

TÜRKİYE İMALAT SANAYİNDE TEMİZ ÜRETİM UYGULAMALARI İLE SERA GAZI AZALTIMI

**Kumru RENDE^(*), Ceren TOSUN, Şeyma KARAHAN, Recep PARTAL, Emrah ŞIK,
Tuba BUDAK, Ayşegül AVİNAL, Ahmet GÜNAY**

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü
P.K.1, 41470, Gebze/KOCAELİ

ÖZET

IPCC'nin 2014 yılı raporunda belirtildiği üzere Türkiye, iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek bölgeler arasında bulunan Akdeniz Havzası içerisinde yer almaktadır. Bu kapsamda, ülkemizde, ortalama hava sıcaklıklarının ve kuraklığın artma, yağışların ise önemli seviyede azalma eğiliminde olduğu gözlenmektedir. Bununla birlikte, imalat sanayi iklim değişikliğinden önemli ölçüde etkilenecektir. Dolayısıyla, iklim değişikliğine yönelik geliştirilen azaltım ve uyum mekanizmalarının tüm sanayiciler tarafından benimsenmesi gerekmektedir. Hızla tükenmekte olan doğal kaynakların verimli şekilde kullanılması, atıkların azaltılması, geri kazanım uygulamalarının artırılması önem arz etmektedir. Bu çerçevede, temiz üretim ve kaynak verimliliği ön plana çıkmaktadır. Kaynakların verimli kullanılması ile sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunulmakta, aynı zamanda ekonomik faydalar sağlanmaktadır.

Bu çalışmada, iklim değişikliği ve sanayi ilişkisine değinildikten sonra kaynak verimliliği ve temiz üretim kavramları üzerinde durulmuş, çeşitli enerji verimliliği uygulamaları ile sağlanabilecek sera gazı emisyonu tasarrufları ve elde edilen ekonomik faydalara ülkemizden örnekler verilmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Temiz Üretim, Kaynak Verimliliği, Sera Gazı Emisyonları, Sanayi

ABSTRACT

As it is stated in the 2014 report of IPCC, Turkey is located in the Mediterranean Basin which is one of the regions that will be quite affected by climate change. Within this context, it has been observed that the average temperatures and the effects of drought are increasing while the rainfall has a downward trend in Turkey. These are important indicators for taking serious measures in this regard. Besides, the manufacturing industry will be affected by climate change in a huge rate. Thus, the mitigation and adaptation mechanisms should be adopted by all enterprises. Also, efficient use of natural resources and the minimization and recovery of waste are important. Due to these factors, resource efficiency and cleaner production come into prominence. The efficient use of resources contribute to the reduction of greenhouse gas emissions and provide economic benefits.

* kumru.rende@tubitak.gov.tr

This study has focused on the importance of resource efficiency and cleaner production terms. In addition, reduction of the greenhouse gas emissions and the economic benefits of the energy efficiency implementations in Turkey have been expressed by presenting national examples.

KEYWORDS

Cleanerproduction, Resource Efficiency, Greenhousegasemissions, Industry

1. KÜRESEL ISINMA VE SANAYİLEŞME

Küresel ısınma, sera gazı emisyonlarındaki artışlara bağlı olarak küresel ortalama yüzey sıcaklıklarındaki artışları ifade etmektedir. 1850’li yıllarda başlayan sanayileşme ile fosil yakıtların yakılması, arazi kullanımını değişiklikleri, ormanların tahribi ve çarpık sanayileşme gibi insan faaliyetleri neticesinde, CO₂, CH₄, N₂O gibi sera gazları atmosferde birikerek atmosferin kimyasal ve optiksel özelliklerini etkilemekte, uzun vadede ise sera etkisi sebebiyle küresel ölçekte iklim değişikliğine sebep olmaktadır.

İklim Değişikliği ile ilgili bilimsel çalışmaların otoritesi konumundaki Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)’nin 2014 yılında yayınlanan raporuna göre; iklim değişikliğinin bütün kıtalarda ve denizlerde geniş ve kapsamlı etkileri olmakta, buz kütlelerinin eridiği Kuzey Kutup Bölgesi’nde deniz buzulları yok olmakta, ekstrem hava koşulları sıklaşmakta, diğer kaynaklarla birlikte su kaynakları hızla tükenmekte, tarım faaliyetleri olumsuz etkilenmekte, deniz seviyesi yükselerek sahiller için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (IPCC, 2014).

IPCC’nin, küresel iklim değişikliğinin bilimsel temellerinin ve iklim değişikliğine neden olan etkenlerin değerlendirildiği 5. Değerlendirme Raporu’na göre ise 1951-2010 yılları arasında küresel sıcaklıklardaki artış, kesin olarak (%95-100 ihtimalle) insan etkinliklerinden kaynaklanmaktadır. 1901-2011 yılları arasında küresel sıcaklıklarda yaklaşık 0,9°C artış görülmüştür. Ortalama yüzey sıcaklıklarının sanayi devrimi öncesine göre 2°C yüksek olduğu son buzul arası dönemde, deniz seviyelerinin bugünkünden en az 5 ve en fazla 10 metre daha yüksek olduğu belirtilmektedir (BSTB, 2015).

