

# İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE KYOTO PROTOKOLÜ ÇERÇEVESİNDE TÜRKİ CUMHURİYETLERİN DURUMU

**Yrd.Doç.Dr. Etem KARAKAYA\***  
Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli İ.İ.B.F.,  
İktisat Bölümü  
econturk@mail.com

**Arş.Gör. Mustafa ÖZÇAĞ\*\***  
Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü,  
İktisat Anabilim Dalı  
mustafaozcag@hotmail.com

## GİRİŞ

İnsan ve çevre ilişkilerinde ortaya çıkan çevre sorunlarının temelini bakıldığında, bu sorunların insanın çevresini kendi çıkarlarına uygun bir konuma dönüştürmesinden kaynaklandığı görülmektedir. Günümüzde bu dönüşüm sürecinin meydana çıkardığı en büyük çevresel sorun da, İklim Değişikliği (Climate Change) olarak görülmektedir. Küresel ısınmanın ortaya çıkması, deniz seviyelerinin yükselmesi ve büyük çaplı sel ve kasırga gibi doğal felaketlerin yaşanması doğrudan doğruya iklim değişikliği ile ilişkilendirilmektedir.

İklim değişikliği (Climate Change), özellikle kalkınmanın sürdürülebilir kılınması açısından sahip olduğu önemi gün geçtikçe daha da arttırmaktadır. İklim değişikliğine yol açan bir çok faktör olmakla birlikte, bu faktörler içindeki en önemli payı, insan kaynaklı seragazları (GHG) almaktadır. Atmosfer içindeki seragazları payının, özellikle sanayi devriminden itibaren giderek artması ve bu artışın ekolojik denge üzerinde önemli tehditler oluşturmaya başlaması da, gerek yerel gerekse de uluslararası alanda önemli adımlar atılmasına yol açmıştır. 1992 yılında Rio'da toplanan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı, uluslararası alandaki ilk önemli adım olarak görülmektedir. Bu konferansta, seragazları salımının azaltımı konusunda gelişmiş ülkelerin ciddi önlemler alması konusu gündeme gelmiştir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS / Rio-1992), iki

---

\* Adres: Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli İİBF, 09800, Nazilli / Aydın / Türkiye, Tel: 0.256.315 19 72  
Fax:0.256.3151969

\*\* Adres: Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli İİBF, 09800, Nazilli / Aydın / Türkiye, Tel: 0.256.315 19 72  
Fax:0.256.3151969

eke sahiptir. Ek I (Annex I), pazar ekonomisine geçmiş Doğu Avrupa ve Eski Sovyet ülkeleri ile OECD üyesi ülkeleri barındırmakta, Ek II (Annex II) ise sadece OECD üyesi ülkeleri kapsamaktadır. Sözleşmeye göre Ek I ülkeleri küresel ısınmanın önlenmesi amacıyla seragazi emisyonlarının azaltıcı politikalar uygulamak ve 2000 yılına kadar toplam seragazi emisyonlarını 1990 seviyelerine çekmekle yükümlü kılınmışlardır. Ek II ülkeleri ise, Ek I'deki yükümlülüklerle ek olarak, Ek'ler kapsamı dışında tutulmuş olan gelişmekte olan ülkelere, iklim değişikliğinin önlenmesi konusunda finansal ve teknolojik destek sağlamakla yükümlü kılınmışlardır. 1997 yılında ise Taraflar Konferanslarının üçüncüsü (COP3) olarak bilinen Kyoto Protokolü ile de, seragazları salımlarının azaltımı konusunda bazı somut adımlar atılmıştır. Söz konusu protokol, özellikle gelişmiş ülkelerin, GHG emisyonlarını 2008-2012 yılları arasında 1990 seviyelerine çekmelerini öngörmektedir.

Çalışmamıza konu olan beş Türkî Cumhuriyet, İDÇS ve sonrasındaki Kyoto Protokolü EK-I veya EK-II grubunda bulunmadıkları için herhangi bir azaltım sorumlulukları yoktur. Ancak Ekler dışındaki ülkeler olarak bu beş ülkenin tamamı Küresel ısınmayı önleme sorumluluğu bağlamında Kyoto Protokolü'ne dahil olmayı arzuladıklarını beyan etmişlerdir.

Yapılan bu çalışmanın iki amacı vardır. İlk olarak, iklim değişikliğini önlemeye yönelik olarak uluslar arası platformda atılan adımlar ve bu adımlar karşısında seçilen beş Türkî Cumhuriyet'in (Azerbaycan, Kazakistan, Kırgızistan, Özbekistan ve Türkmenistan) konumu incelenecektir. İkinci olarak da, CO<sub>2</sub> emisyonuna neden olan faktörler incelenecektir. Bu amaçla, literatürde Ayrıştırma Yöntemi (Decomposition Method) olarak bilinen teknikle, 1992-1999 döneminde incelenen Türkî Cumhuriyetler'de CO<sub>2</sub> emisyonuna kaynaklık eden faktör ve bu faktörlerin etkileri incelenecektir.

## **Uluslararası Alanda İki Önemli Adım : İDÇS ve Kyoto Protokolü**

Küresel ısınma ve iklim değişikliği alanlarında yapılan çalışmaların başlangıcı 1970'li yılların sonlarına rastlamaktadır. Bu tarihten günümüze kadar geçen süre zarfında birçok somut adımlar atılmış, çeşitli eylem stratejileri benimsenmiş ve konuya ilişkin mekanizmalar oluşturulmuştur.

İnsan kaynaklı seragazlarını, küresel ısınma ve buna bağlı olarak da iklim değişikliği üzerindeki etkilerini en aza indirebilmek amacıyla uluslararası alanda oluşturulan ilk çaba "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS)"dir. Haziran 1992'de

Rio’da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda imzaya açılan ve 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren İDÇS’nin amacı; atmosferdeki seragazı birikimlerini, insanın iklim sistemi üzerindeki tehlikeli etkilerini önleyecek bir düzeyde durdurmaktır (Türkeş; 2003). Söz konusu sözleşme genel itibarıyla, küresel iklim sisteminin korunması ve seragazı emisyonlarını azaltmaya yönelik ilkeleri, eylem stratejilerini ve yükümlülükleri düzenleyen bir sözleşme niteliği taşımaktadır. İDÇS’de “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluk” ilkesi benimsenerek, tüm tarafların ulusal ve bölgesel farklılıkları da göz önünde bulundurularak, insan kaynaklı seragazılarının azaltılması konusunda ortak yükümlülükler getirilmiştir(Ulueren, 2001). Sözleşme iki eke sahiptir. Ek I’de pazar ekonomisine geçmiş Doğu Avrupa ve Eski Sovyet ülkeleri ile OECD üyesi ülkeler bulunmakta, Ek II’de ise sadece OECD üyesi ülkeler yer almaktadır. Ek I ülkeleri, küresel ısınmanın önlenmesi amacıyla seragazı emisyonlarını azaltıcı politikalar uygulamak ve 2000 yılına kadar toplam seragazı emisyonlarını 1990 seviyelerine çekmekle yükümlü kılınmışlardır. Ek II ülkeleri ise, Ek I’de belirtilmiş olan yükümlülükler ilavesine, Ek’ler dışındaki gelişmekte olan ülkelere, iklim değişikliğinin önlenmesi konusunda finansal ve teknolojik destek sağlamakla yükümlü kılınmışlardır. Yine İDÇS’de alınan karar gereği, sözleşmede belirtilen hedeflerin gerçekleştirilmesi, gözetilmesi ve değerlendirilmesi amacıyla, her yıl, tüm tarafların söz sahibi olacağı “Taraflar Konferansı (COP)” düzenlenmesi kararlaştırılmıştır.

Kyoto Protokolü olarak bilinen III. Taraflar Konferansı, 1997 yılında Japonya’nın Kyoto şehrinde düzenlenmiştir. Söz konusu konferans, seragazı emisyonlarını azaltmaya yönelik yükümlülükler ve uygulanabilecek olan mekanizmaların belirlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Kyoto protokolü, sanayileşmiş ülkelerin seragazı emisyonlarını azaltma taahhütlerini, belli bir zaman dilimi içinde gerçekleştirmelerini öngörmektedir. Bu bağlamda, protokolün belirlemiş olduğu ilk zaman dilimi olan 2008-2012 dönemi, taahhütlerin yerine getirilmesini bir bakıma şart koşmaktadır. Protokolde, Ek I listesine dahil olan ülkelerin seragazı salımlarını, 2008-2012 döneminde 1990 seviyesinin %5 altına indirmeleri öngörülmüştür. Protokolde öngörülmüş olan bu hedef, İDÇŞ bağlamında, iklim değişikliğini önlemeye yönelik uluslararası alanda atılan ilk esaslı adım olarak görülmektedir.

Protokol iki ek içermektedir. Ek A, altı temel seragazını<sup>1</sup> ve bu seragazlarının kaynaklandığı sektörleri içerirken, Ek B, sözleşmenin Ek I listesinde yer alan ülkeleri ve seragazı emisyon indirim hedeflerini belirtmektedir. Protokol, seragazı emisyonlarının azaltılmasına ilişkin bazı hedefler ortaya koyarken, bazı ülke veya bloklara da farklılıklar tanımıştır. 1990 yılı emisyon seviyesinin altına inme bağlamında, Avrupa Birliği için ortalama olarak %8, ABD için %7, Japonya için %6 ve Rusya için de %0 hedefleri belirlenmiştir (EEA;2003).

Emisyon hedefleri bu şekilde belirlenmişken, Kyoto Protokolü ile , Ek I ülkelerinin seragazı emisyonlarını azaltmak için uygulayacakları ulusal politikalar haricinde, “Esneklik Mekanizmaları” olarak adlandırılan mekanizmalardan yararlanabilmeleri de sağlanmıştır. Diğer ülkelerle ortak hareketi gerektiren bu esneklik mekanizmaları:

**a)Ortak Yürütme Mekanizması (Joint Implementation):** Protokol’de yer alan esneklik mekanizmalarından biri, 6. maddede düzenlenen “Ortak Yürütme” mekanizmasıdır. Bu esneklik mekanizmasına göre, emisyon hedefi belirlemiş bir ülke, emisyon hedefi belirlemiş diğer bir ülkede, emisyon azaltıcı projelere yatırım yaparsa, emisyon azaltma kredisi (Emission Reduction Unit) kazanır ve kazanılan bu krediler toplam hedeften düşülür.

**b)Temiz Kalkınma Mekanizması(Clean Development Mechanism):** Kyoto Protokolü’nde yer alan bir diğer mekanizma ise, 12. maddede düzenlenen “Temiz Kalkınma Mekanizması”dır. Bu mekanizmada, emisyon hedefi belirlemiş bir ülke, emisyon hedefi belirlememiş az gelişmiş bir ülke ile işbirliğine giderek, o ülkede seragazı emisyonlarını azaltmaya yönelik projeler yaparsa, “Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltma Kredisi (Certified Emission Reductions)” kazanır ve toplam hedeften düşülür. İncelememize konu olan Türki Cumhuriyetler açısından bu mekanizma önem arz etmektedir. Çünkü, EK I’deki ülkeler seragazı azaltımı bağlamında Ekler dışı ülkelere proje almak isteyeceklerinden, bu mekanizma sayesinde uygun projeler sunarlarsa bu cumhuriyetler dış yatırım imkanını sağlayabilirler.

**c)Emisyon Ticareti (Emission Trading):** Kyoto Protokolü’nün 17. maddesinde düzenlenmiş olan “Emisyon Ticareti Mekanizması”, emisyon hedefi belirlemiş ülkelerin, taahhüt ettikleri indirimi tutturmak için, ilave olarak kendi aralarında emisyon ticareti

---

<sup>1</sup> Karbondioksit, Metan, Azotoksit, Hidroflorokarbon, Perflorokarbon,Kükürthekezaflorid.

yapabilmelerine imkan tanımaktadır. Sözkonusu madde uyarınca, seragazı emisyonunu belirlenen hedeften daha da fazla miktarda azaltan bir Ek I ülkesi, gerçekleştirmiş olduğu sözkonusu bu ek indirimi, başka bir taraf ülkeye satabilmektedir. Son yıllarda ülkelerin CO<sub>2</sub> salımlarına bakıldığında, emisyon ticareti bağlamında, en büyük alıcılar ABD (eğer Kyoto Protokolü'nü imzalarsa), Japonya ve bazı Avrupa Birliği ülkeleri, en önemli satıcılar ise Rusya, Ukrayna, bazı Doğu Avrupa Ülkeleri ve Kazakistan (eğer Kyoto Protokolü'nü imzalarsa) olacaktır.

Emisyon Ticareti Mekanizması sonucu, uluslararası piyasada on milyarlarca dolara ulaşan yeni bir iktisadi araç ortaya çıkacaktır. Bu tutar, ABD'nin Kyoto Protokolü'ne imza atıp atmamasına göre büyük değişiklik arz etmektedir. ABD'nin Kyoto Protokolü'ne dahil olması durumunda ton başına emisyon ticaretinin 100 dolar ve üzeri olabileceği, dışında bulunması halinde ise ton başına 0-10 dolar arasında gerçekleşeceği tahmin edilmektedir(Zhang, 2000; EEA, 2003).

Kyoto Protokolü'nün uluslararası geçerlilik kazanması için, 1990 yılındaki toplam CO<sub>2</sub> emisyonunun en az % 55'inden sorumlu ve Ek I'deki ülkelerin de içinde bulunduğu, en az 55 ülkenin imzalaması şartı öngörülmüştür. 1997 Kyoto Protokolü sonrası toplanan yıllık Taraflar Konferansı'nın temel hedefi, protokolün hayata geçirilmesi için uygulanacak politikaların ve anlaşmazlığa yol açan noktaların giderilmesine yönelik atılacak adımların belirlenmesi yönünde olmuştur. Bu bağlamda, 1998 yılında, Bounes Aires'de yapılan Taraflar Konferansı'nda (COP4), protokolün iki yıl sonra (COP6) yürürlüğe girmesi amacıyla alınacak tedbirlerin belirlenmesi için katılımcılar "Bounes Aires Hareket Planı" üzerinde anlaşmaya varmışlardır. Ne yazık ki, Kasım 2000'de Lahey'de toplanan VI. Taraflar Konferansı (COP6), özellikle ABD ve Avrupa Birliği arasında büyük tartışmalara neden olmuş ve bir konsensüs sağlanamadan başarısızlıkla sona ermiştir. Görüş ayrılığının temel nedeni, ABD'nin yukarıda belirttiğimiz esneklik mekanizmalarını (özellikle Emisyon Ticareti Mekanizması) sınırsız kullanabilme isteğine karşın, Avrupa Birliği emisyon oranlarını azaltırken bu mekanizmaların ek olarak kullanılması gerektiğini, asıl yapılması gerekenin yerel eylem planları ile ülke içinde azaltmaya gidilmesi esasına dayanmaktadır.

Esasen, dünya nüfusunun % 4'ünü oluşturmasına karşın, global seragazı emisyonunun %25'inden sorumlu olan ABD'nin, hızlı ekonomik büyümesi sonucu ilk yükümlülük dönemi (2008-2012) için % 35 oranında bir indirim yapması beklenmektedir. Buna karşın ABD,

büyümesinden ya da uyguladığı politikalarda önemli bir değişikliğe gitmeden, esneklik mekanizmaları ve karbon yutakları yolu ile yükümlülüğünü yerine getirmek istemektedir (Uzmen ve Arar, 2000; Ulueren, 2001).

COP6'da bir mutabakata varılamadığı için, bunun devamı sayılacak ve COP6.5 olarak adlandırılan yeni bir konferansın Bonn'da toplanmasına karar verilmiştir. Maalesef COP6.5'den önce, ABD başkanı George W. Bush, Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliği ile mücadelede bir yükümlülük almadığını ve protokolün yükümlülüğü sadece gelişmiş ülkelere verdiği gerekçesiyle, Mart 2001'de Kyoto Protokolü'nden çekilme kararı almıştır.

ABD'nin Kyoto Protokolü'nden çekilmesine rağmen, Temmuz 2001'de, Bonn'da toplanan Taraflar Konferansı, Bounes Aires Eylem Planı Kararları'nı nihailendirme konusunda anlaşmaya varmışlardır. Bir sonraki Taraflar Konferansı olan Kasım 2001 Marakeş toplantısında (COP7) çok önemli bir adım atılmış ve Kyoto Protokolü'nün ne şekilde uygulanacağına ve sorunlu konulara yönelik maddeler üzerinde anlaşmaya varılmıştır. Marakeş Sözleşmesi olarak da bilinen bu konferansta, gelişmekte olan ülkelere yönelik uygulanacak politikalar, sözkonusu ülkelerin de katılımı ile daha somut bir hale getirilmiştir. Bunun yanında, Kyoto Mekanizmalarının ne şekilde uygulanacağı yönünde de detaya gidilmiş ve bazı yumuşatıcı kararlar alınmıştır<sup>2</sup>.

Kyoto Protokolü'nün yürürlüğe girmesi için, 1990 yılındaki toplam CO<sub>2</sub> emisyonunun en az %55'inden sorumlu ve Ek I ülkelerinin de bulunduğu en az 55 ülkenin imzalaması şartının olduğunu belirtmiştik. Bu çalışmanın sunulduğu tarih itibariyle, şimdiye kadar Kyoto Protokolü'nü 1990 emisyonlarının % 44.2'sinden sorumlu 119 ülke imzalamış bulunmaktadır(www.unfccc.int).

## **KARBONDİOKSİT EMİSYONUNUN BELİRLEYİCİLERİ**

Daha önce de belirtildiği gibi, global ısınmaya neden olan seragazları içerisinde en önemlisi CO<sub>2</sub>'dir ve toplam seragazları içindeki payı %80'i aşmaktadır. Doğaya salınan CO<sub>2</sub>, temelde fosil kaynaklı yakıtların yanması sonucu oluşur. İklim değişikliğini kontrol altına almak

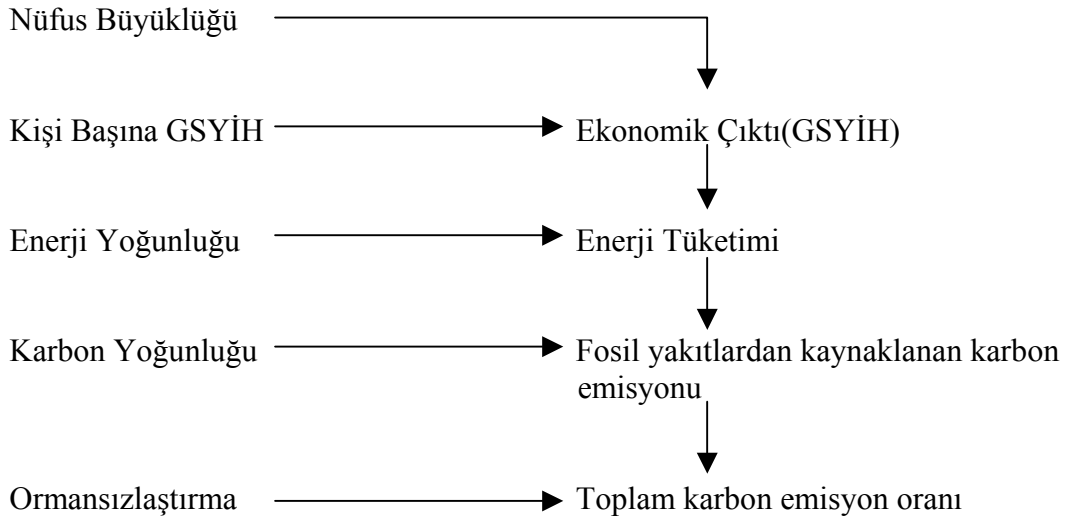
---

<sup>2</sup> Marakeş Konferansı konusunda daha ayrıntılı bilgi için bkz: Dessai ve Schipper (2003).

amacıyla oluşturulacak detaylı ve etkin politikaların belirlenmesi için CO<sub>2</sub> emisyonunu etkileyen değişik faktörlerin oynadığı rolün iyi anlaşılması gerekir.

Literatürde incelediğimiz çalışmalarda<sup>3</sup> genelde CO<sub>2</sub> emisyonunun temel belirleyicileri, beş ana gruba ayrılmaktadır. Aşağıdaki grafikte yıllık CO<sub>2</sub> emisyonu ve emisyon belirleyicileri arasındaki ilişki gösterilmiştir. Yıllık CO<sub>2</sub> salımını etkileyen bu faktörler, enerji yoğunluğu, karbon yoğunluğu, kişi başına milli gelir, nüfus artışı ve ormansızlaştırma olarak belirtilebilir.

**Şekil 1: Karbondioksit Emisyonuna Etki Eden Faktörler**



Nüfus etkisi, yalnızca nüfus artışının yaratmış olduğu etki ile ölçülmektedir. Nüfusa dahil olan her bir insan, kendi yaşamı için zorunlu olan besin, su, giyim gibi çeşitli gereksinimlerini karşılayabilmek için enerji talep edecektir. Nüfus artışı iki şekilde seragazı salımına katkıda bulunur. Bunlardan birincisi; yüksek bir nüfus düzeyinin enerji, taşımacılık ve endüstri sektörlerinde daha yüksek bir enerji talebine yol açması, diğeri de nüfus artışının ormansızlaştırma etkisiyle birlikte seragazı emisyonuna katkıda bulunmasıdır (Shi,2001). Nitekim, Shi'nin yapmış olduğu çalışmanın bulgularından biri de, % 1'lik bir nüfus artışının, seragazı salımında % 1.28'lik artışa yol açtığıdır (Shi,2001).

Büyüme etkisi ise, kişi başına ekonomik çıktı ile ölçülür ve GSYİH'nın toplam nüfusa bölünmesi ile elde edilir. Ekonominin büyüme sürecine girmesiyle birlikte, ekonomik çıktının da artmaya başlaması, kullanılan enerji miktarını arttıracaktır. Gerekli olan enerjinin fosil kaynaklı yakıtlardan karşılanması da CO<sub>2</sub> emisyonunu arttıracaktır.

<sup>3</sup> Ayrıntılı bilgi için bkz: Hamilton ve Turton (2002).

Literatürde, bir ekonomideki enerji tüketim düzeyini belirleyen üç faktör bulunmaktadır. Bunlar; ekonomideki üretim düzeyi, ekonominin yapısı ve ekonomik çıktı başına düşen enerji miktarıdır (Nanduri,1998). İşte, enerji tüketim düzeyini belirleyen bu son faktör, enerji yoğunluğu etkisi olarak adlandırılmaktadır. Enerji yoğunluğu, toplam enerji tüketiminin GSYİH (GDP)'ya oranı olarak tanımlanabilir ve her bir üretim başına kullanılan enerji tüketimini gösterir. Enerji yoğunluğu, belli sektörlerde kullanılan enerji kullanımı etkinliğinin değişikliği ve sosyo-ekonomik yapılarının farklılık arz etmesinden ötürü, ülkeden ülkeye büyük farklılıklar gösterir. Genelde, gelişmiş ülkelerin enerji yoğunluğu, daha etkin teknolojilerin kullanılması ve hizmetler sektörünün payının büyük olmasından dolayı, az gelişmiş ülkelere göre daha düşüktür.

CO<sub>2</sub> emisyonunu belirleyen bir diğer faktör de karbon yoğunluğu etkisidir ve toplam CO<sub>2</sub> salımı miktarının kullanılan fosil yakıt tüketimine bölümü ile elde edilir (Hamilton ve Turton, 2002). Sözkonusu etki, birim tüketilen enerji sonucu salınan CO<sub>2</sub> miktarını ölçer ve büyüklüğü enerji üretiminde sarfedilen fosil yakıtların ne oranda kullanıldığına bağlıdır. Karbon yoğunluğu, önemli oranda yenilenebilir enerji kaynakları, nükleer veya hidro-elektrik santralleri kullanan ülkelerde daha düşük oranda gerçekleşmektedir. Ayrıca kullanılan fosil yakıtların türü de önemlidir. 1 birim enerji üretimi için kömürün yakılması sonucu karbon salımı, doğalgaza göre yaklaşık iki kat daha fazladır (Zhang, 2000).

CO<sub>2</sub> emisyonunu belirleyen faktörlerden biri de, ormansızlaştırmadır. Dünya üzerindeki bitki örtüsü ve ormanlık alanlar, ortaya çıkan CO<sub>2</sub> salımının azaltılmasında, okyanuslardan sonra, en büyük yutak durumundadırlar. Oluşan CO<sub>2</sub> emisyonu, ormanlık alanlar tarafından absorbe edilmekte ve oksijen olarak tekrar atmosfere iade edilmektedir. Bu bağlamda, ormanlık alanların azaltılması, oluşan CO<sub>2</sub> emisyonunun absorbe edilme oranını düşürecektir. Bu durum da CO<sub>2</sub> emisyonunda bir artış meydana getirecektir.

