ÇİMENTO ENDÜSTRİSİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM

SUSTAINABLE PRODUCTION IN CEMENT INDUSTRY

Yasin Engin, Muhittin Tarhan, Sezgi Kumbaracıbaşı
Akçansa Çimento San. ve Tic. A.Ş.,
İstanbul

Özet

Türkiye, 2011 yılı istatistiklerine göre çimento üretiminde Avrupa birincisi, Dünyada ise ilk beştedir. 2011 yılında yaklaşık 90 milyon m^3 hazır beton ve 68 milyon ton çimento üretilmiştir. Bu çapta bir üretim çevresel, sosyal ve ekonomik sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle son yıllarda çimento endüstrisinde "sürdürülebilir üretim anlayışı" oluşmaya başlamıştır. Çimento üretimi sonucu açığa çıkan CO_2 emisyonunu azaltmak ve doğal kaynakları daha verimli kullanmak için alternatif yakıt ve alternatif hammadde kullanımı giderek artmaktadır. Özellikle, atık ısı geri kazanım sistemleri ile kaybolan ısı enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülmekte ve çöp niteliği taşıyan ömrünü tamamlamış lastikler, endüstriyel plastikler, atık yağ ve benzeri birçok atık malzeme yakıt olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, yerel yönetimlerle işbirliğine gidilerek evsel atık su arıtma tesislerinin çamuru da fosil yakıtlar yerine kullanılabilmektedir. Kaynakları daha verimli ve sürdürülebilir yönetmek için alternatif hammadde kullanımı ve arayışı da devam etmektedir. Bunların dışında katkılı ve sanayi yan ürünü mineral bileşenli çimento kullanımına önem verilmek suretiyle klinker kullanım oranı azaltılmaktadır. Tüm bu faaliyetler nihai ürün olan hazır beton için de sürdürülebilir üretime destek vermektedir.

Abstract

According to 2011 statistics, Turkey ranks the first in Europe and fifth in the World in cement production. In 2011, nearly 90 million cubic meters of concrete and 68 million tons of cement were produced. Such a vast amount of production can cause environmental, social and economic problems. Therefore, sustainable production vision has been initiated during the recent years. To decrease the CO_2 emission and to use the natural resources much efficiently, the consumption of alternative fuels and raw materials has increased gradually. Especially by waste heat recovery system the waste heat energy can be converted into electrical energy and used tires, industrial plastics, waste oil and other waste with calorific heat value are being used as alternative fuels. Also by the cooperation with municipalities sewage sludge can be used. Great effort is being spent to produce cement in a sustainable way. By promoting the production and use of blended cement, the clinker/cement ratio can be reduced. All the actions and practices can also support sustainable concrete production.

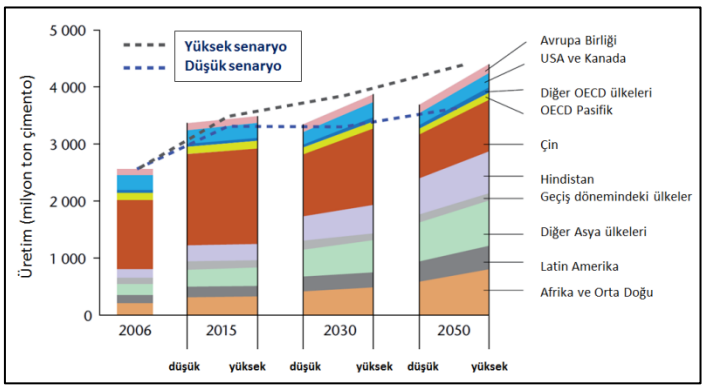
1.GİRİŞ

1987 yılında Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu, hazırladığı bir raporda "İnsanlık, gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçlarını temin ederek, kalkınmayı sürdürülebilir kılma yeteneğine sahiptir." maddesini kaleme alarak sürdürülebilirlik kavramını dile getirmiştir [1]. Bu tanım en bilindik ve en açıklayıcı ifade olarak literatürde yerini almıştır. Sürdürülebilir üretim; ekonomik, sosyal ve çevresel konuların etkileşiminden oluşan bir süreç olarak tanımlanabilir.

