



# ÇİMENTO ENDÜSTRİSİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

---

İNŞ.YÜK.MÜH.YASİN ENGİN

[www.betonvecimento.com](http://www.betonvecimento.com)

[yasin.engin@gmail.com](mailto:yasin.engin@gmail.com)











Şubat, 2015

# İçerik

- **Dünyada ve Türkiye’de Çimento Üretimi**
- **CO<sub>2</sub> Emisyonu**
- **Sürdürülebilir Üretim**
- **Alternatif Hammaddeler**
- **Alternatif Yakıtlar**
- **Enerji Verimliliği**
- **Klinker Oranı**
- **Sonuç**

# Ülkelerin Çimento Üretim Miktarı

## 2013 Çimento Üretiminde İlk On Ülke

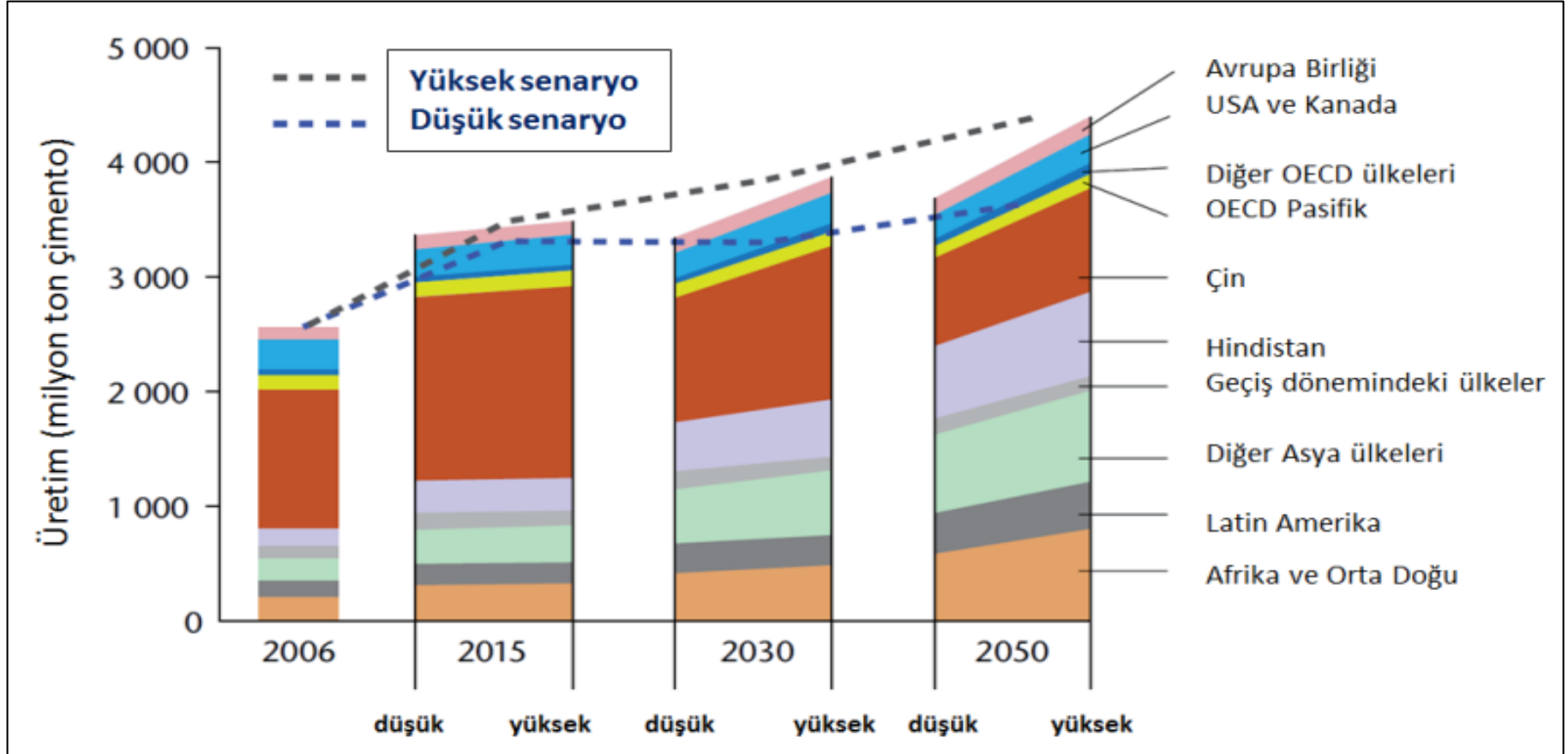
	Ülke	Milyon ton
1	 Çin Halk Cumhuriyeti	2300
2	 Hindistan	280
3	 Amerika Birleşik Devletleri	78
4	 İran	75
5	 Brezilya	70
6	 Türkiye	70
7	 Rusya	65
8	 Vietnam	65
9	 Japonya	53
10	 Suudi Arabistan	50



**570**  
**kg/kişi**

*Türkiye, 2013 yılı istatistiklerine göre çimento üretiminde Avrupa birincisi, Dünyada ise ilk beştedir.*

# Çimento Üretimi -2050 Projeksiyonu



# CO<sub>2</sub> Emisyonu



Dünya verilerine göre

İnşaat sektörü → %39

Çimento sektörü → %5

Oranında sanayi kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonuna neden olmaktadır.

**Türkiye'de ise çimento sektörü için bu oran %10'dur.**

**1 ton çimento\* üretimi sonucu → 0,9 ton CO<sub>2</sub> emisyonu oluşur.**

**\*CEM I 42.5 R**

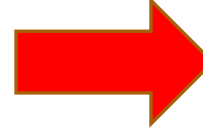
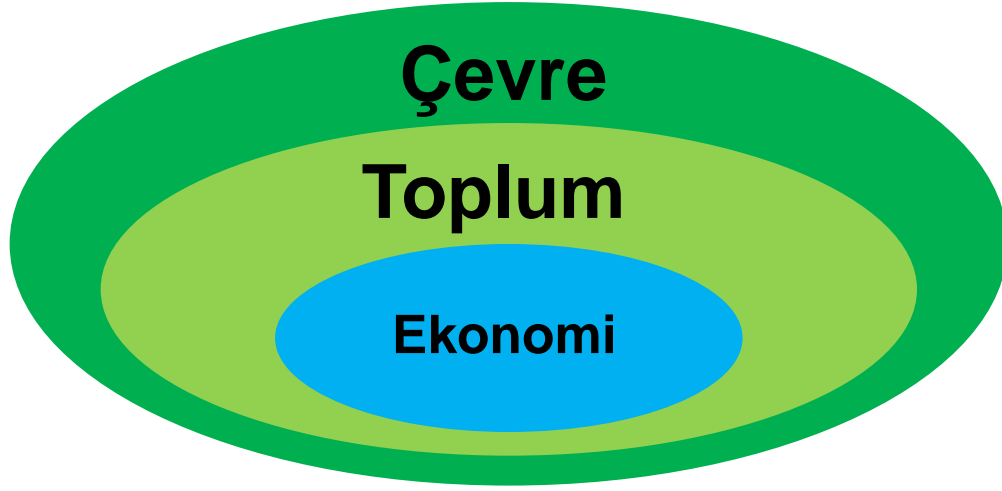
# Sürdürülebilirlik



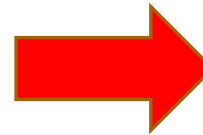
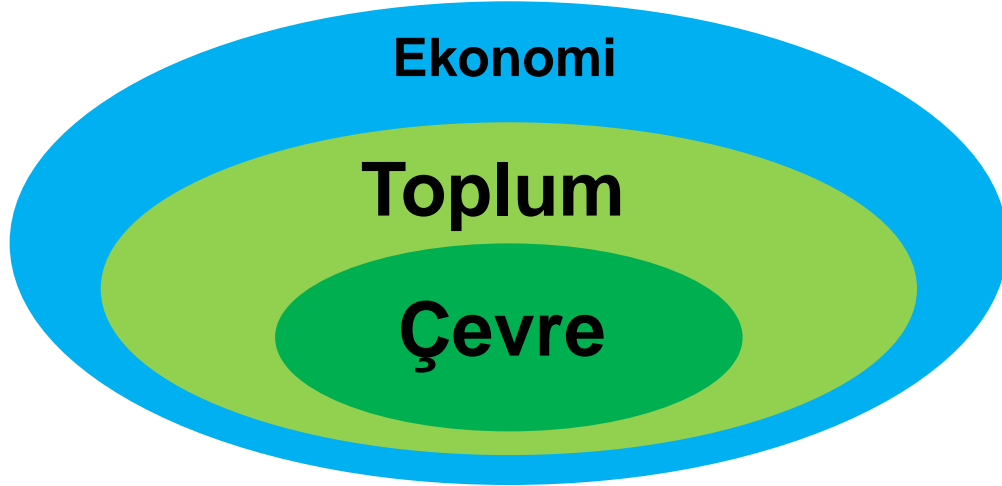
*"İnsanlık, gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçlarını temin ederek, kalkınmayı sürdürülebilir kılma yeteneğine sahiptir.«*

*BM Çevre ve Kalkınma Komisyonu, 1987*

# Sürdürülebilirlik



**Olması  
gereken**



**Olması  
istenilen**

***Maliyet ve Sürdürülebilirlik Çatışması***

# Sürdürülebilir Üretim

Sürdürülebilir çimento üretimi için temel uygulama alanları aşağıda belirtilmiştir.

- Alternatif hammadde kullanımı
- Alternatif yakıt kullanımı
- Enerji verimliliği
- Yenilenebilir enerji kullanımı
- Klinker kullanım oranının düşürülmesi
- Biyoçeşitlilik yönetimi
- Ambalaj





# Sürdürülebilir Üretim

## Kaynak Verimliliği

- Alternatif yakıt
- Alternatif hammadde
- Klinker/çimento azaltma
- İnovatif çimento

## Enerji Verimliliği

- Elektrik enerjisi verimliliği
- Isı enerjisi verimliliği

## Karbon Tutma

- Biyolojik karbon tutma ve yeniden kullanma

## Ürün Verimliliği

- Düşük karbonlu beton

## Diğer

- Akıllı üst yapı ve alt yapı gelişimi
- Geri dönüşümlü beton
- Yeniden karbonatlařtırma
- Sürdürülebilir yapılar



# Üretimde Yakıt ve Enerji Tüketimi

Çimento sektöründe de birincil yakıt olarak kullanılan petrokok ve linyit ithal edilen metalardır. 2010 verilerine göre enerjide dışa bağımlılık oranımız %79'dur. Günümüzde ise bu oran %72 seviyesindedir. Toplam ithalatın %25'ini enerji oluşturmaktadır.

Maliyet kalemleri	Ortalama maliyet (%)
Hammadde ve yardımcı maddeler	9,6
Elektrik	21,1
Yakıt	38,0
İşçilik	9,4
Amortisman	7,0
Diğer sabit giderler	14,9

# Alternatif Yakıtların Isıl Değerleri

<b>Alternatif yakıt</b>	<b>Ortalama ısıl değer(kcal/kg) (Petrokok ~ 7500)</b>
Ömrünü tamamlamış lastik	5500
Endüstriyel plastik	5000
Atık yağlar	9000
Solventler	7500
Parçalanmış kağıt	3400
Yağlı kontamine atıklar	3500
Bitki kabukları	4760
Atıktan üretilen yakıt (RDF)	2800
Arıtma çamuru	3000
Kontamine atıklar (ambalaj-giysi)	3000

# Bazı Alternatif Yakıtlar



**Ömrünü tamamlamış lastik**



**Aritma çamuru**



**Endüstriyel plastik**



**Atık yağ**



CARSHREDDER



RDF FROM HOUSEHOLD



GRINDING DUST



TETRAPACK



RUBBER FROM TYRES



RICESTRAW / HUSK



GRANULATED PLASTIC



NAPPIES



WASTE WOODCHIPS



COLA CAPS



ANIMAL MEAL



CARPETWASTE



SUNFLOWERSHELLS



RDF FROM PACKING



RDF PAPER/PLASTIC



IMPREGNATED SAWDUST



WOOD CHIPS



SEWAGE SLUDGE

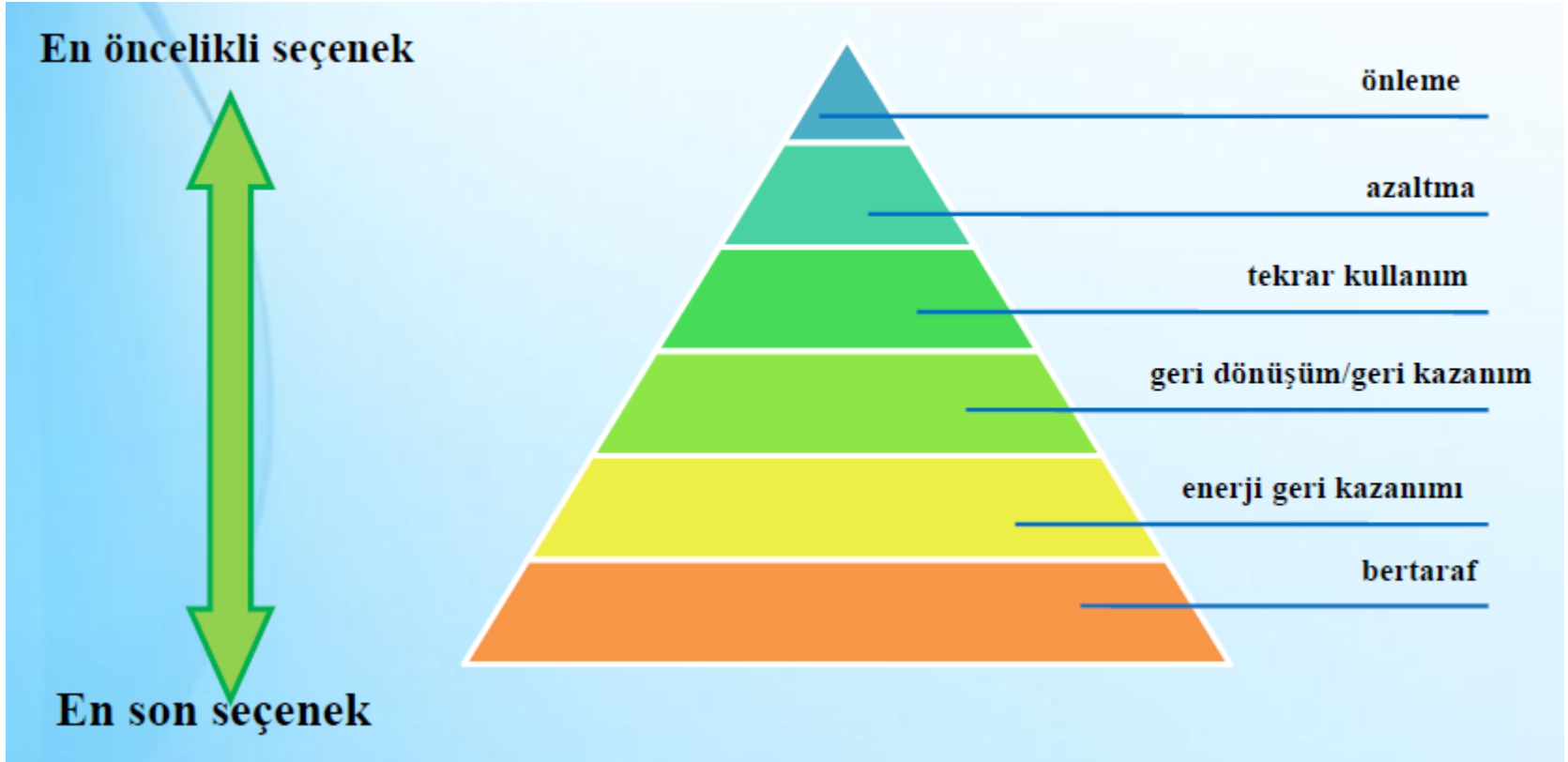


RDF FROM DSD



RDF FROM TEXTILES

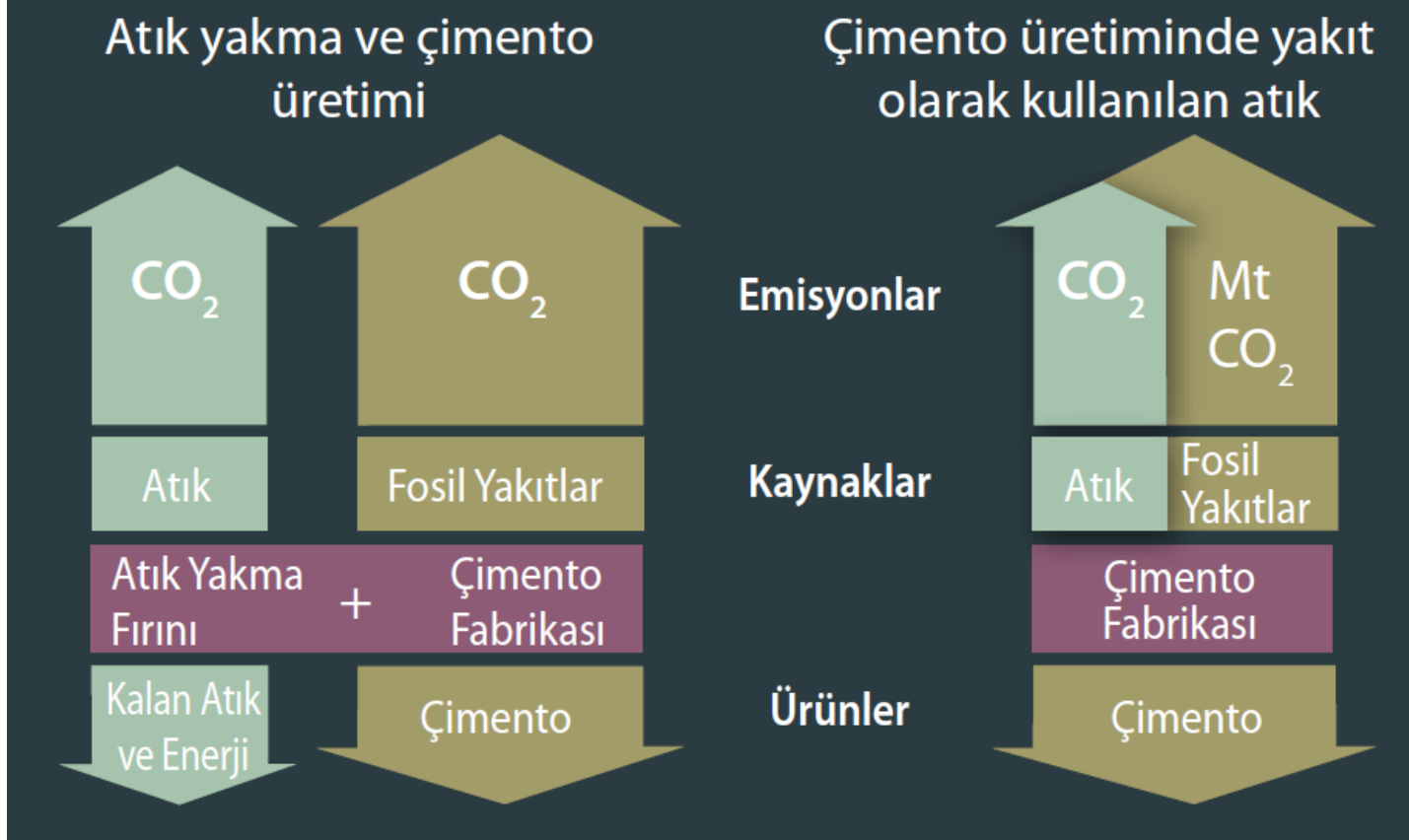
# Atık Yönetim Hiyerarşisi



***2003 yılında Avrupa Adalet Divanı, atıkların çimento fırınlarında yakıt olarak kullanılmasını bertaraf değil, “geri kazanım” olarak sınıflandırmıştır.***

**Grafik Kaynak: S.Ayhan, «Çimento Sektöründe Atıktan Enerji Geri Kazanımı ve Yasal Mevzuat»**

# Beraber Yakma





- ★ Öğütme Tesisi (19)
- TÇMB Üyesi Çimento Fabrikası (47)
- TÇMB Üyesi Olmayanlar (3)

**Ülkemizdeki 50 çimento fabrikasının 35'inde T.C.Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan alınmış endüstriyel ve evsel atıklar, alternatif yakıt ve alternatif hammadde kullanma lisansı vardır.**

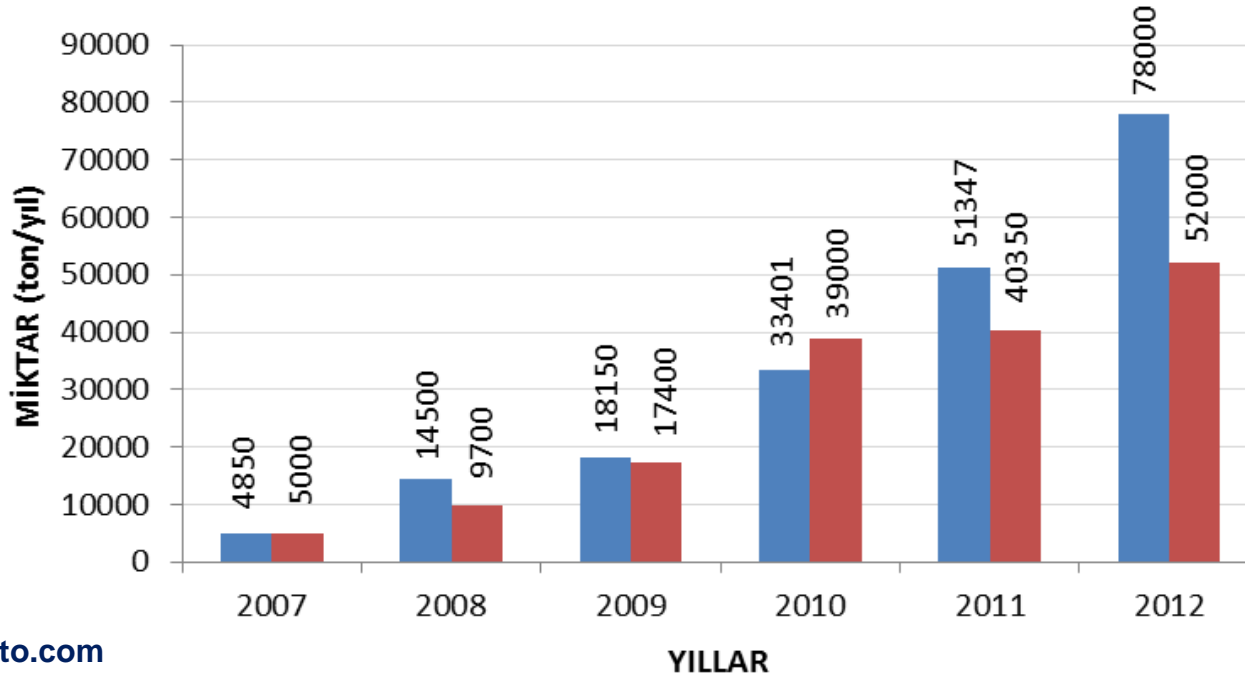


# ÖTL Kullanımı



2007-2012 yılları arasında toplanarak geri kazanılan ve çimento fabrikalarına ek yakıt amacıyla gönderilen **ÖTL(ömrünü tamamlamış lastik)** miktarı «*genel kullanım*» ve «*çimento fabrikaları*» olarak aşağıda belirtilmiştir.

■ GKT ■ Ç.Fab



# ULUSAL GERİ DÖNÜŞÜM STRATEJİ BELGESİ VE EYLEM PLANI

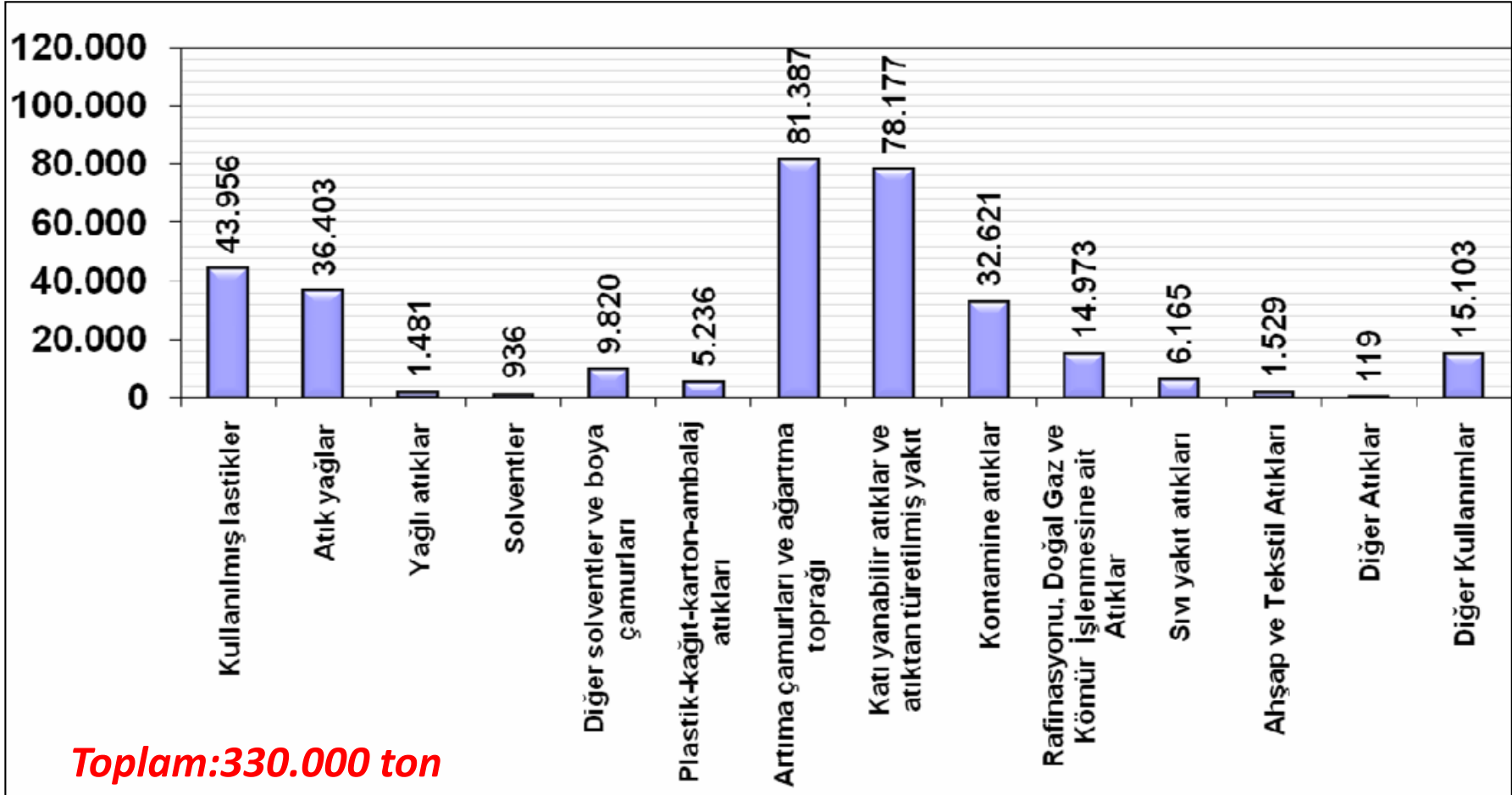
## 2014-2017

- Yıllık 1 milyon 400 bin ton atık su arıtma çamurları çimento sektöründe hammadde veya kurutulularak yakıt olarak kullanılabilir.
- Bunun yanında yaklaşık 600 bin ton sanayi atığının çimento sektöründe kullanımı sayesinde 580 bin kişilik bir yerleşim yerinin elektrik enerjisi eşdeğeri enerji tasarrufu sağlanabilir.

# Türkiye'de Alternatif Yakıt Kullanımı 2009/2010

<b>Atık Cinsi</b>	<b>2009 yılı miktarı (ton)</b>	<b>Elektrik enerjisi eşdeğeri (MW-h)</b>	<b>2010 yılı miktarı (ton)</b>	<b>Elektrik enerjisi eşdeğeri (MW-h)</b>
Atık yağ	19,875	9,6	25.969	12,5
Hurda lastik, kontamine ambalajlar, absorbanlar	22,300	6,2	35.176	9,8
Aritma çamuru	54,300	12,4	69.800	15,9
Atık boya-vernük	3,700	0,7	5.900	1.1
Diğör tehlikesiz atıklar	33,702	3,5	124.155	12.9
<b>Toplam</b>	<b>133,877</b>	<b>32,4*</b>	<b>261.000</b>	<b>52,3**</b>
* Bu enerji miktarı ortalama olarak 316.000 kişilik bir yerleşim yerinin elektrik enerjisi ihtiyacına eşdeğerdur.				
** Bu enerji miktarı ortalama olarak 510.000 kişilik bir yerleşim yerinin elektrik enerjisi ihtiyacına eşdeğerdur.				

# Türkiye’de Alternatif Yakıt Kullanımı 2011



# Güncel Alternatif Yakıt Kullanım Oranı



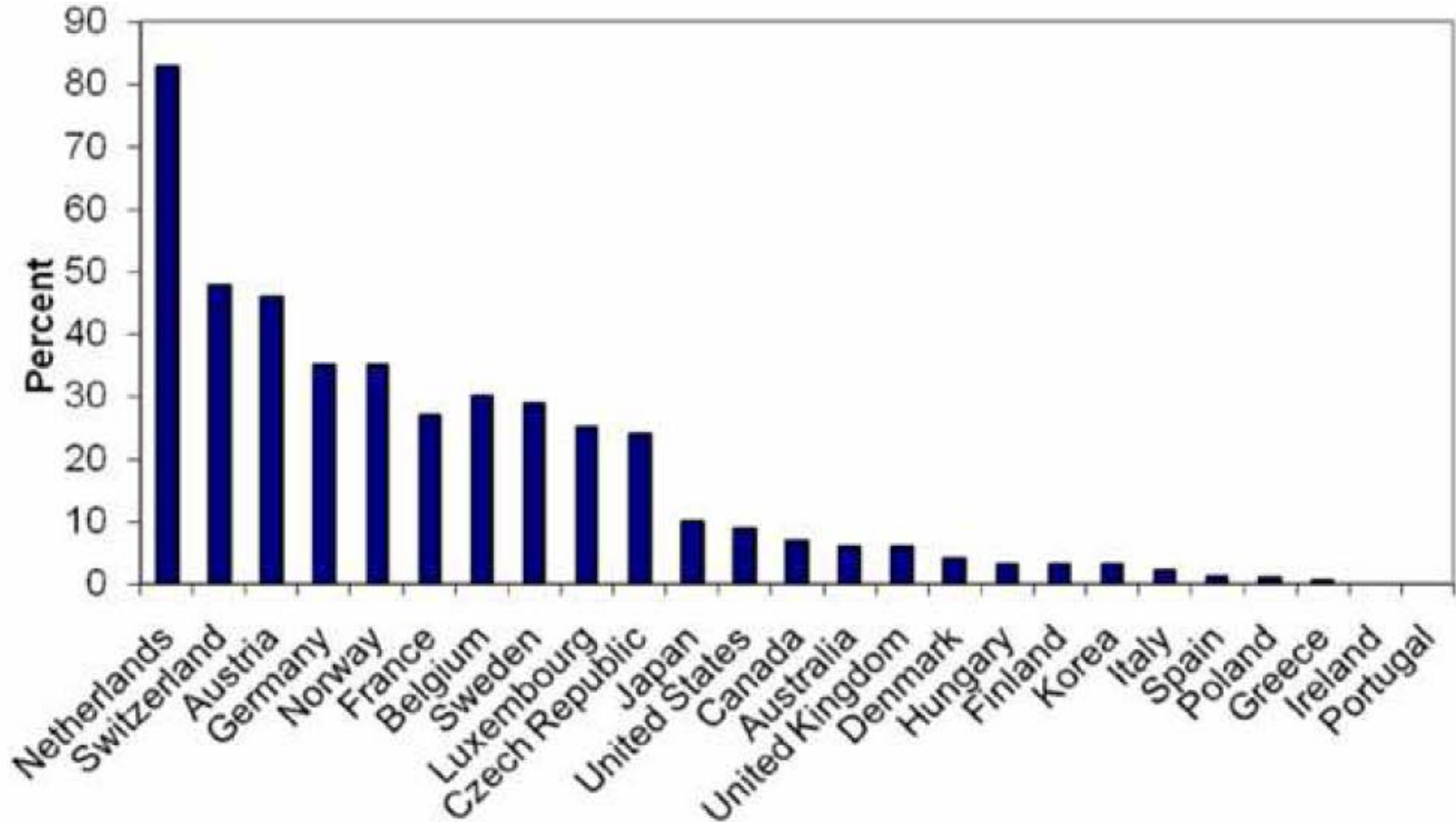
**%30** *%100 kullanan fabrikalar vardır.*



**%3** *%25 oranında kullanan fabrikalar vardır.*

**Türkiye’de 2013 yılında 500 bin ton atık  
çimento endüstrisinde  
«alternatif yakıt»  
kaynağı olarak kullanılmıştır.**

# Dünyada Alternatif Yakıt Kullanımı

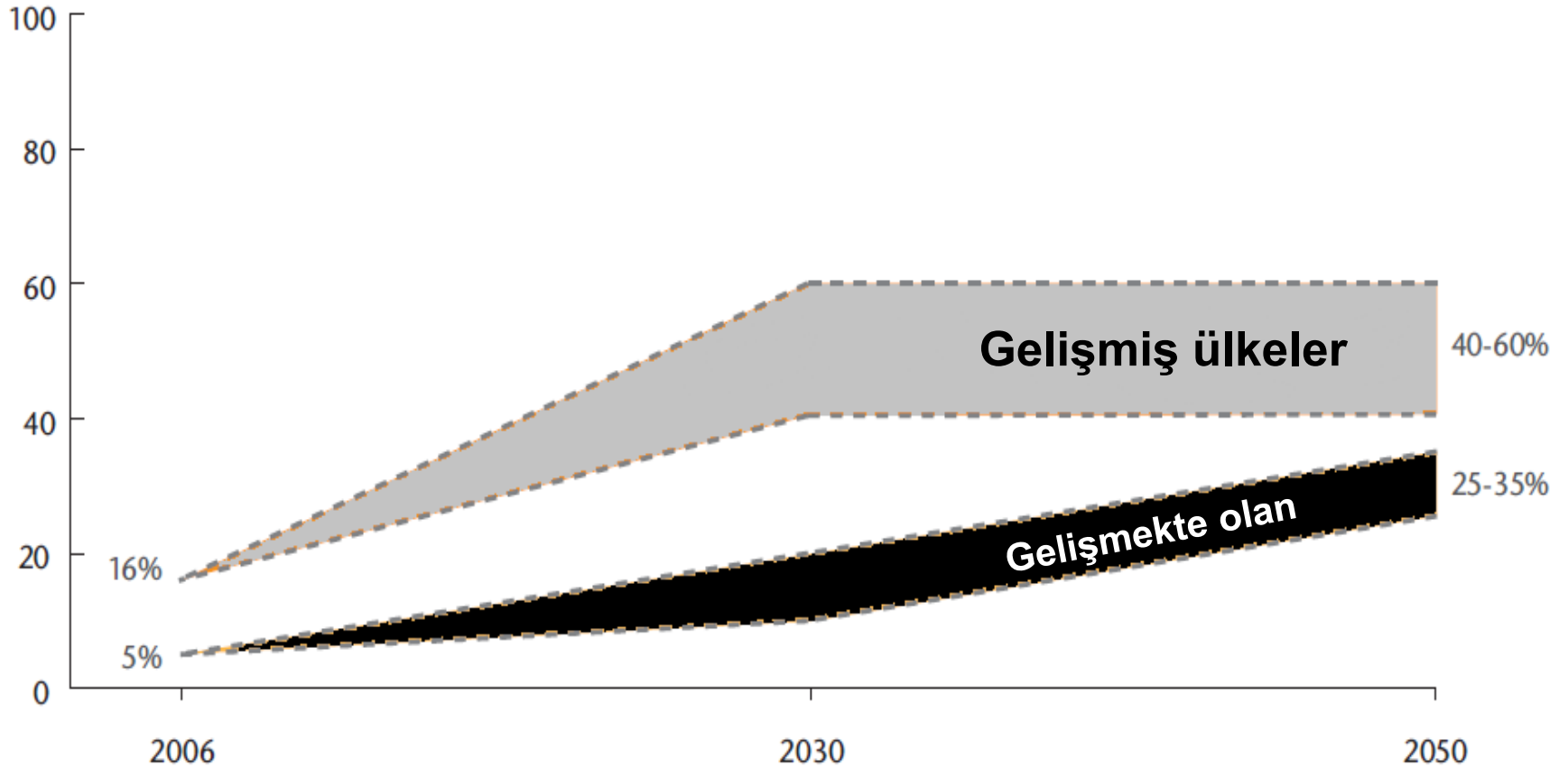


# Dünyada Alternatif Yakıt Kullanımı

GNR* Üyelerinin Verileri	1990	2000	2005	2011	Değişim (%) 1990-2011
Net CO2 emisyonu (kg/klinker ton)	907	862	846	825	-9
Net CO2 emisyonu kg/çimento ton)	756	713	674	629	-17
Isı Tüketimi MJ/klinker ton	4,260	3,750	3,690	3,560	-16
Alternatif Yakıt Kullanımı (%)	20	52	80	133	650
Klinker/Çimento (%)	83	819	788	756	-9
Elektrik Tüketimi kWh/çimento ton	116	114	112	107	-8

*\*GNR (getting the numbers right), gönüllü ülkelerin çimento endüstrilerine ait enerji ve emisyon verilerini paylaştığı bir veri tabanıdır.*

# Dünyada Çimento Sektöründe Alternatif Yakıt Kullanımı Projeksiyonu





# Avantajlar

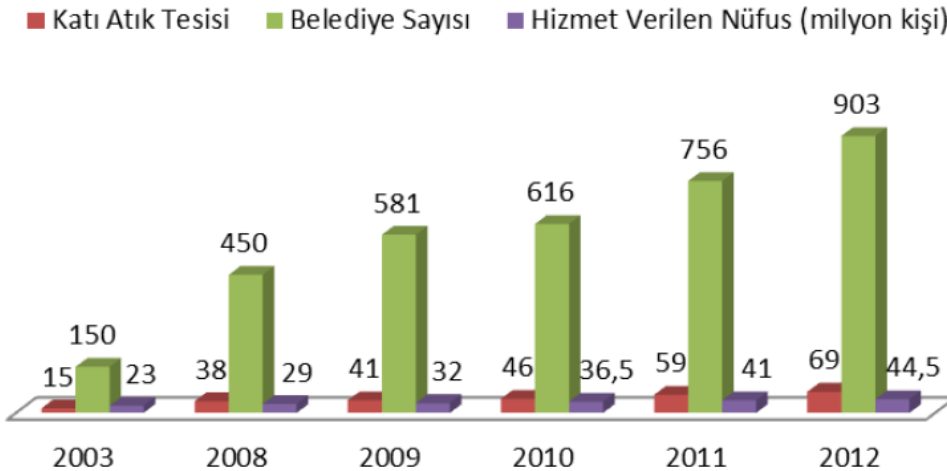
**Çimento fırınlarında atık yakmanın avantajları şöyle sıralanabilir:**

- Bertaraf edilecek atıklar ekonomik anlamda değer kazanır.
- Fosil yakıt kullanımının azalması sonucu CO<sub>2</sub> emisyon değerleri azalır.
- Çimento fırınlarında atık yakılması sonucu kül ya da uçucu kül açığa çıkmaz.
- Atıkların yanabilir bölümü yakıt olarak kullanılır diğer kalan kısım ise klinker içinde hammadde olarak yer alır.
- Atıkların yanması sonucu suya ya da toprağa herhangi bir emisyon meydana gelmez.

# Zorluklar

- Klorür ve kükürt içeriği yüksek olan yakıtlar siklonlarda tıkanmalara ve döner fırınlarda istenmeyen duruşlara neden olabilmektedir.
- Klorür miktarı çimentoda sınırlı olduğu için özellikle PVC içeren atıklar belirli oranlarda kullanılabilir.
- Atıkların toplanması ve depolanması
- Tedarik

Yıllara göre tesis sayısı, belediye sayısı ve hizmet verilen nüfus



**Son yıllarda Belediyeler tarafından biyolojik atık su arıtma tesisi ve evsel katı atık işleme tesisi yatırımları yapılsa da mevcut durumda bunlar yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle bazı çimento fabrikaları yerel yönetimlerle ve ilgili kurumlarla ortaklaşa hareket ederek bu sorunları aşmaya çalışmaktadır.**

# Alternatif Hammadde

- ✓ Grit
- ✓ Döküm kumu
- ✓ Kazan dibi çamuru
- ✓ Cüruf atıkları
- ✓ Mermer tozu
- ✓ Beton atıkları
- ✓ Fosfojips ve sentetik alçı
- ✓ Hafriyat kayacı
- ✓ .....

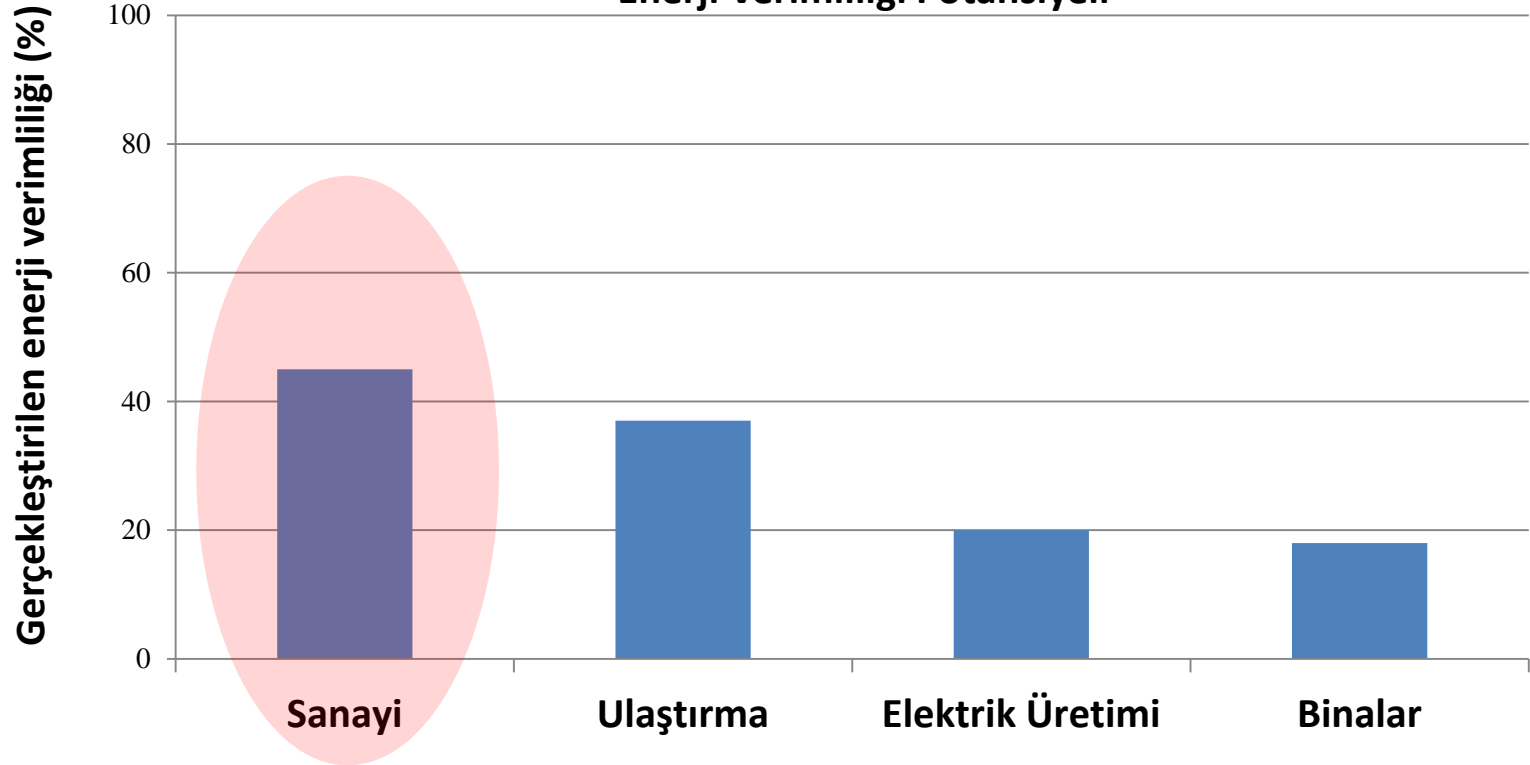
## Fırsat

Kentsel dönüşüm sonucu  
açığa çıkacak atıklar ve  
hafriyat kayaçları

**Türkiye’de 2013 yılında 720 bin ton atık  
çimento endüstrisinde  
«alternatif hammadde»  
kaynağı olarak kullanılmıştır.**

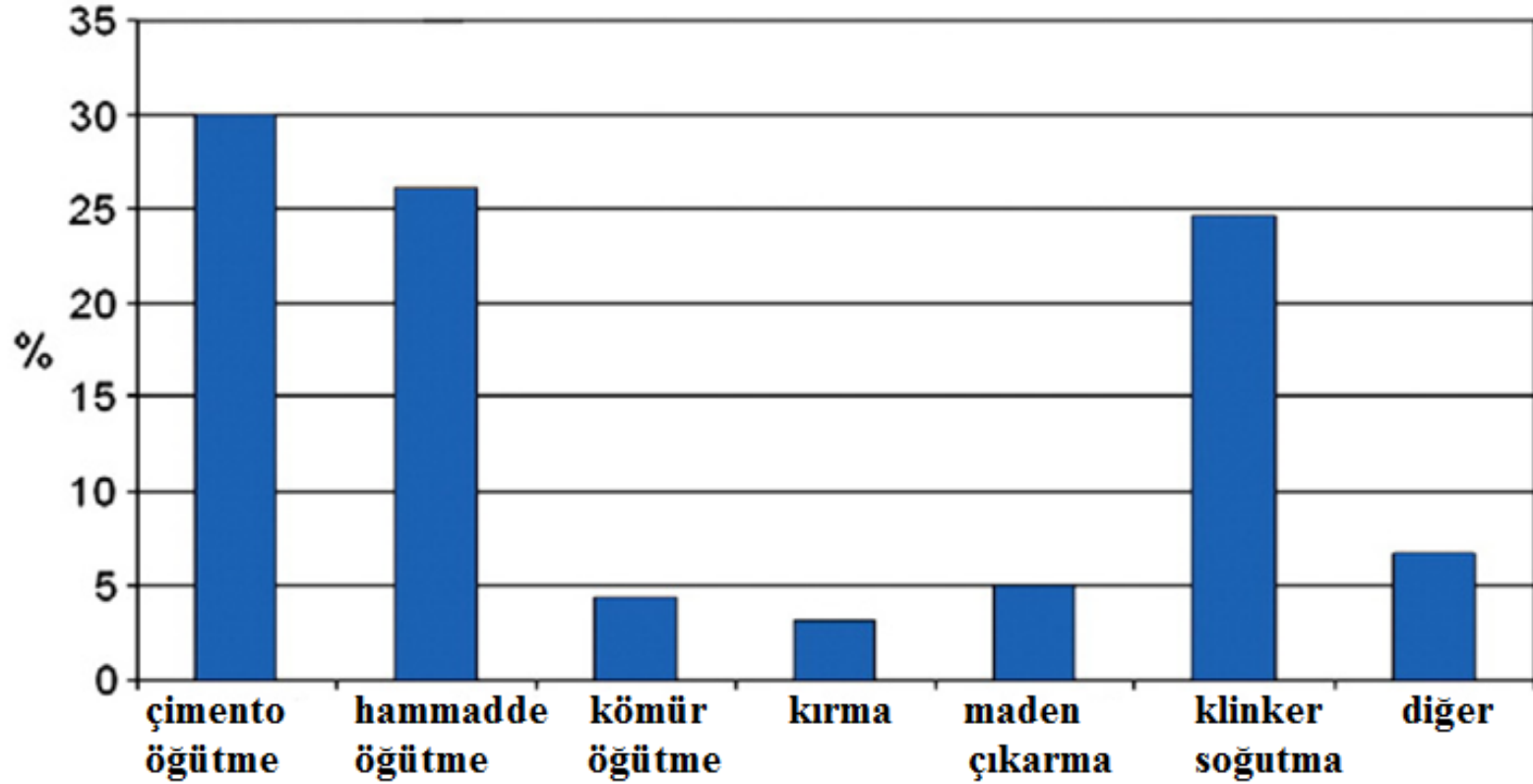
# Enerji Verimliliği: Yeni Bir Yakıt

Yeni politikalar Senaryosunda Türkiye'de Sektörler Tarafından Kullanılan Enerji Verimliliği Potansiyeli



***Dünya Enerji Görünümü (World Energy Outlook) raporunda enerji verimliliğini yeni bir yakıt türü olarak lanse edilmektedir.***

# Üretimde Elektrik Enerjisi Tüketimi



# Atık Isıdan Geri Kazanım-Bir Örnek

- 2011 yılında Çanakkale Çimento fabrikasında faaliyete geçen atık ısı tesisi ile yıllık 105 milyon kW-saat enerji üretimi mümkündür.
- Bu değer Çanakkale ilinin yıllık evsel elektrik enerjisi ihtiyacına eşittir.
- Bu proje, 2012 yılında düzenlenen Rio+20 Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı'nda Türkiye'yi temsil eden en "En İyi Sürdürülebilir Kalkınma Uygulamaları" arasında yerini almıştır .
- Projenin tam verimli olması durumunda CO<sub>2</sub> emisyonunda yıllık 60.000 ton azalma meydana gelecektir.



# Atık Isıdan Geri Kazanım

Aktif Fabrikalar	MW
Akçansa Çimento (Çanakkale)	15,2
Çimsa Çimento (Mersin)	8
Aşkale Çimento (Aşkale)	7,5
Nuh Çimento	18
Batı Çimento	9
Batı Söke Çimento	5,5
Bursa Çimento	7,5
Aslan Çimento	7,5
<b>Toplam</b>	<b>78,5</b>

Yatırım aşamasındaki fabrikalar: *Bolu , Göлтаş, Limak, Çimko, Denizli, Ado Çimento*

**Yıllık yaklaşık  
300.000 ton CO<sub>2</sub>  
emisyonu  
azaltılmıştır.**



# Klinker Oranı-CO<sub>2</sub> Emisyonu

<b>Çimento Tipi</b>	<b>Klinker oranı, %</b>	<b>Ortalama CO<sub>2</sub> emisyonu (kg CO<sub>2</sub> /ton çimento)</b>
CEM I	95-100	985
CEM II/A-L	80-94	840
CEM II/A-S	80-94	815
CEM II/A-V	80-94	790
CEM II/B-L	65-79	720
CEM II/B-S	65-79	730
CEM II/B-V	65-79	690
CEM III/A	35-64	560
CEM IV/A	65-89	640
CEM IV/B	45-64	570
CEM V/A	40-64	590
CEM V/B	20-38	415



# Çimento Cinsine Göre Tüketim

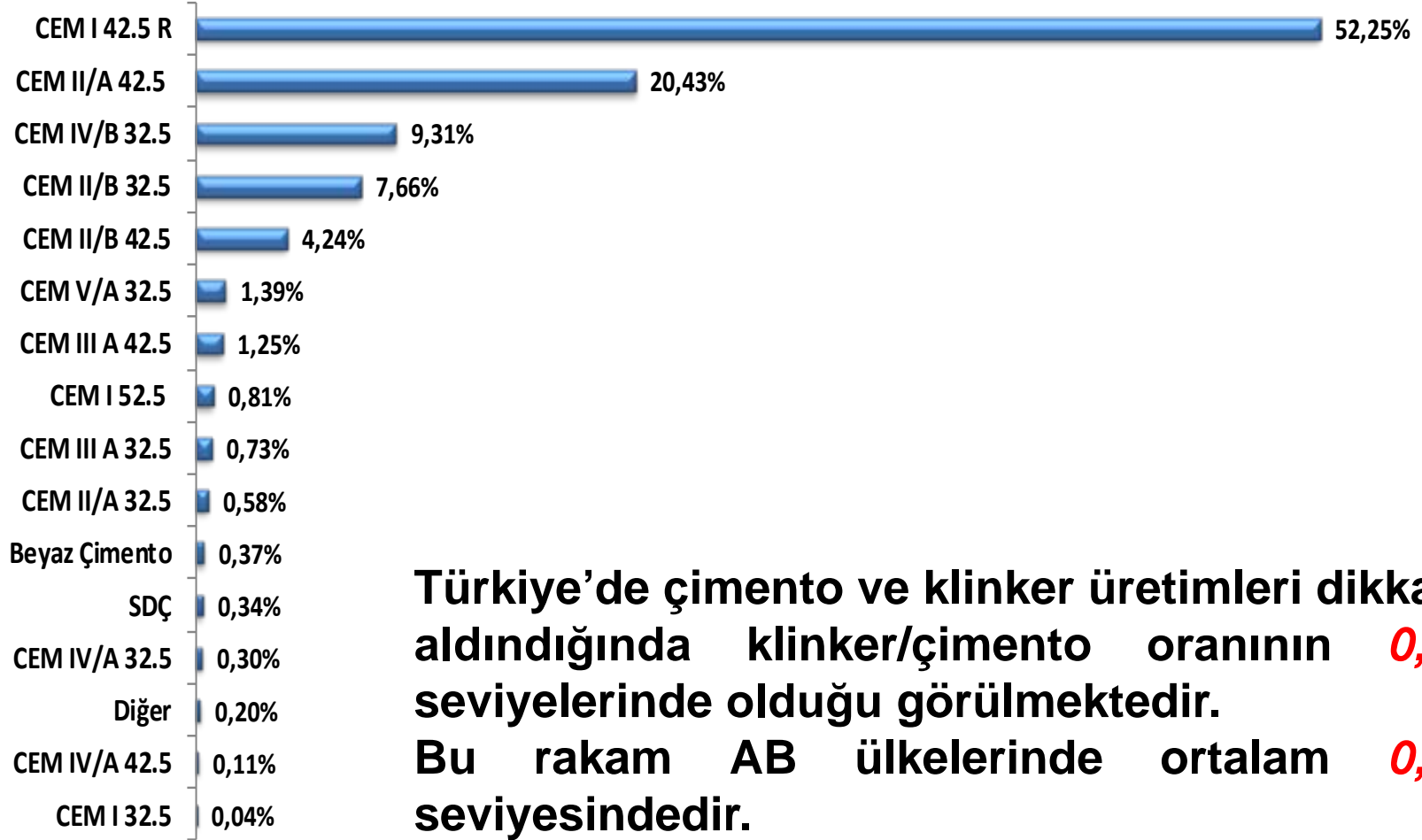
CEMBUREAU üyelerinin çimento cinsine göre tüketim oranları

Çimento cinsi	Üretim miktarı (%)
CEM I	26,9
<b>CEM II</b>	<b>58,1</b>
CEM III	6,5
CEM IV	5,4
CEM V	3,1

**2013 yılında Türkiye piyasasında kullanılan dökme çimentonun yaklaşık %60'ı CEM I 42.5 R cinsi çimentodur.**

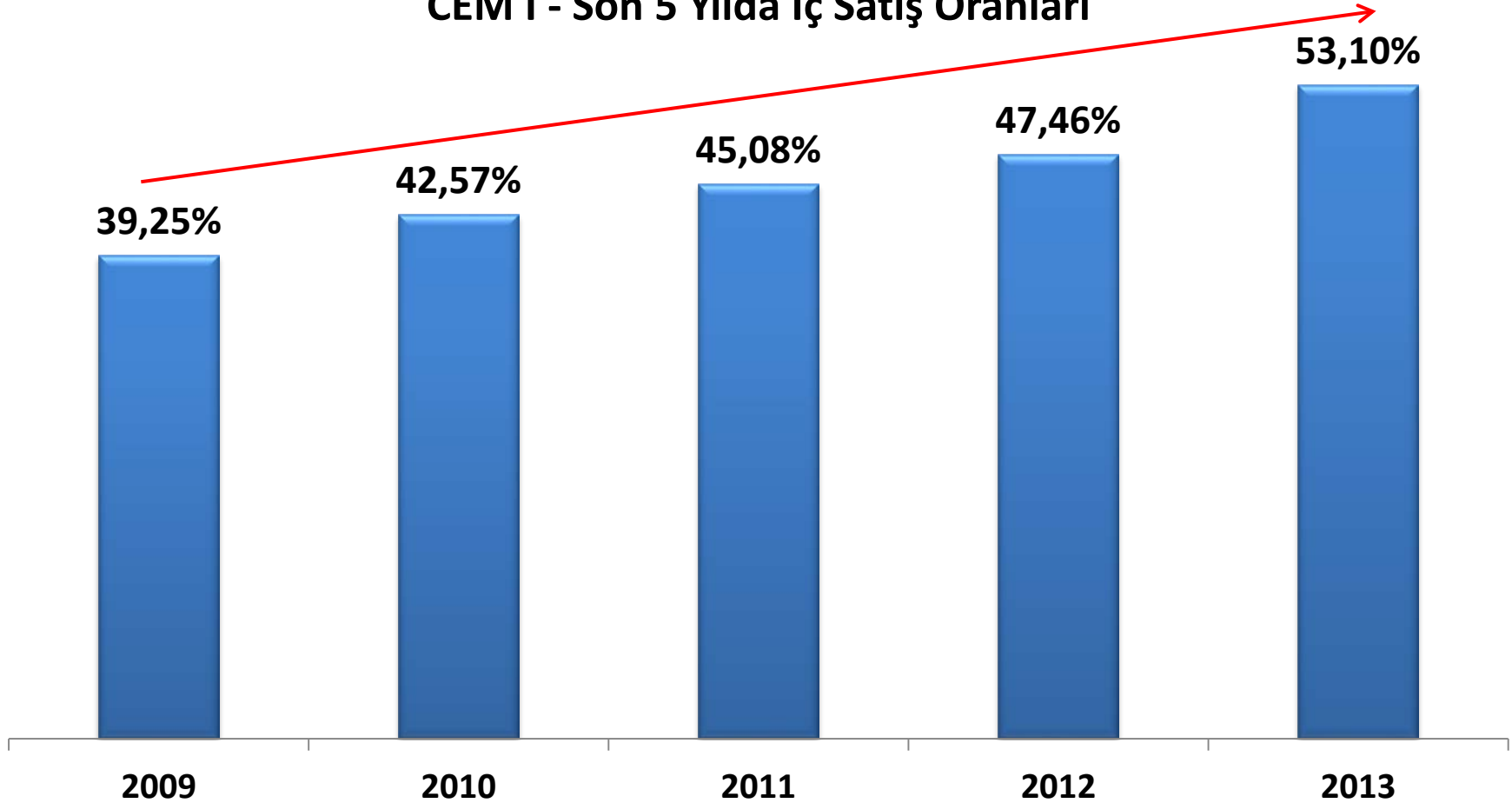
# Çimento Cinsine Göre Satış Oranı -2013

## Çimento Cinsine Göre İç Satış Oranı -2013



# Son 5 Yılda CEM I 42.5 R Satış Oranı

CEM I - Son 5 Yılda İç Satış Oranları



**Son yılda sürekli artan bu artış oranı sürdürülebilirlik anlamında başarılı bir sonuç değildir. İnşaat sektöründeki dinamiklerin ve talebin bir sonucudur.**

# Sonuç

- Çimento üretiminin çevresel etkileri olmasına karşın çoğu sektörde olmayan iyileştirme fırsatlarına da sahiptir. Doğada binlerce yılda yok olmayacak atıklar yakıt olarak geri kazanılmaktadır.
- Üreticilerin alternatif yakıt kullanma adına yaptıkları yatırımların karşısındaki en büyük sorun atık tedarikinde yaşanan problemlerdir.
- Çimento üreticileri enerji verimliliğini yeni bir yakıt olarak değerlendirip «atık ısı geri kazanım tesisi» yatırımları yapmaktadır.
- Kaynakların verimli kullanımı adına alternatif hammadde kullanımı ve arayışı devam etmektedir.