

ENERJİ KULLANIMININ ÇEVRESEL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ¹

Investigation of Energy Use of Environmental Impact

Prof. Dr. Orhan ÇOBAN

Selçuk Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, Konya, ocoban@selcuk.edu.tr

Yrd. Doç. Dr. Nazan ŞAHBAZ KILINÇ

Kırıkkale Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, nazan_sahbaz@hotmail.com

ÖZET

Enerji, günümüzde bütün sektörlerin en temel girdilerinden birisidir. Sanayi devrimleri ile birlikte üretimde kas gücünün yerini makine gücü almış ve bu süreç enerjiye olan bağımlılığı artırmıştır. 1973-1974 yıllarında yaşanan petrol krizinden sonra enerji arz güvenliğine yönelik kaygılar artmıştır. Diğer taraftan fosil yakıtların rezervlerinin sınırlı olması ve çevre bilincinin artmasına bağlı olarak yenilenebilir enerji kaynakları daha da önemli hale gelmiştir. 1930'lu yıllarda yaşanan Keynesyen devrim ile uygulamaya konulan politikalar tüketimi toplumsal refahın bir göstergesi olarak dikte ettirmektedir. Günümüzde hemen hemen bütün ülkeler tüketim toplumu olma yönünde bir yarış içindedirler. Şüphesiz daha fazla tüketim daha fazla üretim, daha fazla üretim daha fazla enerji kullanımı ve daha fazla enerji kullanımı ise daha fazla karbon emisyonu anlamına gelmektedir. Nihai olarak, bu süreç çevre kirliliğine neden olmaktadır. Geline nokta karbon emisyonlarının çevreye verdiği zararlar önemli boyutlara ulaşmıştır. Karbon emisyonlarının büyük bir bölümü enerji sektöründe fosil kaynakların kullanımından kaynaklanmaktadır ve enerji tüketimi arttıkça karbon emisyonları da artmaktadır.

Bu çalışmada 1990-2013 dönemi verileri dikkate alınarak Türkiye'deki sera gazı emisyonları ve özellikle enerjiden kaynaklı emisyonların nedenleri ve çevreye olan etkileri incelenmektedir. Sonuç olarak, Türkiye özellikle hidrolik enerji, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi ve jeotermal enerji alanlarında önemli ölçüde potansiyele sahiptir. Enerji kullanımının çevreye verdiği zararların azaltılması için yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin ve verimli bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji kullanımı, karbon emisyonu ve çevre

¹ Bu çalışma 01-04 Mayıs 2014 tarihinde Doğu Akdeniz Üniversitesi tarafından düzenlenen "Ekoloji Sempozyumuna" gönderilen bildirinin güncellenmiş halidir.

ABSTRACT

Today, energy is one of the most basic inputs of all sectors. After the industrial revolutions, engine power has taken the place of muscle strength in the production and this process increased dependence on energy. In 1973-1974, after the oil crisis, concerns about energy supply security has increased. On the other hand, renewable energy sources has become even more important due to the limited reserves of fossil fuels and increasing environmental awareness. The policies implemented by Keynesian revolution which was experienced in the 1930s, is dictating consumption as an indicator of social welfare. Nowadays, almost all countries are in a race to become a consumer society. Surely more consumption is more production, more production is more energy use and the use of more energy means more carbon emissions. Ultimately, this process leads to environmental pollution. At this point the damage of carbon emissions into the environment has reached a significant size. A large part of carbon emissions derive from the use of fossil fuels in the energy sector and energy consumption increases carbon emissions are also increasing.

In this study, data for the period 1990-2013 greenhouse gas emissions in Turkey and especially the causes of emissions from the energy and economic aspects of environmental impact are analyzed. As a result, Turkey in particular has the potential areas hydraulic energy, wind energy, solar energy and geothermal energy. Reducing the environmental damage caused by energy use, renewable energy sources have to be used effectively and efficiently.

Keywords: *Energy use, carbon emissions and the environment*

1. GİRİŞ

Enerji, sanayi sektörünün en önemli ve en temel girdilerinden biri olma niteliğini taşımaktadır. Özellikle gelişmekte olan ekonomilerde enerjinin kullanım alanlarında her geçen gün artış görülmektedir. Ülkelerin büyüme ve kalkınmaları için sanayileşmeleri en önemli koşuldur. Sanayi devrimi ile birlikte insan gücünün yerini makineler almıştır. Makinelerin çalışması ise, farklı kaynaklardan sağlanan enerjiye bağlıdır. 1973-1974 yıllarında petrol krizinin etkisiyle petrol fiyatlarının artması enerji arz güvenliğine yönelik kaygıların artmasına yol açmıştır. Diğer taraftan fosil yakıtların rezervlerinin sınırlı olması ve çevre bilincinin artması dolayısıyla, fosil enerji kaynaklarının yerini yenilenebilir enerji kaynaklarına bırakması beklenmektedir.