Çimento üretimi tüm Dünya ölçeğinde her geçen yıl artmakta ve bu artış bazı çevresel ve ekonomik sorunların da ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Türkiye 2011 yılında 63,4 milyon ton çimento (TÇMB üyeleri) üretimiyle Avrupa'da birinci ve Dünyada beşinci sıradadır [2]. Çizelge 1'de görüldüğü gibi en büyük üretimi Çin gerçekleştirmektedir. Bu miktar 3,6 milyar ton olan toplam Dünya üretiminin neredeyse %56'sıdır [2]. Çizelge 1'deki ülkelerin çoğunluğu gelişmekte olan ülkelerdir. Bu nedenle Şekil 1'de görüldüğü gibi çimento üretiminin uzun yıllar artarak devam edeceği tahmin edilmektedir [3].

Çizelge 1 – Bazı ülkelere ait 2011 yılı çimento üretim miktarları[2]

Ülke	**2011 yılı çimento üretimi (milyon ton)**
Çin	2063,2
Hindistan	223,5
Amerika Birleşik Devletleri	67,7
Brezilya	63,9
Türkiye	63,4*
Rusya	56,1
Japonya	51,5
Güney Kore	48,3
Suudi Arabistan	47,0
Endonezya	45,2
TÇMB verilerine göre 2011 yılı üretimi yaklaşık 68 milyon tondur[4].	



Şekil 1 – Gelecek yıllardaki tahmini çimento üretim miktarları [3]

Energy Information Administration tarafından hazırlanan bir rapora göre inşaat sektörü tüm sektörler içinde %39'luk oranla CO_2 emisyonuna en fazla neden olan sektördür [5]. Çimento sektörü de %5'lik CO_2 emisyonu oranıyla önde gelen sektörlerden biridir [6]. Türkiye'de ise çimento sektörü toplam emisyonun %10'una neden olmaktadır [7]. CO_2 emisyonundaki artış küresel ısınma başta olmak üzere çevresel problemlere neden olabilmektedir. CEMBUREAU tarafından 2008 yılında yayınlanan EPD (environmental product declaration) raporuna göre bir ton çimento üretimi sonucu yaklaşık 899 kg CO_2 açığa çıkmaktadır [8].

Çimento üretiminin sebep olduğu CO_2 emisyonunun başlıca nedenleri kalsinasyon reaksiyonu ve yenilenemeyen fosil yakıtların kullanılmasıdır. Ülkemizin enerji ve yakıt ithalatçısı olduğu düşünülürse fosil yakıt kullanımının hem çevresel hem de ekonomik anlamda dezavantajlı olduğu gerçeği ortaya çıkmaktadır. 2010 verilerine göre enerjide dışa bağımlılık oranımız %79'dur [9]. Çimento sektöründe de birincil yakıt olarak kullanılan petrokok ve linyit ithal edilen metalardır.

2.SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇİMENTO ÜRETİMİ

Bir yarı mamul olan klinker; kalsiyum oksit, silisyum oksit, alüminyum oksit, demir oksit ve çeşitli bileşenleri içermektedir. Kalker, kil ve demir cevherinin döner fırında 1450^{o}C'de pişirilmesi sonucu klinker meydan gelmektedir. Çimento, klinkerin bir miktar alçıtaşı ile öğütülmesi ile elde edilir. Katkılı çimento üretmek için yüksek fırın cürufu, uçucu kül, doğal puzolan gibi diğer bileşenler ilave edilmektedir.

Çimento üretim prosesinde hammadde kullanımı ve enerji tüketimi oldukça yüksek seviyelerdedir. Çizelge 2'de görüldüğü gibi enerji ve yakıt maliyeti toplam maliyet içerisinde en büyük kalemleri oluşturmaktadır. Bu nedenle çimento üretimine "enerji yoğun (energy intensive)" proses denilmektedir.

Çizelge 2 – Çimento üretimi maliyet kalemleri [10]

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

Sürdürülebilir çimento üretimi için başlıca uygulama alanları aşağıda belirtilmiştir.

1) Alternatif hammadde kullanımı
2) Alternatif yakıt kullanımı
3) Enerji verimliliği
4) Klinker kullanım oranının düşürülmesi

Sürdürülebilir çimento üretimi hem kaynakların verimli kullanılmasına, hem daha az fosil yakıt kullanılmasına ve dolayısıyla çevresel ve ekonomik açıdan olumlu sonuçların

oluşmasına katkıda bulunmaktadır. Bu konuda son yıllarda Türkiye'de çimento sektöründe çok ciddi çalışmalar yapılmakta ve gurur verici projelerin gerçekleştirilmektedir.

2.1. Alternatif Hammadde Kullanımı

Çimento üretiminde gerekli olan hammaddeler kalker, kil ve demir cevheridir. Ayrıca çimentoya bir miktar alçıtaşı da ilave edilmektedir. Tüm bu maddeler maden ocaklarından temin edilmektedir. Üretimleri ve nakliyeleri esnasında enerji ve yakıt tüketilmektedir. Bir diğer önemli husus da kaynakların hızla tükenmesidir.

Son yıllarda alternatif hammadde kullanımı giderek artmaktadır. Tersanelerde raspalama sonucu açığa çıkan grit malzemesi, döküm kumu, kazan dibi çamuru, cüruf atıkları, mermer tozu, beton atıkları, fosfojips ve sentetik alçı kullanılan alternatif hammaddelerden bazılarıdır. Türkiye'de bir çimento üreticisi tarafından inşaat kazılarından ortaya çıkan hafriyat kayaçları da alternatif hammadde olarak kullanılmaya başlanmıştır [11]. Bu uygulama dünya çapında "iyi uygulama örneği" olarak gösterilebilir.

Türkiye'de âfet açısından riskli görülen yapıların yenilenmesi amacıyla kentsel dönüşüm süreci başlamıştır. Kentsel dönüşümün gelecek yıllarda hızlıca artacağı düşünülürse hem hafriyat kayaçları hem de inşaat atıklarının uygun fraksiyonları (tuğla vb.) çimento üretiminde önemli bir hammadde kaynağı olabilecektir. Özellikle inşaat atıklarının geri dönüşümden geçirilmesi sonucu demir, agrega ve kum tasnif edilebilecektir. Bu geri kazanılmış malzemeler uygun fiziksel ve kimyasal özeliklerde olması halinde beton ve çimento sektöründe kullanılabilecektir.

Türkiye'de çimento sektöründe alternatif hammadde kullanımı AB'deki uygulamalara kıyasla istenen seviyeden oldukça uzaktadır. Bunun en önemli nedeni nakliye mesafesi, atıkların nem içeriği ve henüz "kirleten sorumludur" prensibinin oturmuş olmamasıdır.

2.2. Alternatif Yakıt Kullanımı

Çimento sektöründe kullanılan birincil yakıtlar fosil yakıt olarak tabir edilen petrokok ve linyittir. Türkiye ısıl değeri yüksek olan bu yakıtları Asya ve Amerika gibi uzak coğrafyalardan ithal etmektedir. Son 10 yılda bu yakıtların fiyatı ciddi anlamda yükselmektedir. Ayrıca çimento sektörünün neden olduğu CO_2 emisyonunun %40'ı da fosil yakıtların tüketimi sonucu açığa çıkmaktadır [7].

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından "Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik" kapsamında atık yakma lisansı alan çimento fabrikaları yine Bakanlık tarafından belirtilmiş olan atıkları üretim aşamasında alternatif yakıt kaynağı olarak kullanabilmektedir [12]. Çimento sektöründe genelde alternatif yakıt olarak ömrünün tamamlamış araç lastikleri, endüstriyel atık plastikler, kontamine atıklar, evsel arıtma çamuru, ağartma toprağı, atık yağ, sintine atıkları, belediye atıklarından türetilmiş yakıt (RDF) kullanılmaktadır. Bu atıklar tehlikeli ve tehlikesiz olarak sınıflandırılmaktadır. Tıbbi atıkların, nükleer atıkların, bataryaların ve işlemden geçmemiş belediye atıklarının alternatif yakıt olarak kullanımı yasaktır.

Alternatif yakıtların kullanımı ile çimento fırınları bir nevi insineratör görevi de üstlenmiştir. Ancak buradaki en önemli fark insineratörler yok etme işlemini gerçekleştirirken, çimento fırınlarının "birlikte yakma" özeliği ile atıkların ısıl enerjisi kullanması yani enerji geri dönüşümü yapmasıdır. . Bu nedenle 2003 yılında Avrupa Adalet Divanı, atıkların çimento fırınlarında yakıt olarak kullanılmasını bertaraf değil, "geri kazanım" olarak sınıflandırmıştır [13].

Çimento fırınlarında atık yakmanın avantajları şöyle sıralanabilir:

1. Bertaraf edilecek atıklar ekonomik anlamda değer kazanır.
2. Fosil yakıt kullanımının azalması sonucu CO_2 emisyon değerleri azalır.
3. Çimento fırınlarında atık yakması sonucu kül ya da uçucu kül açığa çıkmaz.
4. Atıkların yanabilir bölümü yakıt olarak kullanılır diğer kalan kısım ise klinker içinde hammadde olarak yer alır.
5. Atıkların yanması sonucu suya ya da toprağa herhangi bir emisyon meydana gelmez.

Çimento sektöründe kullanılan alternatif yakıtların prosese, ürün özeliklerine ve hava emisyonlarına etkisinin kabul edilebilir seviyede olması gerekmektedir. Bir diğer kriter de yakıtların ısıl değeridir. Çizelge 3'te bazı alternatif yakıtların ısıl değerleri belirtilmiştir. Bu değerler malzemenin niteliğine göre değişebilmektedir. Bu nedenle Çizelge 3'teki değerler ortalama olarak kabul edilmelidir.

Çizelge 3 – Alternatif yakıtların ısıl değerleri[14]

Alternatif yakıt	**Ortalama ısıl değer(kcal/kg) (Petrokok ~ 7500)**
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

Alternatif yakıt kullanımının çimento üretim sürecinde meydana getirdiği bazı zorluklar da vardır. Özellikle klorür ve kükürt içeriği yüksek olan yakıtlar siklonlarda tıkanmalara ve döner fırınlarda istenmeyen duruşlara neden olabilmektedir. Bu nedenle çimento fabrikaları sürdürülebilir üretimi sağlamak için bu sıkıntılara katlanmakta ve geliştirici/iyileştirici yöntemleri araştırmaktadır. Ayrıca klorür miktarı çimentoda sınırlı olduğu için özellikle PVC içeren atıklar belirli oranlarda kullanılabilmektedir. Çoğunlukla fosil yakıtlar ve alternatif yakıtlar optimize edilerek birlikte kullanılmaktadır [15].

Alternatif yakıt kullanımında yaşanan önemli bir sorun da tedarik konusunda yaşanmaktadır. Atıkların toplanması ve depolanmasında sıkıntılar devam etmektedir.

Son yıllarda Belediyeler tarafından biyolojik atıksu 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.

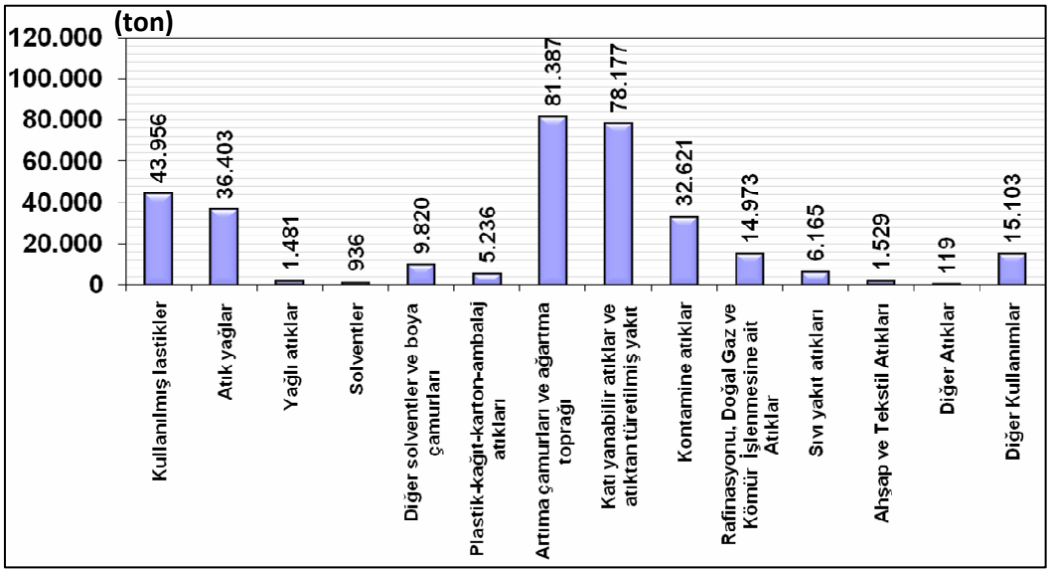
Ülkemizde 2011 tarihi itibariyle 28 çimento fabrikası atıkları ek yakıt olarak kullanmak üzere lisanslandırılmıştır [14]. Çizelge 4'te görüldüğü gibi 2009 yılı içinde yaklaşık 134.000 ton, 2010 yılında ise 261.000 ton atık lisanslı çimento fabrikalarında ek yakıt olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4 – 2009 ve 2010 yıllarında çimento sektöründe alternatif yakıt kullanımı[14]

Atık Cinsi	**2009 yılı miktarı (ton)**	**Elektrik enerjisi eşdeğeri (MW·h)**	**2010 yılı miktarı (ton)**	**Elektrik enerjisi eşdeğeri (MW·h)**
Atık yağ	19,875	9,6	25.969	12,5
Hurda lastik, kontamine ambalajlar, absorbanlar	22,300	6,2	35.176	9,8
Arıtma çamuru	54,300	12,4	69.800	15,9
Atık boya-vernik	3,700	0,7	5.900	1.1
Diğer tehlikesiz atıklar	33,702	3,5	124.155	12.9
Toplam	133,877	32,4*	261.000	52,3**

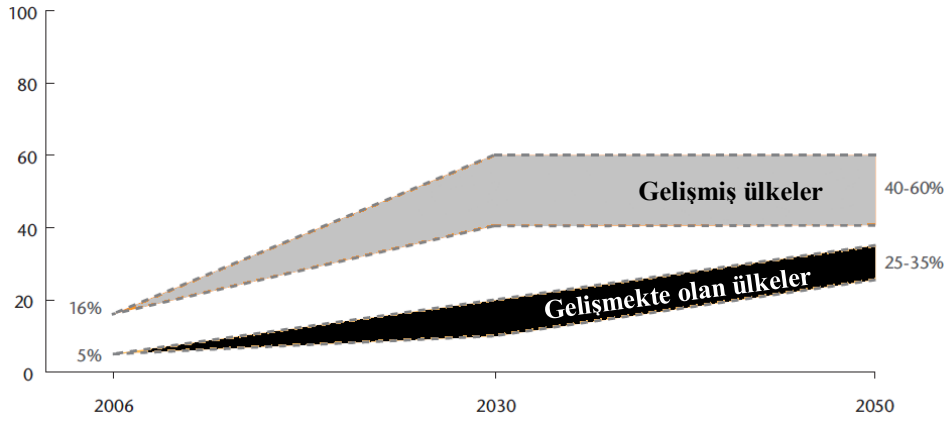
* Bu enerji miktarı ortalama olarak 316.000 kişilik bir yerleşim yerinin elektrik enerjisi ihtiyacına eşdeğerdir.
** Bu enerji miktarı ortalama olarak 510.000 kişilik bir yerleşim yerinin elektrik enerjisi ihtiyacına eşdeğerdir.

Şekil 2'de 2011 yılında çimento sektöründe yakıt olarak kullanılan atıkların kullanım miktarları görülmektedir. Atıktan türetilmiş yakıtlar, arıtma çamuru, ağartma toprağı ve ömrünü tamamlamış lastikler en çok kullanılan alternatif yakıt kaynaklarıdır.



Şekil 2 – 2011 yılında çimento sektöründe kullanılan alternatif yakıtlar [16]

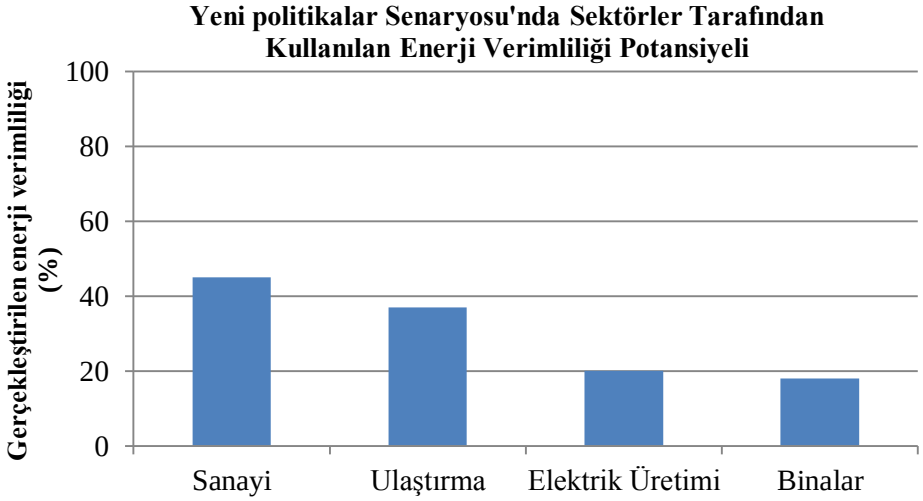
Gelecek yıllarda alternatif yakıt kullanım oranının çimento sektöründe giderek artacağı öngörülmektedir. Şekil 3'te görüldüğü gibi 2006 yılında gelişmiş ülkelerde alternatif yakıt kullanım oranı %16 iken bu değer gelişmekte olan ülkelerde %5 seviyesindedir. 2050 yılında bu değerin gelişmiş ülkelerde %40-60, gelişmekte olan ülkelerde %25-35 arasında olması beklenmektedir.



Şekil 3 – Gelecek yıllarda beklenen tahmini alternatif yakıt kullanım oranları [3]

2.3. Enerji Verimliliği

Dünya'da Enerji verimliliği, Dünya Enerji Görünümü (World Energy Outlook) raporunda yeni bir yakıt türü olarak lanse edilmekte ve gerçekleştirilmeyen önemli bir potansiyel ve fırsat olarak görülmektedir [17].



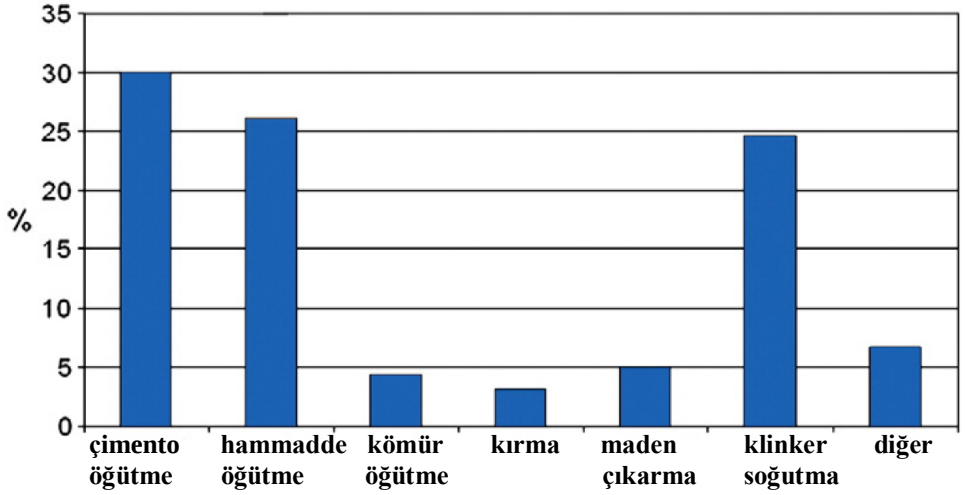
Şekil 4– Enerji verimliliği potansiyeli [17]

Şekilde 4'te görüldüğü gibi sanayide %60 oranında gerçekleştirilmeyen enerji verimliliği potansiyeli mevcuttur.

Çimento sanayii de sürdürülebilirlik yol haritasında enerji verimliliği alanında hedefler ortaya koymaktadır. Çimento üretimi daha önce de belirtildiği gibi enerji sarfiyatının yüksek olduğu bir prosestir. Enerjinin verimli kullanımı için fabrikalardaki

ön-kalsinatör, değirmenler, fanlar ve fırınlarda iyileştirmeler yapılmaktadır. Klinkerin öğütülmesi aşamasında öğütme kolaylaştırıcı katkı kullanımı ile enerjiden tasarruf sağlanabilmektedir. Türkiye'de henüz örnekleri olmasa da mineralizör kullanımı ile daha düşük sıcaklıklarda klinker üretimi sağlanabilmektedir.

Şekil 5 incelendiğinde çimento üretimi sırasında enerji sarfiyatının en fazla öğütme aşamasında meydan geldiği görülmektedir. Alternatif hammadde ve yakıt kullanımı ile birlikte klinker/çimento oranının azaltılması bu alanda enerji sarfiyatını düşürecektir.



Şekil 5 – Çimento üretimi esnasında enerji sarfiyatı olan aşamalar[18]

Enerji verimliliği adına "atık ısıdan geri kazanım yöntemi" en iyi uygulamalardan biri olarak gösterilebilir. Üretim esnasında açığa çıkan ısının kazanlardaki suyu ısıtması ile elde edilen buhar gücünün türbin ve jeneratörlerde elektrik enerjisine dönüşmesi olarak özetlenecek bu proses oldukça etkin ve çevrecidir. Son yıllarda Türkiye'de bazı çimento fabrikalarının atık ısı geri kazanım tesisi kurduğu veya kurma aşamasında olduğu bilinmektedir. 2011 yılında Çanakkale'deki bir çimento fabrikasında faaliyete geçen bu sistem ile yıllık 105 milyon kW·saat enerji üretimi mümkündür. Bu değerin Çanakkale ilinin yıllık evsel elektrik enerjisi ihtiyacına eşit olması projenin sosyal katkısını da ortaya koymaktadır. 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 [19]. Projenin tam verimli olması durumunda CO_2 emisyonunda yıllık 60.000 ton azalma meydana gelecektir[11].

2.4. Klinker Kullanım Oranının Düşürülmesi

Ülkemizde CEM I 42.5 R olarak isimlendirilen Portland çimentosu yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çimentonun kullanımındaki başlıca nedenler erken dayanım kazanma özeliği, hızlı priz alması ve en önemlisi de kullanıcı alışkanlığıdır. 2011 yılında Türkiye piyasasında kullanılan dökme çimentonun yaklaşık %60'ı CEM I 42.5 R cinsi çimentodur [20]. CEM I 42.5 R çimentosunun performansını da etkileyen husus en az %95 oranında klinker içermesidir.

Klinker/çimento oranının bir diğer ifade ile bir ton çimento üretmek için gerekli olan klinker miktarının azaltılması sürdürülebilir bir üretim için önemli bir yöntemdir. Bu oranın düşürülmesi klinkerin başka malzemeler ile ikamesi ile mümkün olmaktadır. TS EN 197-1 Standardı'nda 27 adet genel çimento cinsi belirtilmiştir. CEM I 42.5 cinsi çimento dışındaki çimento cinsleri yüksek fırın cürufu, silis dumanı, uçucu kül, doğal puzolan ve şist gibi ikincil bağlayıcı malzemeleri içermektedir. Tüm Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de çimento üreticileri katkılı (mineral bileşenli) çimento kullanımının artması için yeni ürünler piyasaya arz etmektedir [21].

Klinker kullanım oranının CO_2 emisyonuna etkisi Çizelge 5'te açıkça gösterilmiştir. CEM I çimentosu en yüksek CO_2 emisyonuna neden olurken klinker oranı düşük çimentolarda emisyon değeri azalmaktadır.

Çizelge 5 – Farklı çimento cinslerinin neden olduğu CO_2 emisyon değerleri[22]

Çimento Tipi	Klinker oranı, %	Ortalama CO_2 emisyonu (kg CO_2 /ton çimento)
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

Çizelge 6 incelendiğinde Avrupa'da CEM I kullanımının Türkiye'ye oranla oldukça düşük olduğu görülmektedir. Türkiye'de kısa vadede olmasa da orta vadede bu yönde bir eğilim olacağı öngörülmektedir. Ancak sadece üreticilerin bu konuda istekli olması yeterli değildir. Sürdürülebilir bir gelecek için tüketiciler de istekli ve talepkâr olmalıdır. Buna en güzel örnek Türkiye'de LEED ve BREAM gibi "yeşil bina" sertifikasyonu alan yapılarda katkılı çimento kullanımı yönünde talepler olmasıdır. Bu sertifikasyonlarda sürdürülebilir malzeme kullanımı ciddi avantajlar sağlamaktadır.

Çizelge 6 – CEMBUREAU üyelerinin çimento cinsine göre tüketim oranları-2007 [23]

Çimento cinsi	**İç tüketim oranı (%)**
CEM I	26,9
CEM II	58,1
CEM III	6,5
CEM IV	5,4
CEM V	3,1

3.SONUÇLAR

Türkiye'de çimento sektörü son yıllarda ciddi bir büyüme göstermektedir. İnşaat sektörüne paralel giden bu büyüme daha fazla hammadde, yakıt ve enerji ihtiyacına neden olmaktadır. Gelecek nesillere ve ekolojik dengeye olan sorumluluk nedeniyle sürdürülebilir üretim artık bir ihtiyaçtan öte bir zorunluluk olmuştur.

Çimento sektörü üretim yönteminden kaynaklanan bazı avantajları da kullanarak hem çevreye hem topluma hem de ülke ekonomisine ciddi katkılarda bulunmaktadır. Doğanın binlerce yılda yok edemeyeceği milyonlarca hurda araç lastiği, kirli atıklar, belediye atıkları, tehlikeli atıklar ve benzeri birçok atık çimento fabrikalarında değere dönüştürülmektedir. Yine bu paralelde birçok atık malzeme çimento üretiminde hammadde kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Çimento fabrikaları bir yandan da mevcut sistemlerini enerji verimliliğine odaklayarak sürekli iyileştirmekte ve yeni teknolojileri uygulamaktadır. Bu kapsamda Türkiye çimento sektörü son yıllarda hızla aşama kaydetmektedir.

Üreticilerin hassasiyeti kadar tüketicilerin sürdürülebilir ürünlere talep göstermesi, yerel yönetimlerin atık toplama, depolama ve işleme konusunda daha çok yatırım yapması, sürdürülebilir üretimin her aşamada teşvik edilmesi ve en önemlisi de herkesin gelecek nesillere lâyık oldukları dünyayı bırakma konusunda kararlı olması çok önemlidir.

Kaynaklar

1. Report of the World Commission on Environment and Development, **http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm,** Erişim Tarihi (24.12.2012)

2. "Activity Report 2011", *Cembureau Publication*, 2012

3. "Cement Roadmap Targets 2009", *World Business Council for Sustainable Development Publication*, 2009

4. http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&cntID=310

5. EIA Annual Energy Outlook U.S. Department of Energy, Energy Information Administration, 2008.

6. Damineli, B.L., Fernanda M.K., Patricia S.A., Vanderley M.J., "Measuring the eco-efficiency of cement use", *Cement and Concrete Composites* ; No.32, pp.555–562, 2010

7. Akçansa Çimento 2007-2009 Sürdürülebilirlik Raporu, **http://www.akcansagriraporu.com/2010/**, Erişim Tarihi (15.12.2012)

8. "Environmental Product Declaration for Cement", *Cembureau Publication*, 2008.

9. "Türkiye'nin Enerji Görünümü", *TMMOB Makine Mühendisleri Odası Raporu*, 2012
10. Alp, K., Özel, A., "Tehlikeli Atıkların Alternatif Yakıt Olarak Çimento Sektöründe Kullanılması", *İSTAÇ Tehlikeli Atık Yönetimi Eğitimi Sunumu*, 2012

11. Akçansa Çimento 2010-2011 Sürdürülebilirlik Raporu, **http://www.akcansagriraporu.com/2011/**, Erişim Tarihi (15.12.2012)

12. Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik, Resmi Gazete No.27721, 2010

13. Classification of the Purpose of a Shipment of Waste (Recovery Or Disposal) – Incinerated Waste – Point R1 of Annex II B to Directive 75/442/EEC – Concept of Use Principally as a Fuel or Other Means to Generate Energy, Commission of the European Communities - Federal Republic of Germany, **http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:62000J0228:en:html,** Erişim Tarihi (10.12.2012)

14. Ayhan, S., "Çimento Sektöründe Atıktan Enerji Geri Kazanımı ve Yasal Mevzuat", *18th International Energy and Environment Fair and Conference*, İstanbul, 2012

15. Ekincioğlu, Ö., Gürgün, A.P., Engin, Y., Tarhan, M., Kumbaracıbaşı, S., "Effects of Alternative Fuels and Raw Materials in Sustainable Cement Production", *10th International Congress on Advances in Civil Engineering*, 2012

16. "Çimento Sektöründe 2011 Yılı Verileri ile Enerji Verimliliği Benchmarking Çalışması",*Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Yayını*, 2012

17. World Energy Outlook 2012, *TUSİAD Yayınları*, 2012

18. Schneider, M., Romer, M., Tschudin, M., Bolio, H., "Sustainable Cement Production", *Cement and Concrete Research*, No.41; pp.642-650, 2011

19. Sürdürülebilir Kalkınma En İyi Uygulamaları, T.C. Kalkınma Bakanlığı, **http://www.surdurulebilirkalkinma.gov.tr/PortalDesign/PortalControls/WebIcerikGosterim.aspx?Enc=83D5A6FF03C7B4FCA7242084422FCE76**, Erişim Tarihi (26.12.2012)

20. 2011 Yılı Türkiye Çimento İç Satışının Çimento Cinslerine Göre Dağılımı, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği İstatistikleri, **http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=39,** Erişim Tarihi (14.12.2012)

21. Yüksek Performanslı ve Çevreci Çimento, Akçansa Çimento San. ve Tic. A.Ş. **http://safkancimento.com/**, Erişim Tarihi (10.12.2012)

22. Perrie, B., "Concrete Roads-A Sustainable Solution", *Cement & Concrete Institute*, 2012

23. Chandelle, J.M., "Sustainability of the Cement Industry in the European Context", *TÇMB- 11. Teknik Semineri*, İzmir, 2012