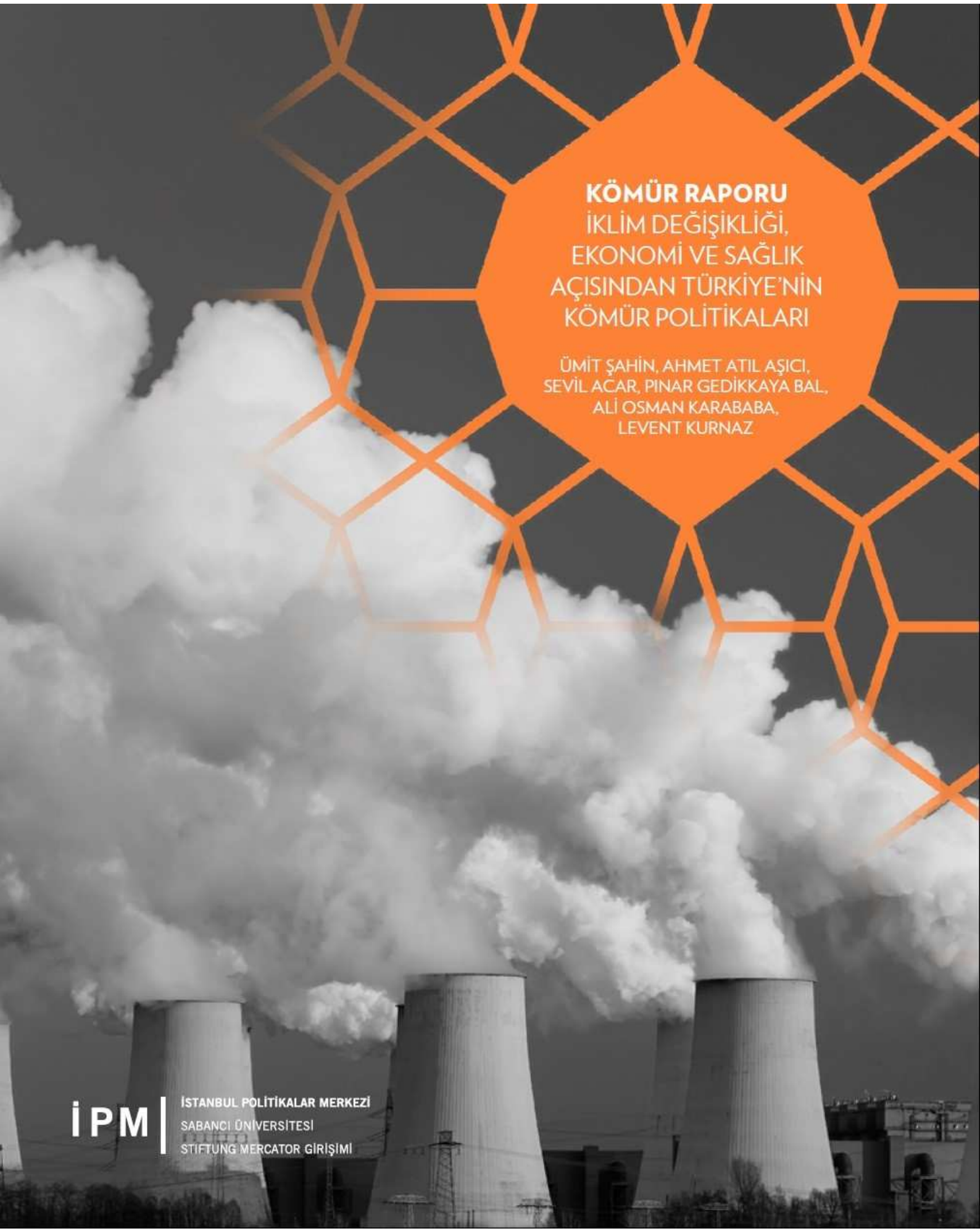


# KÖMÜR RAPORU
## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, EKONOMİ VE SAĞLIK AÇISINDAN TÜRKİYE'NİN KÖMÜR POLİTİKALARI

ÜMİT ŞAHİN, AHMET ATIL AŞICI,
SEVİL ACAR, PINAR GEDİKKAYA BAL,
ALİ OSMAN KARABABA,
LEVENT KURNAZ

İPM | İSTANBUL POLİTİKALAR MERKEZİ
SABANCI ÜNİVERSİTESİ
STIFTUNG MERCATOR GİRİŞİMİ

# KÖMÜR RAPORU

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, EKONOMİ VE SAĞLIK AÇISINDAN TÜRKİYE'NİN KÖMÜR POLİTİKALARI

ÜMİT ŞAHİN (EDİTÖR)
AHMET ATIL AŞICI
SEVİL ACAR
PINAR GEDİKKAYA BAL
ALİ OSMAN KARABABA
LEVENT KURNAZ

Kasım 2015

Bu raporda yer alan görüşler yazarlara aittir.

**Editör:**

**Dr. Ümit Şahin** – Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi

**Yazarlar:**

**Doç. Dr. Sevil Acar** – İstanbul Kemerburgaz Üniversitesi

**Doç. Dr. Ahmet Atıl Aşıcı** – İstanbul Teknik Üniversitesi

**Yrd. Doç. Dr. Pınar Gedikkaya Bal** – Beykent Üniversitesi

**Prof. Dr. Ali Osman Karababa** – Ege Üniversitesi

**Prof. Dr. Levent Kurnaz** – Boğaziçi Üniversitesi

**Dr. Ümit Şahin** – Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi

**İstanbul Politikalar Merkezi Hakkında**

İstanbul Politikalar Merkezi, küresel uzantıları olan bağımsız bir politika araştırma merkezidir. Misyonu, sosyal bilimler alanında yapılan akademik araştırmalara ve bunların politika oluşturma süreçlerinde uygulanmasına katkıda bulunmaktır. İPM, iç ve dış politika alanlarında karar vericilere, kanaat önderlerine, akademisyenlere ve toplumun geneline yenilikçi ve nesnel analizler sunmayı amaçlamaktadır. İPM, Türkiye-AB-ABD ilişkileri, eğitim, iklim değişikliği, Türkiye'deki siyasal ve sosyal eğilimler ve bu eğilimlerin sivil toplum ve yerel yönetişime etkisi konularını da kapsayan -fakat bunlarla sınırlı kalmayan- geniş bir alanda uzmanlığa sahiptir.

## YAZARLAR

**Sevil Acar (Doç. Dr.):** İstanbul Kemerburgaz Üniversitesi Ekonomi Bölümü'nde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. Ana çalışma konuları çevre ve doğal kaynak iktisadı olup özellikle doğal sermaye muhasebesi, sürdürülebilir kalkınma göstergeleri ve bolluk paradoksu üzerinde uzmanlaşmaktadır. Lisans eğitimini Boğaziçi Üniversitesi İktisat Bölümü'nde (2000-2005), yüksek lisans eğitimini İstanbul Teknik Üniversitesi İktisat programında (2005-2007) ve doktorasını Marmara Üniversitesi (İngilizce) İktisat bölümünde (2007-2011) tamamlamıştır. 2005-2010 yılları arasında İstanbul Teknik Üniversitesi'nde araştırma görevlisi olarak çalışmıştır. Doktora çalışmalarının bir bölümünü İsveç Enstitüsü bursu alarak Umeå Üniversitesi, Centre for Environmental and Resource Economics'te sürdürmüştür. İsveç için sürdürülebilir tasarrufların hesaplanması ve ülkeler arası karbon emisyonlarının yakınsaması konulu projelerde görev almıştır. Halen Global Subsidies Initiative (GSI-IISD) ile ortaklaşa Türkiye'de fosil yakıt teşvikleri ve yenilenebilir enerjinin geleceği üzerine çalışmaktadır. sevil.acar@kemerburgaz.edu.tr

**Ahmet Atıl Aşıcı (Doç. Dr.):** 1991 yılında İTÜ İşletme Mühendisliği, 1999 yılında Boğaziçi Üniversitesi İktisat yüksek lisans programlarından mezun olduktan sonra doktora çalışmalarını Cenevre Üniversitesi'nde 2007 yılında tamamlamıştır. Aşıcı, 2005-2006 yılları arasında Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Kurumu'nda (UNCTAD) araştırmacı olarak çalışmıştır. Başlıca ilgi alanları, uluslararası iktisat ve ekonomik büyüme-ekolojik sürdürülebilirlik, yeşil ekonomik dönüşüm olan Aşıcı'nın bu konulardaki bilimsel makaleleri saygın dergi ve yayınevlerince basılmıştır. 2009 yılından bu yana İTÜ İşletme Mühendisliği Bölümü İktisat Çalışma Grubu'nda öğretim üyesi olarak görevine devam etmektedir. asici@itu.edu.tr

**Pınar Gedikkaya Bal (Yrd. Doç. Dr.):** 1991 yılında Bilkent Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü'nden mezun olmuştur. Yüksek lisansını Bilkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Uluslararası İlişkiler dalında 1993 yılında tamamlamıştır. Birkaç sene Yapı Kredi Bankası Dış İlişkiler Bölümü'nde, bankanın Almanya, Hollanda, Belçika ve Japonya ile olan ilişkilerinden sorumlu Bölge Yöneticisi olarak çalışmıştır. Marmara Üniversitesi'nde 2007 yılında savunduğu "Avrupa Birliği'ne Üyelik Çerçevesinde Türkiye'nin İklim Değişikliği Politikası" başlıklı doktora tezi ile doktor unvanını almıştır. 2008 yılından beri Beykent Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Uluslararası İlişkiler Bölümü'nde görev yapmakta ve 2014 yılından beri Bölüm Başkanlığı görevini yürütmektedir. Başlıca çalışma alanları Avrupa Birliği, Avrupa bütünleşmesi, Avrupa Birliği'nin iklim değişikliği, enerji ve çevre politikaları, küresel iklim değişikliği rejimi, düşük karbon ekonomisi ve uluslararası politik ekonomidir. pinarbal@beykent.edu.tr

**Ali Osman Karababa (Prof. Dr.):** 1973 yılında Ege Üniversitesi Tıp Fakülltesi'nden mezun oldu. 1973-1979 yılları arasında Sağlık Bakanlığı'nda Sağlık Ocağı Hekimliği yaptı. 1979 yılında Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde Toplum Sağlığı Enstitüsü'nde 1982 yılında Halk Sağlığı uzmanı, 2001 yılında profesör oldu. 2009 yılından bu yana Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Başkanı olarak görev yapmaktadır. 1998-2002 yılları arasında Halk Sağlığı Uzmanları Derneği yönetim kurulu üyeliği ve genel sekreterliği yaptı. 2011 yılından bu yana Çevre için Hekimler Derneği başkanlığını yürütmektedir. Ege Çevre ve Kültür Platformu ve Derneği üyesidir ve 2013-2014 yıllarında Platform eş sözcüsü olarak görev almıştır. Uluslararası ve ulusal çok sayıda yayını ve kitap bölümü bulunmaktadır. Temel çalışma alanları çevre sağlığı, olağandışı durumlar, iş sağlığı ve iş güvenliğidir. ali.osman.karababa@ege.edu.tr

**Levent Kurnaz (Prof. Dr.):** Elektrik/Elektronik Mühendisi, 1990'da Elektrik/Elektronik Yüksek Mühendisi ve Fizik, 1991'de University of Pittsburgh'dan Fizik Yüksek Lisans ve 1994'de Fizik Doktorası diplomasını aldı. 1995-1997 yılları arasında Tulane University Kimya Bölümü'nde doktora sonrası araştırmalar yaptı. 1997 yılında Boğaziçi Üniversitesi'nde Yardımcı Doçent olarak göreve başladı. 2005 yılından beri Boğaziçi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümünde Profesör olarak görev yapmaktadır. Çok sayıda uluslararası yayını ve bir kitabı vardır. Boğaziçi Üniversitesi İklim Değişikliği ve Politikaları Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü'nü yürütmektedir. 2013-2014'te Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi'nde Mercator-IPC araştırmacısı olarak iklim değişikliği alanında çalışmıştır. levent.kurnaz@boun.edu.tr

**Ümit Şahin (Dr.):** Cerrahpaşa Tıp Fakültesi'nden 1991 yılında mezun oldu, Kudüs Hebrew Üniversitesi'nde halk sağlığı yüksek lisansı, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi'nde halk sağlığı doktorası yaptı. Uzmanlık alanındaki çalışmaları çevre sağlığı üzerinde yoğunlaştı. 2004'den bu yana iklim değişikliği alanına ağırlık verdi. 1990'ların başından itibaren yeşil hareket ve nükleer karşıtı mücadele içinde aktivist olarak yer aldı. 2002-2006 yılları arasında Çevre İçin Hekimler Derneği'nin başkanlığını yaptı. 2013'ten bu yana Sabancı Ünivesitesi İstanbul Politikalar Merkezi'nde kıdemli uzmanı olarak görev almakta ve iklim değişikliği çalışmalarının koordinatörlüğünü yapmaktadır. Üç Ekoloji dergisinin yayın yönetmenliğini yürütmektedir. Açık Radyo'da Ömer Madra ile birlikte "Açık Yeşil" adlı bir radyo programını hazırlayıp sunmaktadır. Yeşil Gazete'de ekoloji editörlüğü ve yazarlık yapmaktadır. Ulusal ve uluslararası yayınları ve kitap bölümleri bulunmaktadır. umitsahin@sabanciuniv.edu

# İÇİNDEKİLER


YÖNETİCİ ÖZETİ 7

GİRİŞ 11

BÖLÜM 1
TÜRKİYE'NİN ENERJİ VE İKLİM POLİTİKALARINDA KÖMÜRÜN YERİ 13
*Ümit Şahin*

1.1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, KARBON BÜTÇESİ VE KÖMÜR 13
1.2. TÜRKİYE'DE ENERJİ POLİTİKALARI VE KÖMÜR 17
1.3. TÜRKİYE'NİN SERA GAZI EMİSYONLARI 23
1.4. TÜRKİYE'DE KÖMÜRE ARTAN YÖNELİŞ 25
1.5. SONUÇ 28

BÖLÜM 2
TÜRKİYE'DE KÖMÜR MADENCİLİĞİNİN EKONOMİDEKİ YERİ 31
*Ahmet Atıl Aşıcı*

2.1. TÜRKİYE'DE KÖMÜR MADENCİLİĞİ 31
2.2. EKONOMİK YAPIDAKİ DÖNÜŞÜM 33
2.3. SONUÇ 39

BÖLÜM 3
TÜRKİYE'DE KÖMÜR YATIRIMLARI VE MEVCUT TEŞVİKLER 41
*Sevil Acar*

3.1. TÜRKİYE'DE KÖMÜR YATIRIMLARI VE KÖMÜR YAKITLI SANTRALLAR 41
3.2. TÜRKİYE'DE KÖMÜR TEŞVİKLERİ 42
3.3. DİĞER G20 ÜLKELERİNDE FOSİL YAKIT TEŞVİKLERİ 46
3.4. KÖMÜR TEŞVİKLERİNİN İKTİSADİ VE ÇEVRESEL ETKİLERİ 47
3.5. SONUÇ 48

BÖLÜM 4
TÜRKİYE'NİN AB ÜYELİĞİ BAĞLAMINDA KÖMÜR KULLANIMINA YÖNELİK ULUSLARARASI VE BÖLGESEL ENGELLER 50
*Pınar Gedikkaya Bal*

4.1. AB'NİN DÜŞÜK KARBONLU GELECEK PLANI 50
4.2. AB'DE KÖMÜR ÜZERİNDEKİ ENGELLER 52
4.3. ULUSLARARASI ALANDA KÖMÜR ÜZERİNE OLASI ENGELLER 54
4.4. TÜRKİYE'NİN DÜŞÜK KARBON EKONOMİSİNE GEÇİŞİNDE KÖMÜRE UYGULANAN BÖLGESEL VE ULUSLARARASI ENGELLER 56
4.5. SONUÇ 57

BÖLÜM 5
KÖMÜRLE ÇALIŞAN TERMİK SANTRALLAR VE SAĞLIK ETKİLERİ 60
*Ali Osman Karababa*

5.1. KÖMÜRÜN ÇEVREYE ETKİLERİ 61
5.2. HAVA KİRLİLİĞİ VE SAĞLIK 66
5.3. KÖMÜRLÜ TERMİK SANTRALLARIN SAĞLIK ETKİLERİ 69
5.4. SONUÇ 74

BÖLÜM 6
"TEMİZ KÖMÜR" MÜMKÜN MÜ? – KARBON TUTMA VE DEPOLAMA (CCS) TEKNOLOJİLERİ 77
*Levent Kurnaz*

6.1. ENERJİ VE ISI ÜRETİM YÖNTEMLERİ 78
6.2. KARBON TUTMA YÖNTEMLERİ 79
6.3. TUTULAN KARBONUN TAŞINMA YOLLARI 80
6.4. TUTULAN KARBONUN DEPOLANMA ÇEŞİTLERİ 80
6.5. KARBON TUTMA VE DEPOLAMANIN BEDELİ 83
6.6. KARBON TUTMA VE DEPOLAMANIN HUKUKİ YÖNÜ 84
6.7. SONUÇ 85

# YÖNETİCİ ÖZETİ

Bu raporda, kömürün bir enerji ve sera gazı kaynağı olarak Türkiye'deki mevcut durumu, sağlık üzerine etkileri, elektrik üretiminde kömürün payının artırılması yöneliminin iklim ve ekonomi politikalarıyla ilişkisi ve temiz kömür tartışması ele alınmaktadır.

## Türkiye'nin Enerji ve İklim Politikalarında Kömürün Yeri

Dünya birincil enerji arzındaki payı %29 olan kömür, küresel elektrik enerjisi üretiminin %40'ını sağlamaktadır. Kömür, fosil yakıtlardan kaynaklanan küresel $CO_2$ emisyonlarının %44'ünden, elektrik ve ısı üretiminden kaynaklanan $CO_2$ emisyonlarının ise %72'sinden sorumludur. Kömür en fazla sera gazı salımına neden olan enerji kaynağı olarak iklim değişikliğinin birincil nedenidir.

Küresel ısınmayı 2°C'nin altında tutabilmek için atmosfere salınabilecek sera gazının, yani küresel karbon bütçemizin üçte ikisini (2.900 $GtCO_2$'nin 1.900'ünü) tüketmiş durumdayız. Mevcut fosil yakıt rezervlerinin neden olacağı emisyon miktarı ise kalan küresel bütçenin dört katıdır. Dolayısıyla iklim değişikliğinin geri dönülmez noktaya gelmesini engellemek için fosil yakıtların dörtte üçünün, kömür rezervlerinin ise daha büyük bölümünün yer altında kalması gerekmektedir.

Türkiye'de kömür, petrol ve doğalgazın 2013'te birincil enerji arzındaki payı %88'dir. Elektrik enerjisinin yaklaşık %70'den fazlası fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Toplam 71 GW olan kurulu gücün %20,5'u kömür santrallarından oluşmaktadır. Kömürlü termik santrallarının kurulu gücü 2004'e göre %77 artmıştır.

Sera gazı emisyonlarını 2013'te 1990'a göre %110,4 artıran Türkiye, dünya sıralamasında ilk 20 ülke arasında yer alıyor. Toplam emisyonlarda kömürün payı yaklaşık %33'tür ve kömür kaynaklı emisyonlar %130 artmıştır. Türkiye'nin enerji ihtiyacının 2023'e kadar yaklaşık olarak iki katına çıkacağı öngörüsünde bulunan hükümet, artan enerji talebini yeni kömür santralları inşa ederek karşılamak istemektedir. Türkiye dünyada yeni kömür santralları yapımında Çin, Hindistan ve Rusya'nın hemen ardından dördüncü sırada yer alıyor. İşletmedeki 24 adet kömürlü termik santralın ve inşa halindeki 3 yeni santralın yanı sıra kurulu gücü 66,5 GW'ye ulaşan 70'den fazla yeni kömürlü termik santralın yapımı planlanmış durumdadır. Planlanan yeni kömür santrallarının mevcutlara ek olarak yılda yaklaşık 400 milyon ton sera gazı emisyonuna neden olacağı hesaplanabilir. Planlanan termik santralların gerçekleşmesi durumunda yaklaşık Türkiye'nin toplam emisyonu kadar bir sıçrama söz konusudur.

Türkiye'nin enerji stratejisi "mevcut tüm yerli linyit ve taşkömürü potansiyelinin elektrik üretimi için kullanılmasını" ve "arz güvenliğini sağlamak için yüksek kalori değerine sahip ithal kömüre dayalı termik santralların kullanımını" hedeflemektedir. Bu yaklaşım Türkiye'nin iklim değişikliğiyle küresel mücadeleye yapması gereken katkıyı yok saymakta ve sera gazı azaltımını içeren bir iklim politikasını imkansız hale getirmektedir.

## Türkiye'de Kömür Madenciliğinin Ekonomideki Yeri

Kömür madenciliğinin Türkiye ekonomisinin toplam üretimi içindeki payı %1'in altındadır ve büyüme oranlarına katkısı çok azdır. Sektördeki istihdam da oldukça düşüktür ve 1998'den 2015'e kadar toplam istihdam içindeki payı %1,3'ten %0,7'ye gerilemiştir. Dolayısıyla sektöre verilen teşviklerin son yıllarda artmasının nedeni ekonomik büyüme hızını yükseltmek ya da işsizliği

azaltmaktan çok, Türkiye'nin ekonomik büyüme patikasının yüksek karbonlu niteliğidir.

Türkiye'de 2002-2009 döneminde yıllık büyüme hızına en fazla katkıyı yapmış sektörler gayrimenkul hizmetleri, yurtiçi taşıma, makine ve ekipman kiralama, tekstil, perakende ticaret, toptan ticaret ve inşaat sektörleridir. Bu sektörlerin çoğunun inşaatla ilgili olduğu görülebilir. Bu da demir-çelik ve çimento gibi enerji-yoğun sektörlere talep yaratarak enerji ithalatının artmasına sebep olmuştur. 2004 yılından itibaren enerji ithalatının dış ticaret açığı içindeki payı %40,3'ten %63,7'ye yükselmiştir.

Kamu destekli yatırımlar ve teşvik programlarıyla katma-değeri düşük, düşük teknolojili, enerji ve kirlilik-yoğun üretim 2008 krizi sonrasında daha da artmıştır. Bu durumun yarattığı sosyal maliyetler arasında iş kazalarındaki artış da sayılabilir. Türkiye'de çevresel düzenlemelerin sıkılığı giderek düşmüş, 2012 yılında Türkiye'nin uluslararası sıralamadaki yeri 140 ülke arasında 85., düzenlemelerin yaptırımı sıralamasında da 79. sıraya inmiştir.

### Türkiye'de Kömür Yatırımları ve Mevcut Teşvikler

Resmi projeksiyonlara göre 2030'da kömür yakıtlı üretim üç katı artarak 200 TWh seviyesine ulaşacaktır. Kısıtlı rezervler dikkate alındığında, Türkiye taşkömürünün çoğunu ithal etmeye devam etmek zorunda kalacak ve bu nedenle ithal enerji kaynaklarına bağımlılığını ortadan kaldırması mümkün olmayacaktır.

Türkiye'de kömüre verilen desteklerin en önemlisi, hazineden transfer ödemeleri yoluyla taşkömürü ithalatını teşvik etmek için kullanılmaktadır. Kömür yatırımları 2012'de yürürlüğe giren *Yeni Yatırım Teşvik Sistemi* çerçevesinde de teşvik edilmektedir. Ayrıca fosil yakıt sektörüne AR-GE masrafları için destek, yeni kömür santrallarına ayrılan bütçeler, yatırım garantileri, fiyat ve elektrik alım garantisi gibi teşvikler de mevcuttur.