1.1. Türkiye’de iklim değişikliği

Türkiye, iklim değişikliği ile mücadele amacıyla 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiş olan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)’ne 24 Mayıs 2004 tarihinde taraf olmuştur. Sözleşmenin amacı, atmosferde tehlikeli boyutlara varan insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının iklim sistemi üzerindeki olumsuz etkilerini önlemek ve belli bir düzeyde tutulmasını sağlamaktır. Türkiye, hukuki bağlayıcılığı bulunan Kyoto Protokolü’ne ise 26 Ağustos 2009 tarihinde taraf olmuştur. Bu süre içinde emisyon azaltım veya sınırlandırma yükümlülüğü bulunmayan ülkemizin, önümüzdeki dönemlerde uluslararası iklim rejiminde alacağı pozisyon netleşecektir. BMİDÇS'nin ilgili maddesi gereğince sözleşmeye taraf olan ülkeler, sera gazı emisyonlarını azaltmak ve önlemek amacıyla sektörel teknoloji transferi gerçekleştirme, geliştirme, uygulama ve yaygınlaştırma gibi çeşitli çalışmalar yapmaktadır.

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015, İZMİR

Türkiye; iklim değişikliğinin çok ciddi çevresel ve sosyoekonomik sonuçlara yol açabilecek, hatta ülkelerin güvenliğini tehdit edebilecek boyutta, çok yönlü ve karmaşık bir sorun olduğu bilinciyle, iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliği ile mücadele kapsamında uluslararası işbirliğinin önemini farkındadır. Bu çerçevede Türkiye, iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasına katkıda bulunmak amacıyla “Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi”ni hazırlamıştır. Strateji, bir yıl gibi kısa vadede hayata geçirilmeye başlanacak amaçların yanında 1-3 yıllık dönem içerisinde gerçekleşmesi ya da başlaması öngörülen orta vadeli amaçları ve süresi 10 yıla yayılan uzun vadeli amaçları kapsamaktadır (BSTB, 2015).

Ülkemizde, ulusal sera gazı emisyon envanteri, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) koordinasyonunda hazırlanarak, her yıl Nisan ayının 15’inden önce BMİDÇS Sekreteryası’na gönderilmektedir. IPCC metodolojisi kullanılarak yapılan emisyon hesaplamaları 6 adet doğrudan sera gazını (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, SF₆, PFC ve 4 adet dolaylı sera gazını (NO_x, CO, metan dışı uçucu organik bileşikler (NMVOC) ve SO₂) kapsamaktadır. TÜİK tarafından hazırlanan sera gazı emisyonu, envanter sonuçlarına göre, 2013 yılında toplam 459,1 Mt CO₂ eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. 2013 yılı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılına göre %110,4 artış göstermiştir. Kişi başı sera gazı emisyonları da artış göstermiştir. 1990 yılında kişi başı CO₂ eşdeğer emisyonu 3,96 ton/kişi olarak hesaplanırken, bu değer 2013 yılında 6,04 ton/kişi olarak hesaplanmıştır (TÜİK, 2015).CO₂ emisyonlarındaki en büyük payı enerji kaynaklı emisyonlar oluşturmuştur. Toplam CO₂ emisyonlarının 2013 yılında %82,2’si enerjiden, %17,6’sı endüstriyel işlemler ve ürün kullanımından, %0,2’si tarımsal faaliyetler ve atıktan kaynaklanmıştır. Görüldüğü gibi ülkemizde enerjiden sonra sera gazı emisyonlarına neden olan ikincil büyük kaynak imalat sanayidir. Tablo 0. ’de Türkiye’nin 1990-2013 yılı sektörlere göre CO₂ emisyonları gösterilmektedir (TÜİK, 2015).

Tablo 0. Sektörlere göre CO₂ emisyonu miktarları, 1990-2013

CO ₂ kaynakları	CO ₂ emisyonu miktarları (x1000 ton)					
	1990	2005	2010	2011	2012	2013
Enerji	123.664,6	243.226,9	272.187,4	285.001,4	307.496,6	298.698,7
Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	29.699,6	42.082,9	53.269,9	58.146,8	60.200,2	63.888,9
Mineral ürünleri	14.795,6	25.157,1	33.794,7	36.997,3	38.683,0	41.323,2
Kimya sanayi	1.226,1	1.492,2	1.182,4	1.764,0	1.961,3	1.578,9
Metal üretimi	13.501,1	15.029,9	17.870,1	18.546,9	18.964,2	20.458,4
Enerji dışı yakıt-solvent kullanımı	176,8	403,8	422,6	838,6	591,8	528,4
Tarım	459,9	613,2	645,0	557,5	639,8	807,3
Atık	2,8	3,9	2,9	2,6	2,2	1,4
Toplam	153.826,9	285.926,9	326.105,1	343.708,4	368.338,8	363.396,3

