

KÜRESEL ENERJİ POLİTİKALARINDAKİ YENİ DİNAMİKLER VE YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI

Dr. Cenk SEVİM

Enerji Uzmanı

Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Üyesi

cenksevim@hotmail.com

ÖZET

Küresel enerji politikalarındaki dinamiklerde önümüzdeki 20 yıllık dönem içinde önemli değişimlerin olması beklenmektedir. Enerji politikalarını etkileyecek dinamikler gelişmekte olan ülkelerin enerji talepleri, kaya gazı teknolojisi, yenilenebilir enerji politikaları, iklim değişikliği sorunu ve enerji yoksulluğu kabul edilebilir.

Mevcut enerji paradigmasında bir değişim yaşanmaması halinde 2030 yılına kadar küresel enerji talebinin % 87'sinden OECD üyesi olmayan ülkeler sorumlu olacaktır.

İklim değişikliği tehlike sınırında bir eğilim göstermektedir. 2017 yılına kadar CO₂ emisyonları başta olmak üzere diğer sera gazlarının emisyonunun kısıtlanması konusunda uluslararası bağlayıcılığı olan bir anlaşma oluşturulamaması halinde 2 °C'lik üst sıcaklık artış limiti aşılabacaktır.

Doğal gaz alanında, kaya gazının devreye girmesiyle küresel enerji stratejilerinde önemli paradigma değişimi olmaya başlamıştır. Kaya gazı öncesi ortalama 60-80 yıl arasında öngörülen doğal gaz rezervlerinin kullanım süresinin kaya gazıyla birlikte 160-200 yıl aralığına yükseleceği öngörülmektedir.

Günümüzde başta Afrika ve Güney Pasifik bölgesi olmak üzere dünyada 1,3 milyar insan elektriğe ulaşamamaktadır. Afrika'da yaşamakta olan 800 milyon insanın elektrik tüketimi New York şehrinin elektrik tüketimine eşittir.

Gerek iklim değişikliği sorunu ve gerekse enerji arz güvenliği açısından yenilenebilir enerji kaynakları stratejik öneme sahip kaynaklardır. Başta rüzgâr ve güneş enerjisi olmak üzere son 10 yıl için büyük bir gelişme göstermişlerdir. Orta vadede deneyim eğrisinin yükselmesi sonucu maliyetlerin düşmesiyle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranlarının artması beklenmektedir.

Bu çalışmanın amacı küresel enerji politikalarındaki değişimler ve bu değişimlerin rüzgar enerjisi ve fotovoltaik pazarları özelinde yenilenebilir enerji politikalarına etkilerinin açıklanarak enerji stratejileri açısından bir durum değerlendirmesinin yapılmasıdır.

Anahtar Sözcükler: Enerji politikası, enerji stratejileri, yenilenebilir enerji, rüzgar enerjisi, fotovoltaik

1. GİRİŞ

Mevcut enerji paradigmasında bir değişim yaşanmaması halinde 2030 yılına kadar küresel enerji talebinin % 87'sinden OECD üyesi olmayan ülkeler sorumlu olacaktır. Günümüzde enerji politikaları üzerinde etkili olan dinamiklerin başında gelişmekte olan ülkelerden gelen hızlı talep artışları, iklim değişikliği sorunu, kaya gazı teknolojisi, yenilenebilir enerji teknolojisi ve enerji yoksulluğu kavramları gelmektedir. Söz

konusu bu dinamikler gerek ülkelerin enerji politikalarının ve gerekse dış politikalarının belirlenmesi konusunda büyük önem arz etmektedir.

İklim değişikliği tehlike sınırında bir eğilim göstermektedir. 2017 yılına kadar CO₂ emisyonları başta olmak üzere diğer sera gazlarının emisyonunun kısıtlanması konusunda uluslararası bağlayıcılığı olan bir anlaşma oluşturulamaması halinde 2 °C'lik üst sıcaklık artış limiti aşılabacaktır. Bunun

sonucunda 2030'a kadar dünyadaki küresel sıcaklığın 3,5-4,5 °C'lık bir artış gösterebileceği öngörülmektedir. Ancak yaşanmakta olan finansal krizin gölgesinde iklim değişikliği sorunu ülkelerin gündeminden düşmektedir.

Doğal gaz alanında, kaya gazının devreye girmesiyle küresel enerji stratejilerinde önemli paradigma değişimi olmaya başlamıştır. Kaya gazı öncesi ortalama 60-80 yıl arasında öngörülen doğal gaz rezervlerinin kullanım süresinin kaya gazıyla birlikte 160-200 yıl aralığına yükseleceği öngörülmektedir. Bu gelişmeyle birlikte tıpkı 1960-1970 döneminde küresel olarak petrol bolluğunun yaşandığı gibi önümüzdeki dönemde de bir doğal gaz bolluğunun yaşanması olasıdır. Bu sebeple orta vadede doğal gazda talep ve arz üst seviyelerde olması beklenmektedir.

Günümüzde başta Afrika ve Güney Pasifik bölgesi olmak üzere dünyada 1,3 milyar insan elektriğe ulaşamamaktadır. Afrika'da yaşamakta olan 800 milyon insanın elektrik tüketimi New York şehrinin elektrik tüketimine eşittir. Diğer taraftan küresel GSYİH'nın sadece % 3'nün enerji altyapısına ayrılmasıyla 1,3 milyar insan elektriğe kavuşma imkânı bulunmaktadır.

Gerek iklim değişikliği sorunu ve gerekse enerji arz güvenliği açısından yenilenebilir enerji kaynakları stratejik öneme sahip kaynaklardır. Başta rüzgâr ve güneş enerjisi olmak üzere son 10 yıl için büyük bir gelişme göstermişlerdir. Orta vadede deneyim eğrisinin yükselmesi sonucu maliyetlerin düşmesiyle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranlarının artması beklenmektedir. Ancak yenilenebilir enerji yatırımlarında 2012 yılında önceki 8 yıla göre gerileme olmuştur. Bu durumu oluşturan temel neden Avrupa'daki finansal kriz olmuş ve 2012 yılında yenilenebilir enerji yatırımları 280 milyar doların altında

kalmıştır. Kısa dönemde yenilenebilir enerji teknolojilerinin önündeki bir diğer önemli engelde ABD'deki kaya gazı teknolojisinin gelişmesiyle atıl duruma gelmiş olan kömürün çok düşük fiyata Avrupa'ya ihraç edilmesidir.

2. GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERİN ENERJİ TALEPLERİ

1970'li yıllarda OECD ülkeleri küresel enerji tüketiminin 2/3'nü gerçekleştirirken günümüzde bu değer küresel enerji tüketiminin 1/3'ne doğru ilerlemektedir. Diğer taraftan başta Çin, Hindistan ve Ortadoğu ülkeleri olmak üzere OECD dışı ülkelerin enerji tüketimleri büyük bir hızla artmaktadır. Bu gelişmelerin ışığı altında küresel enerji tüketim ekseninin doğuya kaydığı söylenebilir. Son yıllarda Ortadoğu'daki petrolün %50'si batı ülkelerine %50'si doğu ülkelerine gönderilmektedir. Yakın gelecekte bu dağılımın %90 Asya ve %10 batı ülkeleri olarak değişeceği öngörülmektedir. Ancak bu durum sadece petrolün dağılım rotasını değiştirecek olup petrol fiyatlarında düşüş olması beklenmemektedir.

2030 yılına kadar küresel enerji talebinin % 87'sinden OECD üyesi olmayan ülkeler sorumlu olacaktır. Söz konusu ülkeler ekonomilerini Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Japonya ve Batı Avrupa ekonomilerinin düzeyine çıkarmak istedikleri için önümüzdeki 20 yıl süresince Asya ve Latin Amerika bölgesindeki enerji talebindeki artış devam edecektir. Ülkeler zenginleştikçe refah artışının yaşandığı ilk yıllarda otomobil sayısında büyük bir artış görülmektedir. 2011 yılı itibariyle ABD'de 1000 kişiye 700 otomobil düşmektedir, bu oran İngiltere için 500, Çin için 30 ve Hindistan içinde sadece 17'dir. Çin ve Hindistan'da zenginleştikçe otomobil sayısı artacaktır. Bu sebeple önümüzdeki yıllarda Çin ve Hindistan'ın petrol talebinde önemli

oranda artış beklenmektedir [1,2]. Diğer taraftan enerji talebindeki artışa bağlı olarak Çin enerji sektörünün 2035 yılına kadar ulusal elektrik sistemine ABD ve Japonya kurulu gücü büyüklüğünde bir kapasiteyi entegre etmesi beklenmektedir.

Orta vadede dünya petrol dengelerinde de önemli bir değişim yaşanması öngörülmektedir. Bugüne kadar ABD’de çok yüksek seviyede petrol ithal ettiği için petrol arz güvenliğindeki temel oyuncu konumundaydı. Önümüzdeki dönemde ABD’nin petrol ithalatında düşüş olması beklenmektedir. Bu durumun iki temel sebebi bulunmaktadır. Bunlardan ilki, ABD yönetimi otomobiller için verimliliği artırıcı yönde çok sıkı tedbirler uygulamaya başlamış olmaları ve diğeri ise ABD’nin yerli petrol üretiminde artış olmasıdır. Uluslararası Enerji Ajansı projeksiyonlarına göre önümüzdeki 5 yıllık dönemde Avrupa bölgesi petrol ithalatında ABD’yi geçecektir. Ayrıca bu dönemde Avrupa’yı Çin izleyecektir.

3. KAYA GAZI ALANINDAKİ GELİŞMELER

Günümüzde doğal gaz tüketimi hızla artarken konvansiyonel olmayan doğal gaz üretiminde çok önemli bir artış söz konusudur. Özellikle Kanada ve ABD’de büyük kaya gazı rezervleri bulunmaktadır ayrıca Avrupa’da da kaya gazı ile ilgili çalışmalar başlamış durumdadır. 2011 yılı itibariyle kaya gazından üretilmiş olan doğal gaz LNG’ye dönüştürülerek taşınmaya başlanmıştır. Kaya gazı sektörünün ABD’de son 10 yıldaki gelişimiyle birlikte yaklaşık 200.000 kişilik istihdam sağlanmıştır. Doğal gaz alanında, kaya gazının devreye girmesiyle küresel ölçekte doğal gaz üretiminde artış meydana gelmiştir. Kaya gazının devreye girmesinden önce ortalama 60-80 yıl arasında öngörülen doğal gaz rezervlerinin kullanım süresinin kaya gazıyla

birlikte 160-200 yıl aralığına yükseleceği öngörülmektedir.

Söz konusu kaya gazı rezervleri hidrolik çatlatma ve yatay sondaj metotlarıyla çıkarılmakta ve kullanıma sunulmaktadır. Ancak hidrolik çatlatma işlemi sırasında kullanılmakta olan kimyasallardan dolayı bazı çevresel riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu sebeple konvansiyonel olmayan gaz üretimine kısmen de olsa bazı Avrupa ülkelerinde muhalefet edilmektedir.

Günümüzde yapılan rezerv analizlerine göre ABD’nin dışında Çin, Arjantin, Polonya, Kanada, Avustralya, Fransa, Almanya ve Cezayir’de de kaya gazı potansiyeli bulunmaktadır. Fakat bugün ABD ve Kanada dışında kaya gazı üretimi neredeyse yok denebilir.

Bu durumun teknik olduğu kadar yasal ve yapısal nedenleri de var. Teknik olarak dünyada aktif olarak üretim yapan sondaj kulelerinin %60’ı ABD’de bulunmaktadır. Bu kulelerin %95’i yatay sondaj yapmaya ve dolayısıyla kaya odaklı üretime elverişliler. Kaya gazı ve petrolü üretiminde yoğun sondaj yapmak çok büyük bir faktör. Geçtiğimiz yıl dünyada açılan toplam yaklaşık 49 bin kuyunun (petrol ve gaz) 45 bini ABD’deydi.