Kömür aynı zamanda yatırımlar çevre mevzuatından muaf tutularak da desteklenmektedir. Çevre Etki Değerlendirmeleri'nin (ÇED) uygulanmasındaki eksiklikler ve muafiyetler teşvik olarak nitelenebilecek örneklerdir. Türkiye'deki ölçülebilen tüm kömür teşvikleri dikkate alındığında, kWh başına teşvik miktarı yaklaşık 0,01 dolar (yoksul ailelere kömür yardımı dahil edilirse 0,02 dolar) olarak hesaplanmaktadır. 2013 yılında kömür sektörüne toplam 730 milyon dolar dolayında teşvik aktarılmıştır.

2009 yılında bir araya gelen G20 liderleri orta vadede etkin olmayan tüm fosil yakıt teşviklerini aşamalı olarak bitireceklerini vaat etmişlerdir. Bazı projeksiyonlara göre sadece kömüre verilen teşvikler kaldırılırsa, tahmin edilen baz patikaya kıyasla 2030 itibariyle Türkiye'de %5,4 emisyon azalışı gerçekleşebilecektir.

### Kömür Kullanımına Yönelik Uluslararası Engeller

Avrupa Birliği (AB) düşük karbonlu ekonomiye geçiş konusunda öncü rol üstlenmiştir. AB, toplam enerji tüketiminde yenilenebilir enerji payını %27'ye çıkarmayı, enerji verimliliğini en azından %27 artırmayı ve sera gazı emisyonlarını 1990'a göre en az %40 azaltmayı içeren yeni 2030 hedefleri üzerinde anlaşmıştır. AB, 2050 yılına kadar emisyonlarını 1990'daki seviyelerin %80 altına inecek şekilde azaltacağını duyurmuştur.

AB, enerji kaynaklı $CO_2$ emisyonlarını 2050'ye kadar ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. Kömürden elde edilen enerjinin 2050 itibarıyla %16'dan %8'e gerilemesi beklenmektedir. Mevcut çevre direktiflerinin bazıları, kömür yakmak düşük karbonlu bir gelecek hedefine uymadığından AB'nin kömür sektörü üzerinde şimdiden bir negatif baskı yaratmakta, kömür madenleri ve kömürlü termik santrallar kapatılmaktadır.

OECD Genel Sekreteri Angel Gurria da, yeni kömür yakıtlı enerji santrallarının şu anda dünyanın geleceği için en önemli tehdit olduğunu söyleyerek bu santrallara yönelik planların yeniden gözden geçirilmesi için dünya hükümetlerine çağrıda bulunmuştur. Dünyanın en büyük kömür tüketicisi olan Çin bile hem rekor seviyeye varan hava kirliliği, hem de iklim hedefleri nedeniyle daha fazla yenilenebilir kaynak ve yeni teknolojiler kullanarak 2015'te daha az kömür tüketmeye başlamıştır.

Türkiye de gerekli politika değişikliklerini yapmaması ve mevcut politikalarıyla devam etmesi halinde artan maliyetler ve ticari sınırlamalarla karşı karşıya gelebilir.

**Kömürlü Termik Santrallar ve Sağlık Etkileri**

Kömürlü termik santrallar çevreyi en çok kirleten, hava kirliliğine en çok neden olan endüstriler arasında yer alır. Kömürlü termik santrallardan çevreye verilen zararlı atıklar şöyle sıralanabilir: Havada asılı partikül maddeler, kükürtdioksit, azot oksitler, karbondioksit, karbonmonoksit, uçucu organik bileşikler (VOC), dioksinler, hidroklorik asit, kül, radyoaktif maddeler, ağır metaller.

Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri arasında solunum sistemi enfeksiyonlarına yatkınlık, alerjik solunum sistemi hastalıklarında ve Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı'nda alevlenme, gözde iritasyon, solunum sistemi kanserleri, solunum ve dolaşım sistemi hastalıklarının görülme sıklığında ve bu hastalıklara bağlı ölüm oranlarında artış sayılabilir. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) dış ortam hava kirliliğini insanlarda kansere yol açan nedenler (Grup 1) arasına dahil etmiştir.

Hava kirliliğinin yoğunlaştığı dönemlerde ölümler ve hastaneye başvurular ile havadaki kirleticilerin konsantrasyonu arasında ilişki bulunduğu araştırmalarla kanıtlanmıştır. Yapılan araştırmalarda termik santralların oluşturduğu hava kirliliği nedeniyle yörede yaşayan insanların solunum fonksiyonlarında azalma belirlenmiştir.

Dış ortam hava kirliliğine bağlı olarak küresel düzeyde, 2012 yılında 3,7 milyon ölüm görülmüştür. Ölüm nedenleri içinde iskemik kalp hastalıkları ve inme %40'ar oranla ön sırada yer almıştır. Avrupa'da hava kirliliğine bağlı kaybedilen çalışma günü sayısı 4.100.000 ve sağlık etkilerinin maliyeti 42,8 milyar olarak bulunmuştur. Türkiye'de halen çalışan termik santralların sağlık maliyeti en az 2876 erken ölüm, 637.643 yitirilen işgünü ve 3,6 milyar avro olarak hesaplanmıştır.

**"Temiz Kömür" Mümkün mü? – Karbon Tutma ve Depolama (CCS) Teknolojileri**

Kömürle çalışan tesislerin ve termik santralların ürettikleri $CO_2$ gazının bacadan çıkmadan yakalanarak depolanmasına Karbon Tutma ve Depolama (CCS) teknolojisi denmektedir. Elde edilen $CO_2$ sıkıştırılarak jeolojik yapılara, okyanuslara, mineral karbonatlar içerisine konulabilir ya da daha sonra endüstriyel işlemlerde kullanılmak üzere taşınabilir.

Karbonu serbestçe atmosfere salmak yerine tutup depolamak enerji gerektirmektedir. Ayrıca bu tutma sistemlerinin ya eski santrallara eklenmesi ya da yeni santralların bu yöntemlerle inşa edilmesi gerektiğinden karbon tutmak, karbonu serbestçe atmosfere salmaktan daha pahalı bir teknolojidir. Tutulan karbonun saklanacağı yere taşınması boru hatlarıyla veya kara-deniz yoluyla yapılır. Karbon tutma sonucu elde edilen karbondioksitin su buharı da içerdiği için çürütücü olması altyapı maliyetlerini birkaç kat artırmaktadır. Kara ve deniz yoluyla taşıma yöntemleri ise endüstriyel ölçekte test edilmemiştir.

Bu alanda teknik olarak en az bilgi ve beceriye sahip olduğumuz başlık depolama konusudur. Tüm dünya ülkelerinin yaklaşık 50 milyar ton olan yıllık sera gazı salımlarının sadece 5 milyon tonu, yani

toplamın on binde biri şu ana kadar çalıştırılması becerilebilen karbon tutma ve depolama projelerinde saklanabilmektedir. Karbon tutma ve depolamanın bedeline bir örnek olarak hesapladığımız Afşin-Elbistan termik santralının bir ünitesinde bu yöntemi uygulamanın maliyeti ton başına yaklaşık 80 dolardır. Dünya devletleri karbon tutma ve depolamayı geleceğin çözümü olarak lanse etseler de kendi sorumluluklarının neler olacağı ve maliyetler konusunda kafa yormuş ve politika geliştirmiş değillerdir. Bu politika eksikliği, üretilen teknolojilerle birlikte kısa vadede serbest piyasa karşısında bir zaafa dönüşerek uzun vadede tehlike yaratabilecek yöntemlerin kullanılmasına yol açabilir.

## Sonuç

Yeni yapılan bir kömürlü termik santralın ekonomik ömrü yaklaşık 40-50 yıldır. Türkiye kömürü enerji politikalarının merkezinde tutar, kamu teşvikleriyle desteklemeye devam eder ve planlanan yeni kömür santralları yapılırsa, Türkiye'nin enerji politikaları 2050'lere, hatta daha sonrasına kadar yüksek emisyonlu fosil yakıtlardan çıkışı olmayacak bir şekilde, daha da bağımlı hale gelecektir. Bu durum yenilenebilir enerji teknolojilerinin rekabet edebilmesini de zorlaştıracak ve yenilenebilir enerji yatırımlarını tehlikeye sokacaktır.

Bu nedenle iklim değişikliğiyle mücadele, sürdürülebilir bir enerji politikası ve sağlık ve diğer sosyal maliyetlerin azalması için kömüre yönelik teşvikler kaldırılmalı, kömürün elektrik üretimindeki payını artıran politikalardan vazgeçilmelidir. Türkiye'nin iklim ve enerji politikaları karbon yoğunluğunun azaltılması, yenilenebilir enerjilerinin önünün açılması ve enerjinin verimli kullanımı temelinde yeniden şekillendirilmelidir.

# GİRİŞ

Nüfus ve ekonomi açısından dünyanın en büyük yirmi ülkesinden biri olan Türkiye, iklim ve enerji politikaları arasındaki gerilimin giderek arttığı bir dönüm noktasında bulunuyor. 15-16 Kasım 2015'te Antalya'da yapılacak olan G20 Liderler Zirvesi'nin dönem başkanlığını yürüten Türkiye, bu çerçevede iklim politikaları ve fosil yakıt sübvansiyonları konusundaki olumlu adımlara da öncülük etme sorumluluğunu taşıyor.

Paris'te bu yıl Aralık ayında yapılacak olan 21. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Taraflar Konferansı (COP 21) öncesinde, ülkeler sera gazı azaltım hedeflerini Sekreterya'ya sundular. İklim değişikliğiyle mücadeleye yönelik kendi Ulusal Katkı Niyet Beyanı'nı (INDC) 30 Eylül günü sunan Türkiye de, emisyon azaltımı hedefi belirleyerek Paris anlaşmasına katılacak ülkelerden biri oldu. Ancak Türkiye'nin oldukça yetersiz ve tartışmalı bir azaltım hedefi sunduğu söylenebilir. Bu yetersizliğin nedeni, mevcut ekonomik büyüme ve kalkınma anlayışı, yüksek enerji talebi artış projeksiyonları ve bunlardan da önemlisi enerji politikalarında fosil yakıtlara, özellikle de kömüre verilen ağırlıktır. Kömüre dayalı hızlı enerji üretim artışı senaryoları, Türkiye'yi sera gazı azaltım hedefleri açısından adım atamaz hale getirmektedir.

Toplam enerji üretiminin %88'ini, elektrik üretiminin ise yaklaşık %70'ini fosil yakıtlardan sağlayan Türkiye, ulusal enerji stratejileri ve eylem planlarında, başta yerli kömür olmak üzere kömürün kullanımını ve enerji üretimindeki payını artırmayı hedeflemektedir. Hem iklim değişikliğine neden olan karbondioksit, hem de çevre ve insan sağlığını olumsuz etkileyen gaz ve partikül madde emisyonları açısından en kirletici enerji kaynağı olan kömür, ucuz olarak değerlendirildiği ve Türkiye'nin hızlı ekonomik kalkınma hedefleriyle uyumlu bulunduğu için resmi politikaların merkezine oturtulmuştur. Bu yaklaşımda yerli kömür kaynaklarının, Türkiye'nin değerlendirilmeye açık en önemli fosil yakıt kaynağı olarak görülmesinin payı büyüktür. Bir başka deyişle enerji kaynaklarında dışa bağımlı olan Türkiye, yerli kömür potansiyelini sonuna kadar kullanarak bu bağımlılığı azaltmayı hedeflemektedir.

Ancak kömüre dayalı bir enerji politikası sadece yerli değil, ithal kömürün kullanımını ve payını artırma hedefini de beraberinde getirmektedir. Yerli ve/veya ithal kömüre dayalı çok sayıda yeni kömürlü termik santral planlanmış, bazılarının yapımına başlanmıştır. Bu da daha fazla kömür kullanımının enerjide dışa bağımlılığı azalttığı tezini zayıflatmaktadır. Ayrıca yerli kömürlerin tamamının değerlendirilmesi hedefi de hem iklim değişikliği, hem çevre ve halk sağlığı, hem de iş güvenliği ve sürdürülebilir enerji politikası açısından ciddi sorunlar yaratmaktadır.

Daha fazla kömür kullanımı, yüksek karbondioksit emisyonu nedeniyle Türkiye'nin sera gazı emisyonlarında hızlı bir artışa neden olmakta, iklim değişikliğiyle mücadeleyi imkansız hale getirmektedir. Çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle kömürün toplumsal maliyeti yüksektir ve ucuz bir kaynak olarak değerlendirilmesi tek boyutlu ve kısa vadeli bir yaklaşımın sonucudur. Kömür rezervlerini hızlı bir şekilde kullanma kararı iş güvenliği açısından da ciddi sorunlar doğurmakta, 2014'te 301 kişinin öldüğü Soma madeni iş kazası gibi felaketlere yol açmaktadır.

Türkiye'nin daha fazla kömür kullanımını istihdam artışı ve ekonomik büyüme için zorunlu görmesi bilimsel açıdan tartışmalı ve büyük ölçüde siyasi bir karar gibi görünmektedir. Türkiye'nin kömüre uyguladığı teşvik, kömür madenciliğini desteklemesi ve sadece yerli değil, daha fazla ithal kömüre

dayalı bir enerji geleceği belirlemesi, Türkiye ekonomisinin ve enerji altyapısının önümüzdeki 50 yılda fosil yakıt bağımlısı bir patikada kilitlenmesini kaçınılmaz kılıyor.

Bütün bu tartışmaların bilimsel bir şekilde, küresel gelişmeler ışığında yapılması gerekmektedir. Siyasi tercihlerle şekillenen iklim ve enerji politikalarının, güncel veriler ve çağdaş yaklaşımlarla eleştirilmesi, daha sağlıklı ve sürdürülebilir politikaların oluşturulması için zorunludur.

***

Bu raporda, kömürün bir enerji ve sera gazı kaynağı olarak Türkiye'deki mevcut durumu ve gelecekte kömürün payının artırılması yöneliminin iklim ve ekonomi politikalarıyla ilişkisi ele alınmaktadır.

Raporun birinci bölümünde kömürün iklim değişikliğine neden olan sera gazlarının salımından birinci derecede sorumlu olduğu, karbon bütçesi ve küresel emisyonlardaki eğilimler ışığında ortaya konmakta, Türkiye'de enerji altyapısının mevcut durumu ve kömürün payı ile gelecekte kömürün payının artırılmasına yönelik planlar ele alınmaktadır.

İkinci bölümde kömürün Türkiye ekonomisindeki yeri ve ağırlığı ile kömüre ağırlık veren bir enerji politikasının temelini oluşturan ekonominin yapısal dönüşümü ve güncel eğilimleri tartışılmaktadır.

Raporun üçüncü bölümü, Türkiye'deki kömür yatırımlarını, kömüre verilen devlet desteğini ve teşvikleri ele almakta, bu durumun Türkiye'nin iklim politikaları açısından yarattığı sorunlar ortaya konmaktadır.

Dördüncü bölümde Türkiye'nin kömürün payını artırmaya yönelik politikaları uluslararası gelişmeler ışığında değerlendirilmektedir. Avrupa Birliği'nin düşük karbonlu ekonomiye geçiş politikaları ve diğer ülkelerdeki karbonsuzlaşma eğilimlerinin gelecekte bu politikaların önüne çıkaracağı engeller bu bölümün başlıca konusunu oluşturmaktadır.

Beşinci bölümde kömürün çevre ve sağlık etkileriyle, kömürlü termik santrallardan kaynaklanan halk sağlığı sorunları ele alınmaktadır.

Raporun altıncı ve son bölümü ise son yıllarda iklim politikaları alanında sıklıkla dile getirilen "temiz kömür" söyleminin teknik olarak mümkün olup olmadığı üzerinedir. Bu bölümde kömürden kaynaklanan emisyonları azaltması öngörülen karbon tutma ve depolama teknolojilerinin uygulanmasına yönelik teknik, ekonomik ve hukuki zorluklar ele alınmaktadır.

# BÖLÜM 1
# TÜRKİYE'NİN ENERJİ VE İKLİM POLİTİKALARINDA KÖMÜRÜN YERİ

Ümit Şahin

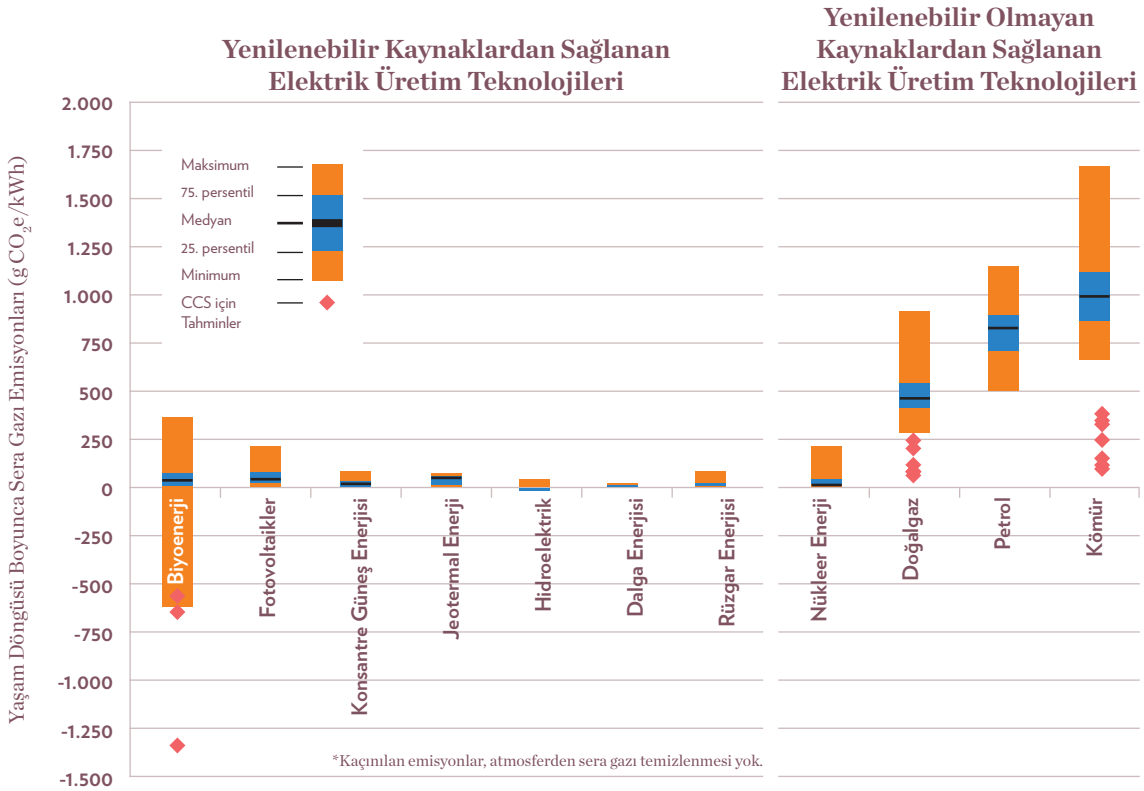
## 1.1. İklim Değişikliği, Karbon Bütçesi ve Kömür

İklim değişikliği nedeniyle son yüz yılda yeryüzünün ortalama sıcaklığı 0,85°C artmıştır (IPCC, 2013). Bu artış son 40 yılda giderek hızlanarak, 2014 yılı aletsel sıcaklık ölçümünün yapıldığı 1880'den bu yana en sıcak yıl olmuş ve en sıcak 15 yılın 14'ü yirmi birinci yüzyılda yaşanmıştır (NOAA, 2014). İklim değişikliği nedeniyle yeryüzünün sıcaklığında görülen bu belirgin artış yağış düzensizliklerine, buzulların erimesine, deniz seviyelerinin yükselmesine, seller, kasırgalar, kuraklık ve sıcak dalgaları gibi aşırı hava ve iklim olaylarının sıklığında ve şiddetinde artışa neden olmakta, bu olumsuz gelişmeler de su ve gıda krizleri, iklim göçleri, biyolojik çeşitliliğin azalması ve diğer ekolojik-toplumsal sorunlara yol açmaktadır. İklim değişikliğinden en fazla etkilenen bölgeler arasında bulunan Akdeniz havzasında yer alan Türkiye de, başlıca su kıtlığı, kuraklık, bunlara bağlı tarımsal üretimde azalma, deniz seviyelerinin yükselmesi ve sıcak dalgaları şeklinde olmak üzere, iklim değişikliğinden olumsuz şekilde etkilenecek ülkeler arasında en üst sıralarda yer almaktadır (Şen, 2013).

İklim değişikliği sanayi devriminin ardından ortaya çıkmıştır ve insan etkinliklerine bağlıdır. Söz konusu insan etkinlikleri büyük ölçüde enerji üretimi ve endüstriyel süreçler için fosil yakıtların, yani kömür, petrol ve doğalgazın yakılması ile toprak kullanımında ormansızlaşma ve tarım alanlarının açılması gibi nedenlere bağlı değişiklikler olup, bunlar da ekonomik sistem ve toplumsal yaşamın işleyişiyle doğrudan bağlantılıdır. İnsan etkinlikleri atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarının artmasına, bu artış da yeryüzünün insanlık tarihi boyunca görülmemiş bir hız ve seviyede ısınmasına neden olmaktadır. Başlıca sera gazları olan karbondioksit, metan ve diazotmonoksitin atmosferik konsantrasyonları son 800 bin yılın en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Sanayi öncesi dönemde (1750 öncesi) yaklaşık 280 ppm civarında sabit olan atmosferik karbondioksit konsantrasyonunun 2014'te 400 ppm'in üzerine çıkması ve yılda yaklaşık 2-2,5 ppm artması (Scripps, 2015), iklim değişikliğinin en tehlikeli noktaya gelmesinden kaçınmak için küresel ısınmanın en fazla 2 derecede sınırlanması hedefi için gereken maksimum 450 ppm'lik düzeyin mevcut emisyonlar devam ettiği takdirde kısa sürede aşılabileceğini göstermektedir.

