

DÜŞÜK KARBON EKONOMİSİ VE TÜRKİYE’NİN KARBON AYAK İZİ

Ceyda ERDEN (PhD)
Anadolu Üniversitesi
Eskişehir/Türkiye

Özet

Yeşil Ekonomi bir düşük karbon ekonomisidir. Karbon ayak izi, küresel ölçekte toplam ekolojik ayak izinin en büyük bileşeni olduğu gibi, Türkiye’nin Ayak İzinin de en önemli parçasını oluşturmaktadır. Karbon Ayak İzi, ülke içinde kullanılan fosil yakıtlardan ortaya çıkan salımlar, ithal edilen ürünlerin üretim sürecinde salınan karbon, ülkenin uluslararası ticarete ortaya çıkan salımlardaki payı ve fosil yakıt dışı karbon salımlarını içerir. Atmosfere salınan sera gazları, kısaca karbon salımı, ekosistemlerin depolayabileceğinden çok daha yüksek seviyededir. Karbon ayak izini azaltmak için fosil yakıtların enerji üretimindeki payını minimize etmek ve yerine yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek gerekmektedir. Türkiye güneş, rüzgâr, biyokütle, kaya gazı ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynakları bakımından oldukça yüksek bir potansiyele sahiptir. Ancak var olan potansiyelin sadece küçük bir kısmı kullanabilmektedir. Üretimde kullanılan enerji kaynaklarının (doğalgaz ve ham petrol gibi) büyük kısmı fosil yakıtlarla karşılanmaktadır. Bu kaynaklar ülke içinde yeterli düzeyde üretilmediği için ithal edilmek zorundadır. Türkiye’nin yüksek cari işlemler açığı vermesinin altında yatan en önemli nedenlerden biri üretimin ve enerji kullanımının ithalata bağımlı yapısıdır. Bu çalışma yeşil ekonomik dönüşüm sürecinde Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelini ortaya koymakta ve düşük karbon kullanımının sağlanmasında politika önerilerinde bulunmaktadır.

Jel Kodu: Q01, Q20, Q32, Q42

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, Karbon Ayak İzi, Düşük Karbon Ekonomisi, Yeşil Ekonomi, Türkiye

LOW-CARBON ECONOMY AND CARBON FOOTPRINT OF TURKEY

Abstract

Green economy is a low-carbon economy. Carbon footprint is the largest component of the total ecological footprint on a global scale, as well as it is the most important part of the Turkey’s footprint. Carbon footprint provides emissions arising from fossil fuels used in the country, carbon emitted in the production process of the products imported, country's share of emission in relation with the international trade and, non-fossil fuel carbon emissions. Greenhouse gases emitted into the atmosphere, briefly carbon emissions, is a much higher level of ecosystems can store. To reduce the carbon footprint, it is need to be minimized the share of fossil fuels in energy production and replaced renewable energy sources. Turkey has quite high potential renewable energy sources such as solar, wind, biomass, shale gas and geothermal. However, there was only a small part of the potential can be used. The majority of energy resources (like natural gas and crude oil) used in production are met with fossil fuels. Because these resources cannot be produced in the country at a sufficient level, they have to be imported. One of the most important reason underlying high current account deficit is import-dependent structure of production pattern and energy usage in Turkey. This study presents Turkey’s potential renewable energy sources during green economic transformation process, and provide policy recommendations about low carbon use.

Jel Code: Q01, Q20, Q32, Q42

Key Words: Sustainable Development, Carbon Footprint, Low-Carbon Economy, Green Economy, Turkey

1. Giriş

Hızlı nüfus artışı, kentleşme, ekonomik faaliyetler, çeşitlenen tüketim alışkanlıkları; çevre ve doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Çevre kirliliği, iklim değişikliği, çölleşme, ormansızlaşma, su kıtlığı ve küresel ısınmayla ilgili sorunlar dünya gündemindeki yerini korumaktadır. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için küresel ölçekte başlayan yeni üretim modeli “yeşil ekonomi” kavramı ile ifade edilmektedir. Bir düşük karbon ekonomisi olan yeşil ekonomik dönüşüm sürecinde, üretim sektörlerinde temiz üretim ve eko-verimlilik ile hem çevrenin korunması hem de rekabetçiliğin artırılması öngörülmektedir (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 13).

Kalkınma iktisatçılarının diline pelesenk olan sürdürülebilir kalkınma, gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılayabilmelerini tehlikeye sokmaksızın, bugünkü kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilen kalkınma olarak tanımlanmaktadır (Han ve Kaya, 2013: 253). Sürdürülebilir kalkınma için farklı göstergeler kullanılmaktadır. Bu göstergelerden biri de ekolojik ayak izidir. Ekolojik Ayak İzi, ekolojik sürdürülebilirliği belli kategorilerde ölçen bir göstergedir. 1990’lı yılların başında Mathis Wackernagel ve William Rees tarafından ifade edilen bu kavram; tarım, hayvancılık, balıkçılık ve orman ürünlerini içeren doğal kaynakların üretimi ile CO₂ emilimi ve üzerine altyapı kurulacak alan gibi talepleri, bunları karşılamak için gereken biyolojik olarak üretken alan cinsinden tanımlar. Ekolojik Ayak İzi tanımı çerçevesindeki doğal kaynakların üretilmesi için dünya üzerindeki üretken alanların niceliği ise biyolojik kapasite olarak adlandırılır. Ekolojik Ayak İzi ve biyolojik kapasite değerlerinin karşılaştırılmasıyla, minimum sürdürülebilirlik ölçütü tanımlanmış olur. Buna göre, toplam Ekolojik Ayak İzi, toplam biyolojik kapasiteden daha az olmalıdır (WWF, 2012a: 75).