Günümüzde karbon emisyonlarının çevreye verdiği zararlar önemli boyutlara ulaşmıştır. Çevresel etkileri azaltma hedefine yoğunlaşan Ar&Ge faaliyetleri genellikle gaz emisyonlarının azaltılmasına yönelik olmaktadır. Karbon emisyonlarının büyük bir bölümü enerji sektöründe fosil kaynakların kullanımından kaynaklanmaktadır ve enerji tüketimi arttıkça karbon emisyonu da giderek artmaktadır. Dünyadaki sera gazlarının büyük bir bölümü enerji üretiminden ve tüketiminden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla sera gazlarını azaltmak için yenilenebilir enerji teknolojilerine yapılan yatırımların artırılması gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları enerji arzının güvenliği, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması, karbon emisyonlarının azaltılması ve istihdam yaratması açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, enerji kullanımının çevresel etkilerinin incelenmesidir. Giriş ve sonuç bölümleri dahil olmak üzere beş bölümden oluşan çalışmanın ikinci bölümünde enerji, çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilişkisi ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Üçüncü bölümde ise enerji sektöründen kaynaklanan karbon emisyonları tablolar yardımıyla ele alınmıştır. Dördüncü bölümde ise, karbon emisyonunu azaltmaya yönelik politikalar ve enerji politikalarının çevresel etkileri ele alınmıştır.

2. ENERJİ, ÇEVRE VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA İLİŞKİSİ

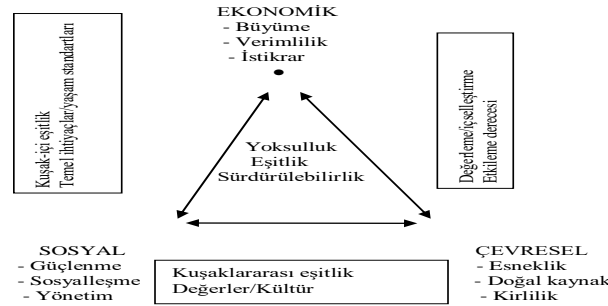
Enerjinin düşük maliyetli ve çevreye en az zarar verecek şekilde temin edilmesi, toplumların refahının artmasında ve yaşam kalitelerinin yükselmesinde büyük önem arz etmektedir. Enerji politikası uygulayıcılarının, ülke ekonomisinin gelişimi için toplumun talep ettiği enerjiyi kesintisiz, güvenilir, çevreye zarar vermeden ve düşük maliyet koşullarında sağlamaları gerekmektedir (Mahmutoğlu, 2013: 10). Çevresel problemlerin temelinde enerji talebinin sürekli artması yer almaktadır. Enerji, çevre ve kalkınma arasındaki ilişkiler derin ve karmaşıktır. Uluslararası Enerji Ajansı bu ilişkileri şöyle açıklamıştır (IEA, 2004):

Enerji beşeri kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarının her biriyle ilgilidir. Enerji ekonomik faaliyetler için önemli bir girdi niteliğinde olup, kamu sağlığı ve eğitim aracılığıyla insani gelişmeye katkıda bulunmakta ve yiyecek ve barınma gibi temel

ENERJİ KULLANIMININ ÇEVRESEL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

İhtiyaçların karşılanmasına yardımcı olmaktadır. Modern enerji hizmetleri, örneğin yetersiz ekipman ya da ağaçların yok edilmesinin neden olduğu yerel hava emisyonlarını azaltarak yerel çevrenin gelişmesine katkıda bulunabilir. Ancak artan enerji kullanımı küresel ölçekte sera gazı emisyonlarının artmasına ve iklim değişikliğine yol açmaktadır. Ayrıca enerji kaynaklarının kullanımının artmasının ekosistemde olumsuz etkileri olabilir. Enerji kullanımı ve insani gelişme arasındaki ilişkiler oldukça karmaşıktır.

Enerji kullanımı ve ekonomik büyüme arasındaki tamamlayıcı ilişki açıktır; ancak enerjinin kullanılabilirliğinin sınırlandırılmasının ekonomik kalkınmayı etkileyebileceği daha az belirgindir. Birçok yoksul ülkede kamu yararın yapılan yatırımlar, etkin olmayan yönetim ve başarılı olmayan özel yatırımlar enerji kıtlığına neden olmakta ve ekonomik büyüme ve kalkınmaya engel olmaktadır. Enerjinin çevre ve ekonomi ile olan ilişkisi Şekil-1’de gösterilmiştir.



Şekil 1: Enerji-sürdürülebilir kalkınma ilişkisi

Kaynak: Munasinghe, 2002: 126

Global iklim değişikliği ile sürdürülebilir kalkınmanın üç ana unsuru olan ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik arasında yakın bir bağlantı söz konusudur. Ekonomi mal ve hizmet tüketimindeki artışlar vasıtasıyla insan refahını yükseltmeyi amaçlamaktadır. Çevresel alan ekolojik sistemin bütünlüğünü korumayı amaçlamaktadır. Sosyal alan insan ilişkilerini iyileştirmeyi ve bireysel ve grup isteklerini gerçekleştirmeyi vurgulamaktadır. Bu bağlamda enerji kullanımı, sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarını etkileyen önemli kaynaklardan biri olarak ortaya çıkmıştır. İlk olarak ekonomik ilerlemenin altında yatan temel güç olarak algılanmıştır. İkinci olarak enerji üretimi ve kullanımı çevre ile önemli ölçüde ilişkilidir.

Üçüncü olarak, enerji sosyal refahı etkileyen insan ihtiyaçları arasında yer almaktadır. Son zamanlarda artan enerji talebi küresel iklim değişikliği ile bağlantılı hale gelmiştir. Enerji üretimi ve tüketiminin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki kapsamlı etkileri bu iki konu arasındaki ilişkinin önemli ölçüde analiz edilmesini gerektirmektedir (Munasinghe, 2002: 126-127).