Bugün Çin’de kaya gazı için açılan yaklaşık 10 kuyu var. Avrupa’da kaya gazı denince ilk akla gelen ülke olan Polonya’da kaya gazı için açılan kuyu sayısı 34, hidrolik çatlatma yapılan kuyu sayısı sadece 5. Almanya’da açılan kaya gazı kuyu sayısı 3, Britanya’da ise sadece 1’dir. Ayrıca Avrupa’da arazi mülkiyet ve kullanım yasalarının ABD’deki kadar esnek olmaması da kaya gazı yatırımlarının önündeki bir diğer engeldir.

Kaya gazı üretiminin gelişebilmesi için konuyla ilgili çok iyi tanımlanmış düzenlemelerin oluşturulması ve ilgili

şirketlerin bunlara sıkı bir şekilde uyması gerekmektedir. Bunların yapılması halinde kaya gazının altın çağı başlayabilir.

4. YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI

Yenilenebilir enerji yatırımlarında 2009-2010 döneminde %37 oranında ve 2010-2011 döneminde %17 oranında artış olmuştur. Ancak 2012 yılında yenilenebilir enerji yatırımlarında önceki yıla göre gerileme olmuştur. (Son 8 yıl içinde ilk kez yenilenebilir enerji yatırımlarında gerileme olmuştur) Bu durumu oluşturan temel neden Avrupa da ki finansal kriz olmuştur. 2011 yılındaki yenilenebilir enerji yatırım tutarı 280 milyar dolar olarak gerçekleşmiş olup 2012 yılındaki yatırım miktarı bu değerin altında kalmıştır.

Başta fotovoltaik güneş enerjisi (PV) sistemleri olmak üzere yenilenebilir enerji sistemlerinin yatırım maliyetlerinde önemli oranda düşüşler gerçekleşmiştir.. Bu düşüşlerle birlikte ölçek olarak özellikle PV ve rüzgar enerjisi sistemleri konvansiyonel enerji yatırımlarıyla rekabet edebilecek noktaya gelmiş durumdadırlar.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının fiyatları düşerken yenilenebilir enerji yatırımlarına olan politik destek de düşmüştür. 2012 yılında yenilenebilir enerji yatırımlarındaki gerilemenin en önemli nedeni politik destekteki düşüştür. Halen yenilenebilir enerji yatırımları karşısında politik bariyerler mevcuttur. Avrupa'da yenilenebilir enerji yatırımları için olan teşvik mekanizmalarının kesilmesi yenilenebilir enerji kaynakları önündeki en büyük bariyeri oluşturmuştur. AB'nin mevcut içinde bulunduğu finans krizi nedeniyle bankaların nakit akış dengesi ve proje finansmanı kaynaklarında kesintiler olmuştur. Bu sebeple yenilenebilir enerji projeleri için alternatif finansal araçların türetilmesi gündeme gelmiştir. Bunlar, emeklilik fonlarının yenilenebilir enerji

proje finansmanına aktarılması, yeşil tahvil, yeşil hisse senedi gibi finansal araçlardır.

Avrupa'daki borç krizi nedeniyle yenilenebilir enerji yatırımlarının bir bölümü gelişmekte olan ülkelere yönelmiş durumdadır. Gelişmekte olan ülkelerin bazıları Kyoto protokolüne uymak için, bazıları yeni iş yaratmak için ve bazıları da doğal gaz bağımlılığını azaltmak için yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelmiş durumdadır. Gelişmekte olan ülke ekonomileri bünyelerinde bazı riskleri de barındırmaktadır. Bunlar; finans kaynaklarının temini, yatırımcıların bu ülkelere bakış açısı, bu ülkelerde ki iletim/dağıtım hatlarındaki yatırım eksikliği, politik destek durumu ve stabil olmayan politik ortamdır.

2010 yılında gelişmekte olan ülkeler yenilenebilir enerji yatırımlarına 72 milyar dolar harcama yapmıştır, buna karşın aynı dönemde OECD ülkeleri de yenilenebilir enerji yatırımlarına 70 milyar dolar harcamıştır. Kritik soru gelişmekte olan ülkeler bu ölçekte yatırım harcaması yapmaya devam edip edemeyecekleridir.

4.1 Küresel Rüzgar Enerjisi Pazarındaki Gelişmeler

Son 15 yıllık verilere göre küresel rüzgar enerjisi sektörü yıllık ortalama %25 büyüme gösteren, %95'lik deneyim eğrisine sahip ve yıllık ortalama 40.000 MW'lık enerji santralini devreye aldığı bir sektör haline gelmiştir. 2012 yıl sonu itibariyle küresel ölçekte rüzgar kurulu gücü 282.000 MW'ta ulaşmıştır. 2018 yılına kadar bu değerin 536.000 MW'ta yükselmesi öngörülmektedir. Kurulu rüzgar gücünün yaklaşık %60'ı Çin, ABD ve Almanya'da bulunmaktadır. Rüzgar enerjisi sistemlerinde ticari olarak kullanılan en büyük nominal güce sahip türbinler 7,5 MW'tır. Önümüzdeki dönemlerde bu değerin 10 MW'ın üzerine çıkması hedeflenmektedir.

Rüzgar enerji pazarı için temel olarak iki belirsizlik söz konusudur. Bunlar; Avrupa'da ki finansal kriz ve politik belirsizliktir. Bu belirsizliklerin kısmen tolere edilebilmesi için rüzgar enerjisi sektöründe uygulanabilecek iki alternatif bulunmaktadır. Bunlar; Doğu Avrupa'daki gelişen rüzgar enerji pazarları ve repowering uygulamalarıdır [3].

Avrupa'daki borç krizi nedeniyle rüzgar enerji santral (RES) yatırımlarının olumsuz etkilendiği ülkeler İspanya, Portekiz, Yunanistan ve kısmen İtalya olmuş durumundadır. Doğu Avrupa'da ki bazı ülkelerde (özellikle Romanya, Polonya) eski kömür santrallerinin yenilenmesi gündemdedir ve bu dönüşümün bir bölümü RES'ler ile yapılmaktadır. Ayrıca Kuzey Avrupa ülkelerinden (özellikle İsveç, Finlandiya) gelen talepte de artış bulunmaktadır. Repowering projelerinde de Almanya ve Danimarka'da ki uygulamalar dikkat çekmektedir. Yaklaşık Avrupa'da ki repowering pazarının kapasitesi 30-35 GW arasındadır ki bunun piyasa değeri 30 milyar Euro civarındadır.