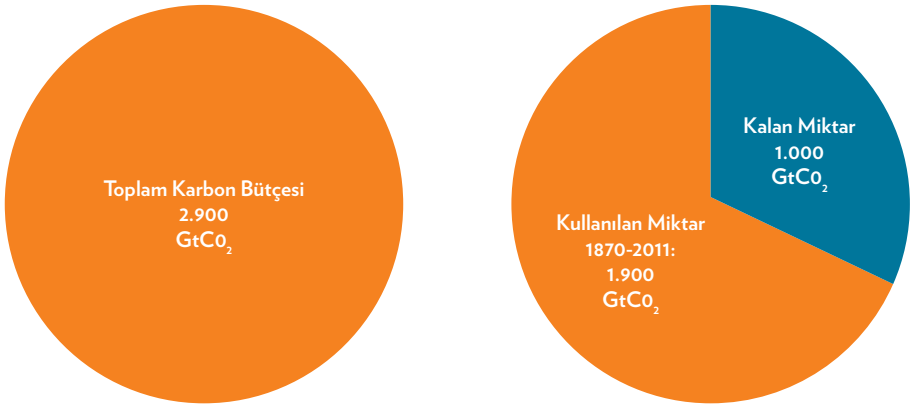
Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'ne (IPCC) göre 1970 ile 2010 arasındaki emisyon artışının yüzde 78'inden fosil yakıtların yakılması ve endüstriyel süreçler sonucunda atmosfere salınan karbondioksit sorumludur. Kömür, fosil yakıtlar içinde en fazla karbondioksit emisyonuna neden olan yakıttır. 2012 itibariyle dünya birincil enerji arzındaki payı %29 olan kömür, 9168 TWh ile küresel elektrik üretiminin %40'ını sağlamaktadır. Kömür, fosil yakıtlardan kaynaklanan küresel $CO_2$ emisyonlarının %44'ünden, bütün dünyada elektrik ve ısı üretiminden kaynaklanan $CO_2$ emisyonlarının ise %72'sinden sorumludur. (IEA, 2014a; IEA, 2014b)

**Şekil 1.1 – Elektrik üretim teknolojilerinin enerji kaynaklarına göre üretilen her 1 kWh elektrik başına yaşam döngüsü boyunca sera gazı emisyonları (Kaynak: IPCC, 2012)**




Kömürden elektrik elde edilmesi yenilenebilir enerji kaynaklarıyla kıyaslandığında çok yüksek, diğer fosil yakıtlara göre de daha yüksek sera gazı emisyonuna neden olur. Kömür yakılması sonucunda, ortalama bir termik santralda, üretilen her bir kWh elektrik başına yaşam döngüsü boyunca yaklaşık 1.000 gram $CO_2e$ sera gazı atmosfere salınır. Bu miktar yüksek emisyonlu sistemlerde 1.500 gram'ı aşmakta, en verimli termik santrallarda ise 750 gram seviyelerine düşebilmektedir. Doğalgazdan elektrik üretilmesinde bu miktar ortalama olarak yaklaşık 500 gram olup, en verimli santrallarda 350 gram kadardır. Yenilenebilir enerji santrallarında ise sera gazı salım düzeyleri yaşam döngüsü boyunca her bir kWh elektrik başına 5 ile 50 gram arasında değişir (rüzgâr için 10-20 gram, fotovoltaik güneş panelleri için 35-50 gram) (IPCC, 2012). Yani en verimli kömür santralının neden olduğu sera gazı emisyonları, tüm yaşam döngüsünde bir doğalgaz santralının yaklaşık 2 katı, rüzgâr santralının ise yaklaşık 75 katı daha fazladır. IPCC'nin 2011 yılı Yenilenebilir Enerji ve İklim Değişikliğinin Azaltılması Özel Raporu'ndan alınan Şekil 1.1'de yenilenebilir ve fosil kaynaklı elektrik üretiminin emisyonları karşılaştırılmaktadır.

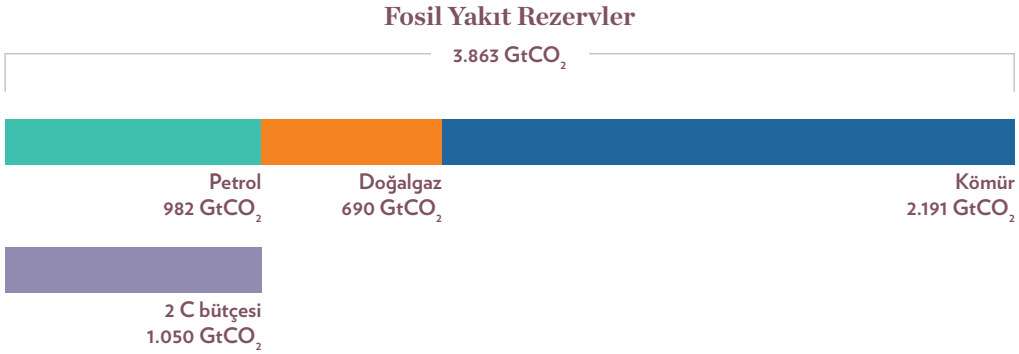
**Şekil 1.2 – Karbon bütçesi (Kaynak IPCC, 2014)**
**2 derece hedefiyle uyumlu karbon bütçemizin %65'i şimdiden kullanıldı**




Dünya ülkeleri 2010'da yapılan Cancun İklim Konferansı'nda (COP 16) iklim değişikliğini geri dönüşü olmayan noktaya getirecek tehlikeli küresel ısınmanın 2°C olduğu ve bu düzeyin, hatta mümkün olursa pek çok bilim insanının güvenli sınır olarak kabul ettiği 1,5°C'nin aşılmaması gerektiği konusunda anlaşmışlardır. IPCC, küresel ısınmayı 2°C'de tutmak için gerekli karbon bütçesini de hesaplamıştır. Karbon bütçesi, ortalama sıcaklıklardaki artışın 2°C'nin altında tutulabilmesi için insanlar tarafından atmosfere salınabilecek karbondioksit miktarını, yani maksimum toplam (tarihsel birikimli) küresel sera gazı emisyonunu ifade eder. IPCC, küresel ısınmayı 2°C'nin altında tutabilmek için bu düzeyin sanayi devriminden (1750'den) itibaren yaklaşık 2.900 GtCO$_2$ olduğunu bildirmiştir. Şekil 1.2'de gösterildiği gibi, bu bütçenin 1.900 GtCO$_2$'si, yani yüzde 65'i 2011 yılına kadar tüketilmiştir (IPCC, 2014).

2012'de yıllık küresel toplam emisyon düzeyi 54 GtCO$_2$e'dir (UNEP, 2014), Dolayısıyla karbon emis-

**Şekil 1.3 – Mevcut fosil yakıt rezervlerinin CO$_2$ içeriği ile 2 derece hedefi için kalan karbon bütçesinin karşılaştırılması (Kaynak: Davidson vd, 2013)**



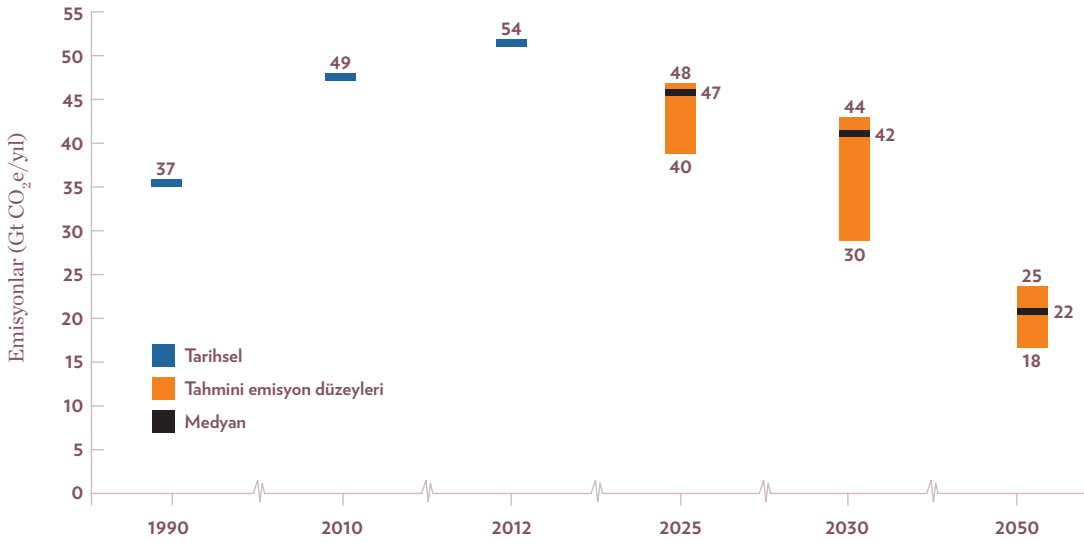
yonları bugünkü düzeyinde devam ederse, kalan yaklaşık 1.000 $GtCO_2e$'nin 2030'larda salınmış olacağı hesaplanabilir. Dünyada mevcut fosil yakıt rezervlerinin neden olacağı emisyon miktarı ise 4.000 $GtCO_2e$'ye yakındır. Demek ki, mevcut rezervlerin en az dörtte üçünün yer altında kalması gerekmektedir. Mevcut rezervlerdeki $CO_2$ içeriğinin en büyük kısmını kömür oluşturmaktadır. Mevcut kömür rezervleri bu toplamın yarısından fazlasını (2000 $GtCO_2e$'den fazla) oluşturur (Davidson vd, 2013). Dolayısıyla kömürün diğer fosil yakıtlara göre daha da büyük kısmının çıkartılmadan yeraltında bırakılması gerekmektedir. Bu da dünya ekonomisinin karbonsuzlaştırılması için öncelikle ve en hızlı bir şekilde kömürün elektrik üretiminde kullanılmasından vazgeçilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Şekil 1.3).

Aynı karbon bütçesi hesabından yola çıkan Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın (UNEP) Emisyon Açığı Raporu'na göre (2014), 2 derece hedefine ulaşmak için küresel emisyonların 2055-2070 arasında nötralize edilmesi, yani atmosfere salınan karbondioksidin tamamının yutaklar tarafından tutulabileceği seviyeye kadar düşürülmesi, 2080-2100 arasında da net olarak sıfıra indirilmesi gereklidir. Bu da 2012'de 54 $GtCO_2e$ olan yıllık küresel toplam sera gazı emisyonunun 2050'de 22 $GtCO_2e$'ye düşürülmesi ve bu düşüşün hızlanarak devam etmesi anlamına gelmektedir (Şekil 1.4).

Türkiye 2013 yılında 459 $MtCO_2e$ ile küresel sera gazı emisyonlarının %0,94'ünü üretmiştir (WRI, 2015). Tarihsel olarak birikmiş küresel emisyonlarının %0,4'ünden sorumlu olan Türkiye'de (WRI, 2005) kişi başına düşen emisyonlar ise 6,04 ton'dur (TÜİK, 2015). Türkiye'nin toplam yıllık emisyonları 1990-2013 arasında %110,4 oranında, kişi başına düşen emisyonları ise %53 oranında artmıştır.

30 Eylül 2015'te yayımlanan Türkiye'nin resmi Ulusal Katkı Niyet Beyanı'na (INDC) göre, mevcut politikalarla 2030'da toplam emisyonu 1.175 $MtCO_2e$'ye çıkacak, yani 2013'e göre iki katın çok üzerinde (%155) artış gösterecektir (UNFCCC,

**Şekil 1.4 – 2 derece hedefi için sera gazı emisyonlarının 2050'ye kadar düşürülmesi gereken düzey. (Kaynak: UNEP, 2014)**



2015). INDC'de belirtilen referans senaryoya göre %21 azaltım hedefi (2030'da emisyonları 929 $MtCO_2e$'de tutmak) başarılsa dahi, artış miktarı yine iki katından fazla olmaktadır. Türkiye'nin enerji üretiminde kömüre ağırlık verme stratejisi, azaltım hedefinin düşük ve yetersiz olmasının ve 2 derece hedefine yönelik olarak Türkiye'nin sorumluluğunu yerine getirme kararlılığına sahip olamamasının başlıca nedeni olarak kabul edilebilir.

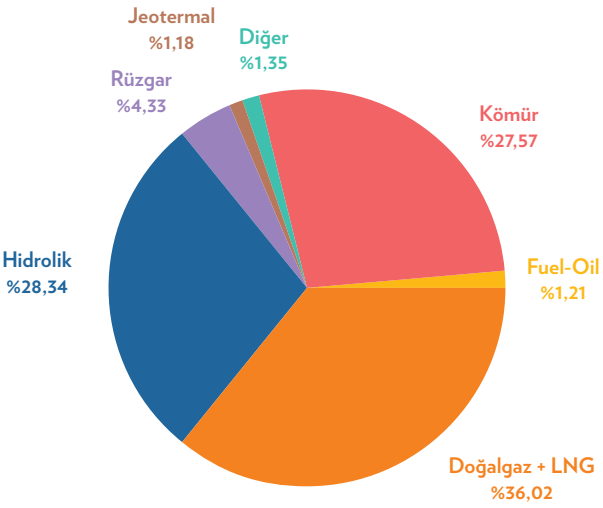
### 1.2. Türkiye'de Enerji Politikaları ve Kömür

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de toplam sera gazı emisyonlarının büyük kısmı (2012'de %70'i) enerji sektöründen kaynaklanmaktadır. Enerji üretiminde fosil yakıtlara ileri derecede bağımlı olan Türkiye'nin bugün bir yol ayrımında olduğu söylenebilir. Ya fosil yakıtlara olan bağımlılığını artırarak yüksek karbonlu enerji altyapısına sıkışıp kalacak, ya da yönelim değişlikliği yaparak yenilenebilir kaynaklara dayalı sürdürülebilir bir enerji geleceğini seçecektir.

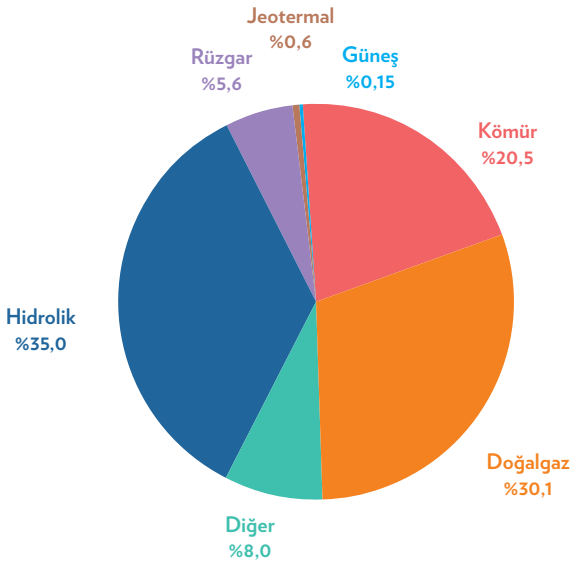
Türkiye'de enerji üretimi fosil yakıtlara ve ithal kaynaklara bağımlıdır. Kömür, petrol ve doğalgazın 2013'te birincil enerji arzındaki payı %88'dir. Birincil enerji arzında ithal kaynak oranı %80 olmakla birlikte bu oran petrolde %93'e, doğalgazda ise %99'a çıkmaktadır. Toplam kömür arzının ise %58'i ithaldir. İthal kömürün tamamı taş kömürü olup, Türkiye'de üretilen kömürün sadece %6'sı taş kömürü, %90'ı düşük kaliteli bir kömür olan linyit ve geri kalanı ise linyitten daha düşük kaliteli bir tür olan asfaltittir. Türkiye'de kullanılan kömürün %51'ini ithal taş kömürü oluştururken, yerli linyitin oranı %38'dir.

Türkiye'de elektik üretimindeki fosil yakıt payı da fazladır. 2014'te Türkiye'nin toplam elektrik enerjisi üretimi 250,4 TWh'dir. Elektrik üretimindeki artış oranı 2004-2013 arasında %70, 1990-2013 arasında %315'tir. Haziran 2015 rakamlarıyla elektrik enerjisinin yaklaşık %70'den fazlası fosil yakıtlardan (%36'sını doğalgazdan, %27,5'unu

**Şekil 1.5 – Türkiye'de 2015 Haziran ayı sonu itibariyle kaynaklara göre elektrik enerjisi üretiminin dağılımı (Kaynak: ETKB, 2015)**




**Şekil 1.6 – Türkiye'de 2015 Haziran ayı sonu itibariyle kaynaklara göre elektrik enerjisi üretiminde kurulu gücün dağılımı (Kaynak: ETKB, 2015)**



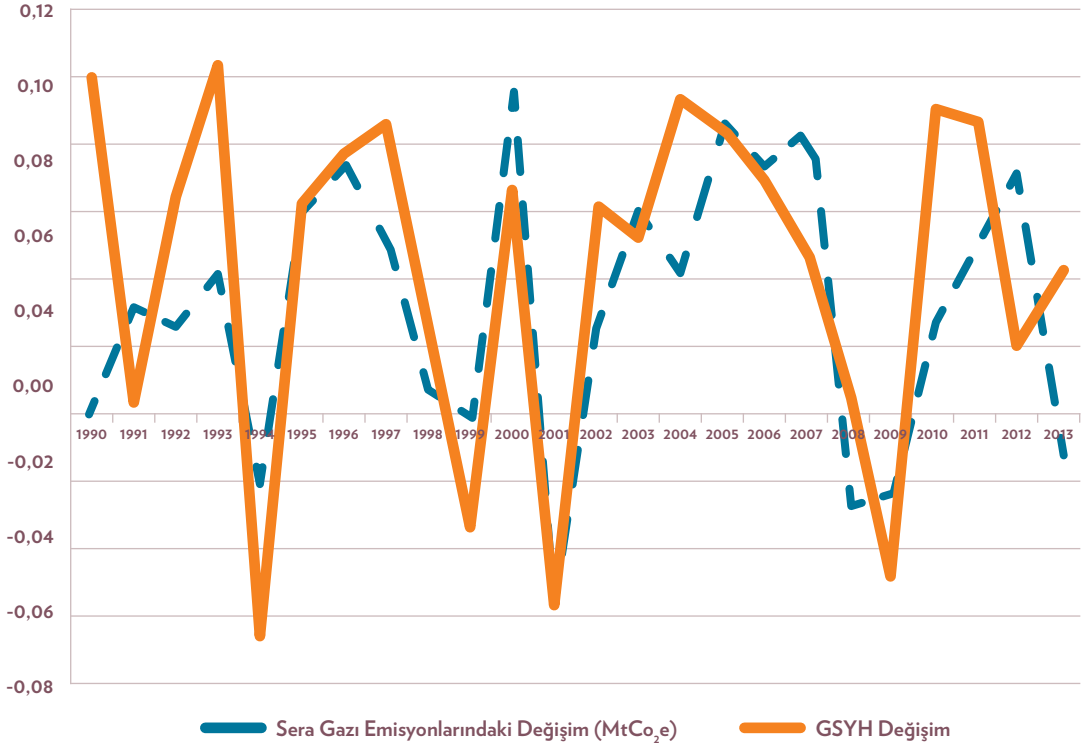
kömür ve linyitten), %24'ü hidro elektrikten karşılanmaktadır (ETKB, 2015). Ancak 2013-2014 döneminde yaşanan kuraklık nedeniyle hidroelektrik santrallardan elde edilen enerji miktarı düştüğü için 2014'te fosil yakıtların elektrik üretimindeki payı %80'e yaklaşmıştır (Şekil 1.5).

Elektrik enerjisi kurulu gücü ise 2015 yılı Haziran ayı sonu itibariyle 71 GW'ı aşmıştır (ETKB, 2015). Kurulu gücün %50'den fazlası %20,5'u kömür olmak üzere fosil yakıtlı santrallardan oluşmaktadır (Şekil 1.6).

Kömürlü termik santrallarının kurulu gücü 2004'e göre %77 artarak 14.659 MW'a yükselmiştir. Bu kömürlü termik santralların 8.244 MW'ı linyit, 6.334 MW'ı ise ithal kömür veya asfaltit yakmaktadır (ETKB, 2015).

Türkiye ekonomisinin enerji ve karbon yoğunluğu da Avrupa ülkeleriyle kıyaslandığında oldukça yüksektir ve ekonomik büyümeyle karbon emisyonları arasında da büyük ölçüde korelasyon mevcuttur (Şekil 1.7).

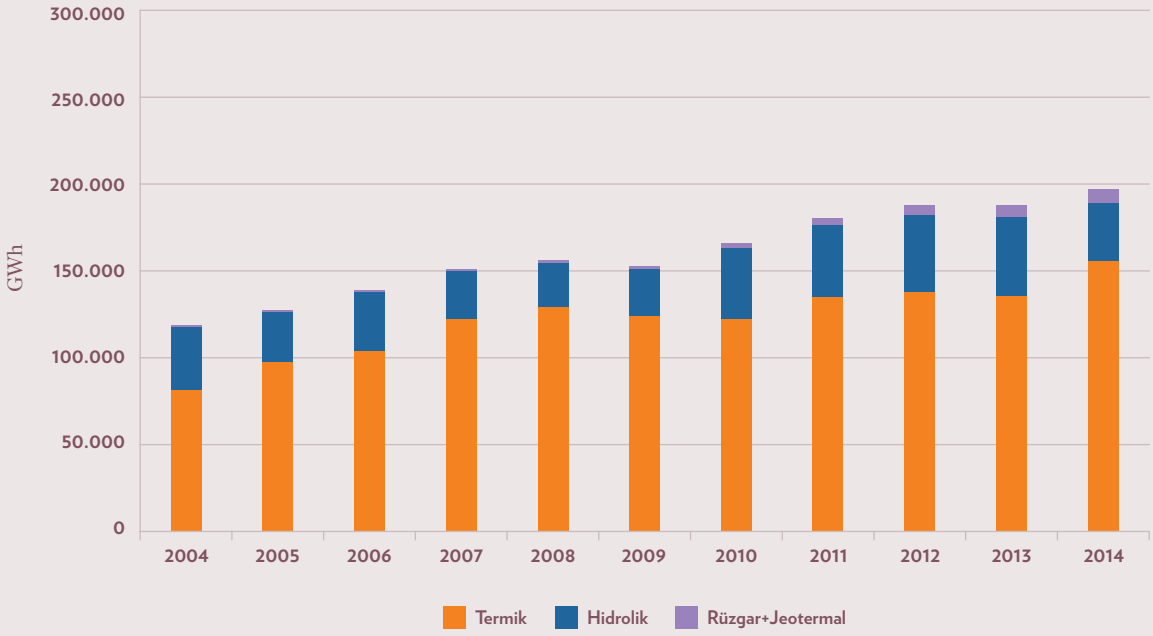
**Şekil 1.7 – Türkiye'de sera gazı emisyonlarındaki değişimle ekonomik büyüme (GSYH artış hızı) arasındaki korelasyon (Kaynak: TÜİK verileri)**



**Türkiye'nin Enerji ve Kömür Görünümü***

- Türkiye'nin birincil enerji tüketimi 2014'te 125,3 milyon TEP olup, dünya sıralamasında %1'lik payla 19. sırada yer almaktadır. (Toplam enerji tüketiminde Çin %23'lük payla 1., ABD %17,8'lik payla 2., Rusya ise %5,3'lük payla 3. sıradadır.) Türkiye'nin elektrik üretimi de 2014'te 250,4 TWh ile dünya toplam üretiminin %1,1'ine denk gelmekte ve yine 19. sırada yer almaktadır. (Toplam elektrik üretiminde Çin %24'lük payla 1., ABD %18,3'lük payla 2., Hindistan ise %5,1'lik payla 3. sırada yer almaktadır.)
- Türkiye'nin 2014'te elektrik üretimi 250,4 TWh, elektrik tüketimi ise 255,5 TWh'dir. Bir önceki yıla göre üretimde %4,3, tüketimde %3,7 artış gerçekleşmiştir.
- 2014'te toplam elektrik üretiminde termik (fosil yakıt; ağırlıklı olarak doğalgaz, linyit ve kömür) kaynakların payı %79,6'ya çıkmıştır. Türkiye'de elektrik enerjisi üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre dağılımında, kömürün payı 2014'te %29,56'ya çıkmıştır. (Şekil 1.8 ve Tablo 1.1)

**Şekil 1.8 – Türkiye'de yıllara göre elektrik enerjisi üretiminin kaynak dağılımı (Kaynak: ETKB, 2015)**




* Alıntı ve grafikler ETKB'nin son "Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü Raporu'ndan (1 Temmuz 2015 itibariyle) alınmıştır.