3. ENERJİ SEKTÖRÜ VE KARBON EMİSYONU

Atmosferik karbondioksit seviyesi sanayi devriminin başlangıcından bu yana sürekli artmaktadır ve küresel ekonomi büyüdükçe bu düzeyin daha da hızlı artacağı tahmin edilmektedir. Önemli iklim değişiklikleri belli gazların özellikle de karbon gazının atmosferik yoğunluğunun artmasıyla önemli ölçüde ilişkilidir. Yenilenebilir enerji teknolojileri fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında çok düşük ya da sıfıra yakın sera gazı emisyonu üretmektedir. Yenilenebilir enerji teknolojileri hidro, rüzgar, güneş, jeotermal, atık enerji ve biokütle enerjisini içermektedir. Uluslararası Enerji Ajansı 2050 yılına kadar petrol talebinde %70 ve karbon emisyonunda %130 artış beklemektedir (ASME, 2009: 7).



Şekil 2: Enerji-toplum-ekonomi-sosyal kalkınma ilişkisi

Kaynak: African Economic Outlook (OECD/ADB, 2004)

ENERJİ KULLANIMININ ÇEVRESEL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Enerji, gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir kalkınma için gerekli olan insan, ekonomik ve sosyal gelişmelerden oluşan önemli döngüye katkıda bulunmaktadır. Yeterli düzeyde temiz enerjinin arzı, yaşam standartlarını yükseltmesi, beşeri sermayenin niceliğini ve niteliğinin artırması, iş ve doğal çevrenin iyileştirmesi ve hükümet politikalarının etkinliğinin artırmasının temelini oluşturmaktadır (OECD, 2007: 17).

Enerjinin toplum, ekonomi ve sosyal kalkınmayla ilişkisi Şekil-2' de özetlenmiştir.

Türkiye, AB-28 ve OECD ülkelerinin toplam sera gazlarının 1990-2013 dönemindeki gelişimi Tablo-1 'de verilmektedir.

Yıllar	AB-28 Toplam Sera Gazı Emisyonu (Milyon ton)	OECD Toplam Sera Gazı Emisyonları (Milyon ton)	Türkiye Toplam Sera Gazı Emisyonu (Milyon ton)
1990	5.626	14.858	188.43
1991	5.522	14.865	200.65
1992	5.325	14.906	211.73
1993	5.223	15.009	223.08
1994	5.198	15.211	218.53
1995	5.253	15.372	238.82
1996	5.360	15.820	259.94
1997	5.261	15.886	273.17
1998	5.221	15.809	275.31
1999	5.111	15.868	276.02
2000	5.121	16.163	298.21
2001	5.172	16.065	279.25
2002	5.131	16.121	287.22
2003	5.216	16.312	303.77
2004	5.217	16.520	313.27
2005	5.178	16.537	330.98
2006	5.173	16.490	350.74
2007	5.118	16.684	380.95
2008	5.006	16.342	367.21
2009	4.642	15.448	370.01
2010	4.751	15.913	402.10
2011	4.603	15.700	422.42
2012	4.544	15.506	439.87
2013	4.611	-	459.10

Kaynak: Eurostat, OECD Statistics

Tablo-1 incelendiğinde, 1990-2005 yılları arasında Türkiye ile birlikte sanayileşmiş ülkelerin yer aldığı OECD grubunun yıllık emisyon miktarlarındaki sürekli artış olduğu gözlenmekle birlikte, 2005 sonrasında Türkiye'deki sera gazı emisyonu artmaya devam etmiş ancak OECD ülkelerinin sera gazı emisyonlarında azalma olduğu görülmektedir. Sera

gazı emisyonlarının genel olarak artan bir trend eğiliminde olduğu görülmektedir. Toplam sera gazı emisyonununun 2008 yılında 2009 yılına göre 13 milyon ton azaldığı, 2009 yılından itibaren ise sürekli arttığı dikkat çekmektedir.

Türkiye, UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) gereklerine uygun bir şekilde, sera gazı envanterini ve Ulusal Bildirimi'ni hazırlamaktadır. Envanter, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ulaştırma Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı ve üniversitelerin ortak çalışmasıyla hazırlanmaktadır. Türkiye'de sera gazı emisyonlarının gelişimi Tablo-2'de gösterilmiştir.

Tablo- 2: Sera gazı emisyonları (CO₂ eşdeğeri-milyon ton) *					
Yıl	CO₂	CH₄	N₂O	F Gazları	Toplam
1990	153,8	46,8	17,0	0,6	218,2
1991	159,4	48,1	16,6	0,7	224,9
1992	164,5	48,3	17,3	0,7	230,8
1993	172,9	48,5	18,4	0,7	240,5
1994	169,7	48,5	15,8	0,6	234,6
1995	184,3	48,5	16,2	0,5	249,5
1996	200,9	49,1	17,2	0,9	268,0
1997	215,1	48,5	17,4	1,1	282,1
1998	214,6	48,8	19,3	1,1	283,8
1999	212,4	50,8	19,5	1,0	283,7
2000	239,0	51,0	19,0	1,7	310,8
2001	223,6	50,6	16,7	1,8	292,7
2002	232,2	48,9	17,6	2,5	301,3
2003	248,1	50,3	18,3	3,0	319,7
2004	260,1	50,2	19,2	3,6	333,1
2005	285,9	52,2	19,7	3,9	361,7
2006	309,8	54,2	20,3	4,3	388,6
2007	340,6	57,0	19,7	4,5	421,8
2008	330,1	58,3	17,9	4,0	410,4
2009	318,5	58,3	19,7	4,2	400,7
2010	326,1	60,4	19,5	5,7	411,7
2011	343,7	63,2	19,5	6,1	432,5
2012	368,3	67,6	21,0	7,2	464,2
2013	363,4	65,8	23,2	6,7	459,1