Türkiye’de ekolojik ayak izinin en önemli bileşeni % 46 oranı ile karbon ayak izidir. Karbon Ayak İzi, ülke içinde kullanılan fosil yakıtlardan ortaya çıkan salımlar, ithal edilen ürünlerin üretim sürecinde salınan karbon, ülkenin uluslararası ticarete ortaya çıkan salımlardaki payı ve fosil yakıt dışı karbon salımlarını içerir. Başlıca etmen olan fosil yakıt kullanımının yanı sıra doğal ekosistemlerin bozulumu gibi nedenlerle atmosfere salınan sera gazları, kısaca karbon salımı, ekosistemlerin depolayabileceğinden çok daha yüksek seviyededir. Atmosferde biriken en önemli sera gazlarından olan CO₂, tarihin en büyük çevre sorunlarından biri olan iklim değişikliğinin yanı sıra okyanusların asitlenmesi gibi diğer ekolojik sorunlara da sebep

olmaktadır. Karbon Ayak İzinin azaltmak için fosil yakıtların enerji üretimindeki payını azaltarak yerine yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek gerekmektedir.

Bu çalışma bir ekolojik ayak izi türü olan karbon ayak izine odaklanmakta, Türkiye’de özellikle enerji yoğun üretim ve ithalat yapısının neden olduğu karbon ayak izinin boyutlarına dikkatleri çekmektedir. Yüksek enerji bağımlılığı ayrıca Türkiye’nin en büyük ekonomik sorunlarından biri olan yüksek cari işlemler açığına da kaynaklık etmektedir. Sürdürülebilir kalkınma paradigmasında günümüzde önemli bir yere sahip olan yeşil ekonomik dönüşüm üretim sürecinde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi gerektirmektedir. Aslında Türkiye çevresel tehditleri fırsata çevirecek potansiyele sahiptir. Çünkü yenilenebilir nitelik taşıyan güneş, rüzgar, jeotermal gibi kaynaklara sahip olma konusunda kuşkusuz bir şekilde karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir.

2. Neden Ayak İzi? Kavramsal Çerçeve

İnsanoğlu yaşamını boyunca gerçekleştirdiği tüketim ve üretim faaliyetleri nedeniyle dünyada bir iz bırakır. Yaşamımız boyunca tükettiğimiz gıdaları, giysileri, dayanıklı ve dayanıksız bütün tüketim mallarını, ısınma ve ulaşım için kullandığımız kaynakları ve tüm bunların neden olduğu atıkları düşündüğümüzde bu izin pek de küçük olmayacağı aşikârdır. Bir de bu kaynakların üretilmesi sürecinde kullanılan hammaddeler, ara ve yatırım malları söz konusudur. Bilindiği gibi iktisat bir kıtlık bilimidir. İnsanoğlunun ihtiyaçları sonsuzdur ancak dünyanın kaynaklarının da bir sonu bulunmaktadır. Bu kaynakların bir kısmı yenilenebilir, bir kısmı ise yenilenemez bir nitelik arz eder. Sürdürülebilirliği sağlamak için, yenilenebilir doğal kaynakların tüketim düzeyinin, aynı zaman zarfı içerisinde doğanın üretebildiği kaynak miktarını geçmemesi gerekmektedir. Sürdürülebilir kalkınma, kaynağı tekrar yerine koyabilme hızından daha hızlı kaynak tüketimini önlemeyi amaçlamaktadır (Han ve Kaya, 2013: 254).

Ekolojik Ayak İzi, sürdürülebilirliği ölçen bir doğal kaynak muhasebe aracıdır. Ekolojik Ayak İzi, mevcut teknoloji ve kaynak yönetimiyle bir bireyin, topluluğun ya da faaliyetin tükettiği kaynakları üretmek ve yarattığı atığı bertaraf etmek için gereken biyolojik olarak verimli toprak ve su alanı olarak tanımlanmaktadır.¹

¹ Buna altyapı ile atık karbondioksitin (CO₂) emilimini sağlayacak bitki örtüsü için gerekli alanlar da dâhildir.

Biyolojik Kapasite ise, bir coğrafi bölgenin yenilenebilir doğal kaynakları üretme kapasitesinin göstergesidir. Bir yerin biyolojik kapasitesini iki etmen belirler. Bunlardan ilki; sınırları içindeki tarım arazisi, otlak, balıkçılık sahası ve ormanın yüzölçümü, ikincisi ise bu toprağın ya da suyun ne kadar üretken olduğudur. Hem ekolojik ayak izi, hem de biyolojik kapasite küresel hektar (kha) ile ifade edilmektedir.² İnsanoğlunun üretim ve tüketim faaliyetleri sonucu ortaya çıkan ekolojik ayak izi, biyolojik kapasite ile karşılatılmalıdır. Kullanılan kaynak (ekolojik ayak izi) ve kullanılabilir kaynak (biyolojik kapasite) miktarı arasındaki bu ilişki sürdürülebilirlik konusunda önemli bir bilinç yaratmaktadır (WWF, 2012a: 13).

Ekolojik ayak izinin bileşenlerini şu şekilde sıralamak mümkündür (WWF, 2012a: 19):

- Karbon ayak izi
- Tarım arazisi ayak izi
- Orman ayak izi
- Yapılandırılmış alan ayak izi
- Balıkçılık sahası ayak izi
- Otlak ayak izi

Bu çalışmanın odağında yer alan karbon tutma ayak izi kısaca karbon ayak izi, ürün yaşam döngüsünün her bir aşamasında (üretim, taşıma, kullanım ve bertaraf) ortaya çıkan CO₂ salınımının bir ölçüsüdür (Wiedmann ve Minx, 2008: 4). Karbon ayak izi iki ana parçadan oluşmaktadır; doğrudan/birincil ayak izi ve dolaylı/ikincil ayak izi. Birincil ayak izi, evsel enerji tüketimi ve ulaşım (sözelimi araba ve uçak) dâhil olmak üzere fosil yakıtlarının yanmasından ortaya çıkan doğrudan CO₂ emisyonlarının, ikincil ayak izi ise kullandığımız ürünlerin tüm yaşam döngüsünden bu ürünlerin imalatı ve en sonunda bozulmalarıyla ilgili olan dolaylı CO₂ emisyonlarının ölçüsüdür (Sağlık Bakanlığı: 7).