**Tablo 1.1 – Türkiye'de elektrik enerjisi üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı (GWh) (Kaynak: ETKB, 2015)**

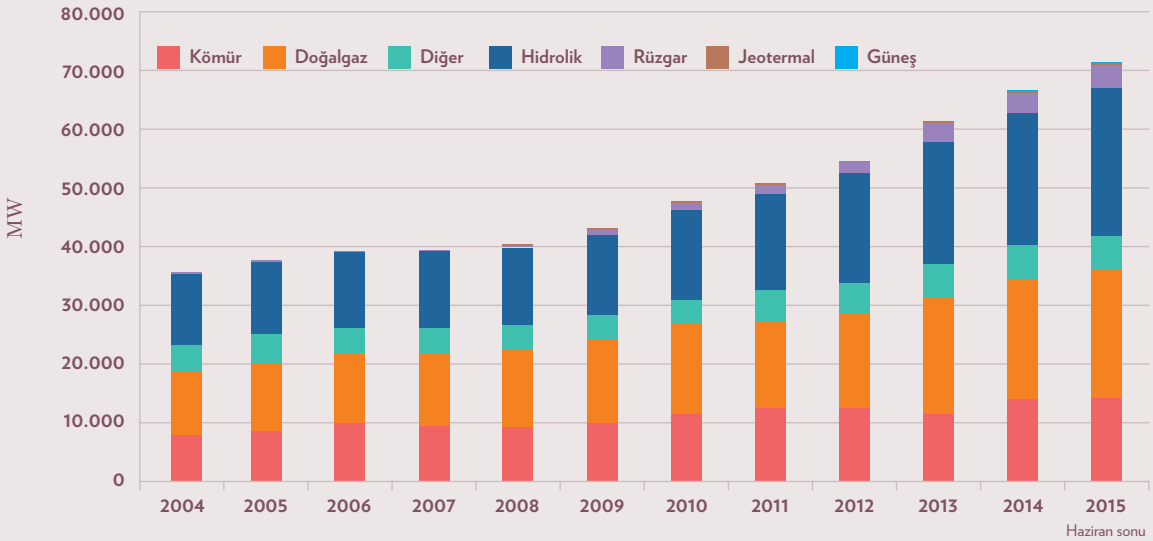
| Birincil Enerji Kaynağı | | 2012 | | 2014 | | 2015 Haziran Sonu | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Elektrik Üretimi (Gwh) | Toplam Üretim İçindeki Payı | Elektrik Üretimi (Gwh) | Toplam Üretim İçindeki Payı | Elektrik Üretimi (Gwh) | Toplam Üretim İçindeki Payı |
| KÖMÜR | Taşkömürü+ İthal Kömür+ Asfaltit | 33.324 | %13,90 | 37.601 | %15,01 | 19.812 | %15,86 |
| | Linyit | 34.689 | %14,50 | 36.409 | %14,55 | 14.626 | %11,71 |
| | TOPLAM | 68.013 | %28,40 | 74.040 | %29,56 | 34.437 | %27,57 |
| SIVI YAKITLAR | FUEL-OİL | 981 | %0,40 | 3.062 | %1,22 | 1.518 | %1,21 |
| | MOTORİN | 657 | %0,30 | 360 | %0,14 | 880 | %0,70 |
| | LPG | | | 89 | %0,04 | 48 | %0,04 |
| | Nafta | | | 72 | %0,03 | 37 | %0,03 |
| | TOPLAM | 1.639 | %0,70 | 3.583 | %1,43 | 2.483 | %1,99 |
| DOĞALGAZ + LNG | | 104.499 | %43,60 | 120.437 | %48,09 | 45.005 | %36,02 |
| YENİLEBİLİR + ATIK | | 721 | %0,30 | 1.343 | %0,54 | 710 | %0,57 |
| TERMİK TOPLAM | | 174.872 | %73,00 | 199.404 | %79,62 | 82.635 | %66,15 |
| HİDROLİK TOPLAM | | 57.865 | %24,20 | 40.396 | %16,13 | 35.410 | %28,34 |
| RÜZGAR TOPLAMI | | 5.861 | %2,40 | 8.385 | %3,35 | 5.407 | %4,33 |
| JEOTERMAL TOPLAMI | | 899 | %0,40 | 2.250 | %0,90 | 1.477 | %1,18 |
| GENEL TOPLAM | | 239.497 | %100 | 250.435 | %100 | 124.929 | %100 |

- Elektrik üretiminde özel sektörün payı 2004'te %58,4 iken, 2015 yılı Haziran ayı sonu itibarıyla yaklaşık %79'a çıkmıştır.
- 2004 yılında 36.824 MW olan elektrik enerjisi kurulu gücü 2014 yılında 69.520 MW'ye, 2015 yılı Haziran ayı sonu itibarıyla ise yaklaşık iki kat artarak 71.604 MW'ye yükselmiştir (Tablo 1.2 ve Şekil 1.9). Mevcut kurulu gücün %35'i hidrolik, %30,1'i doğalgaz, %20,5'i kömür, %5,6'sı rüzgâr ve %8'i ise diğer kaynaklardan oluşmaktadır. 2004-2014 arası son 11 yıllık dönemde ise ortalama yıllık %6,3'lük bir kapasite artışı gerçekleşmiştir.

**Tablo 1.2 – Türkiye'de elektrik enerjisi kurulu gücünün gelişimi (Kaynak ETKB, 2015)**

| Yıl | Termik | | | Hidrolik | Rüzgâr | Jeotermal | Güneş | Toplam | Artış (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kömür | Doğalgaz | Diğer | | | | | | |
| 2004 | 8.296 | 11.349 | 4.500 | 12.645 | 18,9 | 15 | | 36.824 | 3,5 |
| 2005 | 9.117 | 12.275 | 4.487 | 12.906 | 20,1 | 15 | | 38,820 | 5,4 |
| 2006 | 10.197 | 12.641 | 4.520 | 13.063 | 59 | 23 | | 40.502 | 4,3 |
| 2007 | 10.097 | 12.853 | 4.322 | 13.395 | 146,3 | 23 | | 40.836 | 0,8 |
| 2008 | 10.095 | 13.428 | 4.072 | 13.829 | 363,65 | 29,8 | | 41.817 | 2,4 |
| 2009 | 10.501 | 14.555 | 4.284 | 14.553 | 791,6 | 77,2 | | 44.761 | 7,0 |
| 2010 | 11.891 | 16.112 | 4.276 | 15.831 | 1.320 | 94,2 | | 49.524 | 10,6 |
| 2011 | 12.491 | 16.003 | 5.438 | 17.137 | 1.729 | 114,2 | | 52.911 | 6,8 |
| 2012 | 12.530 | 17.162 | 5.337 | 19.620 | 2.261 | 162,2 | | 57.072 | 7,9 |
| 2013 | 12.428 | 20.253 | 5.967 | 22.289 | 2.760 | 310,8 | | 64.007 | 12,2 |
| 2014 | 14.636 | 21.474 | 5.692 | 23.643 | 3.630 | 404,9 | 40,2 | 69.520 | 8,6 |
| 2015 HAZİRAN SONU | 14.659 | 21.569 | 5.756 | 25.057 | 4.024 | 431,2 | 107,6 | 71.604 | 3,0 |
| ORAN | %20,5 | %30,1 | %8,0 | %35,0 | %5,6 | %0,6% | %0,15 | %100 | - |

**Şekil 1.9 – Türkiye'de elektrik enerjisi kurulu gücünün değişimi (Kaynak: ETKB, 2015)**



- Termik Santral Kurulu Gücü Dağılımı incelendiğinde termik santrallardan (kömür, doğalgaz, vd) temin edilen kurulu gücün 2004 yılında 24.145 MW olduğu 2015 yılı Haziran ayı sonunda ise 41.984 MW'a yükseldiği görülmektedir (Tablo 1.3).

**Tablo 1.3 – Türkiye'de termik santral kurulu gücünün dağılımı (Kaynak: ETKB, 2015)**

| | | 2004 | 2009 | 2012 | 2014 | 2015 Haziran Sonu |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TEK YAKITLI | Linyit | 6.451 | 8.110 | 8.148 | 8.238 | 8.244 |
| | Taşkömürü | 335 | 335 | 335 | 335 | 350 |
| | İthal Kömür+Asfaltit | 1.510 | 2.056 | 4.048 | 6.198 | 490 |
| | Fuel-Oil | 2.308 | 1.541 | 1.196 | 509 | 1,2 |
| | Motorin | 214 | 27 | 27 | 11 | 1,2 |
| | LPG | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Nafta | 37 | 21 | 5 | 5 | 5 |
| | Doğalgaz | 11.349 | 14.555 | 17.162 | 21.474 | 21.569 |
| | LNG | | | 2 | 2 | 2 |
| | Yenilebilir + Atık + Atık Isı + Prolitik Yağ | 28 | 82 | 159 | 288 | 315 |
| | TOPLAM | 22.241 | 26.726 | 31.080 | 37.060 | 37.311 |
| ÇOK YAKITLI | Katı + Sıvı | 454 | 552 | 676 | 668 | 658 |
| | Sıvı + D. Gaz | 1.450 | 2.062 | 3.273 | 4.074 | 4.015 |
| | Toplam | 1.903 | 2.614 | 3.949 | 4.742 | 4.673 |
| TERMİK TOPLAM | | 24.145 | 29.339 | 35.029 | 41.802 | 41.984 |

- Yerli ve ithal kaynak bazında elektrik enerjisi kurulu gücü incelediğinde 2004 yılında yerli kaynak bazlı kurulu güç miktarı 19.493 MW (%52,9) ve ithal kaynak bazlı santralların kurulu gücü ise 17.331 MW (%47,1) olarak gerçekleşmiştir. 2015 yılı Haziran ayı sonu itibarıyla ele alındığında ise yerli kaynak bazlı kurulu güç miktarının 38.529 MW (%53,8) iken ithal kaynaklardan yakıt sağlayan santralların kurulu gücü ise 33.075 MW (%46,2)'dir. 2004-2015 Haziran sonu arasındaki süreçte hem yerli kaynaklardan hem yabancı kaynaklardan sağlanan kurulu güç miktarı artarken bu miktarların toplam kurulu güce olan oran değerlerinde dikkate değer bir değişim söz konusu olmamıştır (Şekil 1.9).

**Şekil 1.10 – Türkiye'de elektrik enerjisi kurulu gücünün yerli ve ithal kaynak dağılımı (Kaynak: ETKB, 2015)**




### 1.3. Türkiye'nin Sera Gazı Emisyonları

Türkiye toplam sera gazı emisyonları açısından dünyanın en fazla emisyon yapan ilk 20 ülkesi arasında yer alır. 77 milyon 700 bin nüfusuyla dünya nüfusunun %1,05'ini oluşturan ve en kalabalık 18. ülke olan Türkiye'nin ekonomisi de 2013 rakamlarına göre 821 milyar USD ile dünya sıralamasında 18. sırada yer alır. Dolayısıyla toplam küresel sera gazı emisyonlarının %1'e yakınını üreterek dünya ülkeleri arasında 19. sırada yer alan Türkiye'nin (WRI, 2015) küresel ısınmadaki payı ülkenin nüfusuyla ve ekonomik büyüklüğüyle orantılıdır.

1992'de imzaya açılan ve 1994'te yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (UNFCCC) 2004'te taraf olan Türkiye, Sözleşme'nin gereği olan yıllık sera gazı envanterlerini 2006 yılından itibaren yayımlamaya başlamıştır. Her yıl iki yıl öncesinin emisyon düzeyleri yayımlanmaktadır. Son envanter Mayıs 2015'te yayımlanan 1990-2013 envanteridir. Bu envanter raporlarına göre Türkiye'nin emisyonları her yıl düzenli olarak artmaktadır. Ancak son raporda hesaplama yönteminde yapılan değişiklik nedeniyle 1990'dan itibaren bütün yıllara ait rakamlarda değişiklik olmuştur. Raporun son hali ve değişikliklerin nedeni netleşmediği için bu bölümde 2014'te yayımlanan 1990-2012 sera gazı envanterindeki rakamlar kullanılmıştır.

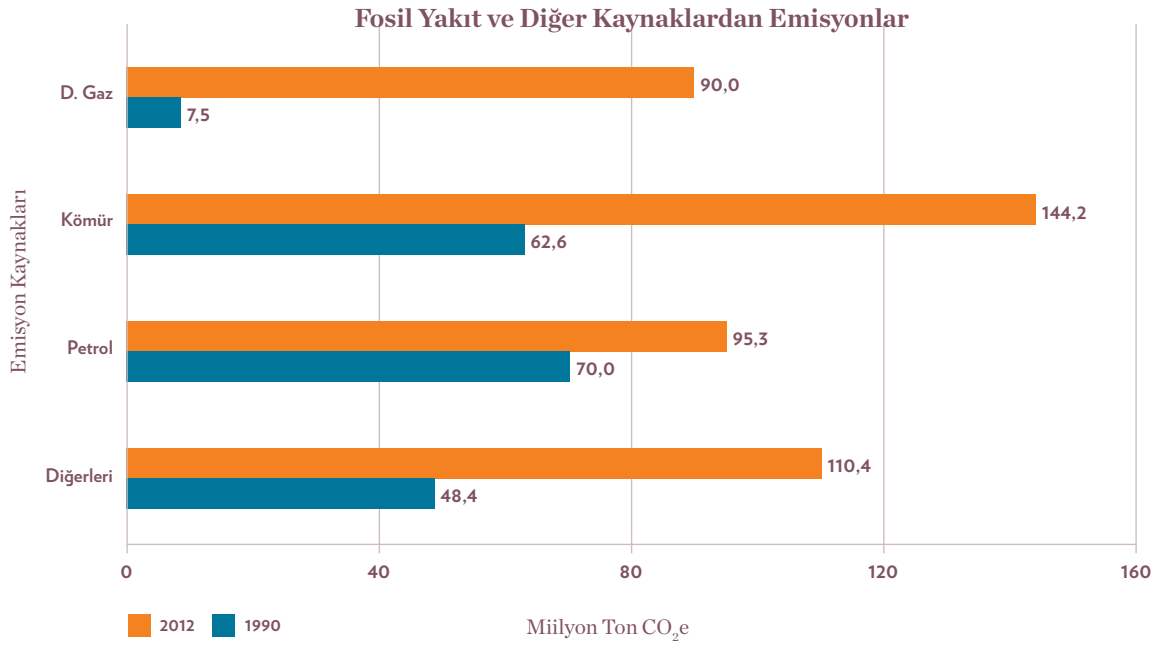
Türkiye İstatistik Kurumu tarafından 2014'te yayımlanan Sera Gazı Envanteri 1990-2012'ye

göre Türkiye'nin 1990 yılı emisyonu (arazi kullanımından kaynaklanan ve ortadan kaldırılan emisyonlar hesaba katılmadan) 188,4 milyon ton, 2012'de ise 439,9 milyon tondur (TÜİK, 2014). Türkiye'nin emisyonlarında 1990'dan 2012'ye görülen %133,4'lük artış Ek-1/OECD ülkeleri arasında en yüksek düzeydedir. Bu artış oranı ilk envanterde de 2004 rakamlarına (ve o zamanki hesaplama yöntemine) göre %74,4 idi ve o yıldan itibaren Türkiye'nin Ek-1/OECD ülkeleri arasına en büyük artış hızına sahip olma özelliği değişmemiştir. Hesaplama yöntemindeki değişiklik nedeniyle 2015'te yayımlanan son envanterde ise 1990-2013 arası artış oranı %110,4'e inmiştir (TÜİK, 2015).

Türkiye'nin emisyonlarında enerji üretiminin payı da, diğer ülkelerde olduğu gibi en yüksek düzeydedir. Enerjiden kaynaklanan toplam emisyon 1990'da 132,9 milyon tondan 2012'de 308,6 milyon tona çıkmıştır. Enerjiden kaynaklanan emisyonlardaki artış hızı %132,2 ile toplam emisyonlardaki artış hızıyla hemen hemen aynıdır. 2012'de enerjinin toplam emisyonlardaki payı %70,2'dir. Bunu %14,4 ile endüstriyel süreçler, %8,2 ile atıklar ve %7,3 ile tarımsal aktiviteler izlemektedir.

Sözleşmeye göre emisyon envanterlerinde 6 sera gazının emisyon rakamları verilmektedir: Karbondioksit ($CO_2$), metan ($CH_4$), Diazotmonoksit ($N_2O$), Hidroflorokarbonlar (HFCs), Perflorokarbonlar (PFCs) ve Kükürthekzaflorür ($SF_6$). En önemli sera gazı olan $CO_2$'nin düzeyi 1990'da 141,6 milyon tondan, 2012'de 357,5 milyon tona çıkmıştır. Diğer sera gazlarından metanın düzeyi 1990'da 34,1 milyon tondan 2012'de 61,6 milyon tona, diazotmonoksit'in düzeyi 12,2 milyon tondan 14,8 milyon tona çıkmıştır. Diğer üç sera gazının emisyon

**Şekil 1.11 – 1990 ve 2012'de Türkiye'de sera gazı emisyonlarında fosil yakıtların payındaki değişim. (Kaynak Algedik, 2015).**



miktarları çok düşüktür. $CO_2$ emisyonu 1990'dan 2012'ye kadar %152,5 artmıştır. Metan'daki artış %81, diazotmonoksit'teki artış %21'dir. Bu da toplam sera gazı artışının ağırlıklı olarak $CO_2$'den kaynaklandığını göstermektedir.

### 1.4. Türkiye'de Kömüre Artan Yöneliş

Türkiye'de enerji kaynaklı emisyonlardaki artış büyük ölçüde kömür kullanımındaki artışla ilgilidir. 2001'e kadar kömür tüketiminde karbondioksit emisyonlarındaki artışa paralel bir yükselme olmamıştır. 1990'da karbondioksit emisyonlarında kömürün payı %44'tür ve 2001'de en düşük seviyeye inerek %33,7'ye düşmüştür. Bu tarihten sonra artış başlamış ve 2009'da kömürün emisyonlardaki payı %43,2'ye çıkmıştır. 1990'da 62,6 milyon ton olan kömür kaynaklı emisyonlar 2001'de 70,5 milyon tona, 2012'de ise 144,2 milyon tona çıkarak %130 artış göstermiştir. 2012'de toplam emisyonlarda kömürün payı yaklaşık %33'dür (Şekil 1.11). 1990-2012 arasında termik santrallarda yakılan kömürden kaynaklanan emisyonlar ise %219 artmıştır. Oysa aynı dönemde toplam emisyon artışı %133,4 idi (Algedik, 2015).

Stratejik planlarda Türkiye'nin enerji ihtiyacının 2023'e kadar yaklaşık olarak iki katına çıkacağı öngörülmektedir. En son yayınlanan tahminlerde 2030'a kadar her yıl enerji ihtiyacının bir önceki yıla göre %5,25 artacağı öngörüsünde bulunulmaktadır. Böylece toplam enerji üretiminin 2013'te 213 TWh'den, 2023'te 440 TWh'ye ve 2030'da 619 TWh'ye yükselmesi gerekecektir (WWF, 2014). Türkiye bu artan enerji talebini yüksek miktarlarda yeni kömür, hidroelektrik ve rüzgâr santralları inşa ederek karşılamak istemektedir. Bu politikayla, doğalgaz ithalatına bağımlılığı azaltarak cari açığı düşürme amacına yönelik olarak enerji üretiminde hem yerli hem de ithal kömürün payının artırılması hedeflenmektedir. Aynı şekilde 2020 ile 2022 yılları arasında iki nükleer santralın işletmeye açılmış olması ve üçüncüsünün de inşa halinde olması planlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminde de artış hedeflenmekte ve bu alanda ağırlığın rüzgâr santrallarına verilmesi amaçlanmaktadır.

Ancak Türkiye'nin enerji talep tahminleri genellikle gerçekleşenden daha yüksek olmakta, bu yüksek tahminler de yeni yapılacak olan çok sayıdaki enerji santrallarının gerekçesi olarak gösterilmektedir. Örnek olarak Kalkınma Planları'na da yansıyan öngörüler verilebilir. Onuncu Kalkınma Planı (2013) elektrik enerjisi talebinin 2018'de 341 bin GWh'ye çıkacağını, yani 2012'ye göre %41 artacağını, bunun için de elektrik kurulu gücünün %36,7 artması gerektiğini öngörmektedir. Oysa Dokuzuncu Kalkınma Planı'nda (2006) 2013 için öngörülen elektrik enerjisi talebi 295 bin 500 GWh olduğu halde, 2013'te bu rakam 245 bin GWh olarak gerçekleşmiş, yani tahmin edilenin %17 altında kalmıştır. Ayrıca TEİAŞ'ın rakamlarına göre Türkiye'nin mevcut enerji üretim tesisleri 2014 için 320 bin GWh enerji talebini karşılayabilecek kapasitedir. Bu rakamın 10. Kalkınma Planı'nda 2018 için öngörülen enerji talep tahminine çok yakın olduğu görülebilir. Dolayısıyla yeni kömür santralı kararlarının sadece ileriye dönük enerji talep tahminlerine göre verildiğini söylemek zordur.

Kömür, Türkiye'nin kalkınma planı öncelikleri arasında önemli yere sahiptir. 10. Kalkınma Planı'nda "enerji arz güvenliği" amacıyla yerli kömür sahalarının elektrik üretimi için özel sektöre açıldığı, Afşin-Elbistan linyit yataklarındaki elektrik üretimini artırmak için Birleşik Arap Emirlikleri ile anlaşma imzalandığı, Türkiye'nin enerji arzındaki dış bağımlılığını azaltmak için yerli kaynakların özel sektör eliyle elektrik enerjisi üretimindeki kullanımının mümkün olan en yüksek oranda değerlendirilmesi gerektiği ve küçük rezervli kömür yataklarının da bölgesel enerji üretim tesislerinde değerlendirilmesinin sağlanacağı belirtilmektedir (Kalkınma Bakanlığı, 2013).

**Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018)**
**Yerli Kaynaklara Dayalı Enerji Üretim Programı Eylem Planı'nda Kömür**

- 2012 yılı sonunda birincil enerji üretiminde yüzde 27 olan yerli kaynak payının, 2018 sonunda yüzde 35'e yükseltilmesi, 2013 yılında 32 milyar kWh olarak gerçekleşen yerli kömür kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin 2018 yılında 57 milyar kWh'e çıkarılması hedeflenmektedir.
- Afşin Elbistan, Konya Karapınar ve Trakya Ergene gibi büyük linyit havzaları termik santral kurulmak üzere talep garantisi-hasılat paylaşımı şeklinde veya belirli bir süre alım garantisinin sağlandığı Yap İşlet veya Yap-İşlet-Devret modeliyle EÜAŞ tarafından ihaleye çıkarılacaktır.
- Daha düşük kapasiteli linyit havzalarının rödovans bedeli talep edilmeksizin ihtiyaçları olan elektriği üretmek üzere OSB'lere devredilmesi modeli araştırılacaktır.
- Özel sektöre açılacak linyit sahaları ile rödovans usulüyle yeni ihale edilecek sahalara yapılacak üretim yapıları dâhil diğer bütün elektrik üretim santrallarının yatırım sürecinin daha hızlı yürümesini sağlayacak bir koordinasyon birimi oluşturulacaktır.
- Türkiye uzun vadeli arz güvenliği için yerli kömürün yanı sıra ithal taş kömürüne de ihtiyaç duymaktadır. Fiyat avantajları ve süreklilik gibi kavramlar nedeniyle uygun ülkelerde yurt dışı kömür ruhsatı alma, arama, kömür ve enerji kaynağı olarak kullanılabilecek diğer madenlerin aranması, üretimi ve ithalatı gibi faaliyetleri organize edecek bir şirket kurulacaktır.
- TÜBİTAK MAM Enerji Enstitüsü, Üniversiteler, Teknoparklar tarafından yürütülen her seviyedeki kömürün kalitesini yükseltecek ve kömürden daha yüksek verim elde edecek AR-GE çalışmaları yürütülecek, pilot tesisler kurulacak ve nihai uygulamalar yapılacaktır.
- Yerli kömür ve termik enerji yatırımlarının hızla gelişebilmesi için teşvik sisteminin, gelişmeler izlenerek en geç birer yıllık dönemlerde güncellenmesi ve etkinliğinin artırılması sağlanacaktır.