*: Arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılıktan kaynaklanan emisyonlar ve yutaklar envantere dahil edilmemiştir

Kaynak: TÜİK, Seragazı Emisyon Envanteri

ENERJİ KULLANIMININ ÇEVRESEL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Tablo-2 incelendiğinde, Türkiye’de sera gazı emisyonları içinde CO₂ ’nin en büyük paya sahip olduğu gözlemlenmektedir. 1990 yılında toplam salımlar içinde CO₂’nin payı %75 iken 2011 yılında %82’ye yükselmiştir. 2011 yılında CH₄’ün payı %14, N₂O’nun payı %3 ve F gazlarının payı ise %1.5’dir.

Sera etkisine yol açan karbondioksit emisyonunun büyük bir kısmı enerji üretimi ve tüketiminde fosil yakıtların kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle fosil yakıt kullanımını azaltmayı ve fosil kaynaklar yerine çevreye zarar vermeyen yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik edecek bir vergi politikası çevresel dışsallıkların azaltılmasına katkı sağlayacaktır (Herber ve Raga, 1995: 258).

Tablo-3’de Türkiye sera gazı emisyonlarının alt sektörlere göre dağılımı verilmiştir.

Yıllar	Enerji	Endüstriyel İşlemler	Tarımsal Faaliyetler	Atık	Toplam	1990 yılına göre değişim
1990	131,6	31,1	41,6	13,9	218,2	-
1991	135,6	32,5	42,3	14,5	224,9	3,1
1992	141,3	31,9	42,5	15,1	230,8	5,8
1993	149,1	32,3	43,4	15,7	240,5	10,2
1994	145,6	32,0	40,7	16,3	234,6	7,5
1995	158,8	33,7	40,2	16,9	249,5	14,4
1996	173,9	35,4	41,2	17,5	268,0	22,9
1997	187,0	37,3	39,5	18,3	282,1	29,3
1998	186,6	37,1	41,3	18,9	283,8	30,1
1999	186,3	35,8	41,7	19,8	283,7	30,0
2000	213,8	36,2	40,1	20,7	310,8	42,5
2001	197,2	36,6	37,4	21,5	292,7	34,1
2002	205,2	37,8	36,2	22,2	301,3	38,1
2003	218,2	41,0	37,6	22,8	319,7	46,5
2004	228,5	43,4	37,5	23,7	333,1	52,7
2005	251,8	46,9	38,5	24,6	361,7	65,8
2006	275,1	48,4	39,5	25,6	388,6	78,1
2007	306,4	50,2	39,0	26,2	421,8	93,4
2008	294,2	52,6	36,9	26,6	410,4	88,1
2009	280,5	54,9	38,5	26,9	400,7	83,7
2010	284,8	60,0	39,8	27,2	411,7	88,7
2011	297,6	65,6	41,6	27,7	432,5	98,2
2012	320,8	69,6	46,3	27,6	464,2	112,8
2013	311,2	72,0	49,8	26,0	459,1	110,4

*: Arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılıktan kaynaklanan emisyonlar ve yutaklar envantere dahil edilmemiştir

Kaynak: TÜİK, Seragazı Emisyon Envanteri

Tablo-3’de yer alan sera gazı emisyonlarının sektörel bazda yıllar itibariyle gelişimi incelendiğinde, toplam emisyonların 1994, 2001 ve 2008 yıllarında yaşanan kriz dönemleri dışında sürekli arttığı görülmektedir. Sektörel bazda incelendiğinde, tarım sektöründen kaynaklanan emisyonun 1990-2005 döneminde düştüğü, atıklardan kaynaklanan emisyonların ise rekor derecede arttığı, 2005 yılından itibaren ise tarımsal faaliyetler ve atıklardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarının neredeyse sabit kaldığı; toplam emisyonlardaki artışın büyük oranda enerji üretim ve tüketiminden ve endüstriyel süreçlerden kaynaklandığı görülmektedir. 2011 yılında toplam emisyonlar içinde en büyük payı % 71 ile enerji sektörü almaktadır. Enerji sektörünü %13’lük pay ile sanayi sektörü, % 7’lik pay ile tarım sektörü takip etmektedir.

3.1. Enerji Kaynaklarının Üretiminin ve Dağıtımının Çevresel Etkileri

Enerji toplumun işleyişi için önemlidir. Elektrik üretimi kömüre, ulaşım petrol ürünlerine, ısınma doğal gaza ve modern yaşam her yönden enerjiye bağlıdır. Ancak enerji faydalı olduğu kadar enerjinin üretimi, dağıtımı ve tüketiminin özellikle insan sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz etkileri vardır (NRC, 2010: 22). Kömür ve petrol gibi fosil yakıtların çıkarılmasının çevre üzerinde önemli etkisi vardır. Ayrıca kömür madenciliğinin sera gazı emisyonlarının temel kaynağı olduğu düşünülmektedir. Rüzgar ve güneş enerjisinin dahil olduğu çoğu yenilenebilir enerji kaynağı geleneksel anlamda çıkarma faaliyetlerini içermemektedir. Ancak biyodizel üretimi ve biyokütle kullanımı, ham biyokütlenin (biyokütle kaynağına bağlı olarak) üretimde büyük ölçüde girdi olarak kullanılmasının çevresel etkileri olabilir (IPCC, 2010).