Ayrıca karasal alanlarda (onshore) repowering çalışmalarının yanı sıra denizlerde de derin offshore teknolojilerinin geliştirilmesi konusunda çalışmalar sürmektedir. Offshore RES yatırım maliyetleri onshore RES'lere göre yaklaşık 2 kat daha yüksektir. Ancak Offshore RES'lerin emre amadelik oranlarının ve üretilen enerji miktarının onshore RES'lere göre yüksek olduğu için yatırım maliyetlerindeki söz konusu farkın bir bölümü işletme döneminde tolere edilebilmesi mümkün olmaktadır. Fukushima nükleer kazasından sonra offshore RES'lerle ilgili planlar ve projeler tekrar gözden geçirilmeye başlanmıştır. Offshore RES'lerle ilgilenen ülkeler içine Danimarka ve İngiltere ile birlikte Japonya ve Çin'de katılmıştır. Japonya Fukushima

nükleer santral kazası sonrasında nükleer enerjiden çıkış yolları araştırmaya başlamıştır. Alternatif çözümler arasında fotovoltaik (PV) güneş enerjisi sistemleri ve RES'ler ön plana çıkmaktadır. Ancak PV sistemler için çok geniş arazi tahsisi gerektiği için ve PV sistemler Japonya için uygun bir çözüm olmamaktadır. Bu sebeple Japonya offshore RES yatırımlarının üzerinde durmaktadır. Çin'in onshore RES yatırımları ülkenin kuzeyinde bulunmaktadır. Ancak Çin'in büyük şehirleri ve yerleşim alanları ülkenin güney ve doğu bölgelerinde yer almaktadır. Bu sebeple Çin, Doğu Çin denizindeki offshore kapasitesini artırmak istemektedir.

4.2 Küresel Fotovoltaik (PV) Pazarındaki Gelişmeler

Dünya'da güneş enerjisi üretiminde 2 temel sistem kullanılmaktadır. Bunlardan ilki küresel ölçekteki kurulu güneş enerjisi santrallerinin %99'unu oluşturan yarı iletken teknolojiye dayalı PV sistemlerdir. Diğer yöntemse termal teknolojiye dayalı güneş enerjisi sistemleridir.

Güneş enerjisi kullanımında lider olan ülke Almanya'dır. Sadece 2012 yılında Almanya'da 7,5 GW güneş enerjisi sistemi elektrik şebekesine bağlanmıştır. Almanya'yı Çin, İtalya ve ABD takip etmektedir. Bu ülkeler PV pazarının %80'ni oluşturmaktadır. 2013 yılı sonunda PV kurulu gücünde Çin'in Almanya'yı geçmesi beklenmektedir. Güney Afrika, Suudi Arabistan, Meksika ve İsrail'deki güneş enerjisi yatırımlarıyla gelişmekte olan ülkelerinde gelecekte güneş enerji pazarındaki paylarının artacağı öngörülmektedir.

PV modül üretiminde Çin %45, Tayvan %16 ve Japonya %11'lik paylara sahiptirler. Tüm Avrupa ülkelerinde ki PV modül üretiminin payı %10, ABD'de %4'tür. 2012 yılında küresel PV modül üretim kapasitesinin

yaklaşık %50'si kullanılabilmiş durumdadır. PV modül üretiminde oluşan büyük stok fazlası sektörün önemli problemlerinden bir tanesini oluşturmaktadır.

PV sektöründeki modül üretim faaliyetlerinin ağırlık merkezi batıdan doğuya doğru kayarken, PV kurulumlarındaki ağırlık merkezi Avrupa olmaya devam etmektedir. 2011 yılında İtalya'da 9000 MW ve 2012 yılında 3500 MW, Almanya'da 2011 ve 2012 yıllarında 7500'er MW düzeyinde PV kurulumu yapıldığı görülmektedir. Ayrıca 2011 yılında 2000 MW PV kurulumu yapmış olan Fransa'da bu değer 2012 yılında 1000 MW olarak gerçekleşmiş durumdadır. Küresel ölçekteki toplam 100.000 MW'lık PV sisteminin küresel enerji talebini karşılama oranı %0,5 düzeyindedir. Almanya'da bu oran %5,6, İtalya'da %5,7 civarındadır.

2012 yılında küresel ölçekte toplam 30.000 MW PV kurulumu gerçekleşmiş ancak bu kurulum miktarında mevcut stokların erimesine çok fazla katkı yapmamış durumdadır. PV pazarında dünya'da büyük bir türbülans yaşanmaktadır. Bu türbülansın en önemli nedeni, PV sistemlerinin arz miktarının talebin çok üzerine çıkmış olması ve Uzak doğu şirketlerinin yüksek miktarlarda fiyat kırmalarıdır. Uzak doğu şirketlerinin fiyat kırmaları batılı şirketleri rekabet edemez hale düşürmüş durumdadır. Mevcut kapasite fazlasının 2018 yılına kadar devam edebileceğine dair sektör öngörülleri mevcuttur. 2013-2020 döneminde PV sektörünün yeniden yapılmaya gideceği yönünde beklentiler mevcuttur. Bu yapılanmanın içerisinde belli şirketlerin sektörden çekilmesi ve belli şirketlerinde kendi aralarında konsolidasyona gitmeleri beklenmektedir.

Güneş enerji sektöründeki bir diğer önemli gelişmede, Suudi Arabistan'ın yenilenebilir enerji gücünü 2030 yılına dek 54.000 MW'ta

çıkarma planıdır. Suudiler bu konuyla ilgili ilk adımı 100 MW rüzgar ve 600 MW'lık güneş enerjisi tesislerinin devreye alınmasıyla atacaklar. Suudi Arabistan'ın yeni enerji stratejisinin merkezinde ulusal enerji talebinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması ve sahip oldukları fosil enerji kaynaklarının tamamının enerji ihracatına yönlendirilmesi yer almaktadır.

5. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Dünyamızda atmosfer olaylarına bağlı oluşan doğal afetlerin toplam doğal afetler içindeki oranı yaklaşık % 84'tür. Günümüzde yaşanan fırtınalar, tayfunlar ve kasırgalar eskiden de yaşanmaktaydı ancak günümüzdeki kadar sık ve şiddetli değildi. Bu doğal afetlerin mali boyutları ilk olarak sigorta şirketleri tarafından ortaya konulmuştur. Özellikle Stern raporundan sonra iklim değişikliğinin maliyetinin GSYİH içinde önemli paylara ulaştığı ve bununla mücadele etmek için devlet bütçelerinden pay ayrılması gerektiği konusunda görüş oluşmuştur. 2010 yılında küresel karbondioksit (CO₂) emisyonu 390 ppm'e ulaşmıştır. Bu rakam küresel yıllık sıcaklık artışının 1,9 °C yükseldiği anlamına gelmektedir. Önlem alınmadığı takdirde mevcut enerji üretim/kullanım eğilimleriyle önümüzdeki dönemde küresel sıcaklığın 4,5 °C kadar artması olası gözükmemektedir. Akdeniz ve Güneydoğu Avrupa'nın ada devletleriyle birlikte iklim değişikliğinden en çok etkilenen yerler olacağı öngörülmektedir [4].

Hızlı iklim değişikliği sorununun temelinde yer alan CO₂ emisyonunu yaratan kaynakların oransal dağılımları % 44 enerji üretim teknolojileri ve % 22 oranında ulaşım teknolojileridir [5]. Bu bakış açısıyla iklim değişikliği sorununun oluşumunun % 66'lık bölümünde kullanmakta olduğumuz mevcut fosil enerji kaynaklarına dayalı enerji

paradigmasının bulunduğu kabul edilebilir [6,7].

21. Yüzyılda küresel ölçekte başta iklim değişikliği konusunda uluslararası farkındalık yaratılmış ve buna bağlı olarak uluslararası ölçekte çok taraflı çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olduğu belirtilen fosil enerji teknolojileri başta olmak üzere, günümüzde kullanılan enerji teknolojilerinin yerini yeni enerji teknolojilerinin alması gerektiği yönündeki politik ve teknik düzeydeki tartışmalar kısmen de olsa ekonomik sonuçlar oluşturma aşamasına gelmiş durumdadır. Ancak iklim değişikliği alanında belirlenmiş olan hedefler ulaşılamamış ve Kyoto Protokolü pek başarılı olamamıştır. Ayrıca günümüzde uluslararası ölçekte net bir aksiyon planı da bulunmamaktadır.

Mevcut enerji politikalarında değişiklik olmaması halinde mevcut eğilim küresel uzun dönemde sıcaklığın 6 °C artmasına sebep olacak bir noktadır. Mevcut iklim rejiminin korunabilmesi için maksimum küresel sıcaklık artışının 2 °C olması gerekmektedir. Bu konuyla ilgili uluslararası kamuoyunda ortak görüş ve fikir birliğine ulaşılmıştır. Ancak şuan için uluslararası anlamda bağlayıcılığı olan bir karar yoktur. Bu konuda bağlayıcılığı olan bir karar olmazsa mevcut ve yeni yapılacak enerji yatırımlarına müdahale şansı kalmayacaktır. Çevresel faktörler dikkate alınmadan bugün yapılan enerji yatırımları 2030 kadar oluşacak CO₂ emisyonlarının % 80'ni oluşturmaktadır çünkü enerji yatırımlarının ortalama ekonomik ömrü 20-30 yıl arasındadır. Eğer 2017 yılına kadar CO₂ emisyonları ve iklim değişikliği konusunda uluslararası bağlayıcılığı olan bir karar alınamaması halinde 2 °C'lik sınır aşılacaktır [2,3].

İklim değişikliği konusunda uluslararası bağlayıcılığı olan bir kararın alınamamasındaki temel neden gelişmiş ülkelerle gelişmekte olan ülkeler arasında ortak görüş birliğine varılamamasıdır. Gelişmekte olan ülkelerin konuyla ilgili olarak gelişmiş ülkelere karşı oluşturdıkları temel argüman mevcut CO₂ emisyonun birikim nedeninin bugünün gelişmiş ülkeleri olduğu ve söz konusu ülkelerin mevcut ekonomik güçlerine ulaşma yolunda günümüzde karşı karşıya kaldığımız CO₂ emisyonu sorununu yarattıklarıdır. Ayrıca gelişmekte olan ülkeler iklim değişikliği konusunda bağlayıcılığı olan uluslararası bir anlaşmanın kendi ekonomik gelişimlerine engel oluşturabileceği yönünde çok ciddi endişeler taşımaktadırlar. Başta AB ülkeleri olmak üzere gelişmiş ülkelerde iklim değişikliği sorunun tüm dünyanın problemi olduğu ve sürdürülebilir kalkınma modelleriyle de ekonomik gelişmenin sağlanabileceği konusunda gelişmekte olan ülkeleri ikna etmeye ve uluslararası bir uzlaşma oluşturmaya çalışmaktadırlar.

6. ENERJİ YOKSULLUĞU

Dünya Bankasının verilerine göre, dünyada günümüzde yaklaşık 2 milyar insan mutlak sefalet içinde yaşamaktadır. Günümüzde Asya kıtasında yaklaşık 900 milyon insanın günlük geliri 1,25 doların altında bulunmaktadır. Dünyada yaklaşık olarak 1 milyar insan açlık çekmekte olup bu insanların 300 milyonu Sahra-Altı Afrika'da ve 650 milyonu da Asya-Pasifik bölgesinde yaşamaktadır.

20. yüzyılın sonunda dünyanın en zengin % 20 nüfusuyla, en fakir % 20'nin arasındaki gelir ve refah farkı 1/59 olarak hesaplanmıştır. Bu oran 1980'de 1/45, 1970'de 1/32 ve 1960'da ise 1/30'du. Günümüzde zengin ve fakir bölgeler arasındaki gelir farkı giderek artmaktadır [8].

Dünyada yaklaşık 1,3 milyar insan elektriğe ulaşamamaktadır. Bu kişiler enerji yoksulluğu içinde yaşamaktadırlar. Afrika'da yaşamakta olan 800 milyon insanın elektrik tüketimi sadece New York şehrinin elektrik tüketime eşittir. Küresel GSYİH'nın sadece % 3'nün enerji altyapısına ayrılmasıyla 1,3 milyar insan elektriğe kavuşma imkânı bulunmaktadır.[1].

