

KARBONA DAYALI FİNANSAL GELECEK SÖZLEŞMELERİ VE FİYAT GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

G. Cenk AKKAYA, Ceren UZAR

KARBONA DAYALI FİNANSAL GELECEK SÖZLEŞMELERİ VE FİYAT GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

G. Cenk AKKAYA

Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü

Ceren UZAR

Öğr. Gör. , Muğla Üniversitesi, Fethiye A.S.M.K MYO, İktisadi ve İdari Programlar

ÖZET: Sanayi devrimi sonrasında hızla artan karbondioksit salımı küresel ısınmanın birincil nedeni haline gelmiştir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği dünyayı tehdit eden çevre sorunlarının başında gelmektedir. Küresel ısınmaya neden olan sera gazı salınımlarının azaltılması gerekliliği ile birlikte bu gazların azaltılmasında piyasa mekanizmasının önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda, piyasa kurallarına göre çalışacak bir karbon piyasası, emisyonları azaltmada önemli bir araç olarak görülmektedir. Son dönemde, tüm dünyada karbona dayalı spot ve vadeli işlem sözleşmeleri işlem görmektedir. Çalışmanın amacı, karbon piyasasında yaygın biçimde işlem gören CER futures fiyat sözleşmelerini incelemektir.

Anahtar Kelimeler: Kyoto Protokolü, Emisyon Ticareti, Karbon Borsası, İklim Borsası

AN ANALYSIS ON CARBON BASED FINANCIAL FUTURE CONTRACTS AND PRICE DEVELOPMENT

ABSTRACT: The rapid growth in carbon dioxide emission after the industrial revolution became the primary reason of global warming. Global warming and climate change are one of the major environmental problems that threaten the world. Market mechanism is taught to play a vital role in reducing the greenhouse gases as there is a need for reducing the greenhouse gas emission which causes global warming. In this context a carbon market which will operate according to market rules is seen as an important tool in reducing the emissions. Recently carbon based spot and futures contract are traded all over the world. The aim of the study is to examine the widely traded CER futures contracts in carbon market.

Key Words: Kyoto Protocol, Emission Trade, Carbon Exchange, Climate Exchange

GİRİŞ

Dünyayı tehdit eden en büyük çevre sorunlarından birisi olarak adlandırılan küresel ısınma ve iklim değişikliği olgusu, en başta fosil yakıt kullanımı, sanayileşme, enerji üretimi, ormansızlaşma ve diğer insan etkinlikleri sonucunda ortaya çıkmış, ekonomik büyüme ve nüfus artışı bu süreci daha da hızlandırmıştır (Gaia, 2008;1). Kısaca, küresel ısınma, atmosferdeki sera gazı yoğunlaşmalarının artmasına bağlı olarak doğal sera etkisinin artması veya kuvvetlenmesi nedeniyle oluşmaktadır (Alper ve Anbar, 2008: 226). Haziran 1992'de Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde yapılan Yeryüzü Zirvesi olarak da bilinen Birleşmiş Milletler (BM) Çevre ve Gelişim Konferansında iklim değişikliğiyle mücadele konusunda uluslararası bir çerçeve çizilmesi kararına varılmıştır. Bu amaçla BM İklim Değişikliği Çerçeve Anlaşması hazırlanmıştır (Çikot, 2009: 9). İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 1997 Kyoto Protokolü ile güçlendirilmiştir. Bu protokol ile sera gazı emisyonlarının zaman içinde gelişmiş ülkeler tarafından ortalama %5 oranında indirilmesi koşulu getirilmiştir (Doğan, 2005: 63). Gelişmekte olan ülkelerin sera gazı sorumlulukları olmamakla beraber, her yıl sera gazı envanter raporu vermeleri gerekmektedir (Rubacı, 2009: 23). Protokole göre sözleşmenin, Ek-I listesinde yer alan ülkeler, 2008 - 2012 Birinci Taahhüt Dönemi sonunda, toplam sera gazı emisyonlarını ortalama olarak 1990 yılı seviyesinin en az %5 altına indirme yükümlülüğünü kabul etmişlerdir. Ek-I dışı ülkelerin ise emisyonlarını indirme zorunluluğu olmayıp gönüllülük esasına göre sera gazı emisyonlarını azaltabileceklerdir (Durgun ve Memişoğlu, 2009:4).

Protokole imza atmayan önemli ülkeler arasında ABD ve Avustralya vardır. Çin ve Hindistan gibi bazı ülkeler anlaşmaya imza atmalarına rağmen protokolda yer alan:“küresel sera gazı emisyonların gelişmiş ülkeler tarafından gerçekleştirildiği, gelişmekte olan ülkelerin kişi başı gaz emisyonlarının halen düşük olduğu, gelişmekte olan ülkelerin küresel emisyonlarının ihtiyaçlarına göre artacağı” hükmüne göre emisyonlarında herhangi bir azaltmaya gitmemektedirler. Kyoto Protokolünün eleştiriyeye açık taraflarından birisi de bu hükümdür (Özmen, 2009: 45). Kyoto Protokolü, dünyanın iklim değişikliği konusu hakkında ele alınmış en kapsamlı ve en geniş ilgiyi gören anlaşmadır. Kyoto protokolünde iki ek bulunmaktadır; ilk ekte (Ek-A) salınımlarının sınırlandırılması gereken 6 sera gazı ve bu sera gazlarının oluşumuna neden olan sektörlerden bahsederken ikinci ekte ise (Ek-B) İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin Ek 1 kısmında yer alan ülkelere sera gazı salınımlarını 2008-2012 yılları arasında 1990 seviyesinin ortalama %5 altına indirme yükümlülüğü getirmektedir ve bu ülkelerin salınımlarını ne oranda azaltacaklarını belirtmiştir (Şirin vd., 2008: 7). Kyoto protokolü, imza koyanların zararlı fosil yakıtlarını kademeli olarak azaltmaya veya kaldırmaya yönlendirmektedir. Ekonomik Kalkınma ve Gelişme Örgütünün tahminlerine göre sadece bu tür zararların azaltılması dünya geliri % 0,7’lik oranda artarken, tek başına karbon emisyonu 2050 yılında %18 azaltacaktır (Lohmann, 2006: 335).

KYOTO PROTOKOLÜ PİYASA MEKANİZMALARI

Protokol, emisyon düşürülmesi konusunda piyasa bazlı üç mekanizma getirmektedir. Ortak uygulama (joint implementation-JI), temiz kalkınma (clean development mechanism-CDM) ve emisyon alım-satımı (emission trading) olarak belirlenen bu mekanizmalar, endüstrileşmiş ülkelerin protokol ile belirlenen hedeflerine ulaşmaları yolunda kullanacakları yöntemleri ifade etmektedir (Çikot, 2009: 11).

Ortak Uygulama (JI): Kyoto Protokolü madde 6’da yer almaktadır. Bu mekanizma ile, Ek-I ülkeleri arasında gerekli şartların sağlanması koşuluyla, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının azaltılmasını veya sera gazlarının yutaklar yoluyla uzaklaştırılmasını amaçlayan projelerden elde edilen emisyon azaltım birimleri, diğer Taraf ülkeye verebilmekte veya ondan alınabilmektedir (Yamanoğlu, 2006: 38). JI bulunduğu ülke dışında, başka ülkelerde (ev sahibi ülke) sera gazı salımı miktarının azaltılmasının maliyetinin kendi ülkesindekinden daha düşük olduğu, kendi ülkesinde sera gazı salımında veya salım azaltma sisteminin tamamında veya bir bölümünde salım miktarını düşürmeye veya sınırlara yaklaştırmaya çalışan, salım azaltma projelerine yatırım yapan anlamına gelmektedir (Zhang, 1998: 17). Örneğin, Almanya’nın Ukrayna’daki bir projeye kaynak sağlaması Almanya’nın; Norveç’in bir AB üyesi ülkede doğal enerji elde edilmesi konusunda desteklediği bir proje ise Norveç’in hedeflerini tutturmasında göz önüne alınacaktır. Bu projeler ile katılımcı ülke her birimi 1 ton CO₂’e denk gelen “Emisyon Azaltma Birimi (Emission Reduction Unit-ERU)” kazanmaktadır. Kazanılan ERU daha sonra ülkenin Kyoto hedefine ulaşmasında, yapılan indirim olarak hesaba katılacaktır. Ancak projeden elde edilecek ERU miktarı, sadece projenin 2008 sonrasındaki etkisi göz önüne alınarak hesaplanmaktadır (Çikot, 2009: 11-12).

Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM): Protokolün 12. maddesinde belirtildiği üzere, Ek-1 ülkesinin yükümlülüklerini yerine getirmek amacı ile Ek-1 ülkesi olmayan ve protokole taraf ülkelerden birinde salım azaltıcı veya karbon emmen ağaçlandırma, yeniden ağaçlandırma projelerini Onaylı Salım Azaltmaları (Certified Emission Reductions - CER) karşılığı desteklemesidir (Taşdan, 2008: 4). Hedef üzerinde uzlaşıldıktan sonra eğer projenin emisyonları hedeften daha azsa sertifikalandırılmış emisyon indirimleri CER oluşmaktadır. Eğer hedefle eşit ya da hedefin üzerindeyse sertifikalandırılmış emisyon indirimi gerçekleşmemektedir (Phillibert, 2000: 954). Temiz Kalkınma Mekanizması (TKM) genel olarak, enerji etkinliğini ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını geliştirmek için gelişmiş ülkelerden gelişmekte olanlara teknoloji transfer etmenin en etkin ve etkili yolu olarak gösterilmektedir. (Schreuder, 2009: 166). CDM’lere gelişmekte olan ülkelerin katılımı, o ülkelerin iklim değişikliğini azaltmaya “yaparak öğrenme” yaklaşımı ile katkıda bulunma çabalarıdır. Bunları yaparken sürdürülebilir kalkınma önceliklerine de dikkat etmektedirler (Yamin, 2005: 30). 2008 Ağustos ayı itibari ile Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi Temiz Kalkınma Mekanizması (TKM) yönetim kurulu tarafından yaklaşık olarak 1200 CDM projesi onaylanmıştır. Temiz Kalkınma Mekanizması Kyoto Protokolünün ilk taahhüt

KARBONA DAYALI FİNANSAL GELECEK SÖZLEŞMELERİ VE FİYAT GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

G. Cenk AKKAYA, Ceren UZAR

dönemi sonunda (2012 içinde) 2,7 milyar Sertifikalı Karbon Azaltımı gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Bu miktar Kyoto'nun hedefi olan 5 milyar ton CO₂ eş değeri (CO₂e) salım azaltımının yarısıdır (Elkhamlici, 2008: 82). Sertifikalı Salım Azaltımı (CER) arzının çoğu Hindistan ve Çin'den gelmektedir. Bu miktar 2008 ve 2012 arasında planlanmış, kaydı yapılmış veya onay sürecinde olan CER'lerin üçte ikisini oluşturmaktadır. 2012 yılında toplam CER arzının % 80'nin Asya'dan gelmesi beklenirken, Latin Amerika'nın % 15'lik ve Afrika'nın da % 3'lük bir katkı sağlaması beklenmektedir. Güney Amerika hariç, Afrika'da ana TKM ülkeleri olan Nijerya, Mısır küresel CER arzına % 1'den daha az katkı sağlamaktadır. Bunun sebebi Afrika'nın düşük salım ve daha riskli yatırım çevresidir (Boyle vd., 2008: 45). TKM ve JI projeleri üç farklı şekilde olabilir; (1)atmosferden karbonu emen tek tip ağaç dikim sahaları (karbon derileri olarak da isimlendirilmektedir) (2) yenilenebilir enerji projeleri ve (3) mevcut enerji üretiminin ve kullanımının geliştirilmesi. Taraflar arasındaki (örneğin, devletler, özel şirketler, pazar arabaları) TKM projeleri finansal anlaşmaları değişik şekillerde gerçekleştirilmektedir (Schreuder, 2009: 166).

Emisyon Ticaret Sistemi: Kyoto Protokolünde sayısal emisyon azaltım yükümlülüğü almış ülkeler, belirlenmiş olan emisyon azaltım miktarlarının bir bölümünün ticaretini yapabilmektedir. Diğer bir ifadeyle taahhüt edilen emisyon miktarından daha fazla azaltım yapan taraf ülke, emisyonundaki bu ilave azaltımı bir başka ülkeye satabilir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008: 17). Tüm ticareti yapılan izin sistemlerinde katılımcıların yükümlülükleri ve salımları ile ilgili limitleri vardır. Eğer salımları limitlerin altında gerçekleşirse salım hakları satılabilmekte ve eğer salımları limitlerin üzerinde ise başka yerlerden salım izni satın alınabilmektedir. Bu yüzden bu tür sistemlere “cap and trade” sistemi denilmektedir. (Phillibert, 2000: 948). Söz konusu ticaret sistemi tüm katılımcıları en düşük maliyetlerle azaltma hedeflerine ulaşmak için rekabete zorlamaktadır. Bu noktada “cap and trade” emisyon sisteminin teorisi çok basittir. Bu kapsamda ilgili aktörler ya gerekli azaltmaları yapmakta ya da başkalarından kredi satın almaktadırlar. Gerçek hayatta bu sistemlerin uygulamaya konması teoridekinden kat kat karmaşık olmaktadır (Labatt ve White, 2007: 137-138). Sera gazı salımı miktarının azaltılması için uygulanacak olan politikalar beraberinde maliyetleri de etkilemektedir. Fakat salım ticareti, doğrudan yasal düzenleme yaklaşımı ile karşılaştırıldığında malların genel maliyetinde azalmaya yardımcı olacaktır. Salım ticareti yüksek marjlı maliyeti olan (yerel düzeyde) işletmelere ve (uluslararası düzeyde) ülkelere düşük maliyet marjlı şirket ve ülkelere azaltım satın alma imkanı sunacaktır. (Stowell, 2005: 211).

“Piyasa mekanizmaları çerçevesinde Kyoto Protokolüne taraf ülkeler nezdinde karbon ticaretini kapsayan üç tane senaryo geliştirilebilir (Taşdan, 2008: 5):

Senaryo 1: Üretimi nedeni ile sera gazı salımı yapan bir şirket, üretime devam edebilmesi için sera gazı limitini aşmak durumunda kaldığında bir başka salım yapan şirketten salım hakkı olarak limitini genişletir ve sera gazı salımına rağmen üretimine devam eder.

Senaryo 2: Sera gazı salımına neden olan bir şirket sera gazı limitini aşmadığında, geri kalan kotasını bir sonraki yıla saklayabilir ya da karbon piyasasında satabilir.

Senaryo 3: Sera gazı salımına neden olan şirket farklı ülkeler ve bölgelerde sera gazı azaltım projelerine yatırım yaparak elde edebileceği kredilerle kotasını genişletebilir ya da bunları piyasada satabilir.”

Emisyon indirimlerinin (ER) (CER ve ERU gibi) pazarlarda satılabileceği farklı yöntemler vardır. Bunlar (Wilder vd., 2010: 304-305):

(i) bir proje bir faaliyet sonucunda daha önceden üretilmiş ER'nin sabit miktarlarda doğrudan ve hemen satışı (spot işlem)

(ii) gelecekteki bir faaliyetten doğacak olan ER'nin satışı (uzun vadeli işlem)

(iii) kararlaştırılmış miktarda ER'nin daha sonraki bir tarihte kararlaştırılmış fiyat veya pazar fiyatı üzerinde ya da vadeyi gerçekleştirmek için genellikle işlem fiyatı üzerinden satış

(iv) veya yukarıdaki yöntemlerin değişik kombinasyonları.

Tablo 1'de bu kapsamda kullanılan Karbon Emisyon Vadeli İşlem Sözleşme Örneği verilmiştir (www.ecx.eu, 2009):

Tablo.1. Avrupa İklim Borsası EUA Vadeli İşlem Sözleşme Örneği:

İşlem Gördüğü Borsa	ECX- Avrupa İklim Borsası
Minimum İşlem Hacmi	1000 adet EUA (1 lot)
Kotasyon Şekli	€Euro/1 ton CO ₂
Minimum Fiyat Adımı	EUA başına 0.01 €= sözleşme başına 10.000 €
Min./Max. Fiyat Dalgalanmaları	€0.01/limit yok
Vade	Sözleşmeler, Mart, Haziran, Eylül ve Aralık olmak üzere 3 aylık dönemlerle sona erer. (yıl üçer aydan oluşan dört çeyreğe bölünmüştür). Vadeler, Mart 2013'e kadar listelenir ve Aralık tarihli yıllık sözleşmeler 2013 ve 2014'de sona erer.
Son İşlem Günü	Sözleşmenin ayının son pazartesi günüdür. Eğer son pazartesi tatil günü ise işlem günü teslimat ayının sondan bir önceki gün olan pazartesi olacaktır. Son pazartesi işlem yapılmayan güne denk geliyorsa bu pazartesiyi takip eden dört iş günü de işlem yapılmaz.
İşlem Saatleri	07:00-17:00 (Britanya yerel zamanına göre)
Uzlaşma Şekli	Fiziki Teslimat
Teslimat Dönemi	Son İşlem gününü takip eden iş günü saat 19:00'da başlar ve son iş gününü takip eden üçüncü iş günü saat 19:30'da sona erer.
Takas ve Sözleşme Güvenliği	ICE Clear Europe üyeleri adıyla kayıtlı olan vadeli işlem sözleşmelerinin finansal performansını garanti eder.
Marj	Değişkenlik ve başlangıç marjı ICE Clear Europe tarafından normalde olduğu gibi talep edilecektir.

EMİSYON TİCARETİ

Kyoto Protokolü ile gündeme gelen Emisyon Ticareti sera gazı emisyon seviyeleri ile ilgili ana politika enstrümanıdır. Yükselen karbon borsası artan bir hareketliliğin ve yakın gelecekte daha fazla sayıda yeni oyuncunun piyasaya dahil olacağı sınıyallerini vermektedir. Dolayısıyla piyasadaki oyuncuları ve gelecekteki karbon fiyatlarının etkilerini değerlendirirken ne gibi parametrelerin dikkate alınması gerektiği giderek önem

kazanmaktadır (Güçlü, 2009). Emisyon ticaretini açıklamaya yönelik şöyle bir örnek geliştirilebilir. A ve B firmalarının her birine kontrol mekanizmasının 90.000 ton emisyon hakkı verdiği varsayalım. Bu firmaların yıllık emisyon oranının 100.000 ton olduğu kabul edilsin. Bu durumda her firma emisyon oranını 10.000 ton indirmek zorundadır. Firmaların bu oranı elde edebilmek için iki yolu bulunmaktadır; ya yeni teknolojiler kullanacaklar ya piyasadan emisyon hakkı satın alacaklardır. Bu kararlarını rekabetçi piyasanın bir getirisi olarak en az maliyetle yapmak isteyeceklerdir. Firma en iyi karar için 10.000 ton emisyon azaltımının piyasadaki maliyetine bakacaktır. Piyasada 1 ton karbondioksit emisyonu indirim maliyeti 15 TL iken, bu maliyetin A firması için 10 TL, B firması için ise 20 TL olduğu kabul edilsin. A firması, piyasaya ve B firmasına göre daha az maliyete sahip olduğu için yeni teknolojiler aracılığıyla indirim yolunu seçecektir. B firması ise piyasadan karbon alımı kararına varacaktır. Çünkü kendisinin maliyeti piyasa oranından daha fazladır. Emisyon ticareti olmasaydı, A firması için aynı üretim düzeyi 100.000 TL'ye mal olurken B firması için 200.000 TL'ye mal olacaktı. Emisyon ticaretinin varlığında ise A firması 20.000 ton azaltım yaparak 200.000 TL harcamakta, fakat fazla emisyon azaltım oranını piyasada satarak 150.000 TL kazanmaktadır, B firması 10.000 tonunu satın alarak 150.000 TL harcamaktadır, fakat bu rakam emisyon ticaretinin olmadığı durumda katlanacağı maliyetten 50.000 TL daha azdır (Yamanoğlu, 2006: 93-94'den yararlanılarak geliştirilmiştir).

EMİSYON TİCARETİ SİSTEMLERİ

Amerika ve Avrupa orijinli emisyon ticaret sistemleri ve bu sistemlerin özellikle aşağıdaki gibi özetlenebilir (Uzar ve Akkaya, 2010: 482):

ABD SO₂ Piyasası

Amerika çok iyi bilinen Temiz Hava Pazar Programı başlığı altında uzun yıllardan beri emisyon ticareti programı uygulamaktadır. 1990 yılındaki Temiz Hava Hareketi Sülfür Dioksit (SO₂) salım miktarının ilerleyen yıllara düşürülmesi için hedef koymuştur. 1995 yılında Asit Yağmuru Programı adı verilen bir programla 1995 yılına kadar süren sülfür dioksit ticaretine izin verilmiştir. Bu programa temelinde büyük, yüksek oranlarda salım gerçekleştiren elektrik üreten birimler dahil olmuştur (Graus ve Voogt, 2007:12).

UK ETS (İngiltere Emisyon Ticaret Sistemi)

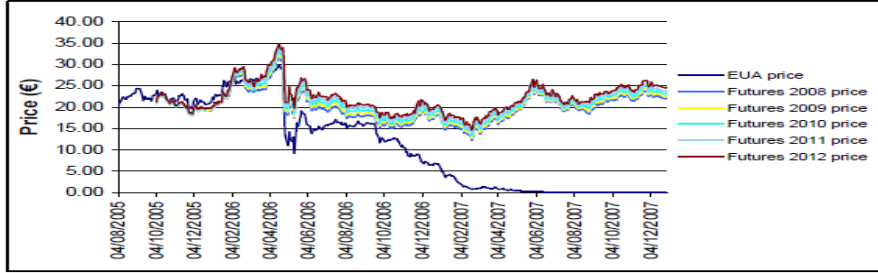
2002-2006 yılları arasında İngiltere'de uygulanan Emisyon Ticareti Programı (UK-ETS) hem 2005 yılında Avrupa Birliği bünyesinde uygulamaya giren AB Emisyon Ticareti'nin altyapısını oluşturması hem de dünyada uygulanan ilk emisyon kotası ticareti sistemi olması itibarı ile önemli bir deneyimdir. Program kapsamında 33 kuruluş yer almış ve 2006 verileriyle 7.2 milyon eşlenik-CO₂ salımı tasarrufu gerçekleştirilmiştir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008: 19).

EU ETS (AB Emisyon Ticaret Sistemi)

Sera gazlarını azaltmak amacıyla geliştirilmiş olan emisyon ticareti sisteminin günümüzdeki en büyük uygulaması Avrupa Birliği içinde 2005 yılında faaliyete geçmiş olan Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemidir (European Union Emission Trading Scheme- EU ETS). Avrupa Birliği, en etkin sera gazı azaltımı sağlayacak uygulamaların başında emisyon ticareti sisteminin olacağını belirtmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı Özel İhtisas Raporu, 2008: 25). Hükümetlerin karşı karşıya olduğu bir diğer konu da EU ETS'nin 1. aşamasından (2005-2007) ellerinde bulunacak fazla tahsisat miktarlarını 2. aşamaya (2008 - 2012) aktarıp aktarmayacaklarıdır (banking). Fazlar arasında birikim (banking) yapmaya izin verilmezse 1. aşamanın sonuna doğru fiyatlar, temel faktörlerin önem kazanacağı true-type mantığıyla oluşabilecektir. (Güçlü, 2009). Şekil 1 sistem içerisinde çok fazla izin verilmesinden dolayı 2006 Nisan ayında fiyatların düştüğünü açık bir şekilde göstermektedir. İzinlerin tahsisi

Avrupa Birliği Üye ülkeleri tarafından yapılmıştır. Bu ülkelere kendi ekonomik çıkarlarını korumak için fazla izin verme yönünde teşvikte bulunmuştur. Bu durumdan en çok Fransa, Almanya ve İtalya sorumludur. İzinleri ikinci aşamaya taşıyama, “kullanma tarihi” sınırlaması izinleri neredeyse değersiz kılmasından dolayı Birinci Aşama'nın sonuna doğru 2007 yılında fiyatları sıfır noktasına çekmiştir.

Şekil.1. ETS'nin 1. Aşamasında EU Tahsisatı (EUA) ve Futures Fiyatı Trendleri



Kaynak: PricewaterhouseCoopers, 2009: 12.

Avrupa konseyi Avrupa birliğinin sera gazı salımının 2012 yılından sonra 2020 yılına kadar 1990 yılındakinden en az %20 daha aşağıda olacağını ilan etmiştir. Bu hedef son zamanlarda yapılan değişiklikler ile daha gerçekçi hale getirilmiştir. Yapılan değişikliklerde gelecek ticaret 2013-2020 sekiz yıl sürmesi ve Avrupa birliği Emisyon Ticaret Sisteminde miktarların yıllık % 1,74'lük oranla azalacağı ön görülmektedir (Ellerman ve Joskow, 2008: 3).