CO₂ salınımı fosil yakıtlardan kaynaklanmaktadır. Bilindiği gibi fosil yakıtlar (kömür, petrol ve doğal gaz) yer kabuğundan çıkarılır ve ekolojik zaman süreçleri içinde yenilenebilir değildir. Bu yakıtlar tutuştuğunda CO₂ açığa çıkar. Karbon ayak izi sadece yurtiçinde gerçekleşen üretimi değil, ithal edilen ürünlerin üretim sürecinde salınan karbon ve fosil yakıt

² Küresel Hektar (kha): Ekolojik Ayak İzi ve biyolojik kapasitenin ölçü birimi olan küresel hektar, dünyanın ortalama verimliliği üzerinden 1 hektar arazinin (yaklaşık 1,5 futbol sahası büyüklüğündedir) üretim kapasitesini temsil eder. Böylece belirli bir süre içerisinde farklı arazi türlerinden elde edilen toplam kaynak miktarı ve bu kaynaklara yönelik talep ortak bir birime indirgenmiş sayısal değerle ifade edilir.

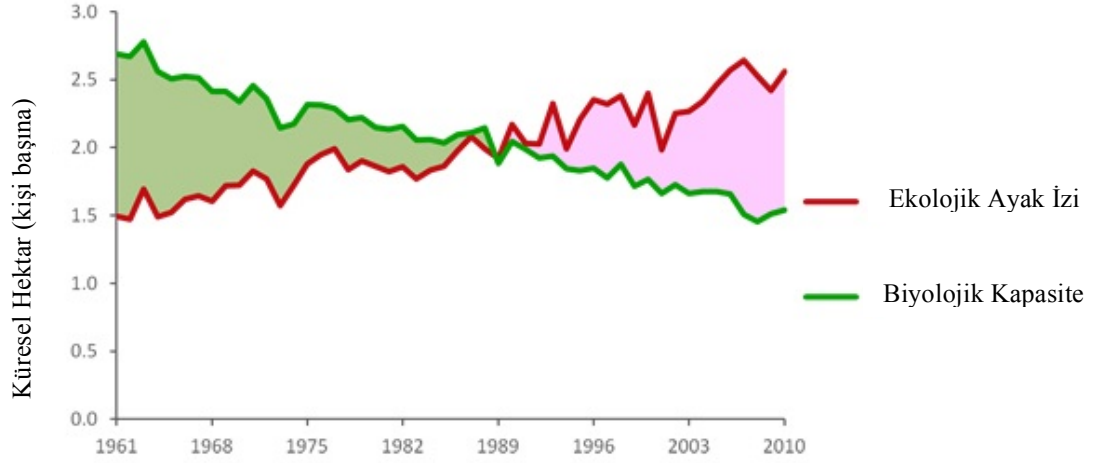
dışı karbon salımlarını da (çimento üretimindeki kimyasal reaksiyonlardan yayılan emisyonlar gibi) içermektedir (WWF, 2012b: 136-137). Karbon ayak izi, CO₂ salımını yutmak için gerekli biyolojik kapasite ihtiyacını ölçmektedir. Ancak diğer ayak izi türlerinin aksine karbon söz konusu olduğunda hesaplanmış bir biyolojik kapasite bulunmamaktadır. Bunun yerine hesaplamalarda atmosfere salınan her ton karbonu depolayabilmek için (fotosentez yoluyla) hasat edilmemiş orman arazisi kullanılmaktadır. Bu orman arazisinin büyüklüğü ve üretkenliği atmosfere salınan karbon miktarını depolamak için yeterli değilse, karbon tutma kategorisinde ekolojik açık ortaya çıkar (WWF, 2012a: 30)

Başlıca etmen olan fosil yakıt kullanımının yanı sıra doğal ekosistemlerin bozulumu gibi nedenlerle atmosfere salınan sera gazları, kısaca karbon salımı, ekosistemlerin depolayabileceğinden çok daha yüksek seviyededir. Atmosferde biriken en önemli sera gazlarından olan CO₂, tarihin en büyük çevre sorunlarından biri olan iklim değişikliğinin yanı sıra okyanusların asitlenmesi gibi diğer ekolojik sorunlara da sebep olmaktadır. Kyoto Protokolünde CO₂ dışında beş sera gazı daha sıralanmaktadır. Metan (CH₄), Azot oksit (N₂O), Hidroflorokarbonlar (HFCs), Perflorokarbonlar (PFCs) ve Kükürt Heksaflorid (SF₆) diğer sera gazlarını oluşturmaktadır. Bu gazlar CO₂ eşdeğeri cinsinden ölçülmektedir. CO₂ eşdeğeri; CO₂ haricinde diğer sera gazlarının aynı miktar CO₂'ye kıyasla kaç kat daha fazla ısı tutabilme kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Bu sayede tüm sera gazları ortak bir paydada toplanarak, yapılan salınım hesaplamalarının anlaşılması kolaylaştırılmıştır. En tehlikeli sera gazı Kükürt Heksaflorit, en az olansa CO₂ olarak bilinmesine rağmen, miktar açısından CO₂ diğer sera gazlarına kıyasla çok yüksek seviyede olmasından dolayı durum aslında tam tersidir (Bekiroğlu, 2011: 2).

3. Türkiye'nin Karbon Ayak İzi

Ülkelerin Ayak İzi ve biyolojik kapasite sonuçları Küresel Ayak İzi Ağı (Global Footprint Network) tarafından yıllık olarak hesaplanmaktadır. Küresel Ayak İzi Ağı, her yıl dünya çapında 150'den fazla ülkenin biyolojik kapasite talebini ölçmekte ve Ulusal Ayak İzi Hesaplarını yayınlamaktadır.

Şekil 1: Türkiye'nin Biyolojik Kapasitesi ve Ekolojik Ayak İzi (1961-2010)



Kaynak: <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/trends/turkey/> (Erişim Tarihi: 06.05.2014)

WWF (World Wildlife Fund) Yaşayan Gezegen Raporu 2012'ye göre, 2008 yılı verileriyle Türkiye'nin kişi başına düşen ekolojik ayak izi 2,55 kha, biyolojik kapasitesi ise 1,31 kha'dır. Türkiye'de üretimin ekolojik ayak izi, biyolojik kapasitesinin yaklaşık 2 katına çıkmıştır. Diğer bir deyişle, Türkiye'de insanların 1 yılda tükettikleri doğal kaynakların yeniden üretimi ve atmosfere saldıkları CO₂'nin tutulması için 2 yıla ihtiyaç vardır. Bu durum, Türkiye'nin mevcut üretim ve tüketim kalıbının sürdürülebilir olmadığı gerçeğini gözler önüne serilmektedir. Türkiye'nin toplam ekolojik ayak izinde en büyük payı %46 (kişi başı 1,17 kha) gibi yüksek bir oranla karbon ayak izi almaktadır (WWF, 2012b: 142).

Tablo 1: Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Bileşenleri

Ekolojik Ayak İzinin Bileşenleri	Payları
Karbon ayak izi	0,46
Tarım arazisi ayak izi	0,35
Orman ayak izi	0,11
Yapılandırılmış alan ayak izi	0,03
Otlak ayak izi	0,03
Balıkçılık sahası ayak izi	0,02

Kaynak: (WWF, 2012a: 27)

Karbon Ayak İzi'ni oluşturan CO₂ emisyonları içinde en büyük pay ise %26 ile elektrik sektörüne aittir. Bunu sırasıyla imalat sanayii ve inşaat (%22), ithalat (%16), ulaştırma (%15), elektrik dışı konut ve hizmetler (%12) ve diğer bileşenler izlemektedir. Türkiye'nin karbon ayak izinin bileşenleri Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2: Türkiye’de Karbon Ayak İzinin Bileşenleri

Ekolojik Ayak İzinin Bileşenleri	Payları
Elektrik üretimi	0,26
İmalat sanayii ve inşaat	0,22
İthal ürünlerin gömülü emisyonları	0,16
Ulaştırma	0,15
Konut ve hizmetler (elektrik dışı)	0,12
Uluslararası taşımacılık kaynaklı emisyonlar	0,04
Tarım, orman, balıkçılık	0,02
Enerji üretimi (elektrik dışı)	0,02

Kaynak: (WWF, 2012a: 50)

Elektrik, tüketilen tüm ürün ve hizmetlerin üretiminde önemli bir girdi olarak kullanıldığından, elektrik üretiminin emisyonlarının azaltılması ve bu şekilde ortaya çıkacak değişiklikler ekolojik ayak izinin birçok kategorisinde aynı yönde değişikliğe yol açar. Örneğin, elektriğin fosil yakıtlar yerine yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi onu oluşturan diğer bileşenlerin de küçülmesine yardımcı olur (WWF, 2012a: 51).

4. Düşük Karbon Ekonomisi İçin Türkiye’yi Bekleyen Tehditler ve Fırsatlar

Sanayi devrimi sonrasında ortaya çıkan sanayileşme dalgası neticesinde fosil yakıt kullanımı giderek artmıştır. Fosil yakıt tüketiminin artması sonucu ekonomik, sosyal ve çevresel sorunlar ortaya çıkmış ve bu sorunlar politika yapıcıları alternatif kaynaklar aramaya zorlamıştır (Şirin ve Ege, 2012: 4918). Fosil yakıt ağırlıklı bu üretim biçimi günümüzde Kahverengi Ekonomi olarak adlandırılmaktadır. Yeşil ekonomi düşüncesinin ardında ise fosil yakıt kullanımının sınırlandırılması ve yerine yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme fikri yatmaktadır.

Yeşil Ekonomi (*Green Economy*) su, hava ve toprakla ilgili çevresel zararları ve bunların yanı sıra atık, gürültü ve eko-sistemle ilgili sorunları ölçmeyi, önlemeyi, sınırlamayı, minimize etmeyi ve gidermeyi amaçlayan her türlü temiz teknoloji mal ve hizmet üretim faaliyetlerinden oluşan bir düşük karbon ekonomisi (*low carbon economy*)’dir (Özsoy, 2013: 21).

Şekil 2. Yeşil Ekonominin Vaatleri

Ekonomik	Çevresel	Sosyal
-Yeşil işler	-Düşük karbon kullanımı	-Enerji güvenliği
-Artan verimlilik	-Çalışma alanlarının korunması	-Sosyal eşitlik
-Yeni piyasalar	-Doğal kaynak yönetimi	

Kaynak: (Özsoy, 2013: 21)

Şekil 2’de yeşil ekonominin ekonomik, çevresel ve sosyal sorunlara getirmeyi vaat ettiği çözümler yer almaktadır. Yeşil ekonominin gerçekleşmesi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırmaya bağlıdır. Öncelikle yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarını ayırt etmek gerekmektedir. Tablo 3’te yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları sınıflandırılmıştır. Daha önce de ifade edildiği gibi karbon ayak izinin en önemli nedeni Türkiye’de de elektrik üretimidir. Yeşil ekonomi bir düşük karbon ekonomisidir. Yeşil enerji kavramı ise, enerji arzının geleneksel elektrik güç kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması anlamına gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları temizdir, çevre ile dosttur. Yeşil enerji o halde düşük karbon salımına neden olan rüzgar, su, jeotermal, biyokütle ve güneş enerjisidir (Balat, 2008: 1653).