Büyük enerji tüketimlerinin olmadığı enerji yoksulluğunun yaşandığı bölgelerin kısa sürede enerjiye erişimi, yatırım süresi konvansiyonel enerji teknolojilerine göre kısa olan rüzgar ve güneş enerji sistemleriyle sağlanabilir. Kesikli enerji üretim teknolojileri olan rüzgar ve güneş enerjisi santralleri bu bölgelerde yüksek ve sürekli enerji talebi olmaması nedeniyle ana güç santrali desteği olmaksızın gerek elektrik şebekesi haricinde lokal olarak ve gerekse elektrik şebekesi dahilinde kolaylıkla kullanılabilir. Ayrıca rüzgar ve güneş enerji sistemlerinin kullanılabilmesi için geniş elektrik şebekesi yatırımlarına ihtiyaç duyulmaması toplam yatırım maliyetlerini düşürücü bir faktör olmaktadır. Söz konusu enerji yoksulluğunun yaşandığı ülkelerde rüzgar ve güneş enerji yatırımları konusunda sağlanacak gerçek anlamdaki finansal ve teknolojik desteklerle enerji yoksulluğu kısmen de olsa ortadan kaldırılabilir [10].

7. SONUÇ

1990-2010 arasında dünyada ki birincil enerji talebi %45 artmıştır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) projeksiyonlarına göre 2010-2030 yılları arasında küresel enerji talebinde %30 oranında artış öngörülmektedir. Enerji talebinde günümüzdeki artış eğiliminin devam etmesi halinde 2035 yılına kadar enerji yatırımları için gerekli olan tutarın 38 trilyon \$ olması beklenmektedir. Bu yatırımların yaklaşık yarısı elektrik üretimi diğer yarısınıysa petrol ve doğal gaz yatırımları

oluşturmaktadır. Mevcut enerji talebiyle ilgili eğilimler dikkate alındığında toplam yatırım tutarının % 65'lik bölümüne OECD dışı ülkelerin ihtiyaç duyacağı öngörülmektedir ki bu tutarda yaklaşık 25 trilyon \$ civarındadır. Bu noktada sürdürülebilirlikle ilgili en önemli soru bu yatırımların OECD dışı ülkeler tarafından mevcut ekonomik dinamikler altında nasıl finanse edilebileceğidir.

Dünya'da enerji dengelerinin değişmesinin 3 temel sebebi bulunmaktadır. Bunlardan ilki ABD, Kanada ve Avustralya gibi ülkelerin petrol ve doğal gaz üretiminde büyük miktarda artış olması bir diğer neden Fukushima nükleer kazası sonrası Avrupa'da ki nükleer enerji politikalarının değişmesi. Politika değişikliği sonrası Avrupa ülkelerinin nükleer enerji üretimindeki paylarının düşmesi ve diğer kaynakların payının artması beklenmektedir. Üçüncü neden ise, enerji verimliliği alanındaki uygulamaların hayata geçiyor/gececek olmasıdır. Yaşanan bu değişiklikler ülkelerin ekonomik ve rekabet gücünü etkilemiş durumdadır.

Diğer taraftan başta ABD ve Avrupa ülkelerinin gündeminin ana maddelerinden olan iklim değişikliği konusu yavaş yavaş gündemin üst sıralarından alt sıralarına doğru kaymaktadır. 1990'ların başında itibaren enerji tüketime dayalı CO₂ emisyonunu azaltmak amaçlı pek çok uluslararası zirve düzenlenmiştir. Ayrıca 2030 yılına kadar CO₂ emisyonundaki azalmayı sağlamak, enerji verimliliği ve enerji teknolojilerini geliştirmek için küresel GSYİH'dan % 1,5-2 arasında bir pay ayrılması gerektiği öngörülmektedir. Ancak bu konuyla ilgili gerekli politik destek sağlanamadığı için söz konusu zirveler başarısız olmuştur. İklim değişikliği ile mücadele amaçlı gerçekleştirilmiş bu uluslararası zirvelerde sanayileşmiş ve hızlı sanayileşen devletler hayat standartlarında

bir dönüşüme sıcak bakmadıkları için gerekli politik desteği sağlamamışlardır. 2013 yılı sonrası küresel ölçekte enerji tüketimine dayalı CO₂ emisyonlarının azaltımına yönelik sonuç odaklı uluslararası bir hareket planı bulunmamaktadır. 2017 yılına kadar iklim değişikliği ile mücadele konusunda uluslararası bağlayıcılığı olan bir anlaşma oluşturulamaması halinde küresel sıcaklık artışı konusunda 2 °C olarak kabul edilen üst sınırın aşılabacaktır.

2012 yılı, son 800 bin yıl boyunca atmosferdeki karbondioksit miktarının en üst seviyeye ulaştığı yıl olmuştur. Ayrıca 2001-2010 yılları arasında da hava sıcaklığı rekorları kırılmıştır. Günümüzde küresel iklim değişikliği konusunda küresel sıcaklığı 2 °C ile sınırlama fırsatı nereyse tamamen yitirilmiş durumdadır. CO₂ emisyonları ve iklim değişikliği ile ilgili tüm sorunların kaynağında sanayi devrimiyle birlikte başlayan süreç yer almaktadır. Bu sanayileşme süreci de beraberinde şehirleşmeyi getirmiştir ve 2009 yılı itibariyle dünya nüfusunun %50'den fazlası şehirlerde yaşamaya başlamıştır. 2070 yılına kadar da dünya nüfusunun %70'nin şehirlerde yaşayacağı öngörülmektedir. Dünya'da nüfusu 10 milyonu geçen mega şehirlerden 1975 yılında sadece 3 tane varken, 2025 yılında bu sayının 27'ye ulaşması beklenmektedir. 2050 yılında dünya nüfusunun 9,3 milyara ulaşması beklenmektedir. Bu sebeple şehirlerde sürdürülebilirliği sağlayabilmek için gelecekte şehirler için çok büyük alt yapı yatırımlarının ve düzenlemelerinin yapılması gerekmektedir.

2012 yılı AB'nin enerji ithalat faturası 200 milyar Euro'luk artışla, 500 milyar Euro düzeyine ulaşmıştır. Bu miktar borç krizine karşı oluşturulmuş olan AB istikrar fonunun 1/3'ne karşılık gelmektedir ki bu büyüklükteki enerji ithalat değeri AB için büyük risk ve kırılganlıklar oluşturmaktadır.

Enerji alanında dışa bağımlılığı çok yüksek olan AB açısından son dönemin önemli enerji kaynakları arasında kabul edilen kaya gazı önemli bir seçenek oluşturmakla birlikte kurtarıcı kimliğine sahip değildir. Bunun temel sebebi Avrupa'da ki kaya gazı üretim maliyetlerinin Kuzey Amerika'ya göre daha yüksek olmasıdır. Buna bağlı olarak AB'nin içinde bulunduğu borç krizi de dikkate alındığında, kaya gazına dayalı enerji üretimi yapılması halinde nihai tüketicinin enerji maliyetlerinin artacak olması Avrupa'da ki kaya gazı üretiminin önündeki en önemli engellerden bir tanesidir. Ancak AB ülkelerinin maliyet temelli engellere rağmen enerji de dışa bağımlılıklarını azaltabilmek için kaya gazı seçeneğini gündemlerinin üst sıralarında tutmaya devam etmeleri beklenmektedir.

Diğer taraftan Günümüzde Avrupa'da ki ülkelerin sahip olmuş olduğu doğal gaz kontratlarının 2/3'ü 2025 yılına kadar bitecektir. Böylece Avrupa ülkelerinin doğal gaz kontratlarını tekrar müzakere etme ve daha uygun fiyatlarla kontrat yapma imkanları olacaktır. Avrupa ülkelerinin mevcut kullanmakta olduğu kontratların yapıldığı dönem doğal gaz piyasalarında satıcı ülkelerin elinin güçlü olduğu bir dönemdi yakın gelecekte doğal gaz piyasalarında yeni alternatiflerle alıcı ülkelerin daha güçlü olabileceği bir döneme girilebilir.

ABD'deki kaya gazı üretimi öncesinde ABD ve Avrupa'daki doğal gaz fiyatları yaklaşık aynı seviyedeydi. ABD'de kaya gazının yaygınlaşmasıyla AB'deki doğal gaz fiyatları ABD'ye göre yaklaşık 5 kat yüksek kalmış durumdadır. Ayrıca günümüzde Japonya'da ki doğal gaz fiyatları da ABD'deki fiyatlardan 8 kat daha yüksek durumdadır. Bu durum AB'nin rekabet gücü önündeki en önemli engellerden bir tanesidir. Özellikle Petro-kimya, demir-çelik, çimento, alüminyum üreticilerinin Avrupa'daki tesisleri kapatarak ABD'ye

yönelme ihtimali oldukça yüksektir. Bu sektörler Avrupa'da yaklaşık 4 milyonluk istihdam sağlamaktadır. Bu sektörlerin üretim tesislerini ABD'ye kaydırması halinde Avrupa'da ki işsizlik oranlarında önemli oranda artış olması öngörülmektedir.

Kaya gazı üretimi ABD'de doğalgaz fiyatlarının 2008'den bu yana neredeyse yarı yarıya düşürmüştür. ABD'de 2010-2011 yıllarından itibaren başlayarak kaya gazı ve petrol üretimindeki hızlı artış yaşanmıştır. 2000 yılında sadece 9 milyar m³ olan ve toplam üretimin %1,6'na karşılık gelen kaya gazı üretimi, 2012 yılında toplam üretimin %34'üne yükselerek 230 milyar m³'e ulaşır. Bu rakamlar, dünyanın en önemli enerji ithalatçılarından biri olan ABD'nin, "kendi kendine yetebilen" bir ülke olma yolunda ilerlediğinin en önemli göstergelerinden birisidir [10,11].

Bu dönemde düşük enerji fiyatları ABD vatandaşları ve sanayisi için hayati önem taşır hale gelmiş durumdadır. Düşük enerji fiyatları tüketicilerin yüksek sigorta primi yükünü az da olsa dengelemelerine yardımcı olmaktadır. ABD Enerji Bilgi İdaresinin (EIA) verilerine göre, hane halkı gelirlerinden enerji faturalarına harcanan miktarın oranı, 2012 yılında %2,7'ye, yani son 10 yılın en düşük seviyesine gerilemiştir. Bu sebeple ABD ucuz kaya gazı ile elde etmiş olduğu ucuz enerji opsiyonunu sürdürmek için ülkesindeki kaya gazı rezervlerini ülke dışına satmak için ülke içinde enerji üretiminde ve sanayide kullanmayı tercih edebilir.

ABD kendi doğal gaz/petrol ihtiyacını karşıladıkça, Ortadoğu'ya olan enerji bağımlılığı azalacaktır. Bu noktadaki asıl soru; "ABD Ortadoğu'da enerji güvenliğini kendi için değil de neden Çin için sağlasın?" Bu sebeple ABD'nin Ortadoğu'dan askeri gücünü çekmeye devam etmesi ve askeri gücünü başta Malakka Boğazı olmak üzere

Asya-pasifik bölgesine kaydırması öngörülmektedir. Malakka boğazı; Çin ve Japonya'ya gerçekleştirilen doğal gaz ve petrolün düğüm noktasını oluşturmaktadır. Ve ABD'nin 7. filosunun Malakka Boğazındaki etkinliği gün geçtikçe artmaktadır bu durumda bölgeyi çatışma potansiyeli yüksek bir yer haline getirmektedir.

2012'de dünyada kömür tüketimini en fazla artıran ülkeler arasında ilk sırada Çin ve ikinci sırada Avrupa ülkeleri bulunmaktadır. ABD'de kaya gazı üretimi yaygınlaşmadan önce, kömürün ABD'de ki enerji üretimindeki payı %50 civarındaydı. Kaya gazı sonrasında ABD'de kömür fiyatları doğal gaz fiyatlarının üzerinde kalmaya başladı ve doğal gazın ABD enerji karışımındaki oranı artmaya başlamıştır. Böylece ABD enerji karışımı içinde %50 olan kömür payı %35'e düşmüştür. Bu değişim sonucunda da ABD kullanmadığı kömürü Avrupa'ya ihraç etmeye başlamıştır. ABD kaynaklı kömür ihracatı sonucu oluşan kömür bolluğuyla Avrupa'daki kömür fiyatları büyük oranda düşmüştür. Ekonomik krizin etkilerinin devam etmekte olduğu Avrupa, pahalı Rus doğal gazı ve gözden düşen nükleer enerji alternatifi yerine ucuz ABD kömürüne yönelmiş durumdadır. Ancak bu strateji değişimi Avrupa'da karbon emisyonun artmasına sebebiyet vermiştir. Diğer taraftan ABD'nin kömürden doğal gaza dönüşü de ABD'nin karbon emisyon düzeyini aşağıya çekmiştir.

2012'de toplam temiz enerji yatırımlarında önceki yıla göre sadece Çin, Avustralya ve Meksika'da artış olmuştur. Önümüzdeki dönemde yenilenebilir enerji ve doğal gaz sektörlerinin özellikle ABD, Japonya ve Avrupa'da büyüme göstermesi beklenmektedir. Ayrıca Endonezya, Yeni Zelanda, Kenya, Filipinler, Meksika, Etiyopya, Türkiye, Latin Amerika'da

yenilenebilir enerji sektörünün gelişme göstereceği ülkeler arasında yer almaktadır.

Fotovoltaik (PV) sistemlerde yatırım maliyetleri %20-40 aralığında düşüş göstermiştir. Bu durumdaki en önemli etken Çin’de PV sistem üretiminde oluşan arz fazlasıdır. Çin PV sektöründe yaşamış olduğu arz fazlası sorununu Batı Avrupa ve Kuzey Amerika pazarlarına entegre olarak aşamayı planlamaktadır. Ancak bu durum karşısında AB ve ABD’deki ulusal ve uluslararası alandaki ticari düzenlemeler Çin için aşması gereken önemli duvarlar olacaktır. PV pazarındaki arz-talep arasındaki yüksek oranlı sapmalardan dolayı bazı Avrupalı ve Çinli PV üreticileri sektör dışında kalmıştır. Bunun sonucunda yakın gelecekte küresel PV pazarında şirket konsolidasyonların olması beklenmektedir.

Rüzgar enerji pazarında Avrupa’nın yaşamış olduğu borç krizi nedeniyle İtalya, İspanya ve Portekiz pazarlarındaki yavaşlamanın Doğu Avrupa’nın yükselen piyasaları olmaya aday olan Romanya, Polonya’daki yeni yatırımlarla kısmen frenlenmesi konusunda stratejiler geliştirilmektedir. Ayrıca özellikle Almanya’daki repowering uygulamaları da rüzgar enerjisi pazarı için büyük önem taşımaktadır.

Günümüzde enerji tüketim miktarı ülkeler için bir refah göstergesi haline gelmiş durumdadır. Elektrik tüketim değerleri her geçen yıl OECD ve BRIC ülkelerinde artarken dünyamızda 1,3 milyar insan enerji yoksulluğu ile yüz yüzedir. Söz konusu insanların elektrik erişimine imkânları bulunmamaktadır. Evrensel bir sorun haline gelmiş olan enerji yoksulluğu sorunu küresel GSYİH’nın sadece % 3’nün bölgesel potansiyeller dâhilinde öncelikle rüzgar ve güneş enerji sistemleri olmak üzere enerji yatırımlarına ayrılmasıyla enerji yoksulluğu sorununda çözüme ulaşabilir [12].

2012 yılında fosil yakıtlara 523 milyar dolar teşvik sağlanırken, yenilenebilir enerji kaynaklarına 88 milyar dolar teşvik sağlanmıştır. Fosil enerji kaynaklarına uygulanan yüksek orandaki teşviklerin düşürülmesiyle fosil enerji kaynaklarına dayalı yatırımların gerçek maliyetleri ortaya çıkabilecektir böylece yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil enerji teknolojileriyle rekabet edebileceği ve daha hızlı gelişim gösterebileceği bir ortam oluşabilir.

8. KAYNAKLAR

- [1] Birol,F., “Dünyanın Enerji Görünümü Özet Sunumu”, 8.Enerji Sempozyumu, 2011, İstanbul.
- [2] International Energy Agency (IEA), “World Energy Outlook”, 2011.
- [3] Sevim, C. “Rüzgâr Enerji Sektöründeki Tekno-Ekonomik Gelişmeler ve Türkiye Rüzgar Enerjisi Sektörü İçin Yol Haritası” Türkiye 12. Enerji Kongresi 2012, Ankara, Türkiye
- [4] İnce, S., EKO IQ, Ekim 2010, Sayı 5.
- [5] Sevim, C., Varlıklı, C. “İklim Değişikliği ve Rüzgar Enerjisi”, Türkiye 11. Enerji Kongresi ve Sergisi, 2009, İzmir.
- [6] Sevim, C, “Rapid Climate Change Problem and Wind Energy Investments for Turkey”, Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research, Volume (issue) 25(2):59-67 pp., 2010.
- [7] Sevim, C., “Hızlı İklim Değişikliği ve Etkileri”, Tesisat Dergisi, sayı 137, s.76-80, 2007.
- [8] Girgin, K., ve Bilen, I., “21. Yüzyıl Perspektifinde Dünya Siyaseti ve Sorunları”, Yeni Yüzyıl Yayınları, 2011, İstanbul.

[9] Sevim, C. “Küresel Enerji Politikaları ve Yeni Enerji Düzeni” Türkiye 12. Enerji Kongresi 2012, Ankara, Türkiye

[10] International Energy Agency (IEA), “World Energy Outlook”, 2012.

[11]Sevim, C., “Strategic Trends and Barriers for Future Energy Policy”, Energy Sources Part B: Economics, Planning, and Policy,
DOI:10.1080/15567249.2013.766284

[12] Sevim, C., “Küresel Enerji Stratejileri ve Jeopolitik-Gözden Geçirilmiş 2. Baskı”, Seçkin Yayınları, 2013, Ankara