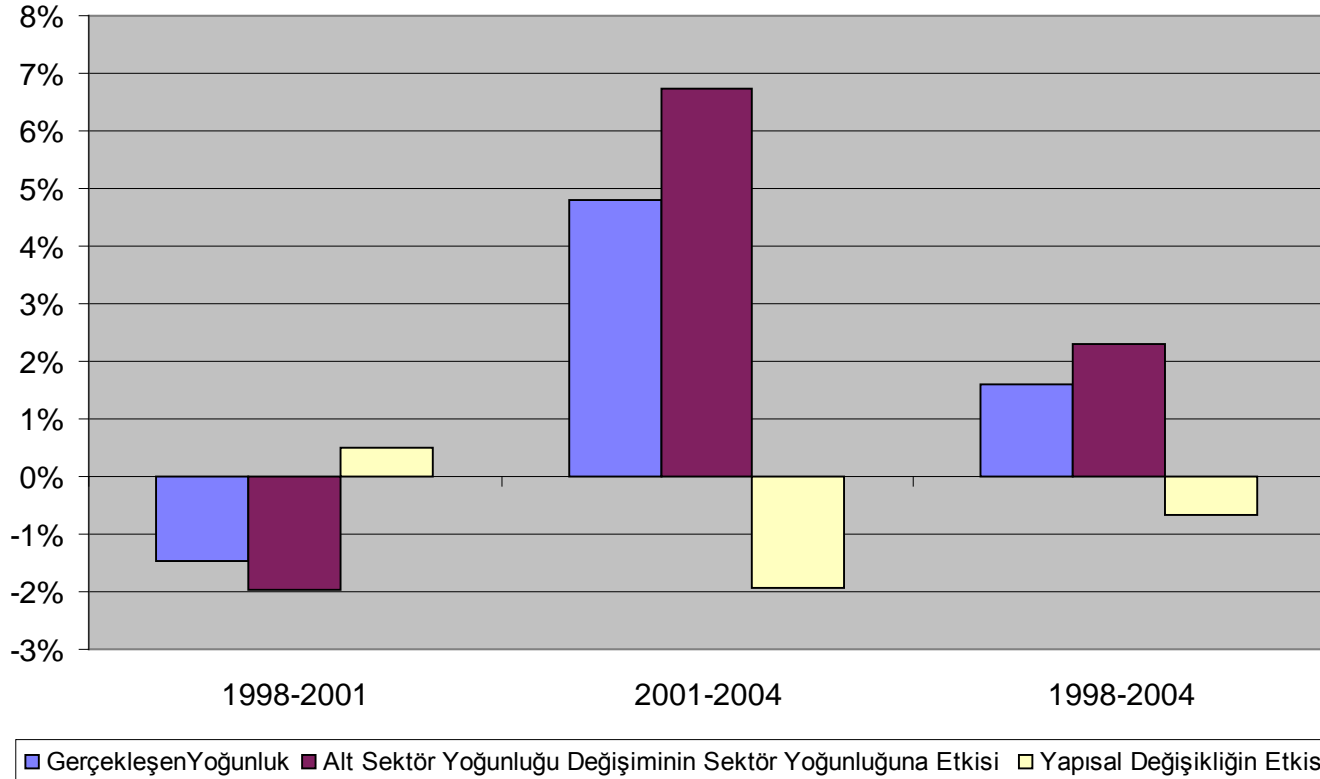
ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- Türkiye'nin İmalat Sanayii Katma Değer Yapısı -



ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

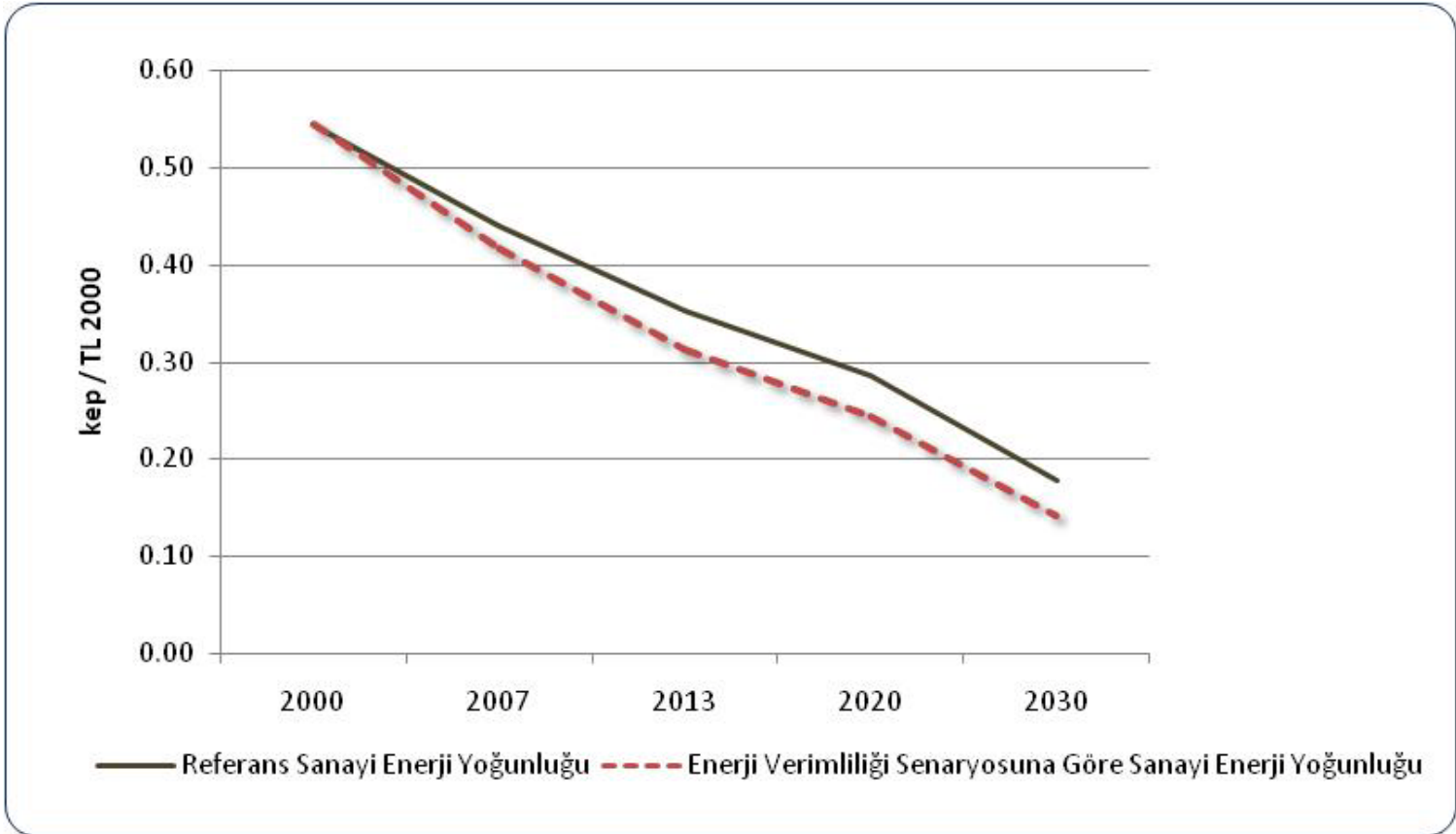
TÜRKİYE'NİN İMALAT SANAYİNDE ENERJİ YOĞUNLUĞU DEĞİŞİMİ - *Yapısal Değişikliklerin Etkisi – 1998 GSYİH Serisine Göre –*



(% Artış/Azalış)/yıl	1998-2001	2001-2004	1998-2004
Gerçekleşen Yoğunluk	-1,48	4,81	1,61
Alt Sektör Yoğunluğu Değişiminin Sektör Yoğunluğuna Etkisi	-1,96	6,72	2,29
Yapısal Değişikliğin Etkisi	0,49	-1,92	-0,67