Yukarıda belirttiğimiz gibi, bir ülkede CO<sub>2</sub> emisyonunu oluşmasında beş önemli faktör vardır. İklim değişikliği bağlamında, CO<sub>2</sub> oranlarının azaltılması hedeflendiğinden, bu beş faktörden birinin, birkaçının ya da hepsinin birden azaltılması gerekmektedir. Hiçbir ülkenin GSYİH'sını (ekonomik büyüme) azaltması beklenemeyeceğine göre, diğer dört faktör üzerinde yoğunlaşmak gerekir. Bunların arasında en önemlisi ve en etkilisi enerji yoğunluğu ve emisyon yoğunluğunu azaltmak olacaktır. Çünkü bu iki faktörü önemli oranda azaltacak politikalar uygulanırsa, büyük miktarlarda karbon salımı azaltımı gerçekleştirilebilir. Buna

göre ekonomik büyüme sonucu ortaya çıkacak CO<sub>2</sub> artışı ancak enerji ve emisyon yoğunluklarını azaltmaya yönelik uygulanacak kapsamlı politikaların belirlenmesiyle gerçekleşebilir.

## **KULLANILAN METOD : AYRIŞTIRMA (DECOMPOSITION) YÖNTEMİ**

Bu çalışmanın temel amacı, Türkî Cumhuriyetler içinden seçilmiş olan beş ülkede (Azerbaycan, Kazakistan, Kırgızistan, Türkmenistan ve Özbekistan) enerji kullanımı sonucu oluşan karbondioksit emisyonlarını etkileyen temel faktörleri belirlemek ve bu faktörlerin ne derece etkili olduklarını ortaya çıkarmaktır.

Son yıllarda, bu amaca yönelik olarak, enerji ve çevre alanındaki çalışmalar, Ayrıştırma Yöntemi (*Decompositon Method*) olarak bilinen tekniği kullanmaktadır. Enerji çalışmalarında sıkça başvurulan Ayrıştırma Yöntemi, genellikle belli zaman dilimlerinde enerji tüketimi veya enerji yoğunluğundaki değişimleri analiz etmek için kullanılmıştır. Daha sonra, CO<sub>2</sub> emisyonlarının belli bir dönem içinde değişimine kaynaklık eden enerji kullanımı, karbon yoğunluğu, ekonomik büyüme ve nüfus gibi önceden belirlenmiş birtakım faktörlerin ayrıştırılması ve etkilerinin ölçümünde de bu yöntem kullanılmaktadır<sup>4</sup>.

Ayrıştırma Yöntemi'nde, değişkenler toplama ya da çarpma şeklinde formüle edilirler. Metodoloji olarak Ayrıştırma Yöntemi kullanan modeller, Laspeyres Index ya da Divisia Index formülasyonlarını kullanırlar.

Çalışma kapsamına alınmış olan ülkelerde CO<sub>2</sub> emisyonu artışına neden olan faktörlerin belirlenmesine ve bu faktörlerin etkilerinin ölçülmesi amacıyla seçtiğimiz Ayrıştırma Yöntemi, Laspeyres Indexi formülasyonuna dayanmaktadır.

Laspeyres Indexi;  $t_0-t_1$  gibi belli bir dönemde değişim gösteren CO<sub>2</sub> emisyonuna katkısı olan belirleyici faktörlerin ayrıştırılması ve etkilerinin analiz edilmesini sağlar. Belirleyici faktörlerin seçimi, ilgili çalışmaların analiz ettiği ülke(ler)in yapısına ya da verilerin mevcut olup olmamasına göre esneklik arz etmektedir.

---

<sup>4</sup> Enerji ve çevre konusunda Ayrıştırma Yöntemi (Decomposition Method) kullanan çalışmalar için bakınız: Ang ve Zhang (2000).

Bu çalışma için seçtiğimiz Ayrıştırma Yöntemi ve etkilerini ölçmek istediğimiz temel belirleyici faktörler, Hamilton ve Turton (2002)'un OECD ülkeleri için uyguladığı çalışmaya dayanmaktadır. Ayrıca, bu metodolojiyi temel alarak, Karakaya ve Özçağ (2003) da Türkiye ekonomisi için CO<sub>2</sub> emisyonunun belirleyicilerini hesaplamışlardır. Hamilton ve Turton (2002) modelini seçmemizin temel amacı, bu çalışmadaki belirleyici faktörlerin incelenmiş olan beş ülke için anlamlı ve önemli olduğu düşüncesine dayanmaktadır.

Buna göre;

Bir ekonomide, belli bir yıl için CO<sub>2</sub> emisyonunun ayrıştırılması şu şekilde formüle edilebilir:

$$CO_2 = \frac{CO_2}{FOSS} \frac{FOSS}{TPES} \frac{TPES}{TFC} \frac{TFC}{GDP} \frac{GDP}{POP} POP$$

Yukarıdaki denklemde kullanılan;

CO<sub>2</sub> : Enerji kullanımına bağlı olan CO<sub>2</sub> emisyonunu,

FOSS : Fosil yakıt tüketimini,

TPES : Toplam birincil enerji arzını,

TFC : Toplam nihai enerji tüketimini,

GDP : Gayri Safi Yurtiçi Hasılayı,

POP : Nüfusu

ifade etmektedir.

Yukarıdaki denkleme göre; bir ekonominin CO<sub>2</sub> emisyonu oluşumuna kaynaklık eden altı faktör aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

CO<sub>2</sub> / FOSS : *CO<sub>2</sub> Yoğunluğu Etkisi*; fosil yakıtların yakılması sonucu oluşan karbon yoğunluğu, genellikle kullanılan fosil yakıtların (kömür, petrol, doğalgaz) karışımının ne şekilde olduğunu gösterir.

FOSS / TPES : *Fosil Yakıtı Yoğunluğu Etkisi*; Toplam birincil enerji kaynakları arasında fosil yakıtların ne oranda kullanıldığını gösterir.

TPES / TFC : *Çevrim Etkinliği Etkisi*; nihai tüketime dönüştürülecek enerji (elektrik tüketimi) için gerekli olacak birincil enerji miktarı oranını gösterir. Bu faktör, çevrim (conversion) etkinliğini ve yakıt karışımını yansıtan önemli bir göstergedir.

TFC / GDP	: <i>Enerji Yoğunluğu Etkisi</i> ; toplam nihai enerji tüketiminin GSYİH'ya oranıdır. Enerji yoğunluğundaki değişimler enerji kullanım etkinliği ve sosyo-ekonomik yapıdaki değişmelere göre belirlenir.
GDP / POP	: <i>Ekonomik Büyüme Etkisi</i> ; GSYİH'nın toplam nüfusa oranıdır. Kişi başına toplam üretimi ifade eden büyüme etkisi, ekonomik faaliyetler sonucu CO <sub>2</sub> oranlarında meydana gelen değişmeyi temsil eder.
POP	: <i>Nüfus Etkisi</i> ; nüfusun kendi başına CO <sub>2</sub> emisyonlarında meydana getirdiği değişmeyi gösterir.

Hamilton ve Turton (2002)'un da belirttiği gibi, bu faktörlerden herhangi birinde meydana gelen değişme, yakıt tüketiminden kaynaklanan CO<sub>2</sub> emisyonlarında da bir değişmeye neden olur.

Bu durumda; t<sub>0</sub> ve t<sub>1</sub> gibi iki ayrı dönemde CO<sub>2</sub> emisyonunda meydana gelen değişme, yukarıda belirttiğimiz faktörlerin değişimine göre açıklanabileceği için, Ayırıştırma Yöntemi'ne göre değişimi şu şekilde ifade edebiliriz;

$$\frac{CO_2(t=1)}{CO_2(t=0)} = \frac{\frac{CO_2(t=1)}{FOSS(t=1)}}{\frac{CO_2(t=0)}{FOSS(t=0)}} \cdot \frac{\frac{FOSS(t=1)}{TPES(t=1)}}{\frac{FOSS(t=0)}{TPES(t=0)}} \cdot \frac{\frac{TPES(t=1)}{TFC(t=1)}}{\frac{TPES(t=0)}{TFC(t=0)}} \cdot \frac{\frac{TFC(t=1)}{GDP(t=1)}}{\frac{TFC(t=0)}{GDP(t=0)}} \cdot \frac{\frac{GDP(t=1)}{POP(t=1)}}{\frac{GDP(t=0)}{POP(t=0)}} \cdot \frac{POP(t=1)}{POP(t=0)}$$

Buna göre; eşitliğin sol tarafındaki (CO<sub>2</sub> emisyonu) ve sağ tarafındaki (CO<sub>2</sub> emisyonunun belirleyicileri) değişkenlerin % değişmesini hesaplayabilir ve CO<sub>2</sub> değişimi üzerindeki etkilerini analiz edebiliriz.

## Data ve Modelin Sonuçları

Daha önce de ifade edildiği gibi, çeşitli seragazları olmakla birlikte, bu modelde sözkonusu seragazları içerisinde sadece CO<sub>2</sub> gazı ele alınmış, emisyonundaki değişimler incelenmiş ve belirleyicileri analiz edilmiştir. CO<sub>2</sub> gazının ele alınmasının nedeni; bu gazın toplam seragazı miktarı içerisinde %88'ler gibi çok yüksek bir paya sahip olması ve sözkonusu seragazının emisyonuna yönelik verilerin diğer seragazlarına nazaran daha doğru bir şekilde hesaplanabilmesidir.

Çalışmada kullanılan dataların tamamı, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'ndan alınmıştır. Enerji tüketimi kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonu ve TPES verileri “CO<sub>2</sub> Emissions From Fuel Combustion (2001a)”dan, FOSS,GDP ve POP verileri ise “Energy Balances of Non-OECD Countries (2001b)”den elde edilmiştir. TPES verileri, tüm fosil yakıtlara ek olarak hidroelektrik, jeotermal ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarını içermektedir. Fosil yakıt kullanımına ilişkin veriler ise, kömür, petrol ve doğalgazın toplamı sonucu elde edilmiştir. Ayırıştırma Yöntemi'ne göre analiz edilen dönem ise, 1992-1999 arasını kapsamaktadır.

Çalışmada kullanılan Ayırıştırma Yöntemi (*Decomposition Method*) sonuçlarına göre, 1992-1999 döneminde incelenmiş olan beş ülkeden, Kırgızistan, Kazakistan ve Azerbaycan'ın CO<sub>2</sub> emisyonlarında önemli oranda azalmalar gözlenirken, Türkmenistan ve Özbekistan'da ise artışlar ortaya çıkmıştır. CO<sub>2</sub> emisyonlarında ortaya çıkan bu değişimler sırasıyla %-64, %-55, %-19, %6 ve %4'tür(Bkz. Şekil 1).

**Şekil 1: CO<sub>2</sub> Emisyonları ve Yüzde Değişimler**

ÜLKELER	1992	1999	% Değişim (1992-1999)
<b>Azerbaycan</b>	41,48	33,19	-19,99
<b>Kazakistan</b>	254,52	114,45	-55,03
<b>Kırgızistan</b>	13,4	4,73	-64,70
<b>Türkmenistan</b>	31,87	33,85	6,21
<b>Özbekistan</b>	112,99	117,52	4,01

CO<sub>2</sub> emisyonunda değişmeye yol açan etkilerin en önemlilerinden bir tanesi Büyüme Etkisi (*Growth Effect*)'dir. Kırgızistan, Kazakistan ve Azerbaycan'da CO<sub>2</sub> emisyonu miktarlarında önemli oranda azalma yaşanmasının temel nedeni, bu ülkelerin CO<sub>2</sub> emisyonuna kaynaklık eden büyüme etkilerinin negatif olmalarıdır. Büyüme etkisi Kırgızistan'da %26, Kazakistan'da %19, Azerbaycan'da %33 oranında azalma göstermiştir(Bkz. Şekil 2). Bunun temel nedeni olarak, eski SSCB'den ayrılmanın sonucu, bu üç ülkenin 1992-1999 döneminde ekonomik açıdan önemli derece küçülmeleri gösterilebilir.

**Şekil 2: Büyüme Etkileri ve Yüzde Değişimler**

ÜLKELER	1992	1999	% Değişim (1992-1999)
<b>Azerbaycan</b>	0,000689	0,00046	-33,2366
<b>Kazakistan</b>	0,001698	0,001361	-19,8469
<b>Kırgızistan</b>	0,001156	0,00085	-26,4706
<b>Özbekistan</b>	0,000832	0,000758	-8,89423
<b>Türkmenistan</b>	0,000832	0,000758	-8,89423

Özbekistan ve Türkmenistan'da büyüme etkilerinde düşüşler gözlemlenmesine rağmen büyüme etkilerinde artışlar ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla Özbekistan ve Türkmenistan'da CO<sub>2</sub> emisyon artışı negatif büyüme etkisine rağmen sağlanmışsa, diğer açıklayıcı faktörlere bakmamız gerekmektedir.

Bu noktada ortaya çıkan önemli bir konu, bu iki ülkenin toplam nihai enerji tüketiminin Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'ya oranı olan Enerji Yoğunluğu Etkilerinin (*Energy Intensity Effect*), Azerbaycan, Kazakistan ve Kırgızistan'ın aksine önemli artışlar kaydetmesidir. Enerji yoğunluğu etkisinin yükselmesi, ülkede kullanılan kişi başına toplam nihai enerji miktarının artması anlamına gelmektedir. Diğer taraftan bu iki ülkenin 1992-1999 döneminde ekonomik açıdan küçülmeleri, enerji yoğunluğu etkisinin yükselmesi ile tezatlık arz etmektedir. Özbekistan'da büyüme etkisi %8 azalma gösterirken enerji yoğunluğu etkisi %9 artmıştır. Türkmenistan'da ise büyüme etkisi %40 azalırken, enerji yoğunluğu etkisi de %46 artış kaydetmiştir(Bkz. Şekil 3). Bu durum Özbekistan ve Türkmenistan'ın piyasa ekonomisine geçiş sürecinde diğer Türkî Cumhuriyetlere göre daha başarısız olmaları ile açıklanabilir. EBRD'nin yapmış olduğu çalışmalarda da belirtildiği gibi, bu iki ülke piyasa ekonomisine geçiş ve liberal politikalar uygulama kriterlerine göre son iki sırayı almaktadırlar<sup>5</sup>. Bu durum ise, sözkonusu ülkelerin ekonomilerine, özellikle de enerji piyasasına daha fazla devlet müdahalesinin olduğu anlamına gelmektedir. Enerji fiyatları devlet tarafından önemli miktarlarda sübvansede edilince, maliyetin düşük olmasından dolayı toplam nihai enerji tüketimi de artmaktadır. Toplam nihai enerji tüketiminde ortaya çıkan bu artışlar da, ülkede kullanılan fosil yakıt miktarına bağlı olarak CO<sub>2</sub> emisyonunu arttıracaktır. Nitekim çalışmada incelenen beş ülke içerisinde, fosil kaynaklı yakıt kullanımı sadece Özbekistan ve Türkmenistan'da artmıştır.

**Şekil 3: Enerji Yoğunluğu Etkileri ve Yüzde Değişimler**

ÜLKELER	1992	1999	% Değişim (1992-1999)
Azerbaycan	2,45	1,78	-27,3469
Kazakistan	1,86	0,98	-47,3118
Kırgızistan	0,88	0,46	-47,7273
Özbekistan	1,82	1,99	9,340659
Türkmenistan	1,26	1,85	46,8254

EBRD tarafından en liberal Türkî Cumhuriyet olarak gösterilen Kırgızistan, büyüme etkisinin negatif olmasına ek olarak, enerji yoğunluğu etkisi (nispeten daha liberal bir enerji piyasasına

<sup>5</sup> Bkz. EBRD (2001).

sahip olduğundan) en fazla düşüş gösteren ülkedir. Bunun anlamı, Kırgızistan'ın kişi başına enerji kullanımı konusunda önemli bir tasarruf sağladığıdır. Enerji yoğunluğu Kırgızistan'dan sonra sırasıyla Kazakistan ve Azerbaycan'da ortaya çıkmıştır.

Türkmenistan ve Özbekistan'da, CO<sub>2</sub> emisyonlarının artış göstermesinde, Nüfus Etkisinin (*Population Effect*) de önemli bir faktör olabileceğini belirtmek gerekmektedir. Nitekim nüfus etkisi en yüksek bu iki ülkede ortaya çıkmaktadır. Kırgızistan ve Azerbaycan'da nüfus etkisi %8.2 ve % 7.8 artış gösterirken, Kazakistan'da (Rus ve Alman asıllı Kazakların göçü sonucu) nüfus etkisi %7.8 oranında azalma kaydetmiştir(Bkz. Şekil 4).

**Şekil 4 : Nüfus Etkileri ve Yüzde Değişimler**

ÜLKELER	1992	1999	% Değişim (1992-1999)
Azerbaycan	7400	7980	7,837838
Kazakistan	16200	14930	-7,83951
Kırgızistan	4500	4870	8,222222
Özbekistan	21400	24410	14,06542
Türkmenistan	4000	4780	19,5

Toplam birincil enerji arzı içinde fosil yakıt kullanım oranlarını gösteren Fosil Yakıt Yoğunluğu Etkisi (*Fossil Fuel Intensity Effect*), Özbekistan hariç tüm ülkelerde azalma göstermiştir. Fosil yakıt kullanımını azaltma başarısı gösteren ülkelerin başında Azerbaycan ve Kırgızistan gelmektedir(Bkz. Şekil 5). Kırgızistan'da örneğin 16 büyük hidroelektrik santrali olmasına karşın sadece 2 tane termik santral vardır. Dolayısıyla fosil yakıt kullanımına gerek kalmaksızın Kırgızistan, büyük su kaynaklarına sahip olmanın avantajını yaşamaktadır.

**Şekil 5: Fosil Yakıt Yoğunluğu Etkileri ve Yüzde Değişimler**

ÜLKELER	1992	1999	% Değişim (1992-1999)
Azerbaycan	0,685	0,381	-44,3796
Kazakistan	0,545	0,471	-13,578
Kırgızistan	0,674	0,404	-40,0593
Özbekistan	0,581	0,626	7,745267
Türkmenistan	0,684	0,582	-14,9123

Özellikle birincil enerji kaynaklarından nihai elektrik üretimine dönüşümü açıklayan Çevrim Etkinliği Etkisi (*Conversion Efficiency Effect*), Özbekistan hariç diğer tüm ülkelerde artış kaydetmiştir. Çevrim etkinliği etkisindeki en büyük artış, %44 oranıyla Azerbaycan'da görülmüş, diğer ülkelerde ise +%15'ler civarında yükselme kaydetmiştir(Bkz. Şekil 6).

**Şekil 6: Çevrim Etkinliği Etkileri ve Yüzde Değişimler**

ÜLKELER	1992	1999	% Değişim (1992-1999)
<b>Azerbaycan</b>	1,336538	1,924962	44,02598
<b>Kazakistan</b>	1,561348	1,78539	14,34927
<b>Kırgızistan</b>	1,102174	1,276042	15,775
<b>Özbekistan</b>	1,389438	1,337486	-3,73907
<b>Türkmenistan</b>	1,377588	1,595322	15,80545

Azerbaycan'da çevrim etkinliği etkisinin yüksek çıkmasının nedeni, elektrik enerjisi üretiminin 1992-1999 döneminde artış göstermesiyle açıklanabilir. 1992-1999 döneminde önemli bir küçülme yaşamasına rağmen Azerbaycan'da elektrik enerjisi kullanımı aynı dönem için 1.04 mtoe'den<sup>6</sup> 1.02 mtoe'ye çıkmıştır.

### **Sonuç ve Öneriler**

Yapılan bu çalışmada, ilk olarak iklim değişikliği riskini önlemeye yönelik atılan uluslararası adımlar ve bu alanda beş Türkî Cumhuriyet'in konumu incelenmiştir. Daha sonra, Ayırıştırma Yöntemi kullanılarak sözkonusu beş ülkenin CO<sub>2</sub> emisyonu artışına kaynaklık eden faktörler ve bu faktörlerin etkilerinin analizi yapılmıştır.

Yapılan hesaplamalar sonucu, Özbekistan ve Türkmenistan hariç diğer ülkelerdeki CO<sub>2</sub> emisyonunda ortaya çıkan düşüşlerin, özellikle SSCB çöküşü sonrası devlet oluşumları ve yeniden yapılanmadan dolayı, ekonomik küçülmelerden kaynaklandığı ortaya çıkmıştır.

Çıkan sonuçlar, Kazakistan için özellikle Kyoto Protokolü açısından değerlendirildiğinde, 1992-1999 döneminde CO<sub>2</sub> emisyonu miktarında ortaya çıkan düşüş sayesinde, protokolün esneklik mekanizmalarından biri olan Emisyon Ticareti'nden faydalanabileceği ortaya çıkmaktadır. Bu sayede Kazakistan önemli bir ekonomik gelir de elde edebilecektir. Kırgızistan ve Azerbaycan için ise toplam CO<sub>2</sub> emisyonu miktarı zaten küçük olduğu için emisyon ticareti piyasasında gelir sağlaması sınırlı olacaktır.

Diğer taraftan, 2000'li yılların başından itibaren de Türkî Cumhuriyetler'de ekonomik büyümenin hızlandığı görülmektedir. Buna bağlı olarak da ilerleyen zamanlarda CO<sub>2</sub> emisyonlarında artışlar beklenmelidir. Oluşan bu ekonomik büyüme süreciyle birlikte, CO<sub>2</sub>

<sup>6</sup> Milyon ton petrol eşdeğeri

emisyoununun belirleyicilerinden biri olan büyüme etkisi pozitif çıkacağından, özellikle enerji yoğunluğu etkisinin azaltılmasına çok büyük önem verilmesi gerekmektedir.

## REFERANSLAR

- Dessai S. and Schipper E.L.F., (2003). "The Marakkech Accords to the Kyoto Protocol: Analysis and Future Prospect", Global Environmental Change, 13(2003), 149-153.
- EBRD (2001). "Transition Report 2001", European Bank for Reconstruction and Development, London.
- EEA (2003). "Europe's Environment: The Third Report", European Environment Agency, Report No:10, April, 2003.
- Hamilton C. and Turton H., (2000). "Determinants of Emissions Growth in OECD Countries", Energy Policy 30 (2002), 63-71.
- Hatipağaoğlu A.M., (2002). "Merkezi Planlamanın Çöküşünden Dönüşüme : Kırgızistan'da Ne Oldu?", DTM Dergisi, Yıl:7, Ocak 2002, Ankara.
- IEA (2001a). "CO<sub>2</sub> Emissions From Fuel Combustion (2001 Edition)", International Energy Agency, (IEA) OECD/IEA, Paris.
- IEA (2001b). "Energy Balances of Non-OECD Countries, 1998-1999 (2001 Edition)", International Energy Agency, (IEA) OECD/IEA, Paris.
- IEA (2001c). "Key World Energy Statistics, 2001 Edition", International Energy Agency (IEA), OECD/IEA, Paris.
- IPCC (2001a). "Climate Change 2001: The Scientific Basis", Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York.
- Karakaya E. ve Özçağ M., (2003). "Türkiye Açısından Kyoto Protokolü'nün Değerlendirilmesi ve Ayrıştırma (Decomposition) Yöntemi İle CO<sub>2</sub> Emisyonu Belirleyicilerinin Analizi", VII. ODTU Ekonomi Konferansı.  
[http://www.econturk.org/Turkiyeekonomisi/odtu\\_paper.pdf](http://www.econturk.org/Turkiyeekonomisi/odtu_paper.pdf)

- Nanduri M., (1998). “An Assessment of Energy Intensity Indicators and Their Role as Policy-Making Tools”, Concordia University School of Resource and Environmental Management Report No:232.
- Parry M., (2000). “Assessment of Potential Effects and Adaptations or Climate Change in Europe: The Europe ACACIA Project”, Jackson Environment Institute, University of East Anglia, Norwich.
- Shi A., (2001). “Population Growth and Global Carbon Dioxide Emissions”, IUSSP Conference in Brazil, Session: s09.
- Ulueren M., (2001). “Küresel Isınma BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve KYTO Protokolü”  
<http://www.mfa.gov.tr/turkce/grupe/ues-3/KureselIsinmaBMiklimveKYTO.htm>
- UNFCCC (2001). FCCC/SBI/2001/L.8. Decision 7/CP.7, Proposal to Amend the List in Annexes I and II to the Convention by Removing the Name of Turkey, SBI, Fifteenth Session, Marrakesh, 29 October–6 November 2001.  
<http://unfccc.int/resource/docs/2001/sbi/108.pdf>
- Uzmen R. ve Arar A., (2000). “21. Yüzyılda Enerji Kullanımı ve İklim Değişikliği”.  
<http://www.mfa.gov.tr/turkce/grupe/ues/6Uzmen-Arar2.htm>
- Türkeş M., (2003). “Türkiye-İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi İlişkileri”.  
<http://www.meteor.gov.tr/2003/arge/iklimdegis/iklimdegis10.htm>
- Türkeş M., (2001). “Küresel İklimin Korunması, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye” Tesisat Mühendisliği, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 61, 14-29, İstanbul.
- WMO (2002). “WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2002”, World Meteorological Organization - Press Release, WMO-No:684.  
<http://www.wmo.ch/web/Press/Press684.pdf>

Zhang F.Q. (2000).“Can China Afford to Commit Itself an Emissions Cap? An Economic and Political Analysis”, *Energy Economics* 22 (2000).