

TÜRKİYE'NİN ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ PERFORMANSI: MEVCUT DURUM VE GELECEK PROJeksiYONU

Araştırma Makalesi

Aylin DUMAN ALTAN¹
Aysun SAĞBAŞ²

DUMAN ALTAN, A. ve SAĞBAŞ, A., (2020), **Türkiye'nin Enerji Verimliliği ve İklim Değişikliği Performansı: Mevcut Durum ve Gelecek Projeksiyonu**, Verimlilik Dergisi, Yıl: 2020, Sayı: 1, T. C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Yayını.

ÖZET

Son yıllarda ülkemizde hızla artan teknolojik gelişmelerin yanı sıra, artan nüfus ve refah düzeyi gibi faktörler nedeniyle, enerji tüketim miktarı ve bu ekseninde Türkiye'nin dışa bağımlılığı giderek artmaktadır. Bu durum, ülke ekonomisi ve çevresel sürdürülebilirlik açısından üzerinde durulması gereken temel unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye'de enerji ekonomisi bakımından çeşitli arz-talep politikaları geliştirilmiş olsa da, dışa bağımlılığının önüne geçilememiştir. Türkiye gibi hem enerji tedarikinde dışa bağımlı olan, hem de enerji kayıplarının fazla olduğu ülkelerde yapılması gereken ilk uygulama, tüm alanlarda ve süreçlerde enerji tasarrufu miktarlarının belirlenmesi ve ilgili çalışmaların devlet politikaları kapsamında desteklenerek enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik yatırımların hayata geçirilmesidir. Enerji verimliliği uygulamalarının sağlıklı olarak hayata geçirilemediği alanlarda, fazla tüketimi karşılayacak yeni enerji arz sistemleri; hem ülke ekonomisi açısından yüksek maliyet oluşturacak hem de enerji kayıpları devam edecektir. Bu nedenle sınırlı olan doğal kaynaklarımız da dikkate alınarak, her alanda enerjinin etkin kullanımına yönelik strateji ve politikalar belirlenmeli ve uygulamalar devreye alınmalıdır.

Bu çalışma kapsamında, Türkiye'nin enerji verimliliği ve iklim değişikliği performansı konusunda mevcut durumu ve gelecek projeksiyonları irdelenmiş olup, enerji tüketiminde önemli sektörler bazında değerlendirmeler yapılmıştır. Dünyada ve Türkiye'de enerji yoğunluğu, enerji tasarruf yatırımları ve tasarruf değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Özellikle sanayide enerji verimliliği konusunda yapılan çalışmalar değerlendirilmiş olup, Türkiye'de enerji verimliliği uygulamalarının arttırılması için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Enerji Verimliliği, Enerji Tüketimi, İklim Değişikliği, Türkiye.

¹ **Aylin DUMAN ALTAN**, Dr. Öğretim Üyesi, Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü. ORCID: 0000-0002-5651-1366

² **Aysun SAĞBAŞ**, Prof. Dr., Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü. ORCID: 0000-0002-5381-7175

* Makale Gönderim Tarihi: 24.09.2018 Kabul Tarihi: 15.01.2019

TURKEY'S ENERGY EFFICIENCY AND CLIMATE CHANGE PERFORMANCE: CURRENT STATE AND FUTURE PROJECTIONS

ABSTRACT

In addition to the rapidly increasing technological advances in recent years, due to the factors of increasing population and welfare level, the amount of energy consumption and foreign dependence of Turkey has been rising. When country's economic and environmental sustainability are taken into consideration, this situation emerges as the main factor to be emphasized. Although various supply-demand policies have been developed in terms of energy economy, the external dependency has not been prevented in Turkey. The first thing to be done in countries where energy losses are high and dependent on foreign supply, is to determine the amount of energy savings in all areas and processes in order to realize investments for energy efficiency within the framework of state policies. If energy efficiency practices cannot be implemented properly, new energy supply systems would bring high costs and energy losses for our country. For this reason, taking into account our limited natural resources, strategies and policies for the effective use of energy in every field should be determined and the applications should be put into practice.

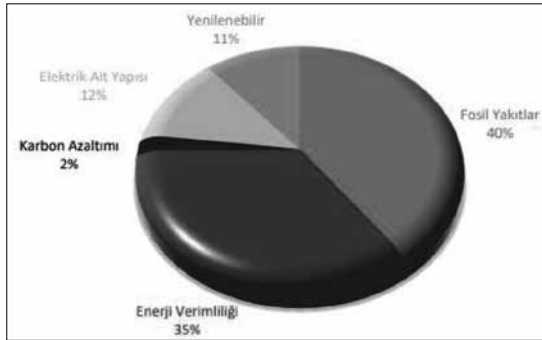
In this study, the current situation of energy efficiency and climate change in Turkey are evaluated and future projections regarding the performance of key sectors of energy consumption have been made. Energy density in the world and in Turkey, energy-saving investments and the amount of energy savings are given in comparison. Energy efficiency studies in industry are analyzed and proposals have been made for the improvement of energy efficiency applications in Turkey.

Keywords: Energy Efficiency, Energy Consumption, Climate Change, Turkey.

1. GİRİŞ

Ülkelerin ekonomik büyüme ve gelişme sürecinde çok önemli bir etkiye sahip olan enerji, ülkelerin uluslararası politikalarının belirlenmesinde de kritik bir faktördür (İsmiç, 2015). Ülkelerin daha fazla mal ve hizmet üretebilmeleri ve yaşam standartlarını yükseltebilmeleri enerji kullanımı ile gerçekleşmektedir. Dolayısıyla, artan nüfus miktarına paralel olarak enerji tüketimi de artmaktadır. Doğal kaynakların hızla tüketilmesi, artan çevre kirliliği ve yüksek enerji maliyetleri gibi kısıtlar göz önünde bulundurulduğunda; enerjinin her alanda daha verimli ve etkin kullanılması gerektiği görülmektedir. Dünya ekonomisinin 2050 yılında bugünden 4 kat daha büyük olacağı ve günümüzden % 80 daha fazla enerji ve doğal kaynağa ihtiyaç duyulacağı (OECD, 2012) düşünüldüğünde, enerji verimliliği çalışmalarının mutlak gerekliliği net olarak görülmektedir. Özellikle, Türkiye gibi enerjide dışa bağımlı olan ülkeler için, bu ihtiyacı karşılayabilmenin ve enerjide dışa bağımlılıktan kurtulmanın en önemli ve öncelikli yolu, mevcut enerjinin, israflardan kaçınarak verimli bir şekilde kullanılmasıdır.

Dünya enerji talebini karşılamak için küresel enerji yatırımları her yıl artış göstermekle birlikte, Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre; enerji sektörüne 2016 ile 2040 yılları arasında küresel ölçekte yapılacak toplam yatırımın % 35'inin enerji verimliliği konusunda olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 1).



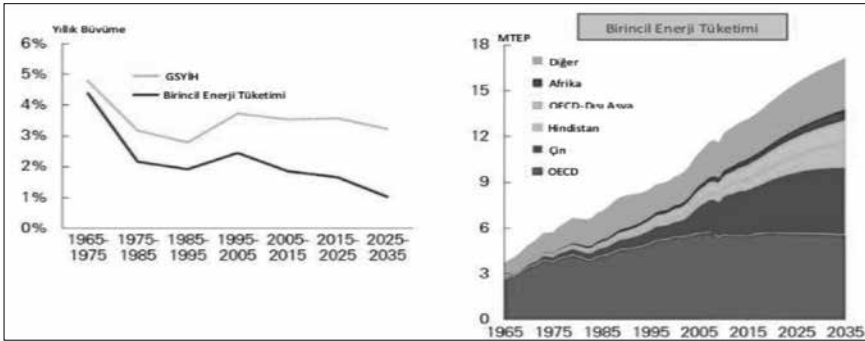
Şekil 1. Kaynaklara Göre Enerji Arzı Altyapısı Yatırımları: 2016-2040 (Yeni Politikalar Senaryosuna Göre)

Kaynak: ETKB, 2017.

Bu çalışma kapsamında, enerji talebinin karşılanmasında en az maliyetli ve öncelikli olan enerji verimliliği konusunun dünyada ve Türkiye'de mevcut durumu ve gelecek projeksiyonları incelenmiştir. Türkiye'de sanayi sektörünün enerji tüketim durumu ve enerji yoğunluğu değerlendirilerek, iklim değişikliği ve enerji verimliliği arasındaki ilişki üzerinde durulmuş ve sanayi işletmelerindeki enerji verimliliği çalışmaları paylaşılmıştır.

2. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Sanayi Devrimi ile birlikte, dünyada makineleşme hızla artmış ve bu durum Türkiye'de ve tüm dünyada, enerji tüketiminin artmasına neden olmuştur. Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre; dünya birincil enerji talebi 14 milyar ton eşdeğer petrol (TEP) iken önümüzdeki 20 yıl içerisinde % 45 oranında bir artış ile 20,3 milyar TEP seviyelerine ulaşacağı tahmin edilmektedir (GAZBİR, 2016). Dünya birincil enerji kaynaklarının 2016 yılı itibariyle % 81'ini fosil yakıtlar oluştururken, 2040 yılında dünya birincil enerji tüketiminde fosil yakıtların kullanımının % 79 seviyelerine düşmesi beklenmektedir (GAZBİR, 2016). Ayrıca, dünya genelinde 2015 yılı itibariyle en fazla enerji tüketen ülkeler incelendiğinde; birincil enerji tüketiminde Türkiye (29,3 milyon TEP) 19. sırada yer almaktadır (GAZBİR, 2016). Türkiye ve dünyada enerji verimliliği çalışmalarına yönelik yatırımların başarılı olarak yürütülmesine rağmen, OECD ülkeleri haricinde enerji talebinin artması nedeniyle önümüzdeki yıllarda, küresel enerji talebinde önemli bir artış olacağı tahmin edilmektedir. 2040 yılında OECD dışı ülkelerin küresel enerji arzındaki payının % 70'lere ulaşacağı, Çin ve Hindistan'ın dünya enerji talebindeki paylarının yaklaşık % 45 iken ABD ve Avrupa OECD ülkelerinin paylarının % 20 civarında olacağı öngörülmektedir (Exxon Mobil, 2018). Dünya ekonomisi ve yıllar bazında birincil enerji tüketimi arasındaki ilişki Şekil 2'de verilmiştir.

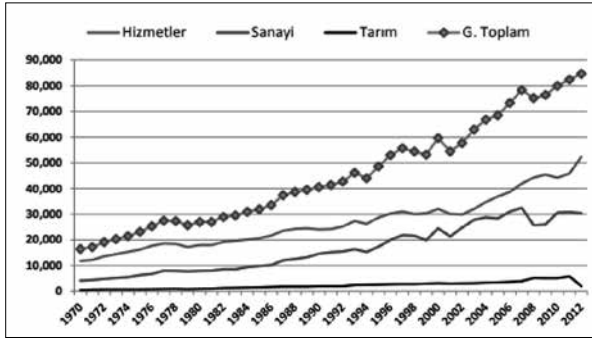


Şekil 2. Dünya Ekonomisi ve Birincil Enerji Tüketimi Arasındaki İlişki

Kaynak: GAZBİR, (2016).

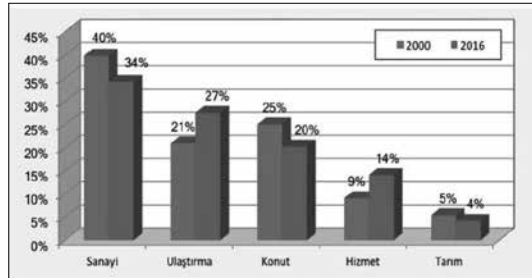
2016 yılında ülkemizin birincil enerji tüketimi 2000 yılına kıyasla % 71,5 oranında artış göstererek 136,2 MTEP değerine ulaşmış olup birincil enerji arzındaki ithal enerji kaynaklarının oranı ise % 75'ler mertebesinde (YEGM, 2018). Türkiye'de yıllar bazında sektörel enerji tüketimi (BTEP) Şekil 3'de verilmiş olup, Türkiye'nin tüm sektörler için yıl bazında enerji tüketiminin arttığı ve toplam enerji tüketiminin uzun vadede artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Türkiye'nin toplam nihai enerji tüketimi içerisindeki sektörel enerji tüketimi paylarına bakıldığında, 2000-2016 yılları arasında

sanayi, konut ve tarım sektörlerinin paylarının azaldığı, ulaştırma ve hizmet sektörlerinin enerji tüketim miktarlarının ise arttığı görülmektedir (Şekil 4). Enerji tüketimi açısından sektörel bir değerlendirme yapıldığında; 2016 yılı itibarıyla; sanayi sektörünün ilk sırada yer aldığı görülmektedir (2000 yılında % 40 ve 2016 yılında % 34) (YEGM, 2018). Enerji verimliliği endeksi (ODEX) temelinde; Türkiye ve AB-28 ülkelerinde enerji verimliliği sürecindeki gelişmeler incelendiğinde; Türkiye'de 2000-2016 yılları arasında toplamda % 24,8, yıllık bazda % 1,8 ve AB-28 ülkelerinde ise toplamda % 18,1, yıllık bazda %1,3'lük bir iyileşme sağlandığı görülmüştür (YEGM, 2018). Elde edilen verilere göre; Türkiye'de enerji verimliliği çalışmaları sonucunda sağlanan tasarruf miktarının, AB-28 ülkeleri ortalamasının üzerinde olduğu açıkça görülmektedir. Elde edilen tasarrufun sektörel dağılımı incelendiğinde ise; ulaştırma sektörü % 32,3, imalat sektörü % 24,7 ve konut sektöründe % 16,8 oranında gerçekleştiği görülmüştür (YEGM, 2018). Enerji verimliliği konusunda son 15 yıllık dönemde konut sektörü en hızlı gelişme gösteren sektör konumuna gelmiş olup, (% 27,3 katkı), konut sektörünü % 20,4 ile imalat sanayii, % 13,4 ile ulaştırma sektörü ve % 5,7 ile hizmet sektörü takip etmektedir (YEGM, 2018).



Şekil 3. Türkiye'de Sektörel Enerji Tüketimi (BTEP)

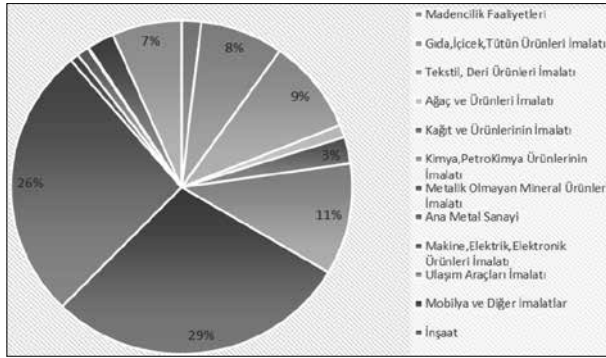
Kaynak: YILMAZ ve ark. (2016).



Şekil 4. Türkiye'de Sektörel Bazda Toplam Nihai Enerji Tüketimi

Kaynak: YEGM, (2018).

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü verilerine göre (YEGM, 2017), Türkiye sanayinde enerji tüketiminin en fazla gerçekleştiği alt sektörler, ana metal ve metalik olmayan minerallerin (çimento, cam, seramik) imalatı sektörleridir ve bu sektörlerdeki enerji tüketimi toplam enerji tüketiminin % 55'ini oluşturmaktadır (Şekil 5). Türkiye sanayinin enerji tüketim miktarının yarısından fazlasını oluşturan bu sektörlerde, elektrik ve ısı tasarrufu potansiyeli metal sektörü için, % 7-21 ve metalik olmayan mineraller sektörü için % 7- 34 aralığında değişmektedir (MMO, 2012). Diğer yandan, kağıt, şeker ve tekstil alt sektörlerinin Türkiye sanayindeki enerji tüketimi payları nispeten daha düşük olsa da, bu sektörlerde de % 57'lere ulaşan enerji tasarrufu potansiyeli olduğu görülmektedir (MMO, 2012). Bu durum, tüm alt sektörlerin Türkiye'nin enerji ekonomisi açısından önemini ortaya koymaktadır. Türkiye sanayisinde enerji verimliliği çalışmalarının tüm alt sektörlerde ivdikle yapılması gerekliliği çok açıktır.



Şekil 5. Sanayi Alt Sektörlerinde Enerji Tüketimi Dağılımı

Enerji verimliliği, enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim süreçlerinde yüksek etkinlikte değerlendirilmesi, güvenli enerji arzının sağlanması, enerji arzında dışa bağımlılık sorunu ile mücadele edilmesi, ekonomik büyümeyi ve çevre korumayı teşvik eden sürdürülebilir enerji politikalarının oluşturulması gibi ulusal strateji hedeflerinin sağlanmasında tek başına en etkili önlemdir. Bu amaçlarla hayata geçirilmesi planlanan enerji verimliliği yatırımlarının, 2035 yılı itibarıyla küresel ekonomiye kümülatif olarak 18 trilyon ABD Doları katkı sağlayacağı ve bu değerın Kuzey Amerika'nın (Amerika, Kanada ve Meksika) toplam ekonomisinden daha büyük olacağı belirtilmektedir (IEA, 2017). Enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması amacıyla hazırlanarak, 2 Mayıs 2007 tarihinde yürürlüğe giren 5627 No'lu Enerji Verimliliği Kanunu (EVK), Türkiye için önemli bir dönüm noktasıdır. İlgili kanun ile enerji verimliliği çalışmalarına yasal bir çerçeve

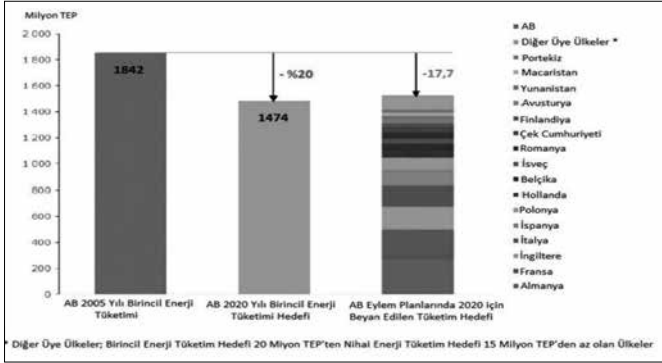
ve kazandırılmıştır. Kanun kapsamında, enerji verimliliği kavramı “Binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan enerji tüketiminin azaltılması” (EVK, 2007) olarak tanımlanmaktadır. Her ne kadar, 2007 yılı ve sonrasındaki yasal düzenlemeler ile enerji verimliliği çalışmaları artmış olsa da, Türkiye Enerji Gelişim Raporu'na göre, dünyada enerji verimliliği sıralamasında (Şekil 6) Türkiye 15. sırada yer almaktadır. Bu durum, Türkiye'de enerji verimliliği düzeyinin istenilen noktada olmadığını göstermektedir.



Şekil 6. Dünya Enerji Verimliliği Sıralaması

Kaynak: YEGM, (2018).

Dünyada 2010-2030 yılları arasında; ulaşım, binalar ve sanayide verimlilik sağlanması ve yeni teknolojilere yönelik 8,3 trilyon dolarlık yatırımın gerçekleşmesi durumunda; aynı dönemde küresel ölçekte 8,6 trilyon dolar tasarruf edileceği (WWF, 2011), AB'nin ise Enerji Verimliliği Direktifi gereği, 2020 yılına kadar % 20 enerji verimliliği hedefine (yıllık değeri 60 milyar Euro) ulaşması öngörülmektedir (Şekil 7). Ulusal enerji verimliliği eylem kapsamında Türkiye'nin 2023 yılında birincil enerji tüketiminin % 14 azaltılması, 2023 yılına kadar kümülatif olarak 23,9 MTEP tasarruf sağlanması ve bu tasarruf için 10,9 milyar ABD doları yatırım yapılması, yatırımlar sonucunda 2033 yılına kadar kümülatif tasarruf miktarının 30,2 milyar ABD doları olması öngörülmektedir (ETKB, 2018). Bu çalışmalar ışığında, enerji verimliliği yatırımlarının kendini amorti ettiği söylenebilir.

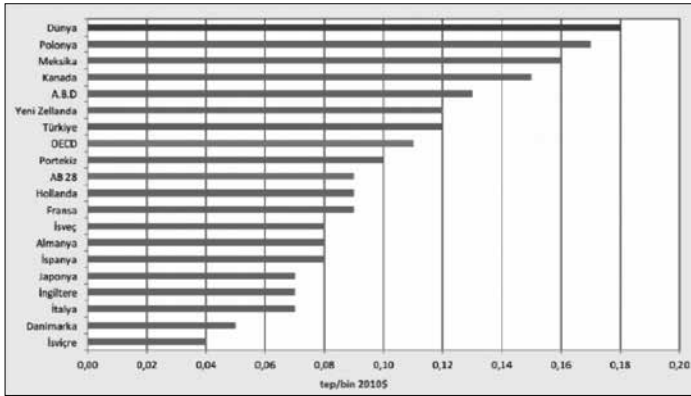


Şekil 7. AB-28 Üye Ülkelerin 2020 Yılı Tasarruf Hedefleri

Kaynak: IEA, (2017).

3. ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ENERJİ YOĞUNLUĞU

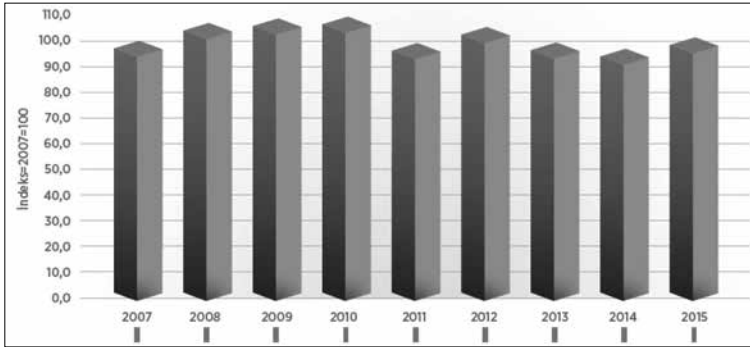
Enerji verimliliğinin önemli bir göstergesi olan enerji yoğunluğu kavramı, ülkelerin, sektörlerin veya işletmelerin enerji verimliliğinin izlenmesi ve karşılaştırılması için kullanılmaktadır. Bir birim hasıla üretebilmek için tüketilen enerji miktarı olarak belirlenen enerji yoğunluğu değerindeki artış, enerjinin daha az verimli kullanıldığının göstergesidir. Ülkelere göre, 2015 yılının birincil enerji yoğunlukları Şekil 8'deki gibi olup, Türkiye'nin Dünya ortalamasına göre daha iyi bir seviyede olduğu ancak AB-28 ülkelerine göre enerji yoğunluğu değerinin yüksek olduğu görülmektedir. Enerji yoğunluğunun yüksek olduğu ülkeler sırasıyla Polonya, Meksika, Kanada, ABD, Yeni Zelanda ve Türkiye'dir. Japonya, Almanya gibi gelişmiş ülkelerde ise enerji yoğunluğu düşük olup, bu ülkeler enerjiji daha etkin ve verimli kullanmaktadırlar.



Şekil 8. Ülkelere Göre Enerji Yoğunluğu Değerleri

Kaynak: YEGM, (2018).

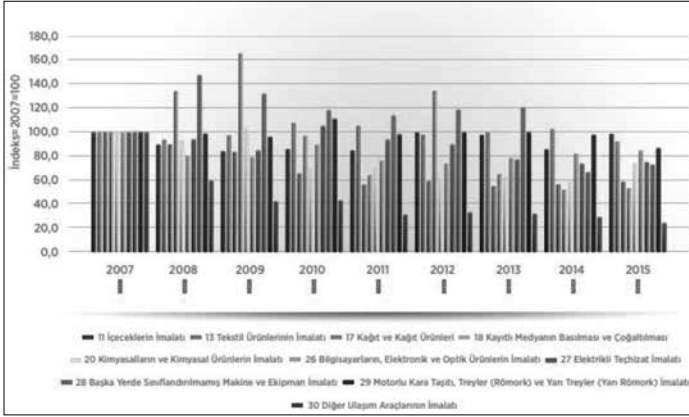
Birincil enerji yoğunluğu değerinde dünya ortalaması 0,18, OECD ortalaması 0,11 iken, ülkemizin 2015 yılı ortalaması 0,12'dir. Bu değerlere göre Türkiye'nin dünya ortalamasından daha iyi, OECD ortalaması civarlarında olduğu görülmektedir. Gelişmiş ülkelerle bir kıyaslama yapıldığında da (AB-28 ortalaması 0,09, Almanya 0,08 ve Japonya 0,07) Türkiye'nin birincil enerji yoğunluğunun yüksek olduğu göze çarpmaktadır (YEGM, 2018). Bu değerler Türkiye'nin önemli miktarlarda enerji tasarrufu potansiyeli olduğunu göstermektedir. Ülke bazında enerji yoğunluğunun düşürülmesi ve enerji verimliliğinin artırılması için sektörel olarak değerlendirme yapılmalıdır. Sektörel değerlendirmenin; enerji kaynaklarından yararlanma sırasında oluşan çevresel etkileri belirlemek, enerji kaynaklarının daha etkin olarak kullanılmasını sağlamak, enerji sistemlerindeki atık ve kayıpların değerlerini, tiplerini ve gerçekleştiği yerleri belirlemek, mevcut enerji sistemlerindeki verimsizlikleri azaltarak, etkin tasarım yöntemleri geliştirmek, enerji kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde kullanarak sürdürülebilir bir kalkınma sağlamak, yüksek ve düşük kaliteli enerji kaynaklarının kullanım alanlarını ve yararlanma açısından önceliklerini belirlemek, etkin teknolojilerden yararlanarak iyileştirme sağlanabilecek alanları belirlemek gibi yararları vardır (Duman, 2014). Türkiye de yıllara göre sanayi sektöründe enerji yoğunluğu Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Yıllara Göre Sanayi Enerji Yoğunluğu

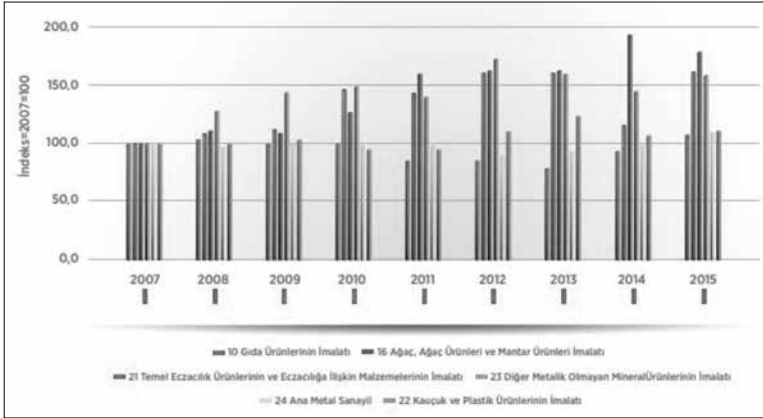
Kaynak: YEGM, (2017).

YEGM (2017) verilerine göre, Türkiye sanayisinde enerji yoğunluğu değerleri yıllar bazında Şekil 9'daki gibi olup, geliştirilen tüm enerji politikalarına rağmen enerji yoğunluğunda önemli bir azalma olmadığı görülmektedir. Türkiye için yapılacak sektörel değerlendirmelerde, ülkenin toplam enerji tüketimi içerisindeki payının giderek artması nedeniyle sanayi sektörü öncelikli alan olarak ele alınmalıdır. Tüm bu çalışmaların sonucunda Türkiye sanayisinin alt sektörler bazında enerji yoğunluğu değerleri tekstil, kağıt, kimya (Şekil 10) gibi önemli alt sektörlerde azalma sağlanmış olsa da, ana metal, gıda gibi önemli diğer alt sektörlerde enerji yoğunluğu değerlerinde artış (Şekil 11) görülmektedir.



Şekil 10. Enerji Yoğunluğunda Azalma Görülen Sektörler

Kaynak: YEGM, (2017).



Şekil 11. Enerji Yoğunluğunda Artış Görülen Sektörler

Kaynak: YEGM, (2017).

4. SANAYİDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÇALIŞMALARI

Türkiye’de sanayide enerji verimliliği konusunda yapılan çalışmaların önemli bir bölümünün tekstil ve çimento işletmelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. 2018 yılında yapılan bir çalışma (Cabak, 2018), enerji tüketiminin çok yoğun olduğu Kırklareli Lüleburgaz’da bulunan Zorluteks Tekstil Ticaret ve Sanayi A.Ş. Fabrikası’nda gerçekleştirilmiştir. Fabrikada enerji verimliliğini arttırmak üzere yapılan ve yapılması planlanan uygulamalar ele alınmış, çalışmaların enerji verimliliğine etkileri ortaya konulmuştur. Tekstil işletmesinde yapılan bir başka çalışmada ise, tekstil sektöründe temiz üretim teknolojisi uygulamaları (Çavuşoğlu, 2015) üzerinde durularak, atık ısı ve atık sudan enerji geri kazanımı araştırılmıştır. Sert ve ark. (2017) tarafından da

bir entegre tekstil üretim işletmesinde enerji verimliliğinin artırılması için bazı önemli çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda basınçlı hava sistemleri, sıcak hatlar ve yüzeyler, aydınlatma sistemleri, ring iplik makineleri, ram makineleri, buhar ve kızgın yağ kazanları incelenerek enerji tasarruf potansiyelleri hesaplanmıştır. Palamutçu (2010) pamuk tekstil işletmelerinde gerçek zamanlı ölçüm yöntemini kullanarak pamuk tekstil işleme aşamalarının birim elektrik enerji tüketimini araştırmış ve spesifik enerji tüketiminin hesaplanan miktardan daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Öztürk ve ark. (2016) tarafından bir pamuk / polyester kumaş terbiye-boyama tekstil fabrikasının spesifik kaynak tüketimleri incelenerek, 22 adet mevcut en iyi teknikler (MET) uygulaması önerilmiştir. Önerilen MET uygulamaları ile % 11-% 26 arasında enerji kazanımı sağlanacağı öngörülmektedir. Kocabaş ve ark. (2009), bir kot üretim işletmesinde, enerji tüketimi açısından, kullanılan su miktarının en aza indirilmesi için alınan önlemlerin yanı sıra, yıkama sularını ısıtmak, atık su akışını bitirmek için atık ısının kullanılması, ısı yalıtımı ve bakım uygulamaları ile belirlenen ilgili limitlerini elde ederek % 9 oranında spesifik enerji tüketimini azaltmışlardır. Tunç ve ark. (2016) enerji yönetimi ve optimizasyonu amacıyla bir tekstil işletmesinde uygulama yaparak, toplam enerji maliyetini bir yıl içerisinde % 10,6 oranında azaltmışlardır. Pulat ve ark. (2009) Türkiye'nin tekstil merkezlerinden olan Bursa'da özellikle boyama işleminden elde edilen atık ısının potansiyelini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada, atık ısı geri kazanım sistemleri yatırımlarının geri dönüş süresini 6 ay olarak hesaplamışlardır. Kandilli ve Koçlu (2011) tekstil endüstrisinde bir boyama işlemi için kullanılan karşı akışlı plakalı ısı eşanjörünün optimum çalışma koşullarını değerlendirerek, plakalı ısı eşanjörü kullanımı ile ekserji verimliliği ve etkinliğinin % 68,7 oranına kadar arttığını tespit etmişlerdir. Alkaya ve Demirel (2014) tarafından yapılan araştırmada, farklı sürdürülebilir üretim uygulamalarının Bursa'da bir dokuma kumaş fabrikasında uygulaması yapılarak, çevresel ve ekonomik faydaları ortaya konmuştur. Uygulamalar sonucunda, işletmenin toplam enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu sırası ile % 17,1 ve % 13,5 oranlarında azalmıştır. Çay (2018), tüm örme giysi üretim zincirindeki enerji tüketimlerini inceleyerek, foraparel tesisleri için ortalama %16,4, nakış tesisleri için % 14,4 ve serigrafi tesisleri için % 11,6 oranında enerji tasarrufu potansiyeli olduğunu saptamıştır. Çimento endüstrisinde bir ham değirmende enerji tüketiminin azaltılması amacıyla Atmaca ve Kanoğlu (2012) tarafından yapılan çalışmada brülörden sağlanan sıcak gazın kullanımı ile % 6,7 oranında enerji kazanımı sağlanmıştır. Atmaca ve Yumrutaş (2014), çimento fabrikasındaki bir döner fırının spesifik enerji tüketimini incelemiştir. Çalışmada, fırın içinde kullanılan refrakterin kalitesinin ve tipinin, döner fırının performansını önemli ölçüde etkilediği belirtilerek, önerilen sistem ile %7,27 oranında enerji kazanımı olacağı öngörülmüştür. Gürtürk ve Öztop (2014) alçı üretimi için kullanılan döner tip bir fırının enerji ve ekserji analizi yaparak, enerji ve

ekserji verimliliğini sırasıyla % 69 ve % 16 olarak tespit etmişlerdir. Trakya bölgesinde faaliyet gösteren tekstil, süt ve süt ürünleri, bitkisel ve bitkisel olmayan yağ, cam ve metal sektörlerinde faaliyet gösteren işletmelerin kaynağına bağlı olarak bir atık su arıtma tesisinde yapılan çalışmada, susuzlaştırma ünitesi çıkışından alınan arıtma çamuru numunelerinin nem, kül ve ısı değer parametrelerinin ölçümleri yapılarak, gazifikasyon verimliliği açısından en uygun besleme kombinasyonları tanımlanmış ve enerji verimliliği tespit edilmiştir (Kar, 2014). Türkiye’de demir-çelik endüstrisinde enerji modelleme yazılımına dayanan dört farklı senaryo üretmek enerji tüketiminin ve CO₂ emisyonlarının azaltma potansiyelinin tahmini sağlanmıştır. Temiz üretim ve teknolojilerine dayalı senaryoya göre % 33,7 oranında enerji kazanım potansiyeli olduğu tahmin edilmiştir (Ateş, 2015). Diğer bir çalışmada ise, 2003-2012 yılları arasında bölgesel ve yıllık olarak imalat sanayindeki toplam elektrik tasarrufu potansiyeli incelenmiş ve Türk imalat sanayinin ortalama elektrik tasarrufu potansiyelinin % 39,7 olduğu görülmüştür (Özkara ve Atak, 2015). Seramik sektöründe yapılan bir uygulamada ise, gaz türbini bazlı kojenerasyon tesisi modelini simüle etmek için enerji, ekserji ve sürdürülebilirlik analizleri uygulanmıştır. 30°C ortam sıcaklığında, kojenerasyon sisteminin % 17,51 enerji verimliliğine, % 29,98 ekserji verimliliğine sahip olduğu saptanmıştır (Çağlayan ve Çalışkan, 2018). Onaygil ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada sanayi tesislerinde aydınlatmanın toplam enerji tüketimi içerisindeki payından söz edilerek, ilgili tesislerde verimli aydınlatma tesisatları konusunda öneriler verilmiştir. Gökmen (2010) tarafından yapılan çalışmada, aydınlatmada yapılacak enerji tasarrufunun sağlayacağı katkılar belirtilerek, cam sektöründe faaliyet gösteren bir işletmedeki mevcut aydınlatma tesisatlarında enerji verimliliğinin artırılması için gerçekleştirilen tasarruf projesi ve sonuçları açıklanmıştır. Terhan ve Çomaklı (2015) tarafından yapılan çalışmada, atık baca gazından ısı geri kazanımı için bir sistem tasarlanmıştır. Geri kazanılan bu ısının, kazan yakma havasının ön ısıtılması için kullanımı ile yıllık 125.671,71 TL tasarruf sağlanabileceği ve sistemin geri ödeme süresinin 5 ay olduğu tespit edilmiştir. Sapmaz ve Kaya (2017) tarafından yapılan çalışmada ise, 3 farklı sanayi tesisinin basınçlı hava sistemleri enerji verimliliği açısından değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma ile 3 farklı tesisin basınçlı hava sistemlerinde enerji verimliliğinin artırılması için önerilen metotlar kullanılarak 7.781.689 kWh/yıl enerji tasarrufu potansiyeli tespit edilmiştir. Şentürk ve ark. (2015) tarafından sunulan bildiri, havalandırmada enerji geri kazanımı konusundaki Ar-Ge faaliyetleri incelenmiştir. Çalışmada, Avrupa Komisyonu’nun, binalarda enerji tüketiminde önemli bir paya sahip olan havalandırma sistemlerinin enerji tüketimini azaltmak amacıyla, ısı geri kazanımlı havalandırma cihazlarında ecodesign kurallarını ve etiketleme uygulamasını getirmeyi planladığı ve ilgili cihazların enerji verimlerinin 2017’de minimum % 71 seviyesinde olması öngörüldüğü belirtilmektedir. Çanka Kılıç (2017), tarafından yapılan çalışma-

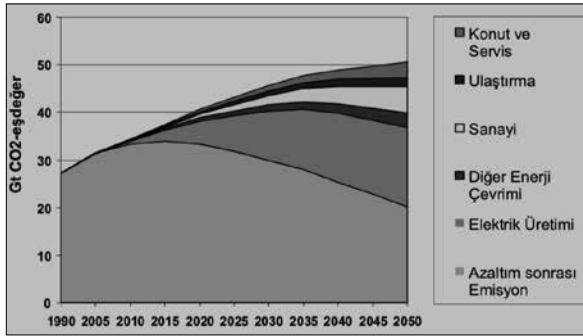
da, endüstriyel kazanlarda enerji verimliliği ve emisyon azalımı fırsatları incelenmiştir. Çalışma kapsamında, bir sanayi işletmesinde uygulama yapılarak, doğalgaz yakıtlı bir kazanın enerji verimliliğini arttırmaya yönelik belirlenen tedbirlerin alınması durumunda yıllık toplam 1.158.714.919 kcal'lik enerji ve 30479 USD'lik mali tasarruf yapma imkânı olduğu, yıllık 315.278 kg CO₂ salınımının önlenebileceği tespit edilmiştir. Bir otomobil montaj fabrikasının enerji tüketim analizi ve enerji tasarrufu potansiyelinin değerlendirilmesi kapsamında yapılan çalışmada (Akbaş ve ark. 2018), tesis genelinde enerjinin yoğun kullanıldığı sistemler incelenmiş olup, verimliliğin artırılması için yapılabilecek çalışmalar irdelenmiştir. Tesiste yapılan enerji verimliliği çalışmaları sonucunda tesisin 3 yıllık ortalama enerji tüketiminde, elektrik enerjisi için % 2,00 ve ısı enerjisi için % 0,30 azalma sağlanabileceği tespit edilmiştir. Otomobil sektöründe yapılan bir başka çalışmada ise (Terzi ve Baykal, 2011), TOFAŞ fabrikasında kullanılan 158 motor incelenerek, enerji verimli elektrik motorları kullanımının teknik ve ekonomik analizi yapılmıştır. Amortisman süreleri çok uzun olan 14 adet motor haricindeki motorların değişimi ile, geri ödeme süresinin 16 aya kadar düştüğü tespit edilmiştir. Çanka Kılıç ve ark. (2018), bir otomobil montaj tesisinin enerji tüketimlerini incelemiştir. İncelemeler sonucunda, alınacak tasarruf tedbirleri ile tesisin özgül enerji tüketiminde elektrik enerjisi için % 1, ısı enerjisi için % 5,7 oranında azalma sağlanabileceği hesaplanmıştır.

5. ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Enerji üretiminde ve tüketimindeki tüm süreçlerde önemli ölçüde emisyon açığa çıkmakta olup, bu emisyonlar, yaşanan iklim değişikliğinin en önemli nedenidir. Bu emisyonlara ek olarak fosil esaslı yakıtların kullanımı, sera gazlarının yanı sıra azot oksitler, sülfür oksitler gibi zehirli gazları da açığa çıkarmakta ve bu gazlar da asit yağmuru gibi birçok sağlık ve çevre sorununa neden olmaktadır. Enerji ihtiyacını, emisyonları ve dolayısıyla iklim değişikliğini optimize etmenin en ekonomik ve etkin yolu enerji verimliliğidir. İklim değişikliğiyle mücadelede vazgeçilmez öneme sahip olan enerji verimliliği, artan enerji ihtiyacını en ekonomik şekilde karşılamanın yanı sıra, doğal kaynakların korunmasına sağladığı katkı nedeniyle de çevre dostu bir uygulamadır. Enerji verimliliğini sürdürülebilirlik açısından değerlendirdiğimizde; enerji tüketimindeki artış en aza indirilirken, refah seviyesinin yükseltilmesi düşük karbon ekonomisiyle mümkündür.

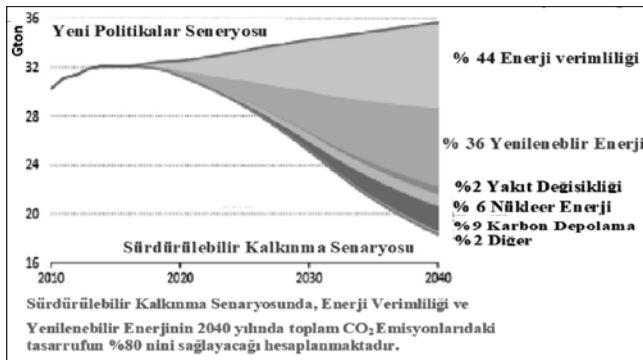
Dünyada hava kirliliği probleminin en önemli nedenlerinden biri olarak gösterilen enerji üretimi ve tüketiminin dünyadaki ölüm nedenleri arasında 4. sırada yer aldığı ve her yıl ortalama 6,5 milyon insanın ölümüne sebebiyet verdiği belirtilmektedir (MMO, 2018). Bu nedenle enerji verimliliğinin artırılması hava kirliliği etkisinin azaltılması açısından en önemli önlemlerden

biri olarak kabul edilmektedir. AB'de % 30'luk enerji verimliliği hedefinin sağlanmasının hava kirliliği nedeniyle ölüm oranlarının azalması şeklinde izleneceği ve bunun ekonomik değerinin 2030 itibarıyla 2,9 - 6,6 milyar avro olacağı tahmin edilmektedir (MMO, 2018). Türkiye'de de iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak ve CO₂ emisyonunu düşürmek için, enerji verimliliği en önemli önlem haline gelmiştir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın enerji senaryoları ve emisyon kıyaslaması çalışmasında kümülatif CO₂ emisyonunun 2040 yılında 18,3 Gt'a düşeceği hesaplanmaktadır (MMO, 2018). Karbon yakalama ve depolama özellikle endüstri sektöründe önemli bir unsur olmasına rağmen, enerji verimliliğinin sağlanması enerji üretimine ve diğer alanlarda yenilenebilir enerjinin kullanımını arttırmak için alınan tedbirler karbon emisyonunun düşürülmesinde en ağırlıklı önlemdir. Şekil 12'de Türkiye için sektörlerin emisyon azaltma kapasiteleri verilmiştir. Şekil 13'ten de görüleceği üzere % 44 emisyon azaltma potansiyeli ile enerji verimliliği en önemli faktördür.



Şekil 12. AB Enerji Sektörünü Dönüştürmek: Karbon Kilitini Önleme

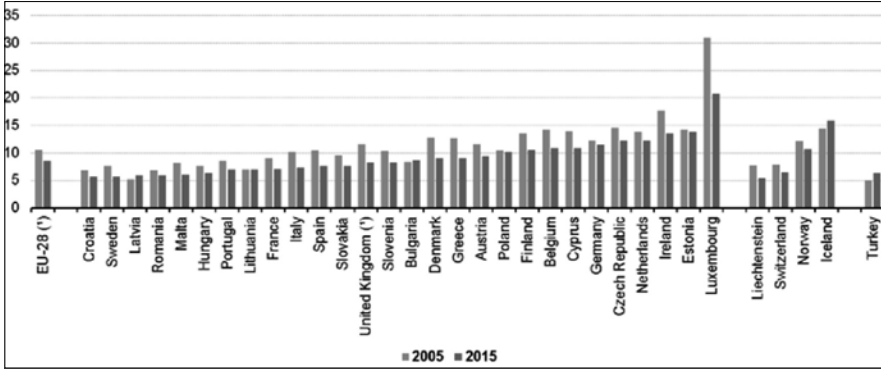
Kaynak: ETKB, (2009).



Şekil 13. Küresel CO₂ Emisyon Azaltma Kaynakları

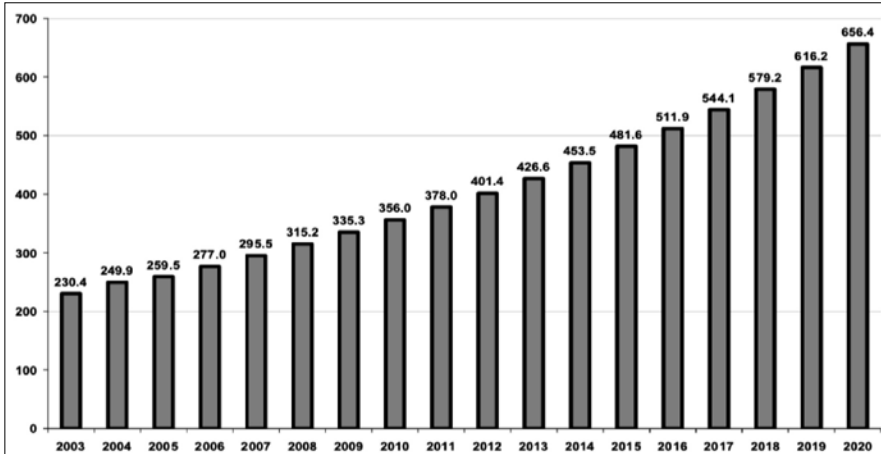
Kaynak: MMO, (2018).

Dünyadaki emisyon değerlerinin izlenmesi, değerlendirilmesi ve ülkeler arası kıyaslama yapılabilmesi için kullanılan göstergelerden biri de ülkelerin kişi başına düşen emisyon miktarlarıdır. Şekil 14'te görüldüğü üzere Türkiye'nin emisyon değeri gelişmiş ülkeler ile kıyaslandığında henüz yüksek olmamakla birlikte Şekil 15'de görüldüğü gibi artış trendindedir. Gelişmiş teknoloji ile birlikte kişi başına tüketilen enerji miktarında ve buna bağlı olarak kişi başına düşen sera gazı emisyon değerlerinde artış görülmektedir. Bu durum, işin doğası gereği gelişmekte olan ülkelerde CO₂ salınımlarındaki artışın görüldüğü normal bir sonuçtur.



Şekil 14. Ükelere Göre Kişi Başına Sera Gazı Emisyonları

Kaynak: IEA, (2017).



Şekil 15. Türkiye'nin Emisyon Artışı (Kyoto Protokolü ve Enerji Verimliliği Politikaları, T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı)

Kaynak: ETKB, (2009).

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Enerji verimliliği; ülkelerin ekonomik büyüme, enerji arz güvenliği, iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik gibi birçok hedefinin gerçekleştirilmesinde önemli bir kaynak olarak değerlendirilmektedir. Enerji verimliliği çalışmaları üzerinde durulmadığı takdirde oluşan fazla enerji talebini karşılamak amacıyla yapılan yeni yatırımların daha yüksek kapasitelerde dolayısıyla daha yüksek maliyetlerle gerçekleştirilmesi kaçınılmaz olacaktır. Enerji verimliliği konusunda gerekli planlamalar yapılmaz ise, Türkiye için enerji sorunu daha da büyüyecek ve ekonomi daha fazla enerji yoğun bir hale gelecektir. Türkiye’de enerji talebinin giderek arttığı ve sanayi sektöründeki gelişmelere paralel olarak bu artışın devam edeceği görülmektedir. Sanayi sektörünün enerji talebinin karşılanması konusunda yapılması gereken ilk uygulama, tüm sektörlerde sürdürülebilir enerji verimliliği çalışmalarının hayata geçirilmesidir. Türkiye’de hızla artmakta olan enerji talebini karşılamak için sınırlı olan doğal kaynaklarımızın kullanımını optimize etme, yeni teknolojilerle enerji üretimini daha verimli hale getirme, mevcut teknolojilerin verimliliğini artırma konularına yönelik politika ve stratejilerin geliştirilmesi ve uygulanması büyük önem arz etmektedir. Enerji arz güvenliğinin sağlanması, rekabetçi bir enerji piyasasının oluşturularak % 73’ler seviyesinde olan dışa bağımlılık sorununun çözülmesi ve buna bağlı ekonomik risklerin azaltılması, iklim değişikliğiyle mücadelede etkinliğin artırılması, enerjinin üretiminden tüketimine kadar olan tüm süreçlerdeki verimliliğinin artırılması, israf noktalarının ortadan kaldırılması ve enerji yoğunluğunun azaltılması büyük bir önem taşımakta olup, birçok dünya ülkesinde olduğu gibi Türkiye’de de zorunlu hale gelmiştir. Bu eksenle enerji yoğunluğu giderek artan ve sanayi enerji tüketiminde çok önemli bir yere sahip ana metal ve diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı başta olmak üzere, tüm alt sektörlerde enerji verimliliği çalışmaları hızlandırılmalıdır. Ayrıca, tüm sanayi işletmelerinde, enerji kayıplarının önüne geçilmesi ve enerji yoğunluğu değerlerinin düşürülmesi amacıyla enerji politikaları belirlenmeli ve bu kapsamda işletmelerin enerji verimliliği uygulamaları desteklenmelidir. Enerji konusunun, Türkiye’nin ekonomik ve sosyal kalkınması açısından doğru analiz edilmesi ve Türkiye için ekonomik politikalar ile bütünleşik bir enerji politikası oluşturulması ve uygulamada ivedilikle devreye alınması gerekmektedir. Geliştirilecek yeni politikalar, aynı zamanda önemli doğal kaynaklarımız olan toprak ve su kaynaklarının da verimli kullanımına doğrudan katkı sağlayacak nitelikte olmalıdır. Sulamada enerji maliyetinin düşürülmesinde, suyun verimli kullanımını teşvik etme konusunda politika belirlenmeli ve uygulamada devreye alma sürecinin sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Aksi takdirde sulama yatırımlarından beklenen faydanın azalması söz konusu olabilecektir. Bilinçsiz ve plansız su kullanımı ve toprak üstü faaliyetler, toprak kalitesini ve yeraltı suyu kalitesini/miktarını doğrudan etkilediği için, su ve top-

rak kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi kapsamında bu kaynakların daha verimli ve uzun vadede kullanılması mutlak bir gerekliliktir. Enerji verimliliği politikalarını etkin uygulayan ülkelerde; yerli enerji kaynaklarının israf edilmemesi ve korunması, enerji tedarikinde yerli kaynakların kullanılarak dışa bağımlılığın önüne geçilmesi, kurulu gücün etkin kullanımı, olumsuz çevresel etkilerinin azaltılması gibi amaçlar için enerji verimliliği en önemli politik araç olarak kabul edilmektedir. Enerji verimliliği politikalarına paralel olarak, iklim değişikliği ile mücadele etmek için, karbon yoğunluğunun düşürülmesini hedefleyen politikalar yerel, ulusal ve küresel ölçekte benimsenmelidir. Bugüne kadar elde edilmiş olumlu sonuçlara rağmen, dünyada daha güçlü yeni politikalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

- AKBAŞ, B., KAYA, D., EYİDOĞAN, M., (2018), **Bir Otomobil Montaj Fabrikasının Enerji Tüketim Analizi ve Enerji Tasarrufu Potansiyelinin Değerlendirilmesi**, Mühendis ve Makina, 59 (691), 85-100.
- ALKAYA, E., DEMİNER, N., G., (2014), **Sustainable Textile Production: A Case Study from a Woven Fabric Manufacturing Mill in Turkey**, Journal of Cleaner Production 65, 595-603.
- ATES, A. S., (2015), **Energy Efficiency and CO₂ Mitigation Potential of the Turkish Iron and Steel Industry Using the LEAP (Long-Range Energy Alternatives Planning) System**, Energy 90, 417-428.
- ATMACA, A., KANOĞLU, M., (2012), **Reducing Energy Consumption of a Raw Mill in Cement Industry**, Energy 42, 261-269.
- ATMACA, A., YUMRUTAŞ, R., (2014), **Analysis of the Parameters Affecting Energy Consumption of a Rotary Kiln in Cement Industry**, Applied Thermal Engineering 66, 435-444.
- CABAK B., (2018), **Tekstil Fabrikasında Enerji Verimliliği Uygulamaları**, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- ÇAĞLAYAN, H., ÇALIŞKAN, H., (2018), **Energy, Exergy and Sustainability Assessments of a Cogeneration System for Ceramic Industry**, Applied Thermal Engineering 136, 504-515.
- ÇANKA KILIÇ, F., (2017), **Endüstriyel Kazanlarda Enerji Verimliliği ve Emisyon Azalımı Fırsatları**, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi PART C, 5 (2), 147-158.
- ÇANKA KILIÇ, F., EYİDOĞAN, M., SAPMAZ, S., (2018), **Bir Otomobil Montaj İşletmesinde Enerji Verimliliği Artırıcı Çözümlerin İrdelenmesi**, GU J Sci, Part C, 6 (1), 149-162.
- ÇAVUŞOĞLU, B., (2015), **Tekstil Sektöründe Temiz Üretim Teknolojisi Uygulamaları**, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- ÇAY, A., (2018), **Energy Consumption and Energy Saving Potential in Clothing Industry**, Energy 159, 74-85.
- DUMAN, A., (2014), **Süt Sağım Mekanizasyonunda Enerji Maliyetlerinin ve Enerji Verimliliğini Etkileyen Unsurların Saptanması Üzerine Bir Araştırma**, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- ETKB, (2009), **Kyoto Protokolü ve Enerji Verimliliği Politikaları Sunumu**, Erişim Adresi: <http://studylibtr.com/doc/2052636/kyoto-protokolü-ve-enerji-verimliliği-politikaları>.
- ETKB, (2017), **Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü**, Sayı:15. Erişim Adresi: http://www.enerji.gov.tr/Resources/Sites/1/Pages/Sayi_15/mobile/index.html#p=30.
- ETKB, (2018), **Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023**, Sayı: 30289. Erişim Adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/01/20180102M1-1-1.pdf>.

- EVK, (2007), T. C. Resmi Gazete, Sayı: 26510, Erişim Adresi: <http://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5627.pdf>.
- EXXSON MOBİL, (2018), **2018 Outlook for Energy: A View to 2040**, file:///C:/Users/IBORALTAN/Desktop/2018-outlook-for-energy.pdf.
- GAZBİR, (2016), **Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu**, Erişim Adresi: <http://www.gazbir.org.tr/dunya-ve-turkiye-enerji-gorunumu.pdf>.
- GÖKMEN, R. M., (2010), **Endüstri Tesislerinde Enerji Verimli Aydınlatma Teknikleri ve Örnek Çalışma**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- GÜRTÜRK, M., ÖZTOP, F. H., (2014), **Energy and Exergy Analysis of a Rotary Kiln Used for Plaster Production**, Applied Thermal Engineering 67, 554-565.
- IEA, (2017), **Market Report Series - Energy Efficiency 2017**, Erişim Adresi: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/energy_efficiency_2017.pdf.
- İSMİÇ, B., (2015), **Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Nüfus İlişkisi**, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5 (1), 259-274.
- KANDİLLİ, C., KOÇLU, A., (2011), **Assessment of the Optimum Operation Conditions of a Plate Heat Exchanger for Waste Heat Recovery in Textile Industry**, Renewable and Sustainable Energy Reviews 15, 4424– 4431.
- KAR, B. Y., (2014), **Atıkların Gazifikasyonunu Yapan Bir Tesiste; Endüstriyel Arıtma Çamurlarının Enerji Verimliliğinin Değerlendirilmesi**, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- KOCABAŞ, M. A, YÜKSELER, H., DİLEK, B. F., YETİŞ, U., (2009), **Adoption of European Union's IPPC Directive to a Textile Mill: Analysis of Water and Energy Consumption**, Journal of Environmental Management 91, 102–113.
- MMO, (2018), **Türkiye'nin Enerji Görünümü**, MMO/691, 2.Bölüm, Erişim Adresi: https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_2_0.pdf.
- OECD, (2012), **OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction International Government Publication**, Paris.
- ONAYGİL, S., GÜLER, Ö., ERKİN, E., CEBECİ, E., (2009), **Sanayi Enerji Tüketiminde Aydınlatmanın Yeri ve Tasarruf Potansiyelleri**, Erişim Adresi: http://www.emo.org.tr/ekler/7eba6de427df527_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=7.
- ÖZKARA, Y., ATAK, M., (2015), **Regional Total-Factor Energy Efficiency and Electricity Saving Potential of Manufacturing Industry in Turkey**, Energy 93, 495-510.
- ÖZTÜRK, E., KÖSEGLU, H., KARABOYACI, M., YİĞİT, O., N., YETİŞ, U., KİTİŞ, M., (2016), **Sustainable Textile Production: Cleaner Production Assessment/ Eco-Efficiency Analysis Study in a Textile Mill**, Journal of Cleaner Production, 138 (2), 248-263.
- PALAMUTÇU, S., (2010), **Electric Energy Consumption in the Cotton Textile Processing Stages**, Energy, 35 (7), 2945-2952.

- PULAT, E. , ETEMOĞLU, B. A., CAN, M., (2009), **Waste-Heat Recovery Potential in Turkish Textile Industry: Case Study for City of Bursa**, Renewable and Sustainable Energy Reviews 13, 663–672.
- SAPMAZ, S., KAYA, D., (2017), **Basınçlı Hava Sistemlerinde Enerji Verimliliği ve Emisyon Azaltım Fırsatlarının İncelenmesi**, Mühendis ve Makina, 58 (689), 23-36.
- SERT, Ö., M., EYİDOĞAN, M., ÇANKA KILIÇ, F., KAYA, D., (2017), **An Energy Efficiency Study in an Integrated Textile Production Company**, 1.International Conference on Energy Systems Engineering Proceedings Book, ISBN:978-605-9554-13-8, 246-250.
- ŞENTÜRK, U., AKTAKKA, S., TOKSOY, M., (2015), **Havalandırmada Enerji Geri Kazanımı: Araştırma ve Geliştirme**, Tesisat Mühendisliği, 153, 61-85.
- TERHAN, M., ÇOMAKLI, K., (2015), **Baca Gazı Atık Isısı ile Kazan Yakma Havaasının Ön Isıtılmasının Fizibilitesi**, Mühendis ve Makina, 56 (668), 56-63.
- TERZİ, K. Ü., BAYKAL, R., (2011), **Efficient and Effective Use of Energy: A Case Study of TOFAS**, Environmental Research, Engineering and Management 1 (55), 29-33.
- TUNÇ, M., KAPLAN, K., SİSBOT, S., ÇAMDALI, U., (2016), **Energy Management and Optimization: Case Study of a Textile Plant in Istanbul, Turkey**, World Journal of Engineering, 13(4), 348–355.
- WWF, (2011), **Enerji Raporu**, Erişim Adresi: http://d2hawiim0tjbd8.cloudfront.net/downloads/wwf_enerjiraporu.pdf.
- YEGM, (2017), **İmalat Sanayinde Alt Sektörlere Göre Enerji Yoğunluğu İndeksi (2007-2015)**, Erişim Adresi: http://www.yegm.gov.tr/duyurular_haberler/document/%C4%B0malat%20Sanayinde%20Alt%20Sekt%C3%B6rlere%20G%C3%B6re%20Enerji%20Yo%C4%9Funlu%C4%9Fu%20%C4%B0ndeksi.pdf.
- YEGM, (2018), **Türkiye Enerji Verimliliği Gelişim Raporu**, Erişim Adresi: http://www.yegm.gov.tr/document/enver_gelisim_rapor_2018.pdf.
- YILMAZ, A., ÜRÜT KELLEÇİ, S., BOSTAN, A., (2016), **Türkiye İmalat Sanayinde Enerji Tüketiminin İncelenmesi: Ayrıştırma Analizi**, Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9 (1), 205-224.