Emisyon sistemleri incelendikten sonra, karbon ticareti yapan borsalara değinilmesi faydalı olacaktır.

KARBON BORSALARI

Yukarıda yapılan açıklamaların ışığında Dünya'da faaliyet gösteren karbon borsaları ve faaliyetleri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Avrupa Enerji Borsası: Avrupa Enerji Borsası (EEX) 2002 yılında iki Alman Enerji Borsası olan Leipzig ve Frankfurt Borsalarının birleşmesi sonucu kurulmuştur. Doğal gaz ve emisyon hakları spot ve türev piyasalarda ve kömür ise sadece türev piyasalarda işlem görmektedir (www.eex.com, 2009).

Nordpool: İskandinav Enerji Borsası, piyasada fiziksel ve finansal sözleşmelerin ticareti için İskandinav ülkelerinde (Finlandiya, İsveç, Danimarka ve Norveç) hizmet sunmaktadır. Borsa, hizmetlerini Nordpool ASA ve Nordpool Spot AS ile sağlamaktadır. Nordpool, karbon pazarına, emisyon izinleri (EUA) ve karbon kredileri (CER) için standart sözleşmeler öneren ilk Avrupa borsasıdır (www.nordpool.com, 2009).

Avrupa İklim Borsası: Avrupa İklim Borsası (ECX), CO2 emisyon ticareti için Avrupa ve uluslararası pazarda lider konumda bir borsadır. ECX'de iki tür karbon kredisinin ticareti yapılmaktadır. Bunlar; EU Tahsisatı (EUAs) ve Sertifikalandırılmış Emisyon İndirimleridir (CERs). Avrupa İklim Borsası'nda Nisan 2005'te EUA'ya dayalı vadeli işlem sözleşmeleri işlem görmeye başlamıştır. Bunu takiben Ekim 2006'da EUA'ya dayalı opsiyonlar işlem görmeye başlamıştır. 2008 yılında ise CER'e dayalı vadeli işlem sözleşmeleri ve opsiyonlar işlem görmeye başlamıştır. 2009'da EUA ve CER olarak iki yeni sözleşme eklenmiştir. ECX, Climate Exchange Plc şirketinin bir üyesidir. Climate Exchange Plc, Londra Borsasında işlem görmektedir (www.ecx.eu, 2009).

Blunext: Blunext Aralık 2007'de NYSE Euronext ve Caisse des Depots tarafından kurulmuştur. Üyeler spot ve türev ürünler yardımıyla ticaret yapabilmektedir. Blunext karbon ticaretini EUA aracılığıyla gerçekleştirmektedir.

KARBONA DAYALI FİNANSAL GELECEK SÖZLEŞMELERİ VE FİYAT GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

G. Cenk AKKAYA, Ceren UZAR

Aynı zamanda, temiz kalkınma mekanizması projeleri, sertifikalandırılmış emisyon azaltımı kredilerini (CERs) sağlamaktadır (www.bluenext.eu, 2009).

Polonya Enerji Borsası: Aralık 1999'da Polonya ekonomi yönetimi enerji borsası kurulması için bir düzenleme çıkarmıştır. Polonya Enerji Borsası (POLPX) 2000 yılında işlemlerine başlamıştır. Bu borsada işlem gören ürünler, yenilebilir enerji sertifikaları ve elektrik enerjisidir. Ayrıca spot piyasalarda EUA işlem görmektedir. 2008 yılından itibaren de elektrik enerjisine dayalı vadeli işlem ve fiziksel teslimata dayalı forward elektrik sözleşmeleri işlem görmektedir (www.polpx.pl, 2009).

Climex: Climex, 2003 yılında Hollanda'da kurulmuştur. EUA'ya dayalı ticaret bu borsada 2005 Haziran'ında başlamıştır. 2008'den itibaren CER'e dayalı spot ticareti de yapılmaktadır (www.climex.com, 2009).

Avusturya Enerji Borsası: Avusturya Enerji Borsası (EXAA) 8 Haziran 2001 'de Viyana'da kurulmuştur ve 21 Mart 2002'de spot elektrik enerjisi ticaretine başlamıştır. Haziran 2005'te çevresel ürünler segmentinde Avrupa karbon emisyonları tahsisatına (EUA) başlamıştır (www.en.exaa.at, 2009).

Şikago İklim Borsası: Şikago iklim Borsası (CCX) 2003 yılında sera gazı salımının azaltılması için Kuzey Amerika'da kurulan ilk gönüllülük esasına dayanan borsadır. CCX'de, CCX karbon finansal ürünleri (CCX CFI) SFI'ya dayalı vadeli işlem ve opsiyon sözleşmeleri, RGGI'ya dayalı vadeli işlem ve opsiyon sözleşmeleri aynı zamanda CER'ler işlem görmektedir (www.chicagoclimatex.com, 2009).

Şikago İklim Vadeli İşlemler Borsası: Şikago İklim Vadeli İşlemler Borsası (CCFE) 2004 yılında, Şikago İklim Borsası'nın bir iştiraki olarak kurulmuştur. Bu borsada sertifikalandırılmış emisyon azaltma birimi olan CER, CCX tarafından ihraç edilen CCX CFI'ya dayalı vadeli işlem sözleşmeleri, SFI'ya dayalı vadeli işlem ve opsiyon sözleşmeleri, Bölgesel sera gazı insiyatif ürünler (RGGI) işlem görmektedir (www.ccfex.com, 2009).

Montreal İklim Borsası: Kanada Hükümeti Mart 2008'de sera gazı emisyonunu azaltmak için düzenleyici çerçeveyi yayınlamış ve 2010'da bu uygulamayı başlatmıştır. Montreal İklim Borsası (MCeX), Şikago İklim Borsası'nın (CCX) işbirliği ile kurulmuştur. Bu borsada Kanada karbondioksit brimine eşit (MX) vadeli işlem sözleşmeleri işlem görmektedir (www.mcx.ca, 2009).

Avustralya İklim Borsası: 2005'de Avustralya'nın ilk elektronik emisyon işlem platformu olarak kurulmuştur. Sertifikalandırılmış emisyon indirimi birimi olan CER'ler ve onaylanmış emisyon indirim birimi olan VER'ler bu borsada işlem görmeye başlamıştır (www.climateexchange.com.au, 2009).

Envex: Bu borsada işlem gören ürünler; yenilebilir enerji sertifikaları olan REC'ler, Avustralya emisyon birimleri olan AEU'lar ve sertifikalandırılmış emisyon indirimler olan CER'ler işlem görmektedir. Ayrıca Envex'de iklim ve çevreye dayalı türev ürünlerde geliştirilmektedir (www.envex.com.au, 2009).

Climate Exchange Asya Faaliyetleri: Şikago İklim Borsası (CCX), Tianjin Property Rights Exchange (TPRE) ve Çin Ulusal Petrol Şirketi (CNPCAM), Asya Bölgesinde Çin merkezli Tianjin İklim Borsasının (Tianjin Climate Exchange-TCX) ortakları arasındadır (www.chinatcx.com.cn, 2009).

Asya Karbon Global: Asya Karbon Global (ACX)'in faaliyetleri arasında CDM projelerinden elde edilen sertifikalandırılmış emisyon indirimleri olan CER'ler yer almaktadır. Mayıs 2007'de gönüllü emisyon indirim birimleri olan VER'ler işlem görmeye başlamıştır. Ayrıca gönüllü karbon standardı (VCS) işlem gören ürünlerdendir (www.asiacarbon.com, 2009).

Tablo.2'de Dünya Karbon Ticaretinde işlem gören ürünler görülmektedir;

Tablo.2. Dünya Karbon Ticaretinde İşlem Gören Ürünler

BORSA	ÜRÜNLER										
	CER	EUA	RGGI	CFI	MX	SFI	VER	VCS	REC	VCU	AEU
Avrupa Enerji	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nordpool	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Avrupa İklim	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blunext	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polonya Enerji	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Climex	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Avusturya Enerji	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chicago İklim	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
Chicago İklim Vadeli İşl	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
Montreal İklim	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Avusturalya İklim	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+
Envex	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Asya Karbon Global	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-

Kaynak: (Çetinkaya ve Sokulgan, 2009: 40)'den yararlanılarak geliştirilmiştir.

UYGULAMA

Çalışmanın uygulama kısmı iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada Avrupa iklim borsasında işlem gören CER Vadeli İşlem sözleşmelerinin fiyat oynaklığı incelenecektir. Bu amaçla 14.03.2008-22.03.2010 tarihleri arasında ilgili borsa işlem gören CER Vadeli İşlem sözleşmelerinin kapanış fiyatları (www.ecex.eu, 2010) alınmıştır. Bu sözleşmelerdeki fiyat oynaklığı tespiti için aşağıdaki formül kullanılmıştır:

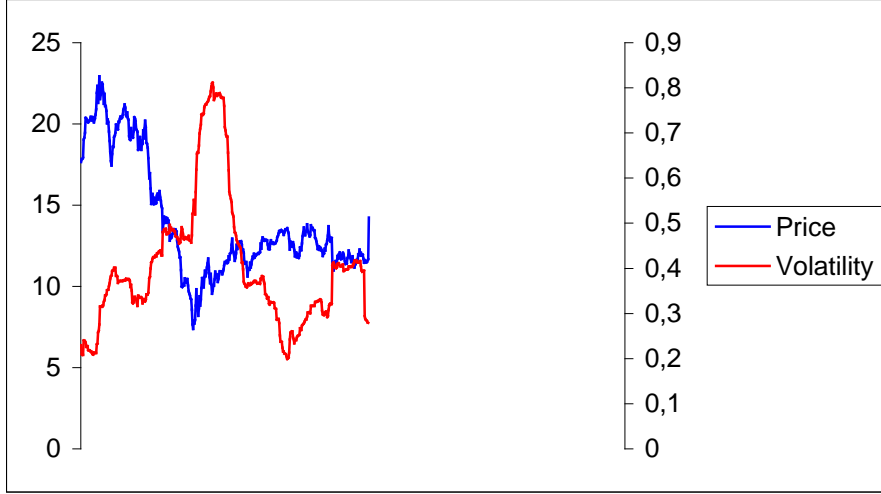
$$Ln(\text{Bir sonraki gün kapanış fiyatı/bir önceki gün kapanış fiyatı})$$

Çalışmanın ikinci kısmı ise bir karşılaştırma imkanı da elde edebilmek bakımından New York borsasında işlem gören CER Vadeli İşlem sözleşmelerinin 2009 yılı bir yıllık dönemde teknik analizi yer almıştır. Öncelikle borsadan alınan ham veriler (www.barchart.com, 2010) logaritmik olarak yeniden düzenlenmiştir. Daha sonra fiyatlar için ana grafikte; bollinger bandı, momentum, ağırlıklı ortalamanın yakınsaması, fiyat ranjı ve stokastik analizi çizilmiştir.

Analiz ve Bulgular

Avrupa İklim Borsasında işlem gören sözleşmelerin 14.03.2008 ve 22.03.2010 tarihleri arasındaki fiyat ve oynaklık değişimi Şekil 2.'de gösterilmektedir.

Şekil.2. Avrupa İklim Borsası CER Future Fiyat Oynaklığı



Şekil.2. incelendiğinde 2008 küresel mali krizin Avrupa’da en yoğun hissedildiği dönemde CER Vadeli İşlem fiyatlarının (22,54 Euro’dan 7,39 Euro’ya) dramatik bir biçimde düştüğü ve oynaklığın çarpıcı bir şekilde yükseldiği görülmektedir. İlgili dönemde işletmeler temel operasyonları üzerine odaklanmışlar ve çevre maliyetlerini bir şekilde aşağıda çekmenin yollarını aramışlardır. Dolayısıyla ilgili dönemde karbon sözleşmesi fiyatları düşen talebede bağlı olarak azalmıştır. Aynı dönemde oynaklığın yüksek olması aslında uluslararası yatırımcılar ve hedge fonlar için bu alanın cazip bir araç olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

2009 yılı için Amerika İklim Borsası incelendiğinde fiyat değişimleri ve CER Vadeli İşlem Sözleşmeleri teknik analizi Şekil 3’de gösterilmektedir.

Şekil.3. CER Future Sözleşmeler 2009 Yılı Teknik Analizi



Şekil 3’de en üst alanda sözleşme kapanış fiyatlarındaki eğilim, fiyat ranjı ve fiyat değişimleri baz alınarak çizilen bollinger bantları çizgi grafik şeklinde görülmektedir. Bollinger bantları hareketli ortalamanın oynaklık değeri kadar yukarı ve aşağı yönlü hareket ettirilmesiyile elde edilmektedir. Fiyat oynaklığı aynı zamanda piyasa hareketini de yansıttığı için oldukça önemlidir.

Şekil 3’ün ikinci kısmında momentum görülmektedir. Momentum, belirli bir süre içerisinde fiyatların yüzde kaç değiştiğini ortaya koyan bir göstergedir. Şubat 2009’da (küresel mali krizin en yoğun hissedildiği dönemde) aşağı yönlü oluşan fiyat değişimi Mart ayıyla birlikte yükseliş eğilimine girmiş 2009 yılının geri kalan aylarında ortalama fiyat değişimi Şubat ayının üzerinde olmuştur.

Şekil 3’ün üçüncü bölümünde ağırlıklı ortalamasının yakınsaması ve ıraksaması (MACD) gösterilmektedir. Hareketli ortalamalar çoğunlukla daha doğru bir eğilim ortaya koymak amacıyla kullanılmaktadır. MACD, iki hareketli ortalama arasındaki ilişkiyi gösteren ve trend izleyen bir göstergedir. MACD, 26 ve 12 günlük üssel hareketli ortalamasının farkı olarak alınmaktadır. Şekil 3’ün üçüncü bölümünde yer alan MACD grafiği incelendiğinde

KARBONA DAYALI FİNANSAL GELECEK SÖZLEŞMELERİ VE FİYAT GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

G. Cenk AKKAYA, Ceren UZAR

çizgilerin keşiştiği dönemler yatırımcılar için genellikle al-sat dönemleri olarak değerlendirilmektedir. Mart 2009 döneminde ortalamaların birbirlerinden uzaklaştığı görülmekte bu durum olası bir piyasa kaymasına işaret etmektedir.

Şekil 3'ün dördüncü kısmında stokastik görülmektedir. Stokastik, piyasadaki aşırı alım ve satış ölçümü amacıyla oluşturulmuş bir osilatördür. Stokastik izlendiğinde ana eğilimdeki değişimlerin öncü göstergesi olduğu görülmektedir. Günü en yüksek ve düşük fiyatına göre durumu yansıttığı için stokastik önemli bir gösterge olarak değerlendirilmektedir.

Amerikan İklim Borsası için 2009 yılı CER Vadeli İşlem Sözleşmeleri fiyat analizi genel olarak incelendiğinde Avrupa İklim Borsasına paralel bir fiyat değişimi takip ettiği görülmektedir. Küresel mali krizin en yoğun yaşandığı dönemlerde işlemler temel faaliyetlerine odaklanmaları sebebiyle bu sözleşmelere olan talebin göreceli olarak düştüğü görülmüştür. Talebin düşmesine paralel olarak kapanış fiyatlarında yaşanan çarpıcı azalışlar aslında orta ve uzun vadeli yatırımcılar için iyi bir kazanç fırsatını da sunmaktadır.

SONUÇ

Dünyayı tehdit eden çevre sorunlarının başında küresel ısınma gelmektedir. Küresel ısınma atmosferdeki sera gazı yoğunlaşmalarının artması nedeniyle meydana gelmektedir. 1992' de Rio'da yapılan Birleşmiş Milletler Gelişim ve Çevre Konferansı'nda hazırlanan BMİDÇS iklim değişikliği ile mücadelede küresel işbirliği için atılan ilk adım olmuştur. Söz konusu sözleşme 1997'de Kyoto Protokolü ile güçlendirilmiştir. Kyoto Protokolü, iklim değişikliği konusunda ele alınan en kapsamlı anlaşmadır. Kyoto protokolü, zararlı fosil yakıtlarını azaltmayı, kaldırmayı amaçlamaktadır.

Kyoto Protokolü'nün piyasa mekanizmaları sırasıyla; ortak uygulama (JI), temiz kalkınma mekanizması (CDM) ve emisyon ticaretidir. Söz konusu mekanizmalar, endüstrileşmiş ülkelerin protokol ile belirlenen hedeflerine ulaşmaları için kullanabilecekleri yöntemlerdir. Ortak uygulama yöntemi ile Ek-1 ülkeleri arasında gerçekleşir. Sera gazı emisyonunun azaltılmasını amaçlayan projelere yatırım yapan ülke, emisyon azaltma birimi (ERU) kazanmaktadır. Kazanılan ERU, ülkenin Kyoto hedefine ulaşmasında hesaba katılacaktır. Temiz kalkınma mekanizması ise Ek-1 ülkelerinin, Ek-1 olmayan ve protokole taraf ülkelerden birinde yapacağı emisyon azaltıcı projeleri sertifikalandırılmış emisyon azaltımı karşılığı (CER) desteklemesidir. Emisyon ticaret sisteminde ise taahhüt edilen emisyon miktarından daha fazla azaltım yapan ülke, bu azaltımı başka ülkeye satabilmektedir. Emisyon indirimleri olan (ERU ve CER), dünyada birçok karbon borsasında işlem görmektedir. Bu ürünler pazarlarda spot veya vadeli işlem ile satılabilmektedir.

Çalışmanın uygulama kısmında Avrupa ve Amerika iklim borsalarında işlem gören CER Future sözleşmelerinin fiyat karşılaştırması yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, fiyat hareketlerinin birbirine benzediği ve küresel krizden benzer bir biçimde etkilendiği ortaya konulmuştur. Bununla birlikte bu piyasalarda zaman zaman yaşanan çarpıcı fiyat oynaklıklarını yatırımcılar için önemli bir kazanç fırsatı sunduğu görülmektedir.

Sonuç olarak karbon piyasaları bir yandan sürdürülebilir kalkınmanın bir parçası olarak değerlendirilirken diğer yandan finansal piyasaların derinleşmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

ALPER, D ve ANBAR, A. (2008). "İklim Değişikliğinin Finansal Hizmet Sektörüne Etkileri", Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 7(23): 223- 253.

BOYLE, R. ve GREENWOOD, C. ve HOHLER, A. ve LIEBREICH, M. ve SONNTAG, O.ve TYNE, A. ve USHER, E. (2008). Global Trends in Sustainable Energy Investment 2008, Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency, United Nations Environment Programme and New Energy Finance Ltd.

ÇETİNKAYA, E. ve SOKULGAN, K. (2009). “Kyoto Protokolü ve Karbon Emisyon Piyasası”, Vadeli İşlem ve Opsiyon Borsası Haber Bülteni: 35-42.

Çevre ve Orman Bakanlığı Özel İhtisas Komisyonu Raporu (2008). Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları ve Diğer Uluslararası Emisyon Ticareti Sistemleri, www.iklim.cevreorman.gov.tr/belgeler/03.pdf, (25.01.2010).

ÇİKOT, Ö. (2009), “Avrupa’da Karbon ve Enerji Borsaları”, Sermaye Piyasasında Gündem Dergisi, 82: 9-23.

DOĞAN, S. (2005), “Türkiye’nin Küresel İklim Değişikliğinde Rolü ve Önleyici Küresel Çabaya Katılım Girişimleri”, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 6 (2): 57-73.

DURGUN, A ve MEMİŞOĞLU, D. (2009). “Kyoto Protokolü ve Bu Süreçte Ortaya Çıkan Paradokslar”, Uluslararası Davraz Kongresi, 24-27 Eylül, Isparta:1-16.

ELKHAMLICI, S. (2008). “A Review of CDM Activities in Sub-Saharan Africa”, Greenhouse Gas Market Report, IETA.

ELLERMAN, A. D. ve JOSKOW, P. L. (2008). The European Union’s Emission Trading System in Perspective, Arlington: Pew Center.

Gaia Carbon Finance (2008). www.cevreciyiz.com/images/.../Gaia%20Carbon%20Finance.pdf, (28.01.2010).

GRAUS, W. ve VOOGT, M. (2007). Small Installitions with in the EU Emissions Trading Scheme, Report under the Project “Review of EU Emissions Trading Scheme”.

GÜÇLÜ, S. B, “Emisyon Ticaret Sistemi Karbon Piyasası”
http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi142/d142_2632.pdf.

http://en.exaa.at/static/cms/sites/exaa.at/media/downloads/Folder_PowerxCarbon_en_web_v3.pdf, (23.02.2009).

http://www.asiacarbon.com/about_Us.html, (25.02.2009).

http://www.asiacarbon.com/Carbon_Trading.html, (25.02.2009).

<http://www.barchart.com/RHU10->, (21.06.2010)

<http://www.bluenext.eu/>,(23.02.2009).

<http://www.ccfе.com/ccfeContent.jsf?id=91308>, (24.02.2009)

<http://www.ccfе.com/ccfeContent.jsf?id=91309>, (24.02.2009)

http://www.chicagoclimatex.com/images/content/File/Trading_CFI.pdf, (24.02.2009).

KARBONA DAYALI FİNANSAL GELECEK SÖZLEŞMELERİ VE FİYAT GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

G. Cenk AKKAYA, Ceren UZAR

http://www.chinatx.com.cn/templet/default/index_en.jsp, (25.02.2009).

<http://www.climateexchange.com.au/>,(24.02.2009)

<http://www.climex.com/spot-trading.aspx>, (23.02.2009).

<http://www.ecex.eu/CER-FUTURE>, (23.03.2010)

<http://www.ecx.eu/About-ECX>, (23.02.2009).

<http://www.ecx.eu/EUA-Futures-Contract-Specifications>, (23.02.2009).

<http://www.eex.com/en/EEX/Products%20%26%20Fees>, (23.02.2009).

<http://www.envex.com.au/products.htm>, (25.02.2009).

http://www.mcx.ca/aboutGhg_canCarbonMarket_en, (24.02.2009)

<http://www.nordpool.com/en/asa/General-information/>, (23.02.2009).

<http://www.polpx.pl/main.php?index=201&show=40&lang=en>, (23.02.2009).

LABATT, S ve WHITE, R. R. (2007). Carbon Finance: The Financial Implications of Climate Change. New Jersey: John Wiley Press.

LOHMANN, L. (2006). Carbon Trading, Sweden: Mediaprint Uddevalla.

ÖZMEN, T. (2009). “Sera Gazı, Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü”, THM-453-2009/1: 42-46.

PHILLIBERT, C. (2000). “How Could Emissions Trading Benefit Developing Countries”, Energy Policy, 28: 947-956.

PricewaterhouseCoopers.(2009).Carbon Taxes and Trading.
<http://www.ieta.org/ieta/www/pages/download.php?docID=3261>.

RUBACI, E. (2009), “Kyoto Protokolü ve Avrupa Birliği CO2 Emisyon Ticareti”, İzolasyon Dergisi, 73: 23.

SCHREUDER, Y. (2009). The Corporate GreenHouse Climate Change Policy in a Globalizing World. London and New York: Zed Books.

STOWELL, D. (2005). Climate Trading Development of Kyoto Protocol Market. New York: Palgrave Macmillan.

ŞİRİN, G. ve İŞİK, N ve GÜLÖZ, S. D. (2008). “Emisyon Ticareti Uygulaması ve Türkiye’ye Etkileri”, www.kongreikt.ege.edu.tr/cd/pdf/52.pdf, (01.01.2010).

TAŞDAN, F. (2008), “Kyoto Protokolü Finansal Destek Mekanizmaları Çerçevesinde Türkiye’de Gönüllü Salım Ticareti”, http://paribus.tr.googlepages.com/f_tasdan.pdf, (Erişim Tarihi: 01.02.2010).

UZAR, C. ve AKKAYA, G. C. (2010), "Karbon Ticareti ve Karbon Borsaları Üzerine Bir İnceleme", 9.Ulusal İşletmecilik Kongresi, 6-8 Mayıs, Zonguldak: 481-486.

WILDER, M. ve WILLIS, M. ve GULI, M. (2010). Carbon Contracts, Structuring Transactions: Practical Experiences, JI and CDM: Carbon Contracts. <http://www.bakernet.com/NR/rdonlyres/1298A282-673A-4E4E-9D2B-C3552030E375/40202/CarbonContracts.pdf>.

YAMANOĞLU, G. Ç. (2006), Türkiye'de Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış İle Mücadelede İktisadi Araçların Rolü, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri.

YAMIN, F. (2005). Climate Change and Carbon Markets A Handbook of Emissions Reduction Mechanisms. London: Earthscan.

ZHANG, Z. (1998). "Greenhouse gas emissions trading and the world trading system", <http://mpa.ub.uni-muenchen.de/12971/>