Elektrik üretimi için kömür yakma, sera gazı emisyonlarına neden olan enerji kaynaklarının içinde en önemli kaynak olarak kabul edilmektedir (IPCC, 2010). Elektrik üretiminde kullanılan diğer fosil yakıtların yanmasının da sera gazı ve diğer emisyonlar gibi önemli çevresel etkileri vardır. Petrol ürünleri nihai kullanım esnasında ortaya çıkan sera gazı emisyonu üretim esnasında ortaya çıkan sera gazına göre oransal olarak daha fazladır (CAPP, 2010). Gelişmiş ülkelerin çoğunda küçük ölçekli kömür üretimi yaygındır. Bu üretim süreci genellikle ilkeldir, düşük verim ve metan, karbon monoksit ve diğer hava kirleticilerinin emisyonu söz konusudur. Buna karşın güneş ve rüzgar

enerjisi geleneksel enerji üretim teknolojileri gibi havaya, toprağa ve suya emisyon yaymamaktadır (Matheson-Giroux, 2010: 26).

Fosil yakıtların dağıtımını önemli çevresel etkilere sahiptir. Örneğin, kömür nakletmek için kullanılan kamyonlar, demiryolu ve boru hatları hava ve su kalitesini etkilemekte ve boru hatlarının yapımı çevreye de zarar vermektedir (Clean Air Task Force, 2001). Petrol ve doğal gaz boru hatlarının yapımı hem ekosistemi etkilemekte hem de yaşam alanını ve toprak ve su kaynaklarına zarar vermektedir (Consumer Energy Report, 2010).

3.2. İklim Değişikliği

İklim değişikliğine neden olan durumlar üç adımda açıklanmaktadır: İlk olarak fosil yakıtların yanması karbondioksit yoğunluğunun artmasına neden olmaktadır. İkinci adımda karbondioksit sera gazı emisyonunu ortaya çıkarmakta ve son adımda sera gazı emisyonunun artması ortalama küresel ısının yükselmesine yol açmaktadır (Mackay, 2009: 5).

Birçok ülke iklim değişikliği konusunda kaygılandığından, yenilenebilir enerjinin katkısını arttırmak için önemli hedefler belirlemişlerdir. Fosil enerji kaynaklarına olan bağımlılığı azaltmak ve düşük düzeyde sera gazı emisyonu ile enerji sağlamak bu hedefler arasında yer almaktadır (RISO, 2008). Yağmur miktarındaki ve deniz seviyesindeki değişimler ve kimyasal ve ısı değişimlerinden kaynaklanan yerel ve bölgesel ekolojideki önemli değişiklikler İklim değişikliğinin sonuçları arasında yer almaktadır (ASME, 2009: 4).

4. KARBON EMİSYONUNU AZALTMAYA YÖNELİK POLİTİKALAR

Kamu politikası literatüründe çevresel hedeflere ulaşmada iki temel yaklaşım söz konusudur. İlk yaklaşım projeleri tasarlamak ve uygulamak için kamu yetkilileri atamak ya da firmalar ve bireylerin davranış değişikliklerini teşvik etmek için farklı araçların yardımı ile müdahale etmek. İkinci yaklaşım ise doğrudan düzenlemeler, ekonomik araçlar, bilgi sağlama ve iletişim politikaları ve gönüllü düzenlemelerdir (Dinica, 2002: 13).

4.1. Doğrudan Düzenlemeler

Doğrudan düzenlemeler standartları, lisansları ve yasakları içeren komuta ve kontrol araçları olarak bilinmektedir. Doğrudan düzenlemeler, verimli ve çevre dostu teknoloji, ürün ve cihazların kullanımını teşvik etmek için en sık kullanılan araçlar olmuştur. Fosil yakıtların yanmasından kaynaklanan karbon emisyonlarının azaltılması için, doğrudan düzenlemeler hem arza yönelik kullanılabilir hem de talep tarafında enerji tüketimini azaltmak için kullanılabilir (Dinica, 2002: 13).

4.2. Ekonomik Araçlar

OECD'nin çevresel politika literatüründe ekonomik araçlar dört grupta sınıflandırılmaktadır. Bunlar; vergiler, sübvansiyonlar, alınıp satılabilen karbon izinleri ve mevduat iadesi sistemidir. En sık kullanılan ekonomik araç vergilerdir. Emisyon vergileri, ürün vergileri ve kullanıcı vergileri olmak üzere üç gruba ayrılan vergiler, iklim değişikliğine neden olan enerji ile ilgili emisyonları azaltmak için, hem arz hem de talep tarafında kullanılmaktadır. Emisyon vergileri, ya karbon vergileri ya da daha genel olan sera gazı vergileri biçiminde ayarlanabilmektedir. Ürün vergileri, örneğin, yakıtların karbon içeriğine göre ayırt edilmesi gerektiğinde ürün fosil yakıtların kullanımından alınabilmektedir. Ayrıca çevreyi kirleten araçlar, endüstriyel teknolojiler ve ürünlerin satın almaktan vazgeçirmek için tahsil edilebilmektedir. Kullanıcı vergileri, genellikle ulaştırma ve enerji hizmetlerini kullanan tüketiciler üzerinden tahsil edilmektedir. Isı ve elektrik tüketiminden dolayı nihai kullanıcılardan tahsil edilen enerji vergileri ya düz bir ücret ya da tüketim düzeyine göre artan ücret şeklinde olmaktadır (Dinica, 2002: 15).