Kaynak: Kalkınma Bakanlığı, Yerli Kaynaklara Dayalı Enerji Üretim Programı Eylem Planı (2014-2018), Kasım 2014

Yine Onuncu Kalkınma Planı hazırlık sürecinde yayımlanan Yerli Kaynaklara Dayalı Enerji Üretim Programı Eylem Planı'nda (2014-2018) yerli kömürden elektrik üretiminin 2013'te 43 TWh'den, 2018'de 57 TWh'ye çıkarılması hedeflenmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın (ETKB) 2013 Enerji Denge İstatistikleri'ne göre kömürden enerji üretiminde ithalata bağımlılık %58'dir ve yerli kaynaklardan üretimin büyük bölümü de linyite dayalıdır. Türkiye'nin linyit rezervlerinin düşük kalori değeri göz önüne alındığında Beş Yıllık Plan'da belirtilen %33'lük yerli kaynak artışı linyit kullanımında artışa ve bu da daha yüksek sera gazı emisyonuna neden olacaktır.

Türkiye dünyada kömür yatırımlarını en çok artıran ülkeler arasında Çin, Hindistan ve Rusya'nın hemen ardından dördüncü sırada yer almaktadır (Yang ve Cui, 2012).

Türkiye'de halen (otoprodüktörler hariç ve 50 MW üstü) 25 adet kömürlü termik santral elektrik üretiminde kullanılmaktadır ve 3 yeni termik

santral yapım halindedir. İşletmede olan kömürlü termik santrallar Çanakkale (Çan, Karabiga), Bursa (Orhaneli), Kocaeli (Gebze), Manisa (Soma), İzmir (Aliağa), Kütahya (Tunçbilek, Seyitömer), Zonguldak (Çatalağzı), Ankara (Nallıhan), Eskişehir (Mihalıççık), Muğla (Yatağan, Yeniköy, Gökova), Yalova (Taşköprü), Bolu (Göynük), Sivas (Kangal), Adana (Yumurtalık-Sugözü), Kahramanmaraş (Afşin-Elbistan), Hatay (İskenderun) ve Şırnak (Silopi) illerinde bulunmaktadır. Yapım halindeki kömürlü termik santrallar ise, Adana (Tufanbeyli), Çanakkale (Karabiga) ve Kütahya (Tunçbilek) illerindedir.

Halen, bazıları lisans almış, ya da lisans/ön lisans değerlendirme sürecinde, bir kısmı ise ÇED sürecinde olan, bazıları da henüz lisanslanmamış olmakla birlikte resmi olarak duyurulmuş bulunan 70'den fazla yeni kömürlü termik santralın yapımı planlanmış durumdadır. Yeni kömürlü termik santralların planlandığı yerler arasında Kırklareli (Demirköy), Tekirdağ (Marmara Ereğlisi), Çanakkale (Çan, Biga, Lapseki, Gelibolu, Ezine), Balıkesir (Bandırma), Manisa (Soma), İzmir (Aliağa, Kınık), Muğla (Milas), Bursa (Keles, Demirtaş OSB), Eskişehir (Alpu), Kütahya (Tunçbilek, Domaniç), Afyon (Dinar), Konya (Karapınar, Ilgın), Düzce (Akçakoca), Bartın (Amasra, Mugada), Zonguldak (Çatalağzı, Ereğli, Karabük), Amasya (Merzifon), Çankırı (Orta), Sivas (Kangal), Kahramanmaraş (Afşin-Elbistan), Mersin (Silifke), Adana (Ceyhan, Yumurtalık), Hatay (Erzin, İskenderun), Adıyaman (Gölbaşı), Elazığ (Kovancılar), Bingöl (Kiğı-Adaklı) ve Şırnak (Silopi) sayılabilir. Bu yerlerin önemli bir kısmında termik santral planlarının yarattığı çevre ihtilaflarını, yerel çevre hareketleri ve yöre halkları tarafından sürdürülen protesto hareketlerini, sürmekte olan ÇED iptal davalarını ve Sinop'un Gerze ilçesinde olduğu gibi yerel hareket tarafından yapımı engellenen termik santrallar olduğunu da not etmek gerekir.

Yapımı planlanan yeni kömürlü termik santrallar arasında Türkiye'de henüz bulunmayan çok büyük (yüksek kurulu güce sahip) santrallar da bulunmaktadır. Bunlar arasında toplam 6.500 MW kurulu güce sahip olacak Afşin-Elbistan C-D-E üniteleri, 5.250 MW kurulu güce sahip olacak Konya-Karapınar termik santralı, 3.500 MW kurulu güce sahip olacak Afyon Dinar termik santralı sayılabilir. Oysa bugün mevcut en büyük kömürlü termik santrallar (Afşin-Elbistan A ve B, Sugözü, Çatalağzı, Karabiga gibi) 1.000-1.500 MW civarında kurulu güce sahiptir ve diğer termik santralların büyüklüğü 400-600 MW civarındadır.

Planlanan yeni kömürlü termik santral yatırımlarının toplamı yaklaşık 66,5 GW yeni kurulu güce denk gelmektedir. Halen bunun dörtte birinden az (15 GW'a yakın) kurulu güçte kömürlü termik santral olduğu ve Türkiye'nin bütün kaynaklardan mevcut toplam kurulu gücünün 71,6 GW olduğu göz önüne alınırsa, neredeyse mevcut toplam kurulu güç kadar yeni kömür yatırımı yapmanın hem iklim değişikliği, hem çevre ve halk sağlığı, hem de ülke ekonomisi açısından önemli bir sorun oluşturduğu görülebilir. Bu yeni kömürlü termik santralların olası yıllık sera gazı emisyonları da yüksek olacaktır.

IPCC'nin (2012) kömürden 1 kWh elektrik üretimi için ortalama 1.000 gram karbondioksit salındığı verisi kullanıldığında, %70 kapasite faktörüne göre 66,5 GW'lık yeni santralların tamamının yapılması halinde, bunların mevcut santrallara ek olarak yılda yaklaşık 400 milyon ton (Türkiye'nin 2013'teki toplam emisyonuna yakın) sera gazı emisyonuna neden olacağı hesaplanabilir. Planlanan santralların tümü yapılmasa bile 2030'da yaklaşık 600 Twh'ye yükselmesi öngörülen elektrik üretiminin üçte birinin kömürden karşılanması bu rakamın yarısının yalnızca kömür yakılması nedeniyle salınacağı anlamına gelir. Yapılacak olan termik santralların bir kısmında ısıl değeri düşük yerli linyitlerin kullanılacağı ve birim enerji başına emisyonlarının 1.000 gramdan daha yüksek

**Türkiye'nin Enerji Stratejik Planlarında Kömür**

- Yerli kömürden üretilen elektrik enerjisi miktarının dönem sonunda yıllık 60 milyar kWh düzeyine çıkarılması sağlanacaktır.
- Var olan yerli kömür kaynaklarının elektrik enerjisi üretim yatırımlarına dönüştürülmesi ve yeni kaynakların araştırılması sağlanacaktır.
- Yerli taş kömürü üretiminin arttırılması sağlanacaktır. Kamunun ruhsat sahibi olduğu tüm kömür sahalarının uygun modellerle (büyük ölçekli rezerve sahip linyit sahalarının hükümetlerarası anlaşma/kamu özel ortaklığı vb.) yatırıma açılması sağlanacaktır.
- Yeni kömür sahalarının araştırılması ve mevcut sahaların yatırıma hazır hale getirilmesi için MTA'nın ilgili birimlerinin teknik eleman sayısının arttırılması ve mevcut altyapı durumlarının iyileştirilmesi sağlanacaktır.
- Yerli taşkömürü için Linyit Arama Projesi benzeri bir Taşkömürü Arama Projesi için gerekli çalışmaların yapılması ve arama faaliyetlerine başlanması sağlanacaktır.

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı

olacağı düşünülürse, bu hesabın muhafazakâr olduğu da akılda tutulmalıdır. Bir başka hesapla, ETKB'nin 2015-2019 Stratejik Planı'nda öngörülen dönem sonuna kadar yerli kömüre dayalı termik santrallardan 60 milyar kWh'lık elektrik üretimi hedefi gerçekleşirse, sadece bunların neden olacağı emisyon düzeyinin 2018'de 60-90 milyon ton olacağı söylenebilir. Bütün bu planların gerçekleşmesinin, Türkiye'nin mevcut toplam sera gazı emisyonlarının çok yüksek düzeylere sıçramasına neden olacağı açıktır.

Türkiye'nin enerji stratejisi "mevcut tüm yerli linyit ve taşkömürü potansiyelinin elektrik üretimi için kullanılmasını" ve "arz güvenliğini sağlamak için yüksek kalori değerine sahip ithal kömüre dayalı termik santralların kullanımını" hedeflemektedir. Bu yaklaşım Türkiye'nin iklim değişikliğiyle küresel mücadeleye yapması gereken katkıyı yok saymakta ve sera gazı azaltımını içeren bir iklim politikasını imkansız hale getirmektedir.

2012 yılının Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından "kömür yılı" olarak ilan edilmesinden de anlaşılabileceği gibi önümüzdeki yıllarda Türkiye'nin enerji piyasasında en hızlı büyüyen sektörün kömür olması beklenebilir. Halen yerli kömür ve linyit projeleri en ucuz kaynak olarak savunulmaktadır. Hükümetin bu yönelime uygun olarak kömür sektörüne verdiği en önemli mali destek ise kömür teşvikleridir. Uluslararası Sürdürülebilir Kalkınma Enstitüsü'nün (IISD) hesaplarına göre 2013'te Türkiye'nin kömür sektörüne verdiği sübvansiyon yaklaşık 730 milyon dolardır. Bir başka deyişle üretilen her 1 kWh elektrik başına verilen destek 0,01 dolardır ve hane halkına yönelik kömür yardımları da dahil edildiğinde bu miktar 0,02 dolara çıkmaktadır (Bkz. Bölüm 3). Kömüre yönelik bu destekler ithal kömür için de yeni bir kapı açmaktadır. İthal kömüre dayalı termik santralların toplam kurulu gücü böylece 2012'de 3,9 GW'dan 2014'te 6,1 GW'a çıkmıştır ve toplam kurulu gücü 8,1 GW olan yerli kömüre dayalı termik santrallara yaklaşmıştır (Algedik, 2015).

### 1.5. Sonuç

Antalya'da yapılacak olan G20 zirvesinde kömürle ilgili olarak öncelikli tartışma, 2009 yılında alınan orta vadede etkin olmayan tüm fosil yakıt teşviklerini aşamalı olarak sonlandırma vaadinin uygulamaya konmasıdır (Bkz. Bölüm 3). G20 dönem başkanı Türkiye, iklim finansmanı konusunun toplantı gündemine alınmasını sağlamıştır ve fosil yakıt teşvikleri konusunun bir uygulama kararına

dönüşmesine liderlik etmesi beklentisi yaratmaktadır. Ancak Türkiye'nin kalkınma hedeflerinde bu teşviklerin geliştirilmesi yer almaktadır.

Yeni yapılan bir termik santralın ekonomik ömrünün 40-50 yıl olduğu göz önüne alındığında, Türkiye'nin yeni kömür sahaları açma, yeni yerli ve ithal kömüre dayalı termik santrallar yapma planlarının, düşünülen yatırımların büyüklüğü de göz önüne alındığında, enerji altyapısını 2050 ve ötesine yönelik olarak fosil yakıtlara, özellikle de kömüre bağımlı hale getireceği görülmektedir. Küresel ısınmayı 2 derecede sınırlama hedefi, 2030'de küresel emisyonların 42, 2050'de de 22 milyar tona geriletilmesini zorunlu kılmaktadır (Bkz. Şekil 1.4; UNEP, 2014). Türkiye'nin INDC raporunda belirlediği azaltım rakamı (929 milyon ton), 2030'da 2 derece hedefi için gereken maksimum miktarın %2'sinden, 2050'de ise (bu rakamı daha fazla artırmasa bile) %4'ünden fazlasını tek başına salmayı hedeflediği anlamına gelir (Bu oran halen yaklaşık %1'dir). Üstelik planlanan yeni kömür yatırımları gerçekleştiği takdirde, 2050 ve sonrasına yönelik olarak kömüre bağımlı hale gelmiş bir enerji sisteminde bu rakamların aşılması da beklenebilir. Dolayısıyla Türkiye'nin kömür planları nedeniyle hem küresel 2 derece hedefinin gereklerini yerine getirememesi, hem de kişi başı emisyon düzeyi 2030'dan itibaren 10 tonun üzerine çıkmış, dünya çapında en yüksek düzeyde sera gazı salan ülkelerden biri haline gelmiş olması olasıdır.

Uluslararası iklim müzakerelerinde uzun yıllar boyunca "özel durumu" olan bir Ek 1 ülkesi olma niteliğiyle herhangi bir azaltım hedefi belirlemeyen Türkiye, 2015 Paris Taraflar Konferansı'nda belirlenecek yeni iklim rejimine, sera gazı emisyon azaltımı yapmayı (artıştan azaltım da olsa) taahhüt ederek taraf olmayı planlamaktadır. Ancak mevcut enerji stratejisindeki fosil yakıt, özellikle de kömür ağırlığı, yeni dönemde Türkiye'nin müzakerelerdeki konumunu da zorlaştıracaktır. Kömürden vazgeçmeyen bir enerji politikasıyla iklim değişikliğine karşı mücadele etmek ve uluslararası müzakerelerde anlamlı bir yer edinmek mümkün değildir. Karbonsuzlaşmayı hedefleyen dünya ekonomisi içinde yüksek karbonlu kalkınma yolunu tercih etmek yerine, ekonominin karbon yoğunluğunu azaltmak, yenilenebilir enerjiye ve enerji verimliliğine dayalı sürdürülebilir bir enerji geleceğine geçmek daha akılcı bir seçenek olarak görünmektedir.

## Kaynaklar


Algedik, Ö, Kömürü Finanse Etmek (Türkiye'nin Yüksek Karbon Aritmetiği), 2015

Davidson ve ark., New Unabated Coal is not Compatible with Keeping Global Warming Below 2°C: Statement by Leading Climate and Energy Scientists, 2013

ETKB, Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü, Sayı 9, 2015

IEA, $CO_2$ Emissions From Fuel Combustion: Highlights, International Energy Agency, 2014

IEA, Key World Energy Statistics, International Energy Agency, 2014

IPCC, 5. Değerlendirme Raporu WGI: İklim Değişikliği'nin Fiziksel Bilim Temeli", 2013

IPCC, Key Findings of the IPCC AR5 Synthesis Report (official slide show), 2014 - http://www.slideshare.net/IPCCGeneva/fifth-assessment-report-synthesis-report

IPCC, Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge Universty Press, 2012

Kalkınma Bakanlığı, Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018), 2013

Kalkınma Bakanlığı, Yerli Kaynaklara Dayalı Enerji Üretim Programı Eylem Planı'nda (2014-2018), 2013

NOAA, Global Summary Information - December 2014 http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/summary-info/global/201412 Erişim: 01.10.2015

Scripps Institution of Oceanography, What Does This Number Mean?, 2015 https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/2015/05/12/what-does-this-number-mean/ Erişim: 01.10.2015

Şen Ö.L., A Holistic View of Climate Change and Its Impacts in Turkey, Istanbul Policy Center, December, 2013

TÜİK, National Greenhouse Gas Inventory Report (1990-2012), 2014

TÜİK, 2013 Sera Gazı Emisyon Envateri, 2015. http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18744

UNEP, Executive Summary, Emissions Gap Report: A UNEP Synthesis, 2014

UNFCCC, Republic of Turkey: Intended Nationally Determined Contribution, 2015. http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The_INDC_of_TURKEY_v.15.19.30.pdf

World Resources Institute CAIT Climate Data Explorer, 2015. http://cait.wri.org/historical

World Resources Institute, Navigating the Numbers: Greenhouse Gas Data and International Climate Policy, 2005. http://pdf.wri.org/navigating_numbers_chapter6.pdf

WWF Türkiye, Türkiye'nin Yenilenebilir Gücü: Türkiye için Alternatif Elektrik Enerjisi Arz Senaryoları, WWF-Bloomberg New Energy Finance, 2014

Yang A, Cui Y, Global Coal Risk Assessment: Data Analysis and Market Research, World Resoruces Institute, 2012

BÖLÜM 2

# TÜRKİYE'DE KÖMÜR MADENCİLİĞİNİN EKONOMİDEKİ YERİ

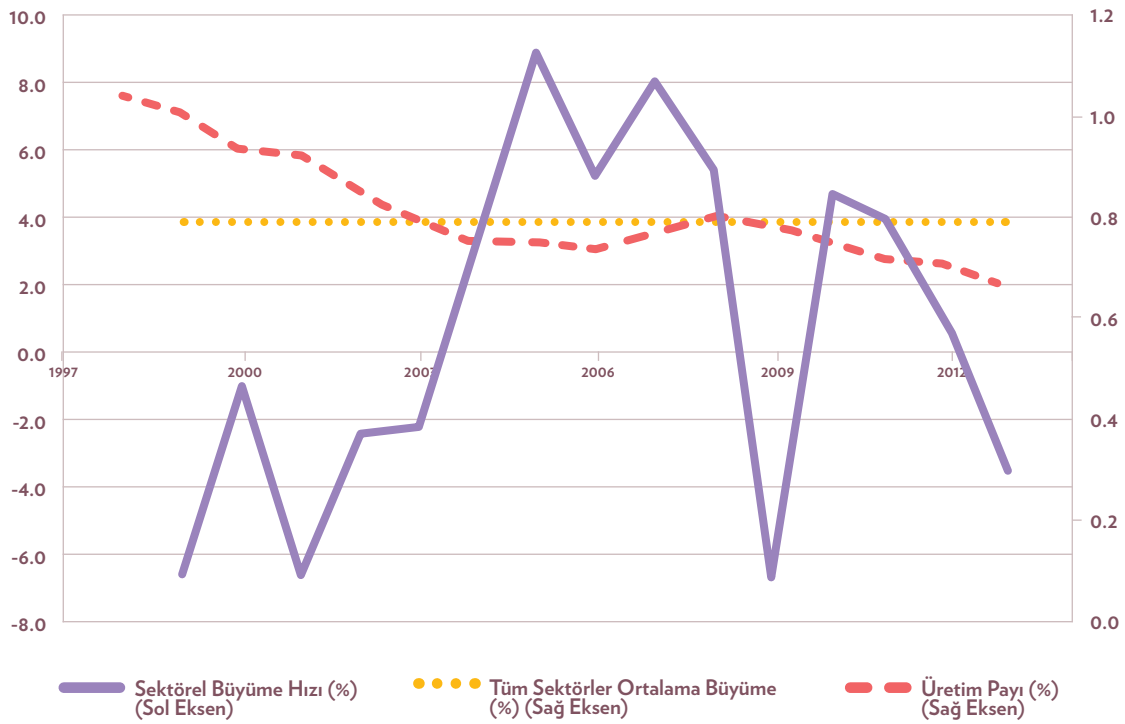
Ahmet Atıl Aşıcı

## 2.1. Türkiye'de Kömür Madenciliği

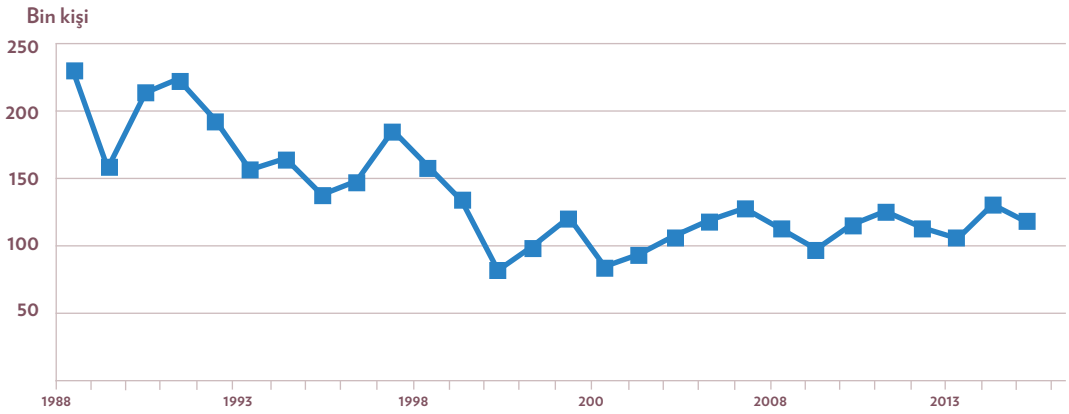
Kömür madenciliği Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) açıkladığı sektörel hesaplar içinde Madencilik ve Taşocakçılığı (MAT) sınıfı içinde değerlendirilmektedir. Linyit ve taşkömürüne özel hesaplara göre kömür madenciliğinin Türkiye ekonomisinin toplam üretimi içindeki payı %1'in altındadır ve bu oran düşmektedir.

Madencilik ve Taşocakçılığı sektörünün istihdama yaptığı katkı da oldukça düşüktür. Şekil 2.1'de gösterildiği gibi Türkiye ekonomisi 1998-2013 döneminde yıllık ortalama %3,9 oranında büyürken (sarı çizgi), MAT sektörü sadece 2004-2008 yılları arasında genel ortalamanın üzerinde bir büyüme kaydedebilmiştir, ancak toplam üretim içindeki payı oldukça düşük olduğundan büyüme oranlarına katkısı yok denecek kadar azdır.

**Şekil 2.1- Madencilik ve Taşocakçılığı sektörünün Türkiye ekonomisinin 1998-2013 arasındaki büyümesindeki payı (Kaynak: TÜİK)**



**Şekil 2.2- Madencilik ve Taşocakçılığı sektörünün istihdam sayılarının 1998-2013 arasındaki değişimi (Kaynak: TÜİK)**




Şekil 2.2'de görüldüğü gibi, içinde kömür madenciliğinin de olduğu Madencilik ve Taşocakçılığı sektörünün istihdama yaptığı katkı yine oldukça düşüktür. MAT sektöründeki istihdamın 1998 yılında 229 bin kişiden 2015 Şubat ayında 117 bine gerilediği görülmektedir. Sektörün toplam istihdam içindeki payı aynı dönemde %1,3'ten %0,7'ye düşmüştür.

Bu verilere göre, sektörün toplam üretim ve istihdamdan aldığı payın oldukça küçük ve giderek düşüyor olmasına rağmen sektöre son yıllarda verilen (dolaylı ve dolaysız) teşviklerin artmasının nedeni ekonomik büyüme hızını yükseltme ya da işsizliği azaltmaktan çok, Türkiye'nin 2000'li yıllarda içine girmiş olduğu ekonomik büyüme patikasının niteliğidir. Enerji-yoğun sektörler eliyle büyüme patikasını seçen Türkiye'de enerji tüketimi, dolayısıyla enerji kaynakları ithalatı artmış, bu da ekonomik büyümenin sürdürülebilirliğini olumsuz etkileyen cari açığı artırmıştır. Buna cevap olarak politika yapıcıları yerli enerji kaynaklarını daha fazla kullanmaya karar vermişlerdir. Yerli linyit madenciliğine ve yerli linyit kullanacak termik santrallara verilen teşvikler raporun 3. bölümünde ele alınmıştır.

İlk bakışta, daha hızlı büyüme-ithalat-cari açık kısır döngüsüne çare olarak yerli kaynaklara yönelme kararı mantıklı gibi görünse de, bir adım geri çekilip ekonominin içine girdiği patikanın niteliklerine bakıldığında seçilen yolun açmazlarla dolu olduğu görülebilecektir.