Tablo 3: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Direkt Güneş Enerjisi	
	Biyolojik (Fotokimyasal)	<ul style="list-style-type: none">• Odun• Tahıl ve Hayvanlar• Organik Atıklar• Biyolojik Gaz• Hayvan ve İnsan Gücü
	Dolaylı Güneş Enerjisi	<ul style="list-style-type: none">• Su ve Hidrolik• Rüzgar• Dalga• Termik Isı Farkı• Gelgit
Yenilenemez Enerji Kaynakları	Jeotermal (Isı akışı)	
	Fosil Yakıtlar	<ul style="list-style-type: none">• Gaz (Doğalgaz)• Sıvı (Petrol, Katran)• Katı (Kömür)
	Nükleer	<ul style="list-style-type: none">• Füzyon (U235, U238) (Th232)

	• Füzyon (deteryum,lityum)
Jeotermal (Isı Kapanı)	

Giderek artan enerji talebi ve fosil yakıtların artan kullanımının yarattığı sorunlar ülkeleri daha güvenilir enerji kaynaklarını kullanmaya yönlendirmektedir (Şirin ve Ege, 2012: 4917). Türkiye, yurtiçindeki fosil enerji kaynakları sınırlı ve yetersiz bir ülke olduğundan yüksek düzeyde enerji ithal etmektedir. Bu bakımdan dışa bağımlılığın azaltılabilmesi için sahip olduğu yenilenebilir (sürdürülebilir) enerji kaynaklarını harekete geçirmelidir. Bu kaynaklar aslında uzun dönemde enerji talebini karşılamaya yetecek seviyededir. Bu kaynaklar aynı zamanda yeşil ekonominin vaat ettiği gibi ekonomik, sürdürülebilir ve çevre dostudur (Çapık, Yılmaz ve Çavuşoğlu, 2012: 11). Bir düşük karbon ekonomisi olan yeşil ekonomi uygulamaları Türkiye'nin karşı karşıya olduğu tehditler ve potansiyel yenilenebilir enerji kaynaklarının zenginliğinin doğuracağı fırsatlar düşünüldüğünde Türkiye için önem ve öncelik arz etmektedir.

4.1.Tehditler: Üretim ve İthalatın Enerji Bağımlılığı

Türkiye'de her geçen gün artan enerji talebine bağlı olarak salınan CO₂ miktarı yükselmektedir. Türkiye Birleşmiş Milletler İklim Değişimi Çerçeve Sözleşmesine taraf olmasına ve 2009 yılında bu yana Kyoto Protokolüne üye olmasına rağmen henüz CO₂ emisyonunu sınırlandırmak için nicel bir hedef belirlemediği (Kick, 2011: 12). Türkiye için toplam sera gazı emisyonu 1990 yılında 100 kabul edildiğinde 2000 yılında 158.8 ve 2010 yılında artarak 214.9 olmuştur. 2010 yılında toplam sera gazı emisyonunun yaklaşık %71'i enerjiden, %13'ü endüstriyel işlemlerden, %9'u atık ve %7'si de tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmaktadır (TÜİK, 2012). TÜİK verilerine göre kişi başına sera gazı emisyonu (ton CO₂ eşdeğeri) ise 1990 yılında 3.42, 2000 yılında 4.64, 2012 yılında ise 5.85'e yükselmiştir. Türkiye'nin karbon ayak izi hızla artmaktadır.

Türkiye'de karbon ayak izinin en büyük bileşeni olan elektrik kullanımı ve dolayısıyla üretimi de hızla artma eğilimindedir. Türkiye elektrik enerjisi brüt tüketimi (Türkiye brüt üretimi+dış alım-dış satım) 2003 yılında 141,2 Milyar kWh iken, 2012 yılında 242,4 Milyar kWh olarak gerçekleşmiştir (TEİAŞ, 2013: 6). Enerji kaynaklarına göre elektrik enerjisi üretimi ile ilgili gelişmeler Tablo 4'te yer almaktadır. 2012 yılı elektrik tüketim ve üretim büyüklüğünü

karşılaştırdığımızda brüt elektrik enerjisi tüketimi 242,4 milyar kWh, elektrik üretimi ise 239,5 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 4: Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretiminin Gelişimi

Yıl	Toplam	Kömür	Sıvı Yakıtlar	Doğalgaz	Hidrolik	Yenilenebilir Enerji ve Atıklar*
	(GWh)	(%)				
1970	8.623	32,8	30,2	-	35,2	1,9
1980	23.275	25,6	25,1	-	48,8	0,6
1990	57.543	35,1	6,9	17,7	40,2	0,1
2000	124.922	30,6	7,5	37,0	24,7	0,3
2012	239.497	28,4	0,7	43,6	24,2	3,1

Kaynak: TÜİK, Enerji İstatistikleri (www.tuik.gov.tr)

(*) Jeotermal, rüzgar, katı biyokütle, biyogaz ve atık kaynaklarını içerir.

Türkiye günden güne yükselen enerji talebini karşılayabilmek için enerjide ithalat bağımlılığını artırmak zorunda kalmıştır. Türkiye 1970 yılında toplam birincil enerji tüketiminin %77'sini kendi kaynaklarıyla karşılamaktayken, 2010 yılında bu oran %28'e gerilemiştir. Sorunu daha somut biçimde ortaya koyabilmek için bu karşılaştırmayı sunmak yeterli gibi görünmektedir. O halde Türkiye neden bu hale gelmiştir? Bu sorunun aslında tek bir cevabı yoktur. En önemli neden hızla yükselen nüfusun ve ekonominin ihtiyaç duyduğu yüksek enerji talebi ile yeni kurulu enerji kapasitesi arasındaki dengesizliktir. Bir başka önemli neden ise fosil yakıtlar için transit bir ülke olan Türkiye'nin bu rolünün bir sonucu olarak başta petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlara nispeten ucuz erişimidir (Kick, 2011: 5, 8).

2011 ve 2012 yıllarında dış ticaret açığının sırasıyla yüzde 45 ve yüzde 62'si net enerji ithalatından kaynaklanmıştır. Hızla büyümekte olan enerji talebinin karşılanabilmesi için petrol, doğal gaz ve taşkömürü ithalatı sürekli artmaktadır. Bu durum enerjide yüksek oranlı dışa bağımlılığın sürmesine yol açmakta, cari işlemler dengesi ve enerji arz güvenliği üzerinde baskı oluşturmaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 196).

Tablo 5: Türkiye'nin 2012 Yılı Genel Enerji Dengesi (Orijinal Birimler)

Kaynaklar	Yerli Üretim	İthalat	İhracat	Elektrik Enerjisi Üretimi (GWh)	Kurulu Güç Kapasitesi (MW)
Taş Kömürü (B. Ton)	2292	29195	7	32475	4248
Linyit (B. Ton)	68125	0	0	34689	8193
Petrol (B.Ton)	2324	36199	5919	1639	1639

Doğalgaz (106Sm³)	632	45922	611	104499	20644
Hidrolik (GWh)	57865	0	0	57865	19609
Jeotermal (GWh)	899	0	0	899	162
Biyoyakıt (B. Ton)	26	0	0	0	0
Rüzgar (GWh)	5861	0	0	5861	2261
Güneş (B. TEP)	768	0	0	0	0

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İstatistikleri

(http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/raporVeriGir/72222/2) Erişim Tarihi: 23.06.2014

Tablo 5’te enerji kaynaklarının yerli üretim, ithalat, ihracat, elektrik enerjisi üretimi ve kurulu güç kapasitesi orijinal birimlerinin yer aldığı 2012 yılı enerji dengesi gösterilmektedir. Burada özellikle petrol ve doğalgaz ithalatı önemli ölçüde göze çarpmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ise ithalatı söz konusu değildir. Tabloda 2012 yılında enerji kaynaklarının kurulu güç kapasitesi yer almaktadır. 2013 yılı sonu itibariyle ise, 38.648,0 MW’ı termik, 310,8 MW’ı jeotermal, 22.289,0 MW’ı hidrolik ve 2.759,6 MW’ı rüzgar olmak üzere Türkiye toplam kurulu gücü 64.007,5 MW’a ulaşmıştır. 2013 yılı sonu itibariyle brüt elektrik enerjisi talebi 248,3 milyar kWh, puant güç talebi ise 38.274,0 MW olarak gerçekleşmiştir. Toplam 242,1 Milyar kWh üretim gerçekleştirilirken 7,4 Milyar kWh ithalat yapılmış, arz edilen toplam elektrik enerjisinden 1,2 Milyar kWh ihracat gerçekleştirilmiştir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2013).

4.2.Fırsatlar: Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli

Yenilenebilir enerji kaynakları hidroelektrik, güneş, rüzgar, biyokütle³ ve jeotermaldir. Türkiye Avrupa Birliği ülkeleriyle karşılaştırıldığında en yüksek hidroelektrik (150 TWh), rüzgâr (200 TWh) ve jeotermal (15 TWh) enerji potansiyeline sahiptir. Ayrıca bir yıllık güneş enerjisi potansiyeli (15,120 TWh), yaklaşık 1.3 mega ton petrole eşdeğerdir. Yıllık biyokütle potansiyelinin ise 372 TWh olduğu tahmin edilmektedir. Ancak Türkiye 1970 yılında enerji talebinin %35’ini yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak karşılarken, 2010’a gelindiğinde bu oran %10’a gerilemiştir (Kick, 2011: 5, 8). Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi (2009)’a göre Türkiye’nin 2023 yılına kadar elektrik arzındaki yenilenebilir enerji payını % 30’un üzerine çıkarma hedefi bulunmaktadır. Ayrıca yine 2023 yılına kadar hidroelektrik potansiyelinin tamamının kullanması, rüzgâr enerjisi

³ Bitkilerin ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan biyokütle, genelde güneş enerjisinin fotosentez yardımıyla depolayan bitkisel organizmalar olarak adlandırılır. Biyokütle, bir türe veya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait yaşayan organizmaların belirli bir zamanda sahip olduğu toplam kütle olarak da tanımlanabilir. Biyokütle için mısır, buğday gibi özel olarak yetiştirilen bitkiler, otlar, yosunlar, denizdeki algler, hayvansal atıklar, gübre ve sanayi atıkları, evlerden atılan tüm organik çöpler (meyve ve sebze artıkları) kaynak oluşturmaktadır. Bitkilerin toprak altında milyonlarca yıl kalmasıyla oluşan fosil yakıtlar, aslında biyokütle ile aynı özellikleri taşımalarına karşın yer altındaki sıcaklık ve basınçla değişime uğradıklarından, yakıldıklarında havaya bir çok zararlı madde atarlar.

kurulu gücünün 20.000 MW'a çıkartılması, elektrik enerjisi üretiminde uygun olduğu saptanan 600 MW'lık jeotermal potansiyelinin tümünün işletmeye girmesi, güneş enerjisi potansiyelinin azami ölçüde kullanılması, son olarak yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için alınacak önlemler neticesinde elektrik üretiminde doğalgazın payının %30'un altına düşmesi hedeflemektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2013: 9).

Tablo 6: Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Kurulu Gücü

Yenilenebilir Enerji Kaynağı	Ekonomik Yönden Değerlendirilebilen Potansiyel	Kurulu Güç (2012)	2023 Hedefi
		(MW)	
Hidroelektrik	36.000	19.609	36.000
Güneş	50.000	-	3.000
Biokütle	2.000	-	2.000
Rüzgâr	48.000	2.261	20.000
Jeotermal	600	162	600
Toplam	136.600	22.032	61.600

Kaynak: (Şirin ve Ege, 2012: 4922)

Türkiye'nin mevcut yüksek CO₂ emisyonunu makul bir seviyeye düşürebilmek için yapması gereken, sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyelini elektrik üretiminde kullanması ve böylelikle şu anki üretiminde kullandığı fosil yakıtlarla ikame etmesidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin ekonomik olarak fizibilitesine bağlı olarak, üretim süreci ve ulaştırma fosil yakıt kullanımından yenilenebilir kaynaklara dönüştürülebilir. Bu dönüşüm sayesinde Türkiye daha fazla enerji güvenliği ve fiyat istikrarı sağlayabilir, enerjide dışa bağımlılık azalabilir (Kick, 2011: 14).

Kalkınma Bakanlığı 2013-2018 yıllarını kapsayan dönemde Onuncu Kalkınma Planını hayata geçirmiştir. Planda yerli kaynaklara dayalı enerji üretimi ile enerji verimliliğine odaklı iki program yer almaktadır.

Türkiye ekonomisinin sürdürülebilir büyüme ve kalkınmayı gerçekleştirebilmesi için potansiyel yerli kaynaklarını enerji üretimine yönlendirmesi gerekmektedir. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının hem birincil enerji arzı, hem de elektrik üretimi amacıyla değerlendirilmesi sürdürülebilir kalkınmanın temini açısından önem taşımaktadır. Onuncu kalkınma planında yerli kaynaklara dayalı enerji üretim programı bu bilinçle tasarlanmıştır. Bu programla yerli kaynakların enerji üretimindeki payının artırılması suretiyle enerjide dışa

bağımlılığın azaltılması amaçlanmaktadır. İlgili programın hedefleri plan belgesinde şu şekilde sıralanmaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 196):

- 2011 yılı sonunda birincil enerji üretiminde yüzde 28 olan yurtiçi ve yurtdışı petrol ve doğal gaz çıkarımları dâhil yerli kaynak payının, 2018 sonunda yüzde 35'e yükseltilmesi
- 2012 yılında yaklaşık 39 milyar kWh olarak gerçekleşen linyit kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin 2018 yılında 60 milyar kWh'e çıkarılması
- Plan döneminde 10.000 MW'lık ilave hidrolik kapasitenin devreye alınması

Program hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için; yerli kömürlerin elektrik üretimi amaçlı değerlendirilmesi, yurtiçi ve yurtdışı petrol ve doğal gaz aramalarının artırılması, su kaynaklarının elektrik üretimi amaçlı değerlendirilmesi, su dışındaki yenilenebilir kaynakların değerlendirilmesi gerekmektedir (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 197).

Onuncu kalkınma planında ayrıca Türkiye'nin enerji yoğunluğunun OECD ve AB-27 ortalamalarının üzerinde seyrettiğine de dikkat çekilmektedir. Her ne kadar Türkiye son yıllarda enerji verimliliği alanında ilerleme kaydetse de, gelişmiş ülkelere kıyasla "enerji yoğun" ekonomilerden biridir. Türkiye'nin gelişmiş ülkelere kıyasla yüksek olan enerji yoğunluğunun düşürülmesi ve enerji verimliliği alanında iyileştirmeler yapılması sürdürülebilir kalkınma açısından da önem arz etmektedir. Bu amaçla onuncu kalkınma planında enerji verimliliğinin geliştirilmesi programına da yer verilmiştir (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 198). Diğer taraftan plan belgesinde başta enerji ve imalat sanayi olmak üzere tüm sektörlerde, doğal kaynakların etkin kullanımını ve çevresel bozulmaların önlenmesini sağlayacak temiz teknolojiler ile katma değeri yüksek yeşil ürünler geliştirilmesine yönelik Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerin destekleneceği de vurgulanmaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 198).

5. Sonuç ve Öneriler

Dünya genelinde kullanılan enerjinin % 80'i fosil kaynaklıdır. Fosil yakıtlara bağımlılık, ekonomiye yük oluşturmamanın yanı sıra iklim değişikliğine neden olan sera gazlarının atmosferde birikmesine de yol açmaktadır. İklim değişikliğinin önlemenin tek yolu fosil yakıtların enerji üretimindeki payını azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektir.

Karbon Ayak İzi, küresel ölçekte toplam Ayak İzi'nin en büyük bileşenidir. Karbon Ayak İzinde en büyük payı olan sektör ise elektrik sektörüdür. Bu nedenle elektrik üretiminde fosil yakıt yerine yenilenebilir kaynakların kullanılması sonucu CO₂ emisyonların azaltılması, enerji verimliliğinin artırılması ve başka yöntemlerle elektrik talebinin daha düşük seviyelere çekilmesi karbon ayak izini düşürmekte önemli bir adımdır. Türkiye'de enerji sektörünün ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan sürdürülebilir bir biçimde karbonsuzlaştırılması gerekmektedir. Bu, hem ekonominin dış kaynaklara bağımlılığını azaltacak, hem de ekolojik ayak İzindeki artışı dengeleyecektir. Türkiye, elektrik üretiminde yenilenebilir enerji için belirlediği stratejik hedefi %30'un üzerine çıkarmalı ve fosil yakıtlara bağımlılığını azaltmalıdır. Temiz enerjiye teşvikin artırılması için hidroelektrik enerji dışındaki yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımını daha güçlü bir şekilde destekleyen yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Türkiye'de yenilenebilir enerji, özellikle güneş ve rüzgâr enerjisi konusunda verilen teşvikler, Avrupa ülkelerine göre çok düşüktür. Ayrıca, temiz enerji teknolojileri konusunda araştırma ve geliştirme çalışmaları artırılmalıdır. Onuncu Kalkınma Planında yenilenebilir kaynaklara odaklı olarak yapılması gerekenler şu şekilde sıralanmaktadır:

- Elektrik üretimi amacıyla henüz değerlendirilememiş su potansiyelinin yapılabirlik kriterlerini ve çevresel kriterleri sağlaması durumunda hızla yatırıma dönüştürülmesi
- Rüzgâr, güneş, biyokütle ve jeotermal kaynakların elektrik üretiminde kullanılmasına yönelik potansiyelin tam olarak tespit edilmesi, bu kapsamda jeotermal aramaların hızlandırılması
- Su kaynakları dışındaki yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin artırılması için yatırım gerçekleştirmelerine yönelik izleme ve değerlendirme yapılması
- Biyokütle, jeotermal ve güneş kaynaklarının birincil enerji amacıyla değerlendirilmesi için mevcut potansiyelin harekete geçirilmesi
- Biyoetanol ve biyodizel yakıtların benzin ve motorinle harmanlanması uygulamalarının gıda güvenliği, çevresel etkiler ve tesis kapasitelerinin geliştirilmesi açısından izlenmesi