OECD tarafından 28 Ocak 2013 tarihinde yayımlanan “Enerji Kullanımının Vergilendirilmesi: Grafikselsel Analiz” Raporu’nda, fosil yakıt tüketimi konusundaki mevcut fiyatlandırma politikalarının hedef ve etkilerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamak için enerji alanında çevreci vergilendirme politikalarının desteklenmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu bağlamda raporda, çevreye daha fazla zarar veren yakıtların daha düşük düzeyde vergilendirildiği ülkelerde, enerji alanında yapılacak vergi reformları sayesinde çevresel, ekonomik ve sosyal hedeflere daha etkin maliyetlerle ulaşılabileceğine dikkat çekilmektedir.

ENERJİ KULLANIMININ ÇEVRESEL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Sera etkisine yol açan karbondioksit emisyonunun büyük bir kısmı enerji üretimi ve tüketiminde fosil yakıtların kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle fosil yakıt kullanımını azaltmayı ve fosil kaynaklar yerine çevreye zarar vermeyen yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik edecek bir vergi politikası çevresel dışsallıkların azaltılmasına katkı sağlayacaktır (Herber and Raga, 1995:258).

Kirliliği kontrol altına almak için kullanılan vergi, yeşil vergi olarak anılır. Avrupa Birliği, 1992’de yeni sürdürülebilir çevre politikasının bir parçası olarak, karbon emisyonundan yeşil bir vergi alınması fikrini ortaya koymuştur (Parkin v.d, 2005: 306). Karbondioksit emisyonlarının vergilendirilmesi ya da enerji vergilerinin toplanması bazı Avrupa ülkelerinde etkili araçlar olarak kabul görmüştür. Bu ülkelerde, hem enerji vergisi hem de karbondioksit vergisi enerji tüketiminin ya da karbondioksit emisyonunun miktarı temelinde toplanmaktadır (Wang,1998: 5).

Ekonomik araçların ikinci türü olan sübvansiyonlar, geri ödemesiz hibe, düşük faizli kredi ve vergi indirimi şeklinde olmaktadır. Sübvansiyonlar, enerji kaynaklı karbon emisyonlarının azaltılması, çevre dostu elektrik ve ısı üretim teknolojilerinin geliştirilmesi, ulaşım araçlarının ve endüstriyel üretim teknolojilerinin daha verimli kullanılması ve firmaların enerji yönetim sistemlerinin oluşturulması için gerekli Ar&Ge yatırımları için kullanılabilir (Dinica, 2002: 15).

4.3. Enerji Politikaları

Enerji kaynaklarının kıtlığı ve rezervlerinin giderek azalmasının yanı sıra, küresel ısınma sonucu oluşan sera etkisi ve iklim değişiklikleri, gelecek nesillerin de çıkarlarını gözetken, ulusal ve uluslararası düzeyde enerji politikaları üretilmesini gerektirmektedir (Bayraç-Aras, 2007: 576).

1972 yılında Stockholm’de toplanan Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı enerji ve sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkiye vurgu yapılması anlamında bir başlangıç sayılmaktadır. Kısa adı UNCHE (United Nations Conferance on the Human Environment) olan bu konferans 113 ülkenin katılımıyla gerçekleştirilmiş olup küresel düzeydeki çevre sorunları ilk defa ele alınmıştır. Konferansta insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki olumsuz etkileri, ülkelerin ekonomik

gelişmeleri ve yaşam koşullarının iyileştirmesi konuları ele alınmıştır (Yıkılmaz, 2003:113).

Çevre Konusundaki ikinci önemli konferans olan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (UNCED-United Nations Conference on Environment and Development) 1992 yılında Rio de Janeiro'da toplanmıştır. Konferansın yayınladığı 'Çevre ve Kalkınma Deklarasyonu'nunda özellikle 1973 ve 1979'daki petrol krizlerinden sonra enerji konusunda alınması gereken önlemler olduğuna yer verilmiştir. Bu nedenle UNCHE'de enerji konusu sadece çevresel problemlerin kaynağı olarak ele alınırken, Rio Konferansı'nda enerji problemi hem çevresel hem de ekonomik yönleriyle incelenmiştir (Najam ve Cleveland, 2003:127).

1980'lerde küresel iklim değişikliğinin hissedilir boyutlara ulaşmasıyla birlikte, enerji-ekonomi-çevre birlikte değerlendirilmeye başlanmıştır. 1980'lerden sonra, 3E (Energy, Economy, Environment) yaklaşımı olarak da ifade edilen bu yaklaşım, artık zorunluluk gibi algılanmaya başlanmıştır. İklim değişikliklerinin bazı sınırlamaları ve düzenlemeleri gerekli kılmasıyla birlikte, enerji-ekonomi-çevre dünya genelinde ele alınarak çeşitli modeller, yaklaşımlar ve zorunluluklar ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, Rio de Janeiro ve Kyoto'da düzenlenen toplantılarla, atmosfere verilen emisyon ve çevre kirliliğine ilişkin bazı düzenlemeler ve zorunluluklar getirilmiştir. (ETKB, 2005:33,34).