Türkiye'de 2002-2009 döneminde ekonomik büyümeyi sırtlamış (yıllık büyüme hızına en fazla katkıyı yapmış) sektörler *gayrimenkul hizmetleri; yurtiçi taşıma (karayolu, boru hattı vb), makine ve ekipman kiralama, tekstil ve tekstil ürünleri, perakende ticaret, toptan ticaret ve inşaat* olarak bulunmuştur (Aşıcı, 2015). Bu sektörlerin birbiriyle bağımlılıklarına bakıldığında çoğunun inşaatla ilgili olduğu görülebilir. Türkiye'de son 10 yıl içerisinde artan inşaat faaliyetleri, bir yandan makine ve ekipman kiralama ve üretilen ev ve işyerlerini pazarlama işlerini tetiklemişken, geride demir-çelik ve çimento gibi enerji-yoğun sektörlere talep yaratarak enerji ithalatının artmasına sebep olmuştur.

Şekil 2.3'de Türkiye'de cari açığın içindeki enerji ithalatının payı gösterilmiştir.

**Şekil 2.3: Türkiye'de cari açığın içindeki enerji ithalatının payı (Kaynak: Hazine Müsteşarlığı Dış Ticaret İstatistikleri)**




2004 yılından itibaren enerji ithalatının toplam ithalat içindeki payı %14,2'den 2014'te %22,2'ye çıkmış, cari açığın en önemli bileşeni olan dış ticaret açığı içindeki payı da %40,3'ten %63,7'ye yükselmiştir. Bir diğer ifadeyle 2014 yılı sonu itibariyle 84,6 milyar dolar olarak gerçekleşen dış ticaret açığında enerji ithali 53,8 milyar ile ilk sırayı almıştır.

### 2.2. Ekonomik Yapıdaki Dönüşüm

Bir ülkedeki ekonomik yapı statik değildir. Birçok farklı etkene bağlı olan dinamik bir süreç sonucunda sürekli olarak evrilir. Bunların bir kısmı üzerinde politika yapıcıların belirleme gücü oldukça sınırlıdır. Bunlara örnek olarak, ülke ihracatının gerçekleştiği uluslararası pazarlardaki gelişmeler verilebilir. Türkiye'de ihracatın yarıdan fazlasının gerçekleştirildiği AB pazarının 2008 kriziyle beraber daralmış olması, ya da 2000'li yılların başlarında tüm dünyada yaşanan ekonomik genişleme Türkiye'nin küresel işbölümünde aldığı rolü, ihracat ve ithalat hacmini, dolayısıyla ekonomik yapısını etkilemiştir. AB'nin 2020 itibariyle seragazı emisyonlarını %20 azaltma taahhütü gibi uluslararası anlaşmalar da Türkiye ekonomisinin içine girdiği büyüme patikasında önemli bir faktördür. Böyle olmakla beraber, ekonomik yapı dış koşullara tümüyle bağlı değildir. Ülke içindeki politika yapıcıları da belirli bir oranda etkiye sahiptir. Günümüzün küreselleşen dünyasında bu alan (*policy space*) Dünya Ticaret Örgütü-IMF-Dünya Bankası gibi

uluslarüstü örgütler tarafından giderek daraltılmış olsa da, akılcı politikalarla ekonomik yapıyı daha sürdürülebilir bir noktaya çekmeyi başaran ülkeler bulunmaktadır. Politika yapıcıların ekonomik yapıyı belirli bir yöne evriltme amacıyla kullanabilecekleri, sanayi politikası, teşvikler, vergilendirme, düzenlemeler (yasalar, yönetmelikler vb) gibi çok çeşitli araçlar bulunur.

Dolayısıyla, Türkiye gibi dışa açık bir ülkede ekonomik yapı hem dış hem de iç faktörlerden etkilenerek şekillenir.

### 2.2.1. Türkiye'deki Ekonomik Yapıyı Belirleyen Önemli İç ve Dış Gelişmeler

Günümüzde Türkiye ekonomisini belirleyen etmenler için 1980 yılına kadar geri gitmek yeterli olacaktır. 1923 yılındaki kuruluşundan bugüne önemli gelişmeler olmuş olsa da (Boratav, 2010), esas dönüşüm 1980 yılında ekonominin küresel piyasalara açılımıyla yaşanmıştır. Ayrıntılı bir değerlendirme için Öniş (2010)'a bakılabilir.

Bu dönüşümü belirlemiş iç ve dış faktörler kısaca şöyle özetlenebilir:

- 1980 - Dış ticaretin serbestleştirilmesi (İç Faktör)
- 1989 - Finansal akımların serbestleştirilmesi (İç Faktör)
- 1994 Nisan - Ekonomik kriz (İç Faktör)
- 1995 - AB ile Gümrük Birliği (İç Faktör)
- 1997-1998 - Asya Krizi, Rusya Krizi (Dış Faktör)
- 1999 - IMF ile ekonomik istikrar amaçlı Stand-By anlaşması (İç Faktör)
- 1999-2000 – ABD'de finansal piyasaların deregülasyonu (Dış Faktör)
- 11 Eylül 2001 - El Kaide saldırıları (Dış Faktör)
- 2001-2006 - ABD Merkez Bankası tarafından FED'in genişlemeci para politikası (Dış Faktör)
- 19 Şubat 2001 - Cumhuriyet tarihin en büyük ekonomik ve sosyal krizi (İç Faktör)
- 2001 - Kemal Derviş tarafından başlatılan Güçlü Ekonomiye Geçiş Programı (İç Faktör)
- 2002 - AKP'nin tek başına iktidara gelmesi (İç Faktör)
- 2005 - AB ile tam üyelik müzakerelerinin başlaması (İç ve dış faktör)
- 2003-2015 - Afrika, Arap ve Körfez ülkeleri gibi yeni pazarlara açılım (İç ve dış faktör)
- 2008 - Küresel Kriz (Dış Faktör)
- 2008-2009 - Türkiye'de ekonomik durgunluk ve kriz (İç Faktör)
- 2009-2011 - Ekonomik Kurtarma Paketleri (İç Faktör)
- 2012 - Girdi Tedarik Stratejisi (GITES), Vizyon 2023 ve sınırsız deregülasyon (İç Faktör)

Yukarıda ana hatlarıyla listelenmiş iç ve dış gelişmeler Türkiye ekonomisinin 1980 sonrası dönemde yaşadığı dönüşümü belirlemiştir. Türkiye ekonomisi dış ticareti serbestleştirdiği 1980 yılında küresel piyasalara eklemlenmeye başlamış, 1989 yılında sermaye akımları önündeki engellerin kaldırılması süreci hızlandırmıştır. 1980'e kadar dışa kapalı bir ekonomi olarak, sanayi politikasını belirleyen ana güdü ithalatı ikame etmekti. İhracat dolayısıyla döviz gelirleri oldukça sınırlı olduğu için ithalatı ikame edecek ara malı ve yatırım malı ithalatı öncelikli paya sahipti. 1980'deki dışa açılma kararı ile birlikte ihracata dayalı sanayileşme dönemi başladı. Ne var ki, 1980 yılında alınan dönüşüm kararı titizlikle üzerinde çalışılmış, hazırlığı yapılmış bir karar değildi. 1970'lerin sonunda giderek artan ekonomik krize (enerji gibi en temel ithalatı yapamayacak duruma sokan döviz sıkıntısı) verilmiş zorlama bir cevaptı. O güne kadar uygulanan ithal ikameci sanayi politikası ülke ihracatını besleyecek ara malı ve yatırım malları sektörlerini kurmayı başarama-

mıştı. Dolayısıyla bu açılım kararının ekonomik yapıya etkisi çok büyük oldu. Dışa kapalı dönemde her ihtiyacını kendi üretme zorunluluğu ile biçimlenen sanayi yapısı bu tarihten sonra dış pazarlarda rekabet edebilecek ürünler üzerinde yoğunlaşmaya başlamıştır. O dönemlerde ekonomik büyümeyi ve ihracatı sırtlamış olan tekstil bu tür sektörlere bir örnektir. Görece hızlı bir şekilde yeni şartlara uyum sağlayan sanayi ihracatı hızla artmış, ancak ara malı ve yatırım mallarındaki dışa bağımlılık kırılamadığından ekonomik büyüme üzerindeki sürdürülebilirlik tartışması hep canlı kalmıştır. 1993 yılı sonunda gerçekleşen rekor cari açık ülkeyi ertesi yıl krize sürükleyen en temel etken olmuştur. Ülke içinde artan siyasal gerilimle birlikte ekonomik istikrarsızlık giderek artmış, buna bir de 1997 Asya ve 1998 Rusya krizleri eklenmiştir. Ekonomik istikrarı sağlama adına işbaşındaki hükümet IMF ile bir stand-by anlaşması imzalamış, sağlanan nisbi iyileşme gereken reformların zamanında yapılamaması nedeniyle sürdürülememiştir. Bu dönemde diğer ülkeler gibi Türkiye'yi de etkileyen önemli dış gelişmeler yaşanmıştır.

ABD hükümeti, 1999 ve 2000 yıllarında kendi ekonomik sıkıntılarından kurtulmak için finansal piyasaları serbestleştirme kararı almıştır. 2008 yılında patlayacak olan emlak balonu bu tarihten itibaren şişmeye başlamıştır. 11 Eylül saldırıları sonrasında ortaya çıkan durgunluğa cevaben FED 2008 krizine kadar genişlemeci para politikasını sürdürmüş, bunun sonucunda tüm dünyada para bolluğu yaşanmıştır. Bunun dünya ticaretine ve bu ticaretten pay almaya çalışan Türkiye gibi ülkelere giren para miktarına önemli katkı yaptığı kolaylıkla görülebilir. Türkiye bu döneme hiç de iyi bir başlangıç yapamamış, Şubat 2001'de Cumhuriyet tarihinin en derin krizi yaşanmıştır. Bu krizin ardından yeni IMF reçetesi *Güçlü Ekonomiye Geçiş Programı* adı altında uygulanmaya başlamışken 2002 sonunda iktidara Adalet ve Kalkınma Partisi (AKP) gelmiştir. AKP bu programı oldukça benimsemiş, özellikle ekonomik yapının dönüşümü bu dönemde hızlanmıştır. Bunun başında, tarımın üretim ve istihdam içindeki payının hızla düşürülmesi gelmektedir. Hükümet bir taraftan geleneksel ihraç pazarlarının dışına çıkmaya çalışırken, 11 Eylül saldırılarından sonra yönünü Batı ülkelerinden Türkiye'ye çeviren Arap ve Körfez sermayesinin de yardımıyla Türkiye'ye rekor düzeyde yabancı yatırım girmeye başlamıştır. Bu süreç 2005 yılında AB ile tam üyelik müzakerelerinin başlamasıyla Batı'dan gelen yatırımlarla güçlenmiştir. Arap ve Körfez ülkeleriyle ilişkilerin güçlenmesi, Türkiye'nin yeni ihracat pazarlarına kavuşmasını sağlamıştır. Ancak söz konusu ülkelerde yaşanan emlak spekülasyonundan Türkiye'nin payına demir-çelik, çimento ve katma-değeri düşük olan üretimlerin düştüğü görülmektedir.

Ekonomik büyümeyi sağladığı için herhangi bir müdahalede bulunulmayan bu eğilim sürerken, 2000'li yılların başlarında şişmeye başlayan emlak balonu ABD'de patlamış ve tüm dünya ile birlikte Türkiye de krize girmiştir. 2009 yılında dünyanın en çok küçülen ekonomilerinden biri olan Türkiye, o güne kadar geliştirmiş olduğu ticaret bağlantıları ve güçlü mali yapısıyla krizden hemen çıkmayı başarmış, ancak bunun sosyal ve çevresel maliyeti büyük olmuştur. Keynezyen kamu destekli yatırımlar ve teşvik programlarıyla duran çarklar tekrar işlemeye başlamış, katma-değeri düşük, düşük teknolojili, enerji ve kirlilik-yoğun üretim 2008 krizi sonrasında daha da artmış ve ekonomik büyümeyi sırtlamaya devam etmiştir. Böyle bir ekonomik yapının gerektirdiği enerji yatırımları bu dönemde artarak devam etmiş, bu da özellikle Karadeniz bölgesinde küçük HES'ler temelinde çevresel ihtilaflara sebep olmuştur.

**Ekonomik Yapıdaki Dönüşüm: Soma'dan Görünüm**

Bir zamanlar ürettiği tütünün kalitesi ile anılan Soma, 13 Mayıs 2014'te 301 işçinin ölümüyle sonuçlanan maden kazasıyla gündeme oturdu. Aynı bölgede yer alan Yırca'da termik santral inşaatı için kesilen 6.000 zeytin ağacına karşı köylülerin mücadelesi de Türkiye ekonomisinin yaşadığı yapısal dönüşümü en belirgin haliyle ortaya koymaktadır.

1990'ların sonlarında yaşanan ekonomik istikrarsızlığı ortadan kaldırmak amacıyla IMF ile imzalanan stand-by anlaşmasında verilen sözlerden biri de tarım sektörünün reforme edilmesi idi. IMF gözetiminde 2002'de açıklanan Güçlü Ekonomiye Geçiş Programı'nda tütün ve alkol üretimi yapan TEKEL gibi KİT'lerin özelleştirilmesi, tarımda destekleme fiyatı sisteminin yürürlükten kaldırılması şartları bulunmaktaydı. 2002'de 4733 sayılı yasanın getirdiği önemli değişikliklerden biri de üreticiyi alıcının merhametine terkeden sözleşmeli tarımın yaygınlaştırılması olmuştur (Karakaş, 2014).

Destekleme alımlarının bitmesi, girdi maliyetlerinin hızla artması gibi etkenlerin sonucunda ülkedeki tütün üreticisi sayısı 2002'de 406 binden 2011'de 51 bine, tütün üretim miktarı da aynı dönemde 160 bin tondan 45 bin tona gerilemiştir. Tarımda, özellikle tütün üretimindeki bu hızlı düşüş çiftçileri hayatlarını başka sektörlerde kazanmaya itmiştir. Soma'da hayatını kaybeden madencilerin çoğunun ya kendilerinin çiftçi olduğu ya da bir nesil öncesinde tarımla uğraşan çiftçilerin çocukları olduğu bilinmektedir.

Bu durumun yarattığı sosyal maliyetler arasında 2008 krizi öncesinde tersanelerde yaşanan iş kazalarından kaynaklanan ölümler de sayılabilir. Küresel krizle ticaret daralınca gemi siparişlerinin kesilmesi ve birçok tersanenin iflas etmesi nedeniyle tersanelerden gelen ölümlü iş kazası haberleri kesilmiş olsa da, ekonomik büyüme modelinin temelini oluşturan inşaat ve kömür madenciliği sektörlerinde ölümlü iş kazaları artarak devam etmiştir.

Şekil 2.4'de sektörel bazda işçi ölümleri sayısı yıllar itibariyle verilmiştir. Ekonominin enerji-yoğun inşaat sektörü eliyle canlandığı dönemlerde (2010 ve 2011) inşaat ve madencilik ve taşocakçılığı sektörlerindeki ölümlerin artmış olduğunu görüyoruz. Ekonominin duraklamaya başladığı 2012 yılında işçi ölümleri de buna bağlı olarak düşmüş, Soma, Ermenek gibi kazaların yaşandığı yıl olan 2014'e ait resmi istatistikler ilgili kurumlarca yayınlanmadığından burada yer verilememiştir.[1]

Giderek dışa bağımlı hale gelen ekonomik yapı bir yandan büyürken, bir yandan da cari açığı giderek sürdürülemez bir noktaya taşımıştır. Bu da hükümeti özellikle enerjide dışa bağımlılığı azaltacak önlemler almaya itmiştir. Yerli linyit üretimi ve yerli linyit yakıtlı termik santrallara verilen teşvikleri bu gelişmeler ışığında değerlendirmek mümkündür. Bunların yanında, işveren sorumluğundaki önlemlerin alınmamış olmasını gözardı eden devlet kurumları tarafından yapılan örtük teşvikleri de not etmek yerinde olur.

1 İşçi ölümlerine ait Sosyal Güvenlik Kurumu'nun derlediği istatistiklere yakın bir zamana kadar Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı web sitesinden ulaşılabilmekteydi. Artan işçi ölümleri ile beraber bakanlık bu verileri "SGK torba yasa ile veri paylaşımını durdurduğu için verilere erişim sağlanamıyor. Bu yüzden istatistik yayınlanamıyor" ibaresiyle durdurmuştur. Hükümetin iş güvenliğine bakış açısını bundan daha net ifade eden bir tutum olamazdı.

Şekil 2.4 – Sektörel bazda işçi ölümleri (Kaynak: ILO, 2015)




### 2.2.2. Ekonomik Yapıdaki Dönüşümün Çevresel Etkileri

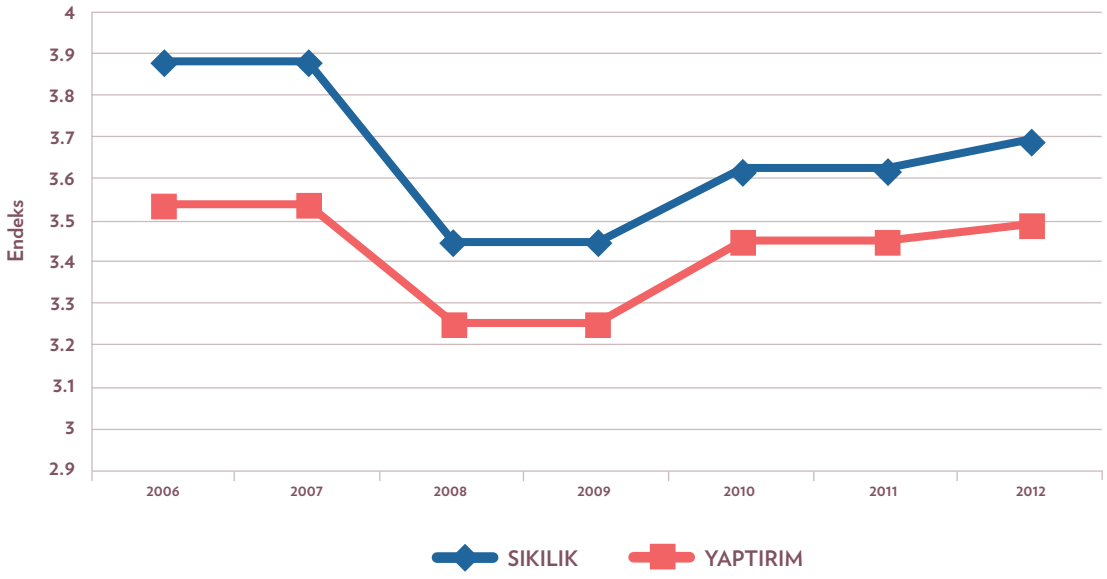
Vizyon 2023'te yer alan hedeflerine en kısa yoldan ulaşmak isteyen hükümetin, elindeki teşvik, sanayi politikası ve düzenleme araçlarını "ne pahasına olursa olsun ekonomik büyüme" hedefine yöneltmesi Soma, Ermenek ve Torunlar İnşaat'ta yaşanan kitlesel iş kazalarının birincil sebebi olarak görülebilir. İş güvenliği ve çevre standartlarını gözardı ederek, ekonomik büyümeyi sağlamaya çalışan hükümet bu kazalar sonrası artan kamuoyu baskısının da etkisiyle madenlerdeki çalışma koşullarını düzenleyen ILO 176 no'lu sözleşmeyi imzalamıştır. Ancak, sektörden gelen baskılar nedeniyle madenlerin çalışma koşullarını düzenleyen yönetmeliğin uygulanmaya başlama tarihi Ağustos 2015'te alınan bir kararla 2020 yılına ertelenmiştir. Bu tavır, çevre ve emek standartlarının ekonomik büyüme önünde bir engel olarak görüldüğünün kanıtlarından biridir.

Dünya Ekonomik Forumu *(World Economic Forum-WEF)* belirli aralıklarla ülkelerdeki çevresel standartların ne yönde geliştiğini iki veriyle ölçmektedir. İlk veri çevresel düzenlemelerin sıkılığı, ikincisi ise bunların ne derece uygulandığını, yani yaptırım düzeyini göstermektedir. Şekil 2.5'te görüldüğü gibi, Türkiye'de çevresel düzenlemelerin sıkılığı 2006-2012 döneminde giderek düşmüş, 2012 yılında Türkiye'nin uluslararası sıralamadaki yeri 140 ülke arasında 85. sıraya inmiştir. Giderek esnekleşen düzenlemelerin yeterince uygulanmadığı da bir gerçektir. Düzenlemelerin yaptırımı sıralamasında Türkiye yine 140 ülke arasında 79. sırada yer almaktadır.

**Vizyon 2023**

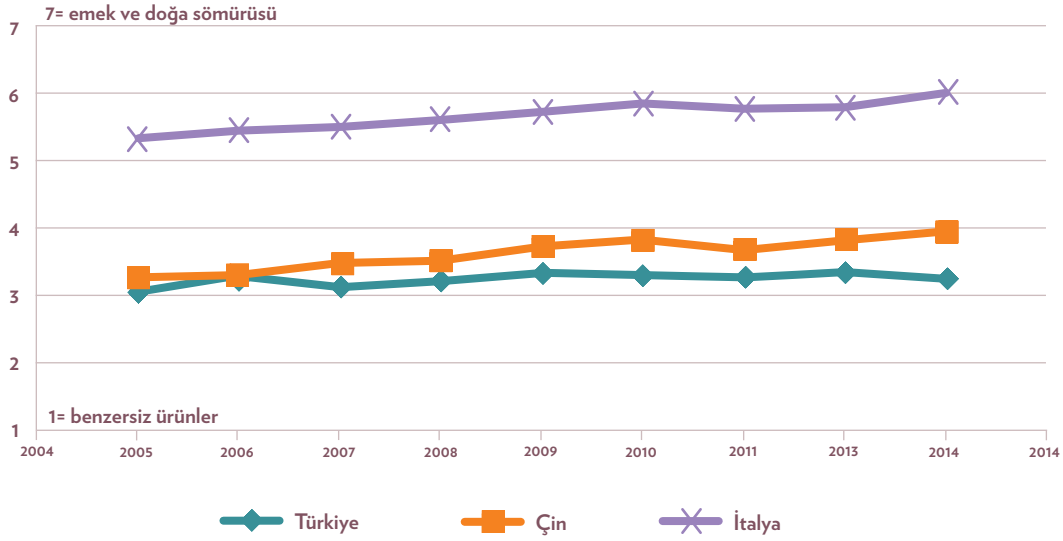
İktidardaki Adalet ve Kalkınma Partisi 2012 yılında Vizyon 2023 isimli uzun dönemli bir gelişme stratejisi duyurmuştur. Stratejinin temel amacı Türkiye ekonomisini 2012 itibariyle 17. büyük ekonomi iken, 2023 yılında en büyük ilk 10 ekonomi arasına yükselecek şekilde büyütmektir. Bununla bağlantılı olarak 2023'te ihracatın 500 milyar dolara, kişi başına düşen gelirin 25 bin dolara çıkarılması hedeflenmiştir. Ekonomik büyüme sonucu artan dış açık sorununa çare olarak, Girdi Tedarik Stratejisi (GITES) ve Yeni Teşvik Yasası gibi, bir dizi belge hazırlanmış ve uygulamaya konulmuştur. Ekonomik büyümenin dışa bağımlılığını azaltmak amacıyla demir-çelik ve demir-dışı metaller, otomotiv, makine, kimyasal ürünler, tekstil ve deri, tarım gibi sektörler kilit sektörler olarak seçilmiştir. Yeni Teşvik Yasası'nda hangi bölgede üretileceğinden bağımsız olarak özellikle yerli kömür madenciliği ve yerli kömürle elektrik üretimi stratejik yatırımlar kategorisinde değerlendirilip en yüksek teşviğe hak kazanmıştır (Acar vd. 2015). Ne var ki, cari açığı daraltan ekonomik büyüme oranlarındaki düşüşe rağmen 2014 sonu itibariyle cari açığın GSYH'ye oranı % 5,7 olarak gerçekleşmiş ve beklentilerin gerisinde kalmıştır.