1.2.Türkiye’de iklim değişikliği ve sanayi

En güncel bilimsel çalışmalar, iklim değişikliğinin uzak bir geleceğin değil bugünün sorunu olduğunu ve sadece kutupları değil, Türkiye dahil tüm dünyayı etkisi altına aldığını gözler önüne sermektedir. Dolayısıyla, iklim değişikliğinin Türkiye imalat sanayi için ciddi bir tehdit olacağı düşünülmektedir. İklim değişikliğinin sanayi üzerindeki etkileri iki temel başlık altında derlenebilir:

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015, İZMİR

- 1) İklim değişikliğinin işletmeler için getirdiği fiziksel etkiler ve riskler
- 2) Sera gazı emisyonlarının ve/veya enerji kullanımının sınırlandırılmasına yönelik olası yasal düzenlemeler

Burada ilk madde, “uyum” yaklaşımını gerektiren etkiler ve riskler olarak değerlendirilebilirken, 2. maddeyi ise “azaltım” yaklaşımı ile ilişkilendirmek mümkündür. Ancak, bu ayrımın çok net yapılamadığı bazı durumlarda, hem azaltım hem de uyuma yönelik stratejiler olabilmekte ve bu durum önemli avantajlar sağlayabilmektedir (BSTB, 2015).

İklim değişikliğinin etkilerinin bir kısmının sanayiciye “doğrudan”, bir kısmının da “dolaylı” yansımaları olmaktadır. Her iki boyutun da kapsamlı şekilde değerlendirilmesi ve önlemlerin alınması gerekmektedir. Tablo 2’de iklim değişikliğinin doğrudan ve dolaylı etkileri ve bunların sanayiye yansımaları kısaca özetlenmektedir (BSTB, 2015).

Tablo 1. İklim değişikliğinin doğrudan ve dolaylı etkileri ile sanayiye yansımaları

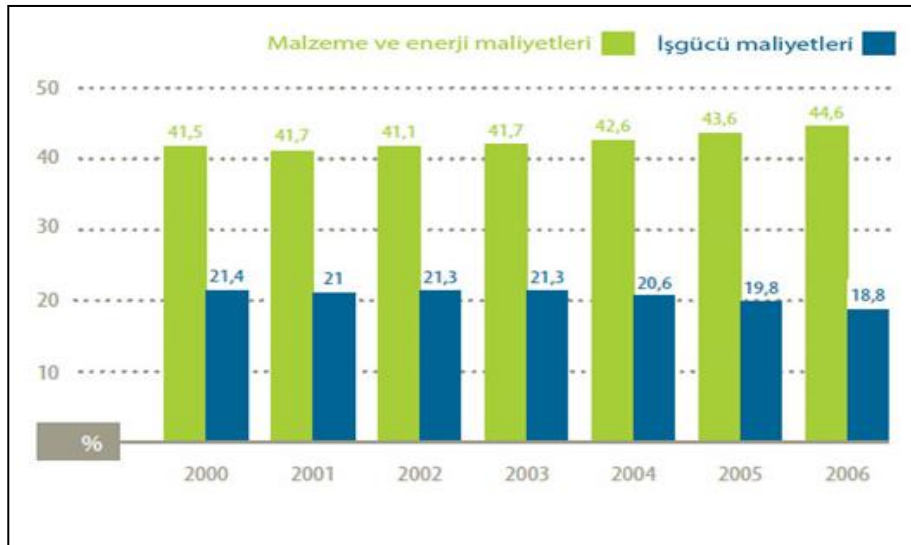
İklim Değişikliğinin Doğrudan Etkisi	Sanayiye Yansımaları
Sıcaklık artışları	<ul style="list-style-type: none">✓ Proses ve ortamlarda soğutma ihtiyacının artışı✓ Soğutma ve ısı değişim performansının düşmesi✓ İlgili ekipmanlarda arızaların oluşması, ömürlerinin azalması✓ Firelerde artış✓ İlgili proseslerde enerji tüketiminde ve maliyetlerde artış✓ Buharlaşma kayıplarının artışı
Yağışlarda azalma	<ul style="list-style-type: none">✓ Kuyu suyu seviyesinde azalma✓ Kuyu suyu teminine yönelik enerji tüketiminde artış✓ Su sıkıntısı, su maliyetlerinde artış
Ekstrem hava koşullarında ve sıklıklarında artış	<ul style="list-style-type: none">✓ Elektrik kesintilerinde artış✓ Lojistik ve nakliye faaliyetlerinin kesintiye uğraması,✓ Lojistik ve nakliye maliyetlerinde artış✓ Çalışanlar üzerindeki fiziksel risklerde artış
İklim Değişikliğinin Dolaylı Etkisi	Sanayiye Yansımaları
<i>Sıcaklık artışı ve yağışlardaki azalmaya bağlı olarak:</i>	
Genel su kaynaklarında azalma, su kıtlığı	<ul style="list-style-type: none">✓ Su sıkıntısı, su maliyetlerinde artış✓ Su depolama ihtiyacında artış✓ Su kalitesinde düşüş✓ Su işleme maliyetlerinde artış✓ Suya dayalı üretim proseslerinde aksaklık✓ Su kullanımı ile ilgili izin düzenlemelerinde artış
Hidroelektrik üretiminde düşüş, enerji kesintileri	<ul style="list-style-type: none">✓ Enerji maliyetlerinde artış✓ Elektrik kesintileri nedeniyle üretimde aksaklıklar
<i>Sıcaklık ve yağış düzeni değişimleri ile ekstrem hava koşullarındaki artışa bağlı olarak:</i>	
Tarım ve hayvancılığın olumsuz etkilenmesi (verim düşüklüğü, ürün kalitesinde düşüş, vb.)	<i>Tarım ve hayvancılığa dayalı sanayide:</i> <ul style="list-style-type: none">✓ Kaynak sıkıntısı (çeşitlilik, kalite ve miktar)✓ Kaynak maliyetlerinde artış✓ Kısıntıların ürünlere ve ürün çeşitliliğine olumsuz etkileri✓ Ürün kalitesinde düşüş

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Değişimlerin üretim planına, ürünlere olumsuz etkileri ✓ Firelerde artış ✓ Kaynak depolama ihtiyacında artış ✓ Kaynak depolama maliyetlerinde artış
<i>Yağış düzenindeki değişimlere bağlı olarak:</i>	
Sel, taşkın ve heyelan gibi doğal afetlerde artış	<ul style="list-style-type: none"> ✓ İşletmenin genel risk seviyesinde artış ✓ Sigorta maliyetlerinde artış ✓ Doğal afetlere karşı yeni düzenleme ve önlem alma ihtiyacı ✓ Çalışanlar üzerindeki fiziksel risklerde artış ✓ Lojistik ve nakliye faaliyetlerinin kesintiye uğraması, aksaması ✓ Lojistik ve nakliye maliyetlerinde artış

2. KAYNAK VERİMLİLİĞİ

Kaynak verimliliği; “aynı miktarda girdi ile daha fazla çıktı (sabit girdi ile çıktı maksimizasyonu)”, “daha az miktarda girdi ile aynı miktarda çıktı (sabit çıktı ile girdi minimizasyonu)” veya “üretim sürecinde kayıp ve atıkların azaltılması (atık optimizasyonu)” gibi tanımlarla ifade edilebilmektedir. Kaynak verimliliği, endüstriyel gelişmelerin beraberinde getirdiği çevresel zararların artması, doğal kaynakların hızla azalması ve dolayısıyla değerlerinin artması ile imalat sanayinin dünyada rekabetçi konumunu koruması açısından önem teşkil eden bir konudur. 2009 yılında 6 AB ülkesinde kamu ve özel sektör işbirliği çerçevesinde yapılan “Üretimde Kaynak Verimliliği ve Geri Dönüşüm (REMake)” çalışması ile 6 AB ülkesinde; imalat sanayi işletmelerinin maliyetlerinin yaklaşık %40’ının hammadde, %20’sinin ise işgücü maliyetleri olduğu ifade edilmiştir.

Şekil 1’de bu ülkelerde imalat sanayi işletmelerinin işgücü, enerji ve su maliyetlerinin yıllara göre dağılımı verilmektedir (Europe EEIG, 2012).



Şekil 1. Altı AB ülkesinde imalat sanayi işletmelerinin işgücü, enerji ve su maliyetlerinin yıllara göre dağılımı

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015, İZMİR

Kaynaklar; hammaddeler, enerji kaynakları, ürün üretmek için gerekli işletme tedarikleri (tedarik zinciri) ve mümkün olduğunca tekrar kullanılması veya geri dönüştürülmesi gereken atıklar şeklinde ifade edilebilir (Europe EEIG, 2012).

Kaynak verimliliği çalışmalarının ciddi tasarruflar sağladığı bilinmektedir. McKinsey Global Enstitüsü tarafından hazırlanan “Kaynak Devrimi” raporuna göre, 2030 yılında kaynak taleplerinin yaklaşık %30'unu karşılayacak mevcut kaynak verimliliği fırsatlarının olduğu vurgulanmış, bu fırsatlarla 2030'da 2,9 trilyon dolar tasarruf sağlanabileceği öngörülmüştür. Bu alandaki kaynak tasarrufu sera gazı emisyonu tasarrufuna doğrudan katkı sağlayacaktır (McKinsey, 2011).

Kaynak verimliliği, daha yüksek karlılığın yanı sıra, yeni teknolojilerin gelişmesini teşvik ederek ve istihdamı artırarak üretimde yenilik ve büyüme potansiyelini de açığa çıkarmaktadır. Üretimde yeni proseslerin geliştirilmesi ve uygulanması ile ekoverimli ürünlerin tasarımı, atıkların geri dönüşümü ve yeniden kullanımı sağlanmaktadır (Europe EEIG, 2012).

Kaynak verimliliği ifade edildiğinde ilk akla gelen enerji, su ve hammadde verimliliğidir. Sanayide sera gazı emisyonlarının azaltılması konusunda ise özellikle enerji verimliliği ön plana çıkmaktadır. Enerji verimliliği uygulamaları, fosil yakıtların yanmasından kaynaklı doğrudan sera gazı emisyonları ile elektrik tüketiminden kaynaklı dolaylı sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlaması ve yüksek ekonomik getirilerinden ötürü dünyada ve ülkemizde oldukça ön plandadır.

Enerji verimliliği, sarf edilen her birim enerjinin daha fazla hizmet ve ürüne dönüşmesi olarak tanımlanabilir (TMMOB, 2008). Enerji verimliliği kavramı ülkemizde işletmeler için her ne kadar soyut olarak algılansa da mali açıdan, çevresel ve ekonomik açıdan ciddi getirileri olabilen bir kavramdır. Enerji verimliliği, enerji kayıplarını önlemek, atıkların geri kazanımı ve değerlendirilmesi, ileri teknolojik prosesleri kullanarak enerji talebinin azaltılması, enerji geri kazanım sistemleri ve daha verimli enerji kaynaklarının kullanılması gibi etkinliği artırıcı önlemlerin bütünü olarak değerlendirilebilir (Şekil 0.) (Kerk, 2014).



Şekil 0. Enerji verimliliği tedbirleri

İklim değişikliği ile mücadeleye yönelik çalışmalar, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de enerjinin ve enerji kaynaklarının verimli kullanımına bağlıdır. Enerjinin verimli kullanımının sağlanmasında ise en temel gösterge enerji yoğunluğunun düşürülmesidir. Ülkemizde kişi başına enerji tüketimi Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) ülkeleri ortalamasının yaklaşık 1/5'i oranında, enerji yoğunluğu ise OECD ortalamasının iki katı kadardır (Türkey ve Yılmaz, 2013).

İmalat sanayinde, Türkiye'nin yıllık yaklaşık 8 milyon ton eşdeğer petrol (TEP) enerji tasarruf potansiyeline sahip olduğu tahmin edilmektedir. Bu potansiyel yıllık enerji tüketim miktarının %25'ine karşılık gelmekle birlikte yüksek oranda sera gazı emisyonu tasarrufu da sağlayabilecektir (Keskin vd., 2010; Çalikoğlu, 2007).

3. TEMİZ ÜRETİM VE SERA GAZI EMİSYONLARININ AZALTILMASI

Temiz Üretim kavramı, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından “bütünsel ve önleyici bir çevre stratejisinin ürün ve süreçlere sürekli olarak uygulanması ile insanlar ve çevre üzerindeki risklerin azaltılması” olarak tanımlanmaktadır (UNEP, 1996).

Temiz üretim yaklaşımı, kaynak verimliliğinin araçlarından olup alışlagelmiş kirlilik kontrolü yaklaşımlarının tersine kirliliği oluşmadan önlemeyi ve azaltmayı hedeflemektedir. Öte yandan, temiz üretim yaklaşımları kirliliği ve atıkları büyük ölçüde tasarım, kaynak kullanımı ve üretim prosesleri aşamalarındaki yetersizliğin, verimsizliğin ve etkisizliğin bir sonucu olarak görmekte ve gereklilikleri yerine getirerek sorunlara “çözüm getirmeyi amaçlamaktadır (Glavic vd., 2007).

Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü (UNIDO) az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki işletmelere daha fazla rekabet avantajı sağlanıp uluslararası pazarlara açılmalarını desteklemek için temiz üretimi benimsemektedir. UNIDO temiz üretimi, üretim süreçlerinin

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015, İZMİR

iyileştirilmesinde kullanılacak bir yol gösterici ve bütün üretim aşamalarında uygulanacak koruyucu ve bütünleşik bir strateji olarak kabul etmektedir (Alpagut, 2010).

Sonuç olarak, işletmeler hammaddenin sağlanmasından, üretime, paketlemeye, taşımaya, ürünün satışına, kullanımına ve bertarafına kadar tüm çevresel etkileri ele alan yaklaşımlar benimsemeli ve tüm bunları bir yaşam döngüsü içinde ele alan bir “sürdürülebilir kalkınma”/“temiz üretim” anlayışı geliştirmelidir. Bu çerçevede önleyici çevre yönetimi ve temiz üretim uygulamaları önem kazanmaktadır.

3.1. Türkiye imalat sanayinde temiz üretim uygulamaları ile sera gazı azaltımına örnekler

Daha önceki bölümlerde belirtildiği üzere kaynak verimliliği uygulamaları ile sera gazı emisyonlarının azaltılmasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Ülkemizde buna yönelik olarak pek çok çalışma vardır. Ancak bunların pek çoğu, enerji maliyetlerinin oldukça yüksek olması ve sanayide sağlanabilecek tasarrufların ciddi getirileri olması nedeniyle, enerji verimliliği çalışmaları olarak gerçekleştirilmektedir.

Türkiye, OECD ülkeleri içerisinde geçtiğimiz 10 yıllık dönemde enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülke durumundadır. Aynı şekilde ülkemiz, dünyada 2002 yılından bu yana elektrik ve doğalgazda Çin’den sonra en fazla talep artış hızına sahip ikinci büyük ekonomi olmuştur. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından yapılan projeksiyonlar bu eğilimin orta ve uzun vadede de devam edeceğini göstermektedir. Ülkemiz birincil enerji talebi 2012 yılında yaklaşık 119,5 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. 2023 yılında Türkiye’nin enerji talebinin 218 milyon TEP’e ulaşarak 2012 yılına göre yaklaşık %90 artacağı tahmin edilmektedir (ETKB, 2014). Ülkemizde enerji verimliliği kapsamında gerçekleştirilen bazı çalışmalar ve bu çalışmaların sera gazı azaltımına katkıları Tablo 3’de özetlenmiştir.

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015, İZMİR

Tablo 3. Türkiye imalat sanayi enerji verimliliği çalışmaları ve sera gazı tasarruflarına Türkiye’den örnekler

SEKTÖR	PROJE ÖZETİ	PROJE DETAYI	PROJE MALİYETİ VE GERİ ÖDEME	ENERJİ ve SERA GAZI TASARRUFLARI ile DİĞER TASARRUFLAR	KAYNAK
İnşaat	Verimli asfalt üretim tesisinin kurulması	İşletmede yeni alınacak makinelerle tüketimin 95 GWh'ya düşerek 122 GWhprimer enerji tasarrufu sağlanması	Proje Maliyeti: 6.765.000 \$ Geri ödeme süresi: 0,5 yıl	İlk yılda tasarruf: 12,7 milyon \$ Enerji tasarrufu: 122 GWh/yıl Sera gazı azaltımı: 106 ton CO ₂ /yıl	TURSEFF, 2014
Mineral	Kojenarasyon ünitesi kurulması	Fabrikanın yüksek elektrik ve termal enerji ihtiyacına bağlı olarak fabrika içerisine CHP ünitesi kurulmasıyla fabrikanın elektrik enerjisi ihtiyacının neredeyse tamamının karşılanması.	Proje Maliyeti: 1.170.000 \$ Geri Ödeme: 3,9 yıl	Enerji tasarrufu: BTE Sera gazı azaltımı: 2921 tonCO ₂ /yıl	TURSEFF, 2014
Mineral	Atık ısıdan elektrik enerjisi üretilmesi	Bacalardan atılan 211.624.095 kJ/sa'lık sıcak havanın, yeni yapılan kazanlar vasıtası ile buhara ve daha sonra da jeneratörde elektrik enerjisine çevrilmesi	BTE	Elektrik üretimi 100 Milyon kWh/yıl 60.000 ton/yıl CO ₂ azaltımı	VAP, 2014
Gıda	Un fabrikasında verimliliğin artırılması	Fabrikada bulunan mevcut 27 adet değirmen proses ekipmanlarının dağıtım sisteminin 15 kV'dan 34,5 kV'a çıkararak 10 adet yeni proses ekipmanının alınması	Proje Maliyeti :133.700\$ Geri Ödeme : 4,1 yıl	Enerji tasarrufu: 629 MWh/yıl (72.161 \$) CO ₂ azaltımı: 388 ton	TURSEFF, 2014
Gıda	Elektrik tüketiminin azaltılması	Proseslerdeki bazı makinelerin değiştirilmesi	Proje Maliyeti : 1,4 milyon \$ Geri Ödeme : 7,1 yıl	Yıllık kazanımlar: Enerji tasarrufu 1623 MWh CO ₂ azaltımı 1000 ton (162.300 \$)	TURSEFF, 2014

SEKTÖR	PROJE ÖZETİ	PROJE DETAYI	PROJE MALİYETİ VE GERİ ÖDEME	PROJE KAZANIMLARI	KAYNAK
Tekstil	Kontinü (sürekli) yıkama makinesinde ısı yalıtımının yapılması	Yalıtım, plakalar şeklinde Japonya'dan ithal edilen malzemelerin yüzey formlarına uygun hale getirildikten sonra 2,5 cm kalınlığında uygun yapıştırma tekniği ile makinenin toplamı 210 m ² olan üst, yan ve alt yüzeylerine kaplanması	Proje Maliyeti:31.000\$ Geri ödeme süresi: 4 ay	Doğalgaz tasarrufu: 130.118 m ³ CO ₂ azaltımı: 252 ton (107 TEP)	DEK, 2013
Tekstil	Kızgın buharla basınç düşürme ve desuperheating istasyonu (PRDS) uygulanması	Yapılan enerji etüdü sonucunda basınç düşürücü ve Desuperheater PRDS uygulanması	Proje Maliyeti: 120.000 TL Geri ödeme süresi : 10 ay	Isı kaybının azaltılması: 210.000m ³ /yıl Doğalgaz tasarrufu: 2769 ton/yıl CO ₂ azaltımı: 380 ton/yıl	DEK, 2013
Tekstil	Kojenarasyon arkasına ısı geri kazanımı sisteminin kurulması	5,2 MW'lık kojenarasyon sistemindeki 2 adet gaz türbinin bacalarından çıkan atık baca gazından atılan ısının geri kazanılarak buhar üretiminde kullanılması ve üretilen buharın prostele kullanılan sıcak suyun ısıtılmasında kullanılması	Proje Maliyeti: 700.000 \$ (1,26 milyon TL) Geri ödeme süresi: 13 ay	Doğalgaz tasarrufu 2.488.888 m ³ (TEP 2100) (622.222 \$)	DEK, 2013
Mineral	Atık ısı geri kazanım tesisinin kurulması	İki üretim hattından çıkan sıcak gazın değerlendirilmesi için kazan ünitelerinin kurulması Her bir ön ısıtıcı hattı için toplam 2 adet toz silkeleme sistemine sahip kazanın kurulması (SP)	Proje Maliyeti: 24 milyon \$ (16 MW enerji üretimi için)	2012 yılı 5 aylık (Ocak-Mayıs) üretim için 31.257.604 kWh 16.712 ton CO ₂	TÇMB, 2012
Tekstil	Üretimdeki makinelerin yenilenmesi	Ana enerji tüketicileri olan boya makineleri ile ramların yüksek verimli modern makinelerle değiştirilmesine ve mevcut durumda boya makinelerinde yapılmakta olan yıkama işlerinin daha hızlı ve verimli bir şekilde yapılabilmesi için bir kontinü yıkama makinesinin alınması	Proje Maliyeti: 2.952.695 \$ Geri ödeme süresi: 3,2 yıl	Su tasarrufu 23.000 ton/yıl CO ₂ azaltımı: 5302 ton/yıl	TURSEFF, 2014

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Avrupa'da ve dünyanın pek çok bölgesinde klasik çevre politikalarından bütüncül kaynak verimliliği politikalarına geçiş başlamıştır. Çek Cumhuriyeti, İrlanda, Norveç gibi ülkeler ise iklim stratejilerini belirlemiş olup, kaynak verimliliği kavramını sera gazı emisyonlarını azaltma yönünde ele almaktadır.

Ülkemizde de İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı (İDEP)'nda sera gazı emisyonu kontrolü kapsamında; temiz enerjinin üretim ve kullanımındaki payının artırılması (yenilenebilir enerjinin payının artırılması, teknolojik gelişimin sağlanması), iklim değişikliği ile mücadele ve uyum konularında eko-verimliliğe yönelik Ar-Ge ve inovasyon kapasitesinin geliştirilmesi amaç ve hedefleri eko-verimlilik yaklaşımı çerçevesinde öne çıkmaktadır. 2013 yılından itibaren "Ulusal Temiz Üretim Merkezi" işlevini sürdürmekte olan TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü'nde de iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya ve temiz üretim uygulamalarına yönelik çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmektedir.

Ülkemizde daha önceki yıllarda sanayileşme öncelikli hedefler arasındayken günümüzde "rekabet gücünü" artırıcı politikalar izlenir hale gelmiştir. Çin ve Hindistan gibi ucuz işgücü maliyetlerine sahip olan ülkelerin yarattığı rekabet baskısıyla karşı karşıya kalan Türkiye imalat sanayinin küresel sanayiye entegrasyonu, kaynakların verimli kullanımı ile maliyetlerin düşürülmesi, ulaştırma altyapısının geliştirilmesi, Ar-Ge faaliyetlerinin geliştirilmesi, nitelikli işgücünün sağlanması, işletme kapasitelerinin artırılması ve çevre dostu üretim politikalarının geliştirilmesi gibi stratejilerin benimsenmesiyle gerçekleştirilebilir.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler kaynak verimliliği ve sürdürülebilir üretim stratejilerinde başarıya ulaşmak için imalat sanayinde sektörel odaklı yaklaşımları benimsemelidir. İmalat sanayinde her sektör kaynak kullanımı açısından farklılıklar göstereceğinden kaynak verimliliği uygulamaları için sektörel bazda çalışma yapılmasının daha doğru bir yaklaşım olacağı değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, sağlanabilecek tasarrufun ciddi getirileri olduğundan enerji verimliliği yatırımları oldukça ön plandadır. Özellikle enerji yoğun olan demir-çelik, çimento, cam, kağıt, gübre ve diğer porselen ve diğer porselen ve seramik ürünlerin imalatı gibi sektörlerden başlanarak verimlilik çalışmalarının tüm sanayiye yayılması sağlanmalıdır. Bu çalışmalar aynı zamanda, işletmeler için yeşil büyüme fırsatlarını da beraberinde getirmektedir. Potansiyel pazarın gelişmesi ve büyük ölçekli teknik değişikliklerin yeşil ekonomiye uygulanmasıyla enerji kullanımının ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına, aynı zamanda da ekonomiye katkı sağlanacaktır.

Bahsi geçen verimlilik çalışmaları doğrudan sera gazı tasarrufu sağladığından iklim değişikliğine de oldukça olumlu katkıda bulunmaktadır. Fakat ülkemizde bu verimlilik uygulamalarının oranını yükseltmek ve henüz var olmayan yöntemleri uygulanabilir kılmak için çeşitli yatırım teşvikleri (vergi ve/veya KDV indirimi vb.), kredi faiz desteği imkanları, ithalat kolaylıkları ile ruhsat, izin, lisans, temdit kolaylıkları sağlanmasının imalat sanayine önemli ölçüde destek sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Alpagut V. Y., 2010. Sürdürülebilirlik kavramı ve işletmeler açısından sürdürülebilir üretim stratejileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, S. 7(14), s. 63 - 86.

BSTB, 2015. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, İklim Değişikliği ve Sanayi, Yenimahalle, ANKARA

Çalıköglü E., 2007. Energy Efficiency in Turkey, TAIEX Workshop.

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015, İZMİR

DEK, 2013. Dünya Enerji Konseyi, İl Enerji Verimliliği Projesi, Türk Milli Komitesi, <http://dektmk.org.tr/incele.php?id=Mjk5>, Erişim tarihi: 04.09.2015.

ETKB, 2014. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2014 Yılı Bütçe Sunumu, http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FB%2FC3%BCt%2CC3%A7e+Konu%2C5%9Fmas%2C4%B1%2F2014_Genel_Kurul_Konusmasi.pdf, Erişim tarihi: 02.09.2015.

Europe EEIG, 2012. European Economic Interest Grouping, Guide to Resource Efficiency in Manufacturing.

Geurtvan de Kerk, 2014. A sustainable city index, Sustainable Society Foundation, www.ssfindex.com - www.gdindex.nl, Erişim tarihi: 03.09.2015.

Glavic P. ve Lukman R., 2007. Review of sustainability terms and their definitions, Journal of Cleaner Production, 15, 1875-1885.

IPCC, 2014. Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.

Keskin, M. T. ve Ünlü, H., 2010. Türkiye’de Enerji Verimliliğinin Durumu ve Yerel Yönetimlerin Rolü, İstanbul: Heinrich Böll Stiftung Derneği.

McKinsey Global Institute, 2011. Resource Revolution: Meeting The World’s Energy, Materials, Food, And Water Needs.

TÇMB, 2012. Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, <http://www.tcma.org.tr/images/file/Akcansa.pdf>, Erişim tarihi: 03.09.2015.

TMMOB, 2008. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Temiz Üretim, Eko-Verimlilik ve Çevre Dostu Ürünler: Temel Yaklaşım, Teknikler, Yöntemler ve Bilgi Kaynakları, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, TMMOB Bursa Şubesi.

TURSEFF, 2014. Türkiye Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı, <http://www.turseff.org.tr/>, Erişim tarihi: 04.09.2015.

TÜİK, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu, Sera Gazı Emisyon Envanteri 2013, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18744>, Erişim tarihi: 04.09.2015.

Türkay M. ve Yılmaz Ş., 2013. Türkiye’nin Enerji Verimliliği Haritası ve Hedefler, Koç Üniversitesi.

UNEP, 1996. Cleaner Production: A Training Resource Package, Industry and Environment.

VAP, 2014. Verimlilik Artırıcı Projeler, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, <http://vgm.sanayi.gov.tr/NewsDetails.aspx?newsID=13160&lng=tr>, Erişim tarihi: 04.09.2015.