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- EİE ENERJİ VERİMLİLİĞİ SENARYOSUNA GÖRE SANAYİİ SEKTÖRÜ ENERJİ YOĞUNLUĞU DEĞİŞİMİ -

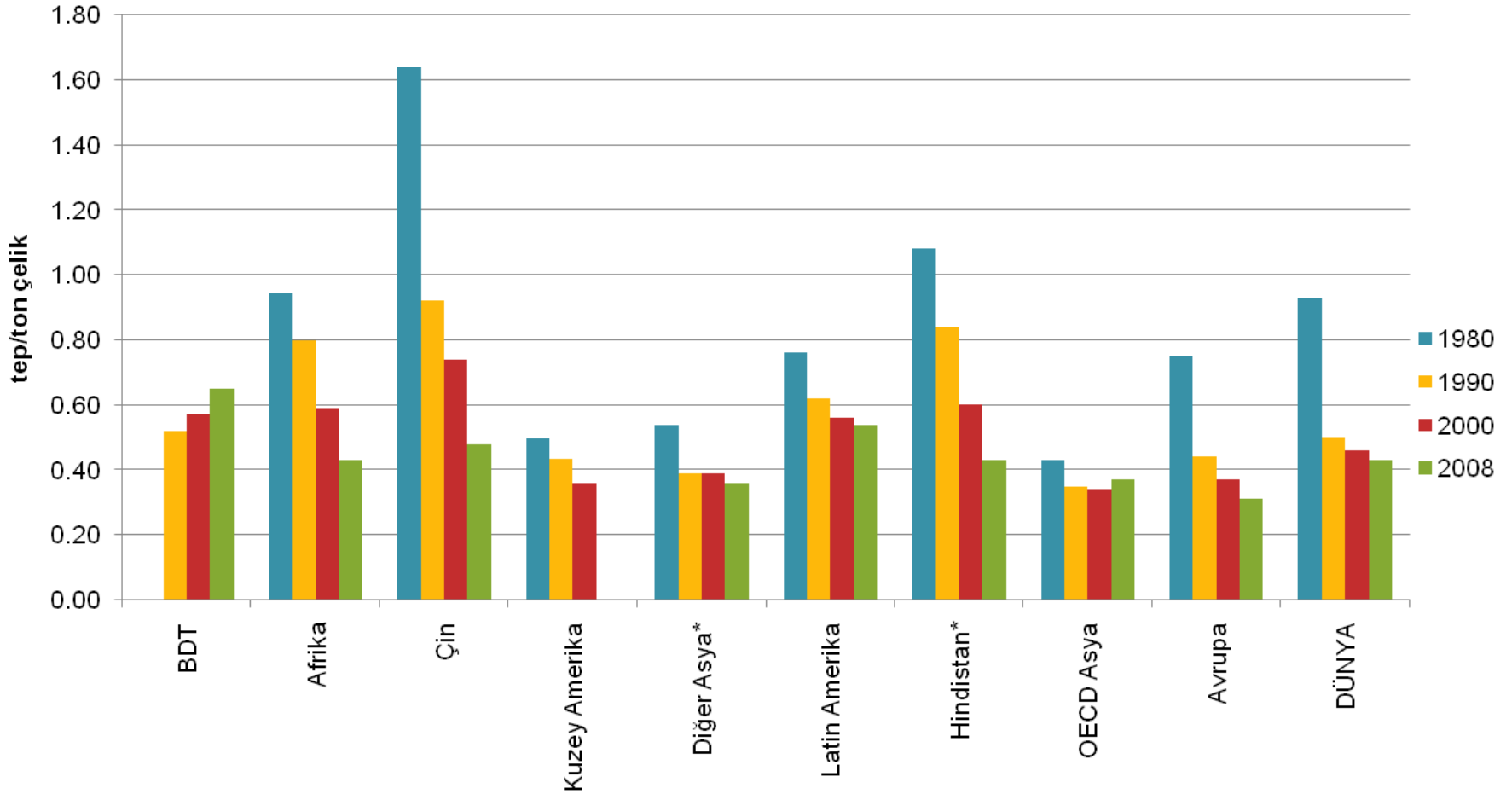


Enerji yoğunluğunda senaryo çalışmasında öngörülen önlemlerin alınması ve yapısal değişikliklerin gerçekleşmesi durumunda yıllık bazda ; 2007-2013 döneminde %4.7 ; 2013-2020 döneminde %3.4 ; 2020-2030 döneminde %5.3 ve 2007-2030 döneminde %4.6 oranında azalacağı tahmin edilmiştir.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- Bölgelere Göre Ton Çelik Başına Enerji Tüketimi -

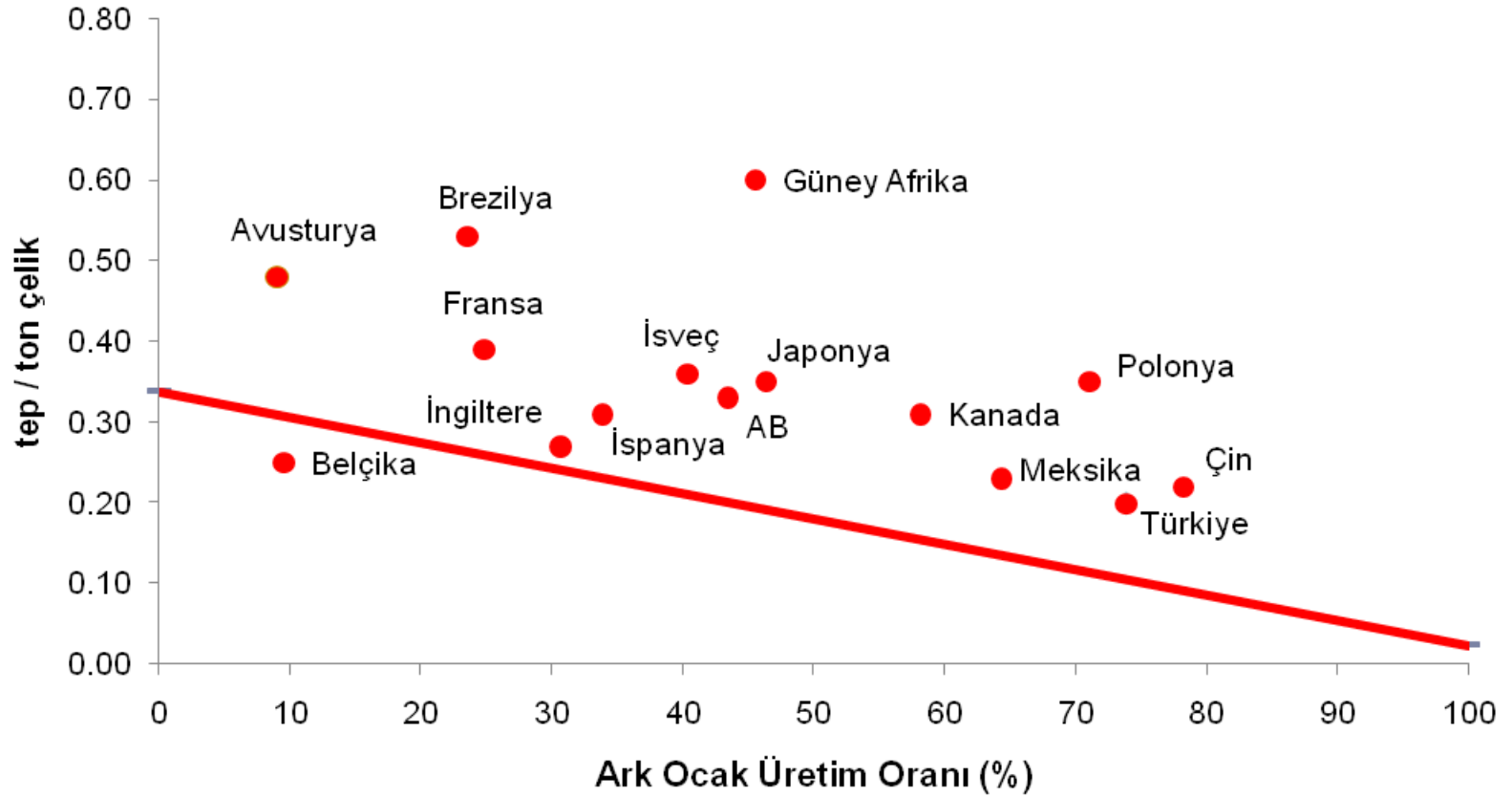
Bölgelere Göre Ton Çelik Başına Enerji Tüketimi



ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- Demir-çelik Sektörü -

Proses Yapısına Göre Ton Çelik Başına Enerji Tüketimi 2008



ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

-Enerji Verimliliği İndeksi ODEX'in Hesaplanması-

Örnek Sektör Verileri Tablosu

	2005	2006	2007	2008
Kimya(MTEP/SÜİ)*100 (İndeks)	8.5 (100)	8.3 (98)	8.2 (96)	8.2 (96)
Demir çelik(TEP/Ton) (İndeks)	0.30 (100)	0.29 (97)	0.26 (87)	0.25 (83)
Enerji tüketimi				
Kimya (MTEP) (%)	20 (50)	20 (48)	20 (44)	22 (46)
Demir çelik (MTEP) (%)	20 (50)	22 (52)	25 (56)	26 (54)

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

-Enerji Verimliliği İndeksi ODEX'in Hesaplanması-

Toplam indeks (referans yılı t-1)

Enerji verimliliği indeksi	2005	2006	2007	2008
Kimya	100	98.0	96.0	96.0
Demir çelik	100	97.0	87.0	83.0
İndeks /ODEX	100	97.4	90.9	88.6

$$EVI_{06} = EVI_{2006} \times (98 \times 0.48 + 97 \times 0.52) = 97.4$$

$$EVI_{07} = EVI_{2007} \times (96/98 \times 0.44 + 87/97 \times 0.56) = 90.9$$

$$EVI_{08} = EVI_{2008} \times (96/96 \times 0.46 + 83/87 \times 0.54) = 88.6$$

Baz alınan yıla göre $EVI=100$ alınmıştır.

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

-Enerji Verimliliği İndeksi ODEX'in Hesaplanması-

Enerji Tasarrufunun Hesaplanması

Enerji Tasarrufu = -Enerji Tüketimi * (1 - (1 / (Index/100)))

Enerji verimliliği indeksi	2005	2006	2007	2008
Kimya	100	98.0	96.0	96.0
Demir çelik	100	97.0	87.0	83.0
İndeks /ODEX	100	97.4	90.9	88.6

	2005	2006	2007	2008
Enerji Tasarrufu MTEP	0	1.12	4.50	6.17

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

-Güçlükler-

- Kurumlar tarafından üretilen sanayi alt sektörleri enerji tüketim rakamları arasındaki uyumsuzluklar
- Verilerin toplanmasında yaşanan problemler
- Resmi olarak sanayi alt sektörlerinde sabit fiyatlarla katma değer rakamlarının bulunmaması
- Sanayi üretim indekslerinin bazı sektörler için birleştirilmesi gerekliliği

ENERJİ VERİMLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

- Sonuç -

- Sanayi sektöründe enerji yoğunluğunun azaltılması; enerji verimliliğindeki iyileştirmelerin yanı sıra yapısal değişikliklerin de gerçekleştirilmesine bağlıdır
- Enerji Verimliliği Stratejisi kapsamında enerji yoğun sektörlerde yapılacak etüt ve yatırımlar yoğunluğun azaltılmasını hızlandıracaktır
- EV Göstergeleri iyi bir izleme sisteminin yanı sıra uzmanlaşmış personel altyapısının sağlanmasıyla sağlıklı bir şekilde izlenebilir



- KAYNAKLAR -

- Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation, World Energy Council 2010.
- EV Göstergeleri Veri Tabanı Çalışma Sonuçları, EİE, 2009.
- Demir çelik Kıyaslama Çalışmaları, 2009
- “Enerji Verimliliği Göstergeleri ve Modelleme” Kurs Notları, Enerdata, Fransa 2006.