**Şekil 2.5 - Türkiye'de çevresel düzenlemelerin 2006 ile 2012 arasındaki değişimi (Kaynak: WEF Executive Opinion Surveys, 2006-2013)**




WEF ülkelerin dünya piyasalarında ne tür ürünlerle rekabet ettiğini de ölçmektedir ve en yüksek değer olan 7'ye yaklaşıldıkça ülkenin rekabet gücünü katma-değerli, AR-GE payı yüksek ve başka ülkelerce taklit edilemeyecek ürünler (tablet bilgisayar gibi) üzerinden sağladığı gösterilmektedir. En düşük değer olan 1'e yaklaşıldıkça ise ülkenin dünya piyasalarında emek ve doğal kaynak (gemi sökümü, madencilik vs.) üzerinden rekabet ettiği görülmektedir.

**Şekil 2.6 – Rekabetçiliğin yapısı (Kaynak: WEF Global Competitiveness Index, 2005-2013)**




Şekil 2.6'da rekabetçiliğin yapısı, Çin gibi hızlı büyüyen bir gelişmekte olan ülke ile İtalya gibi gelişmiş ancak son dönemde ekonomik kriz içerisindeki bir ülke, Türkiye ile karşılaştırılarak gösterilmektedir. Buna göre Türkiye 2005 yılında 120 ülke içinde 76. sırada iken 2013 yılında 144 ülke arasında 95. sıraya gerilemiştir. Çin ise 2013'te 45. sıraya yükselmiştir.

Yukarıdaki şekil ekonomik krizden çıkışın tek yolunun emek ve çevre standartlarından feragat ederek, rekabet gücünü doğa ve emek sömürüsüne dayanarak kazanmak olmadığını Çin örneğinde görüldüğü gibi hızlı ekonomik büyümesi süren bir ülke, ya da İtalya gibi bir gelişmiş ülke örneğinde göstermektedir.

## 2.3. Sonuç

Türkiye ekonomisinin bu sürdürülemez büyüme patikası bir kaza eseri değil uygulanan çok çeşitli politikaların bir sonucudur. Ekonominin enerji ve kirlilik yoğun sektörlerde katma değeri düşük ürünlere yoğunlaşmış olması bu ürünlerin özel sektör tarafından daha cazip bulunması sebebiyledir. Destekler, teşvikler ve stratejik planlar farklı bir biçimde oluşturulabilmiş olsaydı ekonomik yapı da başka bir görünüm kazanabilirdi.

Küresel iklim değişikliğinin etkilerine karşı en kırılgan coğrafyalardan birinde, enerjide oldukça dışa bağımlı bir ülkenin Vizyon 2023'te özetlenen hedeflere hayat kalitesini artırarak ulaşabilmesi mümkün görünmemektedir. Kalkınma planlarının bu iki önemli kısıta göre tekrar gözden geçirilmesi, düşük enerji ve kirlilik-yoğun sektörlerde katma değeri yüksek ürünleri ön plana çıkartacak yatırım ve inovasyon ikliminin iyileştirilmesi gerekmektedir.

## Kaynaklar

Aşıcı, A. A., 2015. On the Sustainability of the Economic Growth Path of Turkey: 1995-2009. Forthcoming in Renewable and Sustainable Energy Reviews. doi: 10.1016/j.rser.2015.07.192.

Boratav, K. 2010. Türkiye İktisat Tarihi 1908 – 2007. İmge Kitabevi, Ankara.

ILO, Laborstand Database, 2015

Karakas, D., 2014. Market-oriented transformation of tobacco sector in Turkey. Turkish Thoracic Journal, 15:2, 71–91.

Öniş, Z., 2010. Crises and Transformations in Turkish Political Economy, Turkish Policy Quarterly, 9:3, 45-61.

WEF, 2006-2013. Executive Opinion Survey (various issues), Switzerland.

WEF, 2006-2013. Global Competitiveness Index (various issues), Switzerland.

BÖLÜM 3

# TÜRKİYE'DE KÖMÜR YATIRIMLARI VE MEVCUT TEŞVİKLER

Sevil Acar

## 3.1. Türkiye'de Kömür Yatırımları ve Kömür Yakıtlı Santrallar

### 3.1.1. Kömür Madenciliğinde Yeni Yatırımlar

Türkiye, uzun yıllardır mevcut kömür rezervlerini işletmek ve yeni rezervler bulmak için özel çaba göstermektedir. Geçtiğimiz dönemde ülkenin kömür kaynakları 6 milyar ton kadar artmıştır (IEA Temiz Kömür Merkezi, 2014). Bu artışta en çok Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) ile Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'nun (TKİ) devlet tarafından finanse edilen arama seferberliği rol oynamıştır. Enerjide dışa bağımlılığın azaltılması amacıyla ve ithal kömür, petrol ve doğalgaz fiyatlarının yüksek seyretmesi nedeniyle 2005 yılında TKİ koordinatörlüğünde "Linyit Rezervlerimizin Geliştirilmesi ve Yeni Sahalarda Linyit Aranması" Projesi başlatılmıştır. Devlet destekli kömür arama programı, 2005'ten itibaren 5,8 milyar tonluk yeni kömür rezervini açığa çıkarmış ve böylece kömür rezervlerini %50'nin üzerinde bir oranda arttırmıştır (OCI, 2014). Yeni kömür rezervleri Afşin-Elbistan, Trakya, Manisa-Soma, Konya-Karapınar, Afyon-Dinar, Eskişehir Alpu, Kırklareli-Vize havzalarında bulunmaktadır. Halihazırda bilinen kömür rezervleri ise 13,9 milyar ton civarındadır; bu rezervlerin büyük kısmını (13,4 milyar ton) düşük kaliteli linyit oluşturmaktadır. Bilinen rezervlerin geri kalan kısmı daha çok Zonguldak havzasında bulunan görece yüksek kaliteli taşkömürü rezervleridir. Öte yandan Türkiye'nin kömür ithalatı 1990'lı yılların ortasından itibaren ivmelenerek artmıştır. 2009 yılında yayımlanan "Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi"nde belirtildiği üzere 2023 yılına kadar tüm kömür rezervlerine ilişkin yatırımların tamamlanması ve bilinen linyit ve taşkömürü kaynaklarının tamamının elektrik üretimi amacıyla değerlendirilmesi öngörülmektedir.

### 3.1.2. Kömür Yakıtlı Santrallara Yeni Yatırımlar

TEİAŞ Elektrik Üretim İstatistikleri'ne göre 2013 yılı itibariyle, Türkiye'nin toplam elektrik üretim kurulu gücünün 12,5 GW'ı, yani %20'si kömür yakıtlı elektrik üretiminden; toplam üretimin ise 64 terawatt-saat'i (TWh), yani %27'si (%14'lük kısmı taşkömürü+ithal kömür+asfaltit ve %13'lük kısmı linyit olmak üzere) kömürden oluşmaktadır. Toplam kömür yakıtlı üretim gücünün üçte ikisini (8,2 GW) linyit oluştururken, linyitin ısıl değeri taşkömüründen daha düşük olduğundan toplam üretimin yarısından azını (30,2 TWh) sağlamaktadır. Taşkömürü santrallarının çoğunluğu ithal kömür kullanmakta, linyit santrallarının yakıt ihtiyacı ise yerli kaynaklardan karşılanmaktadır (Acar, Kitson ve Bridle, 2015).

Resmi projeksiyonlara göre 2030 yılına kadar toplam elektrik üretiminin 240 TWh seviyesinden 600 TWh'in üzerine çıkması beklenmektedir. Kömürün toplam üretimdeki payı ise yaklaşık %27'den %32 civarına yükselecektir. Toplam üretimdeki artış düşünüldüğünde, görünüşte kısıtlı olan bu artış yüzdesi, kömür yakıtlı üretimin üç katı artarak neredeyse 200 TWh seviyesine ulaşması anlamına gelmektedir. Bu üretim artışı, linyit ve kömür yakıtlı santralların kurulu gücünün üç katı artarak neredeyse 35 GW'a ulaşmasıyla karşıla-

nacaktır. Bu güç artışının yaklaşık %35'i taşkömüründe, kalan %65'i ise linyitte gerçekleşecektir. Kısıtlı rezervleri dikkate alındığında, Türkiye taşkömürünün çoğunu ithal etmeye devam etmek zorunda kalacak ve bu nedenle ithal enerji kaynaklarına bağımlılığını ortadan kaldırması mümkün olmayacaktır. Yerli kömür üretiminin daha çok linyit ağırlıklı olması ve birçok santralın taşkömürüyle çalışması, yerli kömür üretiminin enerji güvenliği hedefleriyle uyuşmadığını göstermektedir. İthal kömür bağımlılığının artması sadece cari açığı arttırmayacak, aynı zamanda ülkenin enerji güvenliği çabalarını da çıkmaza sokacaktır (Acar vd, 2015).

Öte yandan WWF ve Bloomberg New Energy Finance (BNEF, 2014)'in ortaklaşa hazırladığı raporda, TEİAŞ tarafından hesaplanan resmi elektrik talep artışı projeksiyonlarının gerçekçi olmadığı, 2030 yılında talebin bugünkü seviyesinden sadece %93 daha fazla olacağı bulgulanmaktadır. Bu koşullar altında elektrik kurulu güç artışının da daha sınırlı olacağı tahmin edilmektedir.

### 3.1.3. G20 Ülkelerinde Kömür Yatırımları[1]

G20 ülkeleri arasında kömür madenciliği ve kömür yakıtlı santral yatırımlarına öncelik veren tek ülke Türkiye değildir. Kömür yatakları açısından oldukça zengin olan Avustralya'da geçtiğimiz dönemde Liberal Parti hükümeti, yeni kömür altyapı yatırımlarını onaylamış, çevreye olumsuz etkilerine rağmen kömür üretiminin daha da genişlemesine yönelik niyetini açığa vurmuştur. Öyle ki Avustralya hükümetinin çevre ile ilgili sorunları göz ardı etmesine ilişkin endişeler sebebiyle bazı ticari bankalar kömür üretiminin gelişmesine verdikleri fonları geri çekmeye başlamışlardır. Mayıs 2014'te Deutsche Bank, daha sonra HSBC ve Royal Bank of Scotland, kömüre verdikleri fonları geri çekmişlerdir. Buna rağmen hükümet yakın zamanda, Galilee havzasında bulunan ve hayata geçtiği takdirde Avustralya'nın en büyük kömür madeni olacak olan 16 milyar dolar değerindeki kömürün çıkarılmasına yeşil ışık yakmıştır (ODI-OCI, 2014).

Benzer şekilde Kanada'da Teck Resources, Hillsborough Resources ve HD Mining gibi şirketler zengin kömür yataklarını işletmekte, kömür havzalarını genişletmek için arama yapmaya devam etmektedir. Dünyanın önde gelen birincil enerji kaynağı tüketicisi olarak Çin, Çin Kalkınma Bankası aracılığıyla büyük ölçekli kömür projelerini desteklemektedir. Yenilenebilir enerjinin gelişmesi için kuvvetli politikalara sahip olan Almanya'da bile devletin de desteğiyle son yıllarda kömür üretimi ve tüketimi artmıştır. İsveçli Vattenfall enerji şirketi, doğu Almanya'da linyit kömürü yataklarına sahiptir ve yeni yataklar açmak için genişleme planları yapmaktadır. Kömürde benzer genişleme çabaları Endonezya ve Japonya'da da görülebilir (ODI-OCI, 2014).

### 3.2. Türkiye'de Kömür Teşvikleri[2]

Genel kabul görmüş tanımıyla, fosil yakıt teşvikleri, fosil yakıtlardan elde edilen enerjinin maliyetini düşürmek, enerji/fosil yakıt üreticilerinin eline geçen fiyatı yükseltmek, enerji/fosil yakıt tüketicilerinin karşılaştığı fiyatları düşürmek gibi amaçlarla devlet tarafından üreticilere ya da tüketicilere sağlanan kolaylıklardır. Bu teşvikler direk transferler, çapraz sübvansiyonlar, fiyat kontrolleri, satın alım garantileri, vergi muafiyetleri ve benzeri formlar alabilirler.

Artan enerji talebini karşılamak ve enerji güvenliğini sağlamak amacıyla Türkiye elektrik arzını, kömür yakıtlı elektrik üretimine yapılan geniş

1 Bu bölüm hakkında daha ayrıntılı bilgi için Oil Change International (OCI, 2014) tarafından yayımlanan *"The Fossil Fuel Bailout: G20 subsidies for oil, gas and coal exploration"* başlıklı rapora bakınız.

2 Bu bölümde International Institute for Sustainable Development - Global Subsidies Initiative tarafından yayımlanan *"Türkiye'de Kömür ve Yenilenebilir Enerji Teşvikleri"* başlıklı rapordaki (Acar, Kitson ve Bridle, 2015) bulguları özetlenmektedir. Teşviklerle ilgili daha ayrıntılı bilgi için adı geçen çalışmaya bakınız.

çaplı yatırımlarla arttırmayı öngörmektedir. 2015 Mart ayında Global Subsidies Initiative tarafından yayımlanan "Türkiye'de Kömür ve Yenilenebilir Enerji Teşvikleri" raporu (Acar, Kitson ve Bridle, 2015), teşvikler yoluyla kömür üretim ve yatırımlarının desteklenmesinin doğurduğu maliyeti analiz ederek, çevre ve sağlık da dahil olmak üzere kömürün dışsal maliyetlerini hesaplamakta, bu maliyetleri, güneş ve rüzgar enerjisinin maliyetleriyle karşılaştırmaktadır. Aşağıda bu raporun ortaya koyduğu kömür teşviklerinin çeşitleri ve miktarları özetlenmektedir:

- Kömüre verilen desteklerin en önemlisi, *Hazine'den transfer ödemeleri* yoluyla taşkömürü sektörüne verilen mali yardımlardır. Bu transferler çoğunlukla taşkömürü ithalatını sübvanse etmek için kullanılmaktadır; çünkü yerli kaynaklar toplam talebin çok azını karşılayabilmektedir. Tablo 1, 2009'dan 2013'e kadar bu transferlerin miktarını göstermektedir. Bu transferler yıllık olarak 260 milyon dolar ila 300 milyon dolar aralığında değişmektedir.

- Kömür yatırımları 2012'de yürürlüğe giren *Yeni Yatırım Teşvik Sistemi* çerçevesinde de sübvanse edilmektedir. Bu sistem dört plandan oluşmaktadır: (1) Genel Yatırım Teşvik Planı; (2) Bölgesel Yatırım Teşvik Planı; (3) Büyük Ölçekli Yatırım Teşvik Planı; (4) Stratejik Yatırım Teşvik Planı. Kömür arama, kömür üretimi ve kömür yakıtlı elektrik santrallarına yapılacak yatırımlar, Bölgesel Yatırım Teşvik Planı altında sübvanse edilmekte ve "öncelikli yatırımlar" olarak tanımlanarak yüksek teşvik oranlarına tabi tutulmaktadır. Bu program Türkiye'deki bölge ve şehirleri gelişmişlik düzeylerine göre kategorilere ayırmakta ve şehirlerin potansiyeline göre ilgili sanayi kollarını desteklemeyi amaçlamaktadır. Genel olarak program; koşulları ve oranları bölgeye bağlı olmak üzere, gümrük vergisi muafiyeti, KDV muafiyeti, vergi indirimi, sosyal sigorta prim desteği (işveren payı), arazi tahsisi ve faiz desteği biçiminde teşvikler sunmaktadır (Bölgeler; 6. Bölge en yüksek teşviki alacak şekilde 1'den 6'ya kadar derecelendirilmiştir). Kömür yatırımları 5. Bölge teşviklerinden faydalanmaktadır (yalnızca 6. Bölge'de yapılan yatırımlar 6. Bölge teşviklerinden yararlanır).[3]

- *Araştırma ve Geliştirme* (AR-GE) desteği: Hükümet fosil yakıt sektörünü AR-GE masrafları konusunda desteklemektedir. Çeşitli fosil yakıtları arasında kömür en fazla payı almaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), 2009 yılında kömür AR-GE'si için hükümet tarafından 2,6 milyon TL harcandığını bildirmektedir.

- *Maden arama* için verilen devlet desteği: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 2010-2014 Stratejik Planı, bakanlığın 2010-2014 yılları arasında kömür, petrol ve gaz arama çalışmaları için ayırdığı bütçeyi belgelemektedir (ETKB, 2010, s. 41). Rakamlar tabloda yansıtılmıştır. Bu bütçeler plan döneminde 35 milyon ile 51 milyon TL (yaklaşık 23-34 milyon dolar) arasında değişmektedir.

- İyileştirme desteği: Özelleştirme sürecinin bir parçası olarak, devlet taşkömürü madenleri ve kömür santrallarının iyileştirilmesi için fon sağlamaktadır.

- *Kömür yakıtlı elektrik santrallarına yapılan kamu harcaması*: Yeni kömür santrallarına ayrılması planlanan bütçe, 2013 yılı için 28 milyon TL (yaklaşık 15 milyon dolar), 2014 yılı içinse yaklaşık 31

3 1. Bölge: Ankara, Antalya, Bursa, Eskişehir, İstanbul, İzmir, Kocaeli, Muğla 2. Bölge: Adana, Aydın, Bolu, Çanakkale, Denizli, Edirne, Isparta, Kayseri, Kırklareli, Konya, Sakarya, Tekirdağ, Yalova 3. Bölge: Balıkesir, Bilecik, Burdur, Gaziantep, Karabük, Karaman, Manisa, Mersin, Samsun, Trabzon, Uşak, Zonguldak 4. Bölge: Afyonkarahisar, Amasya, Artvin, Bartın, Çorum, Düzce, Elazığ, Erzincan, Hatay, Kastamonu, Kırıkkale, Kırşehir, Kütahya, Malatya, Nevşehir, Rize, Sivas 5. Bölge: Adıyaman, Aksaray, Bayburt, Çankırı, Erzurum, Giresun, Gümüşhane, Kahramanmaraş, Kilis, Niğde, Ordu, Osmaniye, Sinop, Tokat, Tunceli, Yozgat 6. Bölge: Ağrı, Ardahan, Batman, Bingöl, Bitlis, Diyarbakır, Hakkari, Iğdır, Kars, Mardin, Muş, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak, Van

milyon TL (yaklaşık 14 milyon dolar) olarak hesaplanmıştır. Bu rakamlar, 2013 yılı sonuna kadar tamamlanacak olan 3.500 MW gücündeki yerli kömür yakıtlı yeni termik santralları da kapsamaktadır (ETKB, 2010).

Bunların dışında miktarı ölçülemeyen başka teşvikler de vardır. Aşağıda bu teşviklerden bazıları listelenmiştir:

- 15-20 yıllık işletim ömrü olan kömür santrallarına (örneğin Çayırhan ve İskenderun termik santralları) Hazine tarafından sağlanan *yatırım garantileri*.

- Linyit yakıtlı üretim yatırımlarının da dahil olduğu projelere belli dönemler için *fiyat ve elektrik alım garantisi:* Türkiye'nin uzun vadeli elektrik alım anlaşması çerçevesi ve ihale sistemi, yeni elektrik üretim yatırımlarına gelir sağlanmasını garanti altına almaktadır. Büyük enerji projelerinin finansman bulması bu yolla mümkün olmaktadır. Uzun vadeli elektrik alım modeli ve ihale sistemi, kömür santralları gibi teslim süreleri uzun olan elektrik üretim projelerine imtiyaz sağlamak için geliştirilmiştir (OCI, 2014). Yap-İşlet-Devret ile Yap-Sahip Ol-İşlet modellerine dayanan elektrik santralları, elektriğin kamuya satılması için uzun vadeli elektrik alım anlaşmalarına girmektedir.

- Teşvikler aynı zamanda aleni veya fiili olarak verilen çevre mevzuatından muafiyet haklarıyla desteklenmektedir. Çevre mevzuatının yetersizliği veya mevcut mevzuat ve standartlara uymama örnekleri de bilinmektedir. Çevre Etki Değerlendirmeleri'nin (ÇED) uygulanmasındaki eksiklikler teşvik olarak nitelenebilecek örneklerdir. CEE Bankwatch Network (2013), planlanan kömür yakıtlı santralların çevre etki değerlendirmelerinin tamamlanmamış olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı istatistiklerine göre, 1999 ve 30 Ocak 2015 tarihleri arasında 40'tan fazla kömür yakıtlı elektrik santralı ve bağlı tesislerin ÇED raporları onaylanmış, ÇED raporu reddedilen hiçbir kömür projesi olmamıştır. Bunun yanında, ısıl gücü 300 MWt (termik megawatt)'ın altındaki kömür santralları çevre etki değerlendirmesinden muaftır. Eğer değerlendirmeye tabi tutulmayan bir santralın gücü, güç ilavesi ya da genişleme yoluyla değerlendirmeye tabi olacak seviyeye gelirse, ÇED raporu hazırlanması zorunlu değildir. ÇED mevzuatı, Avrupa Birliği (AB) ile uyum gerekçesiyle Kasım 2014'te değiştirilmiştir. Ancak, bu değişikliklerin AB hedefleriyle uyumlu olmadığı ortaya çıkmıştır. Örneğin değişikliklerden bir tanesi, santrallar kapatıldıktan sonra söküm aşamasında işletmelerin ÇED'den muaf olmasını öngörmektedir.

- *Yoksul ailelere kömür yardımı:* Türkiye'de tüketicilere sağlanan kömür teşviklerinin tek türüdür. Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı Sosyal Yardımlar Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen bu program 2003 yılından beri uygulanmaktadır. Başlangıcından itibaren 2 milyonun üzerinde hane bu teşvikten yararlanmıştır. TKİ tarafından temin edilerek yoksul ailelere gönderilen kömür miktarı hane başına en az 500 kg'dır. Yoksul ailelere kömür dağıtılması için Hazine'den, Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK), Türkiye Taşkömürü İşletmeleri (TKİ) ve Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ)'ye yapılan transferler T.C. Sayıştay Başkanlığı tarafından raporlanmaktadır.