Footprint Network tarafından yapılan ekolojik ayak izi hesaplamalarına göre, bugünkü sürdürülebilir olmayan üretim ve tüketim kalıplarımızı devam ettirdiğimiz sürece 2050 yılında gelindiğinde üç dünya eşdeğerinde bir dünyaya ihtiyacımız olacaktır. Ancak evrende yaşayabileceğimiz nitelikte üç dünyanın var olduğu henüz tespit edilmediğine göre elimizdeki

gezegeni korumamız gerekmektedir. Bilindiği gibi küresel ısınma en büyük çevresel tehdittir ve global bir sorundur. Bu çalışma her ne kadar Türkiye'nin karbon ayak izine odaklanmış olsa da, bu ayak izi sadece Türkiye'yi etkilemeyecektir. Aynı zamanda bir başka ülkenin karbon ayak izini düşürmemesi yine başka ülkelere zarar verecektir. Kaldı ki çevre kalitesi mülkiyet hakları tanımlanmamış ve dolayısıyla piyasası olmayan tipik bir maldır. Gerek ekolojik ayak izi, gerekse daha spesifik olarak karbon ayak izini düşürmek bütün ülkelerin görevidir. Sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonomi de bu yüzden önem kazanmıştır. Yeşil ekonomiye geçiş maliyetlidir, bu nedenle bazı kesimlerce kar oranlarını düşüreceği için tercih edilmemektedir. Ancak devletlerin koyacağı çevresel sorumluluk ve düzenlemelerle, örneğin karbon vergisi gibi vergilerle, karbon borsalarıyla, enerji verimliliğini artıracak, fosil yakıt kullanımını kısıtlayacak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım düzeyini yükseltecek teşvik ve önlemlerle çevre kalitesinin artırılması sağlanabilir. Türkiye yenilenebilir enerji potansiyeli açısından bakıldığında oldukça şanslı bir ülkedir. Ancak çalışma boyunca ortaya konduğu gibi var olan potansiyelini değerlendirememekte, fosil yakıtla bağımlı üretim yapısını devam ettirmektedir. Bu durum hem çevresel, hem sosyal hem de ekonomik sorunlar yaratmaktadır. Hala gelecek nesiller için bir "gelecek" bırakabilecek bir yol ayırımındayken sürdürülebilir, düşük karbonlu ve yeşil olan yolu benimsemeliyiz.

Kaynakça

- Balat, Havva (2008). Contribution of Green Energy Sources to Electrical Power Production of Turkey: A Review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no.12, pp. 1652–1666.
- Bekiroğlu, Ozan (2011) Sürdürülebilir Kalkınmanın Yeni Kuralı: Karbon Ayak İzi, II. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi, (http://www.emo.org.tr/ekler/49c17cab08ed10e_ek.pdf) Erişim Tarihi: 06.05.2014
- Çapık, Mehmet; Yılmaz, Ali Osman ve Çavuşoğlu, İbrahim (2012). Present Situation and Potential Role of Renewable Energy in Turkey, *Renewable Energy*, no: 46, pp. 1-13.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi, (http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Arz_Guvenligi_Strateji_Belgesi.pdf) Erişim Tarihi: 23.06.2014
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2013). 2013 Yılı Türkiye Elektrik İletimi Sektör Raporu, (http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_TEIAS_2013.pdf) Erişim Tarihi: 23.06.2014

- Han, Ergül ve Kaya, Ayşen Ayten (2013). *Kalkınma Ekonomisi, Teori Ve Politika* (8. bs.) Ankara: Nobel Yayınları.
- Kalkınma Bakanlığı (2013). Onuncu Kalkınma Planı (2013-2018)
- Kick, Christopher (2011). How is 100% Renewable Energy Possible for Turkey by 2020?, *Global Energy Network Institute (GENI)*, July.
- Özsoy, Ceyda (2013). Yeşil Ekonomi ve Yeşil Yakalı Çalışanlar: Türkiye Potansiyel Yeşil İşlere Hazır mı? *Kariyer Gündemi*, Sayı: 3, İlkbahar 2013, s. 21.
- Sağlık Bakanlığı, İklim Değişikliğinin Sağlık Etkilerinin Azaltılması Ulusal Programı ve Eylem Planı, (http://cevresagligi.thsk.saglik.gov.tr/Dosya/Iklim_degisikligi.pdf) Erişim Tarihi: 18.06.2014
- Şirin, Selahattin Murat ve Ege, Aylin (2012). Overcoming Problems in Turkey's Renewable Energy Policy: How Can EU Contribute? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (2012) pp. 4917–4926.
- TÜİK (2012). Sürdürülebilir Kalkınma Göstergeleri, 2000-2011 Haber Bülteni, Sayı: 10910, 2012. (<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=10910>) Erişim Tarihi: 06.03.2014
- TEİAŞ (2013). Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı, Türkiye Elektrik Enerjisi 5 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2013 – 2017), Kasım. (http://www.epdk.gov.tr/documents/elektrik/rapor_yayin/UretimKapasiteProjeksiyonu_2013_2017.pdf) Erişim Tarihi: 02.06.2014
- Wiedmann, Thomas. and Minx, Jan. (2008). A Definition of 'Carbon Footprint'. In: C. C. Pertsova, *Ecological Economics Research Trends: Chapter 1*, pp. 1-11, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA. (http://www.censa.org.uk/docs/ISA-UK_Report_07-01_carbon_footprint.pdf) Erişim Tarihi: 13.05.2014
- WWF (2012a), Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Raporu, WWF Rapor TR 2012, (http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/turkiyenin_ekolojik_ayak_izi_raporu.pdf) Erişim Tarihi: 06.03.2014
- WWF (2012b), Living Planet Report 2012, Biodiversity, biocapacity and better choices, (http://awsassets.panda.org/downloads/l_lpr_2012_online_full_size_single_pages_final_120516.pdf) Erişim Tarihi: 06.05.2014.
- <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/trends/turkey/>