Kyoto Protokolü, Birleşmiş Milletlerin "İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi" kapsamında geliştirilen 1997'de imzaya açılan bir protokoldür. Bu protokole göre taraf ülkeler insan kaynaklı CO₂ ve diğer sera gazı emisyonlarını 2008-2012 döneminde 1990'daki düzeylerinin en az %5 altına indireceklerdir. Protokolün temel amacı atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun, çevreye zarar vermeyecek seviyelerde dengede kalmasını sağlamaktır. 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü, içerdiği esneklik mekanizmalarıyla hem küresel sera gazı emisyonlarının azaltılmasını hedeflemekte hem de teknoloji transferini ve küresel sermaye hareketlerini teşvik etmekte ve dolayısıyla başta yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere birçok alanda yeni istihdam alanlarına yol açmaktadır (İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı, 2011).

Türkiye'nin söz konusu çabalara entegre olmasına yönelik olarak Kyoto Protokol, TBMM tarafından 5 Şubat 2009 tarihinde 5835 sayılı kanun ile onaylanmıştır. Protokolün onaylanmasıyla birlikte Türkiye,

Avrupa Birliği müzakerelerinde çevre başlığı altında yerine getirmesi beklenen uygulamalarla ilgili olarak önemli bir aşama kaydetmiştir. Doğru politikalar uygulandığı takdirde, Protokolde öngörülen mekanizmalar doğrudan sermaye yatırımlarına ve teknoloji transferine, dolayısıyla istihdama büyük bir ivme kazandırabilir. Yenilenebilir enerji yatırımlarından elde edilecek Karbon Kredileri sayesinde Karbon Ticareti'nden büyük miktarlarda gelir sağlayabilecektir (Petform, 2012).

Diğer taraftan Türkiye'de son dönemde gerçekleştirilmiş olan mevzuat düzenlemeleri özellikle elektrik tüketimi kaynaklı sera gazı emisyonlarının kontrolü anlamında önemli bir yere sahip olacaktır. Bunlar sırasıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde kullanılması, enerjinin verimli ve tasarruflu tüketimi ve nükleer enerjinin elektrik üretimi yelpazesine dahil edilmesine yönelik kanun ve düzenlemelerdir. Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili ilk yasal düzenleme 10 Mayıs 2005 tarihli ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu'dur. Ayrıca, Yüksek Planlama Kararı ile 2009 Eylül ayında yayınlanan Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Stratejisi belgesi ile de uzun vadeli hedefler belirlenmiştir. Enerji üretiminde çevreyi en çok kirleten fosil yakıtlardan olan kömürün konvansiyonel yakma sistemleriyle yakılmasının çevreye olan olumsuz etkileri bugüne kadar geliştirilmiş ve uygulanan yakma teknikleri ve baca gazı arıtma sistemleriyle azaltılmaya çalışılmış ve bunda da önemli ölçüde başarılı olunmuştur. Ancak son yıllarda çevreyi en az kirletecek teknolojiler uygulamaya konulurken diğer taraftan yüksek verimle çalışarak birim enerji üretiminde daha az yakıt tüketimiyle yakıt rezervlerinin en ekonomik şekilde kullanımını sağlayacak dolayısıyla daha az çevresel etkiyle enerji üretebilecek teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulamaya konulmasına yönelik çalışmalara ağırlık verilmektedir. (ETKB, 2012).

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Dünya çapında çeşitli kuruluşlar iklim değişimlerine dikkat çekmek için çeşitli faaliyetlerde bulunarak havadaki sera gazı ve karbon miktarının azaltılması gerektiğini belirtmektedirler. Fosil yakıtlarla kıyaslandığında yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin çevreye yaymış olduğu karbon emisyonu düşük seviyelerdedir. Özellikle jeotermal enerjinin karbon emisyonu sıfıra yakın düzeydedir. Dolayısıyla Türkiye'nin yenilenebilir enerji teknolojilerine daha fazla yatırım yapması

ve yenilenebilir enerji teknolojilerin geliştirilmesine yönelik programlar yetkili kuruluşlar tarafından desteklenmelidir. Devletin bu kaynakların üretim ve tüketimini teşvik edecek yasal ve vergisel düzenlemeleri genişletmesi gerekmektedir.

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları bakımından yüksek potansiyele sahip bir ülkedir. Özellikle hidrolik enerji, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi ve jeotermal enerji alanlarda önemli ölçüde potansiyele sahiptir. Enerji kullanımının çevreye verdiği zararların azaltılması için azaltılması için yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları Türkiye'nin sürdürülebilir ve bağımsız enerji geleceğine büyük katkı sağlayan bir potansiyele sahiptir. Özellikle Türkiye'nin çevresel hedeflere ulaşmasında ve ithal edilen yakıt arzındaki bağımlılığı azaltarak enerji arz güvenliğinin artmasına yardımcı olabilir.

İklim değişikliği ile mücadelenin etkinliğinin artırılmasında, enerjinin üretiminden kullanımına ve dağıtımına kadar olan süreçte verimliliğin artırılması, israfın önlenmesi ve enerji yoğunluğunun azaltılması büyük bir önem taşımaktadır. Türkiye'de son dönemde gerçekleştirilmiş olan mevzuat düzenlemeleri özellikle elektrik tüketimi kaynaklı sera gazı emisyonunun kontrolü anlamında önemli bir yere sahip olacaktır. Bunlar sırasıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde kullanılması, enerjinin verimli ve tasarruflu tüketimi ve elektrik üretiminde nükleer enerjinin kullanımına yönelik kanun ve düzenlemelerdir.

KAYNAKÇA

- ASME (American Society of Mechanical Engineers). (2009). "Asme General Position Statement On Technology and Policy Recommendations and Goals for Reducing Carbon Dioxide Emissions", <http://files.asme.org/asmeorg/NewsPublicPolicy/GovRelations/PositionStatements/17971.pdf/01.02.2014>.
- Bayraç, H. N. ve Aras H. (2007). Dünya'da ve Türkiye'de Sürdürülebilir Doğalgaz Politikaları, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Uluslararası Doğalgaz Kongresi ve Sergisi Bildiri Kitabı, 3-5 Mayıs 2007, Ankara.

ENERJİ KULLANIMININ ÇEVRESEL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

- CAPP (Canadian Association of Petroleum Producers). (2010). www.capp.ca/01.02.2014.
- Clean Air Task Force. (2001). "Cradle to Grave: The Environmental Impacts from Coal", Clean Air Task Force, Boston.
- Consumer Energy Report. (2010). "Natural Gas Storage and Delivery, Effect on the Environment", www.consumerenergyreport.com/research/natural-gas-storage-and-delivery-effect-on-the-environment/10.02.2014.
- Dinica, V. (2002). "Energy policies for CO₂ emissions reduction", Yatova, a. (ed), "Natural resource system challenge II-Climate change, human systems and policy", Encyclopedia of Life Support Systems, EOLSS Publishers Co., Oxford, UK, <http://www.utwente.nl/mb/cstm/staff/cv/dinica/eolss.pdf/26.03.2014>.
- ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı), 2005. "Enerji Sektöründe Sera Gazı Azaltımı Çalışma Grubu Raporu", Ankara, www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Enerji_Grubu_Raporu.pdf/03.02.2014.
- ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı), 2012. http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=enerji_cevre_iklim&bn=218&hn=&id=4303/10.02.2014.
- Eurostat (European Statistics), 2014. http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_air_gge&lang=en/15.02.2014.
- Herber, B. P. & Jose T. Raga. (1995). An International Carbon Tax to Combat Global Warming: An Economic and Political Analysis of the European Union Proposal, *American Journal of Economics and Sociology*, Vol: 54, No: 3, 257-267.
- IEA (International Energy Agency). (2004). World Energy Outlook 2004, (OECD /IEA, Paris, Chapter 10.
- İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı. (2011). "Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, www.iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/IDEP/IDEPTR.pdf/15.02.2014.

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2010).
www.ipcc.ch/30.01.2014.
- Mackay, D. JC. (2009). “Sustainable Energy-Without the Hot Air”,
Cambridge,
http://www.inference.phy.cam.ac.uk/sustainable/book/tex/cft.pdf/06.02.2014.
- Mahmutoğlu, M. (2013).Türkiye'nin Enerjide Dışa Bağımlılığı ve Buna İlişkin Çözüm Önerileri, Türkiye Kalkınma Bankası Yayını, Sayı: 67.
- Matheson, G. & Giroux, L. (2010). Capacity Development for Environmental Management and Governance in the Energy Sector in Developing Countries, *OECD Environment Working Papers*, No: 25, OECD Publishing.
- Munasinghe, M. (2002). The Sustainomics Trans-Disciplinary Meta-Framework for Making Development More Sustainable: Applications to Energy Issues, *International Journal of Sustainable Development* 5(1/2), 125–182.
- Najam, A. & Cleveland, C. (2003). Energy and Sustainable Development at Global Environmental Summits: an Evolving Agenda, *Environment, Development and Sustainability*, Vol: 5, No: 1, 117-138.
- NRC (National Research Council). (2010). “Hidden Cost of Energy: Unpriced Consequences of Energy Production and Use”,
http:// www.nap.edu/catalog/12794.html/ 12.11.2014.
- OECD (Organisation For Economic Co-Operation and Development). (2007). “Energy For Sustainable Development, OECD Contribution to the United Nations Commission on Sustainable Development 15”,
http://www.oecd.org/greengrowth/38509686.pdf/ 12.02.2014.
- OECD/African Development Bank (OECD/ADB). (2004). African Economic Outlook: 2003/04.
- OECD (Organisation For Economic Co-Operation and Development) (2014). http://stats.oecd.org/07.02.2014.

- OECD (Organisation For Economic Co-Operation and Development) (2013). “Taxing Energy Use: A Graphical Analysis”, OECD Publishing, http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oced/taxation/taxing-energy-use/turkey_9789264183933-36-en#page/05.02.2014.
- Parkin, M., Melanie, P. & Kent, M. (2005). Economics, Third Edition, England: Addison-Wesley.
- PETFORM (Petrol Platformu Derneği) (2012). “Kyoto Protokolü’nün Türkiye Enerji Sektörüne Muhtemel Etkileri Bilgi Notu”, Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı, http://www.petform.org.tr/images/yayinlar/ozel_raporlar/petform_kyoto_protokolu_bilgi_notu.pdf/12.02.2014.
- RISO (National Laboratory for Sustainable Energy), Technical University of Denmark (DTU) (2008). “Energy Report 7: Future Low Carbon Energy Systems”, DTU, Roskilde.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2013). www.tuik.gov.tr/02.02.2014.
- Wang, X. (1998). Taxation Policy: Its Role in Environmental Protection and Resource Conservation in China, *Center for Sustainable Resource Development*, University of California, Berkeley.
- Yıkılmaz, N. (2003). Yeni Dünya Düzeni ve Çevre, Sosyal Araştırmalar Vakfı Yayınları, İstanbul, ss.112-365.