Türkiye'deki ölçülebilen tüm kömür teşvikleri dikkate alındığında, Acar vd. (2015), 2013 verilerine dayanarak, kilowatt-saat başına teşvik miktarını yaklaşık 0,01 dolar olarak hesaplamaktadır. Tüketicilere kömür yardımı olarak verilen teşvikleri de dahil ettiğimizde bu rakam kilowatt-saat başına 0,02 dolara yükselmektedir. Tablo 1'de de görüleceği gibi, 2013 yılında kömür sektörüne toplam 730 milyon dolar dolayında teşvik aktarılmıştır. Dikkat çekmek istediğimiz bir diğer nokta da bu tahminlerin, gerçekleşen toplam teşviklerin altında olduğudur; çünkü bu

**Tablo 1: Türkiye'de kömür sektörüne sağlanan teşvikler**

| Kömür Teşvikleri | | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | Birim | Kaynak |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Üretici Teşvikleri (Madencilik ve Elektrik Üretimi) | Linyit Madenciliğine Sağlanan Yatırım Teşvikleri* | 1 | N.A. (Bilinmiyor) | 3 | 9 | 7 | Teşvik belgesi sayısı | Ekonomi Bakanlığı |
| | Taşkömürü Madenciliğine Sağlanan Yatırım Teşvikleri * | N.A. | N.A. | N.A. | 1 | 2 | Teşvik belgesi sayısı | Ekonomi Bakanlığı |
| | Kömür AR-GE'si için Kamu Harcamaları | 1,68 | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | milyon USD | Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) |
| | Maden Arama Teşvikleri** | N.A. | 23,11 | 22,89 | 23,41 | 24,36 | milyon USD | Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) |
| | Özelleştirme Sürecinde İyileştirme-Taşkömürü | 23,00 | 19,00 | N.A. | N.A. | N.A. | milyon USD | Oil Change International (OCI) |
| | Taşkömürü Endüstrisine Yardım (Hazine'den Doğrudan Transferler) | 264,42 | 302,98 | 286,68 | 258,18 | 298,47 | milyon USD | Uluslararası Enerji Ajansı, Hazine Müsteşarlığı |
| | Özelleştirme Sürecinde İyileştirme-Elektrik Santralları | N.A. | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | milyon USD | Oil Change International |
| | Yeni Kömür Santralı Harcamaları *** | N.A. | 13,86 | 13,73 | 14,05 | 14,62 | milyon USD | Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı |
| | Ölçülemeyen Teşvikler | 1. Kömür santrallarına sağlanan yatırım, fiyat ve alım garantileri 2. Yeni Yatırım Teşvik Planı kapsamında; gümrük vergisi ve KDV muafiyetleri, sosyal güvenlik prim desteği, arazi tahsisi ve piyasanın altında faiz oranları sağlama yoluyla gerçekleşen teşvikler 3. Çevre mevzuatından muafiyet- mevcut kömür santrallarına sağlanan geçici muafiyetler ve gevşek çevre etki değerlendirme (ÇED) uygulamaları dahil | | | | | | Hazine Müsteşarlığı ve diğerleri |
| Tüketici Teşvikleri | Yoksul Ailelere Kömür Yardımı | 356,4 | 295,6 | 390,4 | 413,2 | 392,3 | milyon USD | Hazine Müsteşarlığı |

*Kaynak:* Acar, S., Kitson, L. ve Bridle, R. (2015). *Türkiye'de Kömür ve Yenilenebilir Enerji Teşvikleri*. International Institute for Sustainable Development (IISD) - Global Subsidies Initiative (GSI) Raporu, sayfa 12.

**Notlar:**

* Kömür arama, kömür üretimi ve kömür yakıtlı elektrik santrallarına yapılan yatırımlar; gümrük vergi muafiyeti, KDV muafiyeti, vergi indirimi, sosyal güvenlik prim desteği (işveren payı), arazi tahsisi ve faiz desteği şeklinde teşvikler sunan Bölgesel Yatırım Teşviki Planı kapsamında sübvanse edilmektedir.

** Bu rakamlar, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın (ETKB) 2010-2014 Stratejik Planı kapsamında, söz konusu bakanlığın 2010 ve 2014 yılları arasında kömür, petrol ve gaz arama çalışmalarına ayırdığı tahmini bütçeyi kapsamaktadır.

*** Bu rakamlar, 2010-2014 arası dönem için kömür santrallarına yapılması planlanan bütçe harcamalarını yansıtmaktadır. Stratejik Plan'da Hedef 1.2'de de belirtildiği üzere, 2013 sonuna kadar 3,500 MW gücünde yeni yerli kömür termik santralları tamamlanacaktır (ETKB, 2010). Bu bütçelerdeki teşvik miktarı bilinmemektedir.

rakamlara, tahminlerde önemli fark yaratabilecek yatırım garantileri, bölgesel yatırım teşvikleri ya da miktarı ölçülemeyen diğer teşvikler dahil değildir. Bu teşvik tahminini önceki çalışmalarla kıyaslamak gerekirse daha önce bulunan miktarların üstünde olduğunu söylemek mümkündür. Nitekim IEA (2009), taşkömürü sektörüne sağlanan teşvikleri 398 milyon dolar olarak hesaplamıştır. Yine burada sunulan rakam, birçok teşviki tespit eden ancak sınırlı sayıda ölçülebilir teşvik verisi rapor eden OECD'nin (2013) tahmininin de üzerindedir. OCI'nin (2014), 2013 yılı için hesapladığı rakam ise 560 milyon dolardır. Öte yandan mevcut çalışmanın tahminleri, dışsallıkları da hesaba katan ancak toplam teşvik bileşenlerini tanımlamayan IMF'nin (2013) bulgularıyla doğrudan karşılaştırılamaz.

### 3.3. Diğer G20 Ülkelerinde Fosil Yakıt Teşvikleri

2009 yılında bir araya gelen G20 liderleri orta vadede etkin olmayan tüm fosil yakıt teşviklerini (FFS) aşamalı olarak bitireceklerini vaat etmişlerdir. Avrupa Birliği de 2020 stratejisine bu teşvikleri bitirme hedefini dahil etmiştir. 2012'de Birleşmiş Milletler çağrısıyla toplanan Rio+20 Konferansı ve sonrasındaki tartışmalarda fosil yakıt teşvikleri konusu daha sık gündeme gelmeye başlamıştır. Öyle ki FFS'i aşamalı olarak azaltma ve tamamen kaldırma önerisi Rio Diyalogları içinde en çok oyu alan konulardan biri olmuştur.

Öte yandan, Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2011 verilerine göre hükümetler fosil yakıtlara, yenilenebilir enerjiye verdikleri teşviklerin 12 katı kadar teşvik vermektedirler. G20 ülkelerinde enerji teşvik politikaları çeşitlilik göstermekle birlikte birçok ülke kömürü ve kömürden enerji üretimini desteklemeye devam etmektedir. G20 ülkelerinin hükümetleri her yıl 88 milyar dolarlık kaynağı sadece fosil yakıt arama faaliyetlerine aktarmaktadırlar (ODI-OCI, 2014). Örneğin Almanya, her ne kadar 2025'e kadar yenilenebilir enerji kaynaklarının payını %40-45'lere çıkarmayı hedeflese de, 2012'de kömür üretimine 3 milyar avro aktarmış bir ülke olarak Avrupa'daki en büyük kömür destekçisi olmaya devam etmektedir (G20, 2014).

Benzer bir şekilde Avustralya ve Kanada hükümetleri, doğrudan fosil yakıt üretim destekleri yanında fosil yakıt arama faaliyetlerini arttırmak için çeşitli teşvik mekanizmaları kullanmaktadır. Toplamda bu teşvikler Avustralya'da yıllık 2,9-3,5 milyar dolar dolayındadır. Kömür şirketlerini de kapsayan Avustralya madencilik sektörü, her yıl tek başına bu fondan 2 milyar dolarlık pay almaktadır. Kanada federal hükümeti fosil yakıtlara minimum 928 milyon dolar düzeyinde teşvik sağlamaktadır (ODI-OCI, 2014). Kanada G20 ülkeleri içinde fosil yakıt arama faaliyetlerine en büyük kamu finansmanını sunan ülkeler arasında olup, Export Development Canada adlı kredi ajansı eliyle ve Dünya Bankası, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası ve Asya Kalkınma Bankası gibi kuruluşlardaki hisseleri aracılığıyla denizaşırı projelere de önemli miktarlarda fon sağlamaktadır (ODI-OCI, 2014).

Kayda değer miktarda fosil yakıt rezervine sahip Hindistan'da hükümet 2013 yılında kömür arama, çıkarma ve araştırma-geliştirme faaliyetlerine yaklaşık 70 milyon dolar harcamıştır. %90 kamu sahipliğinde olan Coal India Limited şirketi, 2012 ve 2017 yılları arasında deniz aşırı ülkelerde kömür projelerine 9,8 milyar dolar civarında yatırım yapmayı planlamaktadır. Bu miktarın 1,5 milyar doları 2013-2014'te sadece Mozambik'te kullanılmak üzere ayrılmıştır (ODI-OCI, 2014).

Yakın zamanda petrol üretimi azalan Endonezya'da kömür madenciliği çok hızlı bir şekilde artmaya başlamış, net kömür ihracatı 2000'den bu yana altı katına çıkmıştır (BP, 2014). Endonezya hükümeti, fosil yakıt sektörlerine arama çalışmalarını doğrudan destekleyen vergi kolaylıkları ve muafiyetleri sağlamaktadır.

İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Japonya, Kore ve Güney Afrika da fosil yakıt sektörlerine ve özellikle de kömüre devlet desteğini sürdüren G20 ülkeleri arasındadır. Japonya hükümeti denizaşırı petrol, doğalgaz ve kömür arama faaliyetlerine yıllık 724 milyon dolar ayırmaktadır. Kore ise, yurt içinde azalmakta olan kömür rezervlerine karşılık denizaşırı ülkelerde kömür madenciliği, arama, kömür yakıtlı santral proje ve faaliyetlerini fonlamaya devam etmektedir. ABD'de de benzer şekilde kömür endüstrisi küçülmeye devam ettiği halde kömür çıkaran başlıca dört büyük şirket arama ve geliştirme maliyetleriyle ilgili teşviklerden (26 milyon dolar değerinde) 2013 yılında en fazla yararlanan şirketler olmuşlardır (ODI-OCI, 2014).

### 3.4. Kömür Teşviklerinin İktisadi ve Çevresel Etkileri

Kömür ve diğer fosil yakıt teşviklerinin ulusal ve küresel düzeyde olası sosyo-ekonomik ve çevresel etkilerini inceleyen çalışmalar son dönemde ivme kazanmıştır. Bu çalışmaların çoğu teşviklerin azaltılması, tamamen kaldırılması ya da yeniden düzenlenmesinin etkilerini irdelemek amacıyla farklı senaryoları mercek altına almaktadır. Ellis'in (2010) teşvik azaltım senaryolarına ilişkin incelediği altı farklı çalışmada, teşvik reformunun küresel ölçekte önemli miktarda gelir artışına ve $CO_2$ emisyonu düşüşüne neden olacağı bulgulanmaktadır.[4]

Ulusal düzeydeki analizlere gelince, UNDP'nin (2012) Vietnam'daki fosil yakıt teşvikleri ile ilgili çalışmasında, teşviklerin kaldırılmasının reel gayrisafi yurtiçi hasılayı (GSYİH) %1 oranında arttıracağı ve seragazı emisyonlarında kayda değer bir azalış sağlayacağı gösterilmiştir.

Türkiye'deki kömür teşviklerinin makroiktisadi ve çevresel etkilerini bölgesel bir genel denge modeli çerçevesinde inceleyen bir araştırmaya göre (Acar ve Yeldan, 2015) kömüre verilen üretim ve yatırım sübvansiyonları kaldırılırsa, 2030 yılına gelindiğinde $CO_2$ emisyonları hem yüksek hem de düşük gelirli bölgelerde önemli oranda düşecektir. Bu senaryoya göre 2030'da ülke düzeyinde baz politikaya kıyasla %5,4 emisyon azalışı gerçekleşebilecektir. Kömür sektörünün ülkenin sektörel kompozisyonu içinde çok küçük bir yer tuttuğu düşünülürse, sadece kömüre verilen destekleri kaldırmanın bile tek başına çevre kirliliği ve iklim değişikliği ile mücadele açısından kayda değer kazançlar sağlayacağı ortadadır. Mevcut kömür teşvikleri, hem yenilenebilir enerji teknolojilerinin rekabet edebilmesini zorlaştırmakta ve yenilenebilir enerji yatırımlarını tehlikeye sokmakta, hem de enerji sistemini fosil yakıt temelli enerji üretimine bağımlı kılmaktadır *("lock-in")* (Bridle and Kitson, 2014).

Ayrıca küresel ısınmaya ilişkin 2°C sıcaklık artış hedefini tutturmayı amaçlayan bir iklim politikası, dünya genelinde hükümetlerin kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlardan tamamen uzaklaşmalarını gerektirmektedir. Eğer bu sektörlere verilen teşvikler kaldırılırsa "kirli" projelerin birçoğundan vazgeçilmesi, yatırımların başka sektörlere kayması beklenmektedir. CTI'nin (2013) yaptığı analizlere göre böyle bir potansiyel sektörel dönüşüm ve teşviklerden vazgeçiş, fosil yakıt endüstrisine 2035 yılı itibariyle 28 trilyon dolarlık brüt kazanç kaybı getirecek, büyük hacimlerde fosil yakıt yatırımı atıl duruma düşecektir *(stranded assets)*. Başka bir deyişle henüz iktisadi ömürlerinin sonuna gelmeseler bile mevcut kömür ve diğer fosil yakıtlar, düşük karbonlu ekonomiye geçiş yapan bir dünyada ekonomik kazanç getirmeyecekleri için atıl hale geleceklerdir. Son hesaplamalara göre günümüzde büyük ölçekli enerji şirketlerinin kömür, petrol ve doğalgaz rezervlerinin %80'i iklim değişikliği tehlikesi nedeniyle "yakılamaz karbon" (*unburnable carbon*) statüsündedir (CTI, 2013).

4 Ellis (2010)'da sözü edilen altı çalışmanın bulguları için bkz: https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/effects_ffs.pdf

### 3.5. Sonuç

Fosil yakıt teşviklerinin genellikle olumsuz ekonomik sonuçlar doğurduğu bilinmektedir. Bu teşvikler çoğu zaman maliyetlidir; başka alanlara devlet bütçesinden daha az pay ayrılmasına, savurgan tüketimin artmasına ve piyasa aksaklıklarına sebep olurlar. Bu dezavantajlarına rağmen, hükümetler kırılgan toplumsal grupları korumak, ekonomik gelişmeyi arttırmak ve enerji güvenliğini sağlamak amacıyla bu teşvikleri kullanmaktadırlar. Ancak, teşvikler çoğu zaman istenilen hedefleri karşılayamamaktadır. Üstelik fosil yakıt sübvansiyonları, çevreye duyarlı bir enerji politika aracı değildir; sürdürülebilir büyüme/kalkınma hedefleriyle çelişir; düşük karbon teknolojilerinin gelişimine ve iklim değişikliği ile mücadeleye engel teşkil eder ve kamu maliyesini zayıflatır.

2013 yılında kömüre sağlanan ölçülebilir teşvikler, Türkiye'nin nominal GSYİH'sının yaklaşık %0,1'ini oluşturmaktadır. Bu rakam önemli gibi görünmese bile bu teşviklerin, yeni teşvik ve garantiler de eklenerek devam etmesi, ülkeyi kömüre bağımlı bir teknik, kurumsal ve hukuki yapıya mahkum etmekte ve yenilenebilir enerjilerin gelişmesinin önünü tıkamaktadır. Bu nedenle fosil yakıtlara sağlanan teşviklerden vazgeçilmelidir. G20 üyesi bir ülke olarak Türkiye, savurgan tüketimi arttıran ve verimli olmayan fosil yakıt teşviklerini orta vadede kaldıracağını taahhüt etmiştir. G20'nin 10. Devlet Başkanları Zirvesi 2015 yılında Türkiye'de yapılacağı için bu taahhüt özellikle önem kazanacaktır. Türkiye'nin 2015 yılındaki G20 Dönem Başkanlığı, bu taahhüdün altının çizilmesi ve taahhüdün gerçekleşebilmesi için gerekli adımların atılması yolunda bir fırsat sunmaktadır.

Kömür teşviklerinin kaldırılması, kömüre dayalı sektörlerdeki istihdamın düşmesi gibi olumsuz etkilere yol açabilir; bu nedenle olası istihdam kayıplarının telafi edilmesi ve olumsuz etkilerin hafifletilmesine yönelik stratejiler geliştirilmelidir. Kömürün, sosyal ve çevresel etkilerinin de hesaba katıldığı gerçek maliyeti, enerji sektöründeki karar alma süreçlerinde dikkate alınmalıdır. Yenilenebilir enerjinin gelecekte Türkiye'nin elektrik üretimindeki kaynak dağılımında çok daha büyük bir rol oynama potansiyeli bulunmaktadır. Son olarak, yerli kömür üretiminin enerji güvenliği sağlayacağı varsayımı yeniden gözden geçirilmelidir (Acar vd, 2015).

### Kaynaklar


Acar, S., Kitson, L. ve Bridle, R. (2015). *Türkiye'de Kömür ve Yenilenebilir Enerji Teşvikleri*. International Institute for Sustainable Development (IISD) - Global Subsidies Initiative (GSI) Report. Erişim: http://www.iisd.org/gsi/subsidies-coal-and-renewable-energy-turkey

Acar, S. ve Yeldan, E. (2015). *Environmental Impacts of Coal Subsidies in Turkey: A Regional General Equilibrium Analysis*. 18. Annual Conference of the Global Trade Analysis Project (GTAP).

Bloomberg New Energy Finance (BNEF). (2014). *Turkey's changing power markets* (White Paper). Bloomberg New Energy Finance. Erişim: http://about.bnef.com/white-papers/turkeys-changing-power-markets/

BP. (2014). *BP Statistical Review of World Energy*. London: British Petroleum. Erişim: http://www.bp.com/en/global/corporate/aboutbp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html

Bridle, R. and Kitson, L. (2014). The Impact of Fossil-Fuel Subsidies on Renewable Electricity Generation. International Institute for Sustainable Development (IISD) - Global Subsidies Initiative (GSI) Report. Erişim: https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/ffs_rens_impacts.pdf

CTI. (2013). *Unburnable Carbon 2013: Wasted capital and stranded asset*. London: Carbon Tracker Initiative. Erişim: http://www.carbontracker.org/wp-content/uploads/2014/09/Unburnable-Carbon-2-Web-Version.pdf

Ellis, J. (2010). *The effects of fossil-fuel subsidy reform: a review of modeling and empirical studies*. International Institute for Sustainable Development (IISD) - Global Subsidies Initiative (GSI).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). (2010). *Kurumsal Stratejik Plan 2010–2014*.

G20. (2009). *Leaders Statement of G20 Pittsburgh Summit*, September 24-25, Pittsburgh. Erişim: https://www.g20.org/official_resources/leadersE28099_statement_pittsburgh_summit

G20. (2014). *G20 Growth Strategies 2014 – Country Strategy Reports*. Erişim: https://g20.org/resources/current-presidency/g20-growth-strategy-2014/

International Energy Agency (IEA). (2009). *Energy policies of IEA countries, 2009 Turkey review*. Paris: International Energy Agency. Erişim: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/energy-policies-of-iea-countries---turkey-2009-review.html

IEA Temiz Kömür Merkezi. (2014, Temmuz 18). *Prospects for coal in Turkey*. London. Erişim: https://www.brighttalk.com/webcast/7129/112753

Oil Change International (OCI). (2014). *Turkey's coal subsidies and public finance*. Oil Change International. Erişim: http://priceofoil.org/content/uploads/2014/07/Turkey-Coal-Subsidies-Full-07.28.14.pdf

Overseas Development Institute & Oil Change International (ODI-OCI). (2014). *The fossil fuel bailout: G20 subsidies for oil,-gas and coal exploration*. Erişim: http://priceofoil.org/content/uploads/2014/11/G20-Fossil-Fuel-Bailout-Full.pdf

# BÖLÜM 4
# TÜRKİYE'NİN AB ÜYELİĞİ BAĞLAMINDA KÖMÜR KULLANIMINA YÖNELİK ULUSLARARASI VE BÖLGESEL ENGELLER

**Pınar Gedikkaya Bal**

Fosil yakıt tüketimi dünyada son yirmi yıldır hızlanan sanayileşme ile paralel olarak artmış ve iklim değişikliği, hava, su ve toprak kirliliği gibi önümüzdeki yıllarda dünyanın sürdürülebilirliğini tehdit edecek ciddi çevre sorunlarına neden olmuştur. Yapılması gereken aslında oldukça açık ve nettir. Bu sorunların temel sebebi fosil yakıtların kullanımıyla atmosfere salınan karbondioksit ve diğer sera gazlarındaki artıştır. Dolayısıyla, mevcut çevre sorunlarına getirilecek çözüm, dünya ekonomisini karbonsuzlaştırmaktan *(decarbonization)* geçmektedir. Karbon yoğun fosil yakıt olarak petrol her geçen gün daha da az bulunur hale gelmektedir ve önümüzdeki yıllarda aşamalı olarak tükenecektir. Bununla birlikte, en yüksek karbon emisyonuna sahip olan kömür gelecekte halen mevcut olacaktır. Sürdürülebilir bir dünya için, kömür kullanımı da aşamalı olarak sonlandırılmalı ve yerini yenilenebilir enerji kaynaklarına bırakmalıdır.

Günümüzde dünyanın kimi bölgelerindeki çoğu ülke enerji üretimi için kömüre bağımlı olsa da, dünyanın başka bölgelerinde düşük karbonlu ekonomiye geçiş amaçlı olarak enerji devrimleri şimdiden gerçekleşmeye başlamıştır. Avrupa Birliği (AB) bu konuda bir öncüdür. Sadece AB'de değil, aynı zamanda Amerika Birleşik Devletleri'nde ve bazı yükselen ekonomilerde, hükümetler kömür kullanımını kısıtlayacak ve her ne kadar farklı hızlarda olsa da ekonomilerini karbonsuzlaştıracak önlemleri almaktadır. Küresel bir çözüm için çoğu zaman etkisiz olan ulusal çabaların yanında, bölgesel ve uluslararası inisiyatifler de gelişme aşamasındadır.

Bu bölüm, karbonsuzlaştırma amacıyla yakın geçmişte gerçekleştirilen gelişmelere değinerek kömür kullanımını kısıtlamak yönünde ulusal, bölgesel ve uluslararası çabaların sarf edilmekte olduğunu vurgulamayı hedeflemektedir. Bu çabalar, kömür politikalarında serbestçe hareket eden ülkeler için kolaylıkla engel ya da kısıtlama haline gelebilir. Bu çalışmada, ekonomilerini karbonsuzlaştırmak üzere adım atmayan ülkelerin kömür yakmalarından dolayı dünya piyasalarında ticaret engelleriyle, kısıtlamalarıyla ve aynı zamanda da ilave üretim masrafları ve cezalarla karşı karşıya kalabileceklerine dikkat çekilmektedir.

Bu bağlamda, ilk bölümde AB'nin kömür kullanımına yönelik olarak düşük karbon hedefleri, politikaları ve yasal yapıları mercek altına alınacaktır. Sonrasında, bu konudaki tüm uluslararası gelişmelerin sınırlı sayıdaki sayfalar arasında verilmesi mümkün olmayacağından, uluslararası arenadan bazı örnekler sunulacaktır. Son olarak, bu gelişmelerin Türkiye üzerindeki etkilerinden bahsedilecektir.

## 4.1. AB'nin Düşük Karbonlu Gelecek Planı

İlk kurulduğu günden bu yana, enerji AB için son derece önemli bir konu olmuştur. Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu (1951), o yıllarda kömürün önemini ortaya koyması ve Avrupa'daki enerji işbirliği alanında bir dönüm noktası niteliğinde olması

sebebi ile önemli bir adımdır. Zamanla teknolojik gelişmeler sayesinde, nükleer, doğalgaz ve yenilebilir gibi yeni enerji kaynakları da işbirliği içerisine alınmıştır.

Dünya, 1960'lı yıllardan itibaren enerjinin özellikle de fosil yakıtların kullanımının çevre üzerindeki etkilerine tanık olmaya başlamıştır. Kömür ve petrol gibi fosil yakıtların kullanımı, iklim değişikliğine yol açacak şekilde sera gazlarının atmosferdeki konsantrasyonlarını artırmaktadır. Bu tehdit, AB'de ciddiye alınmış ve 1990'lardan itibaren iklim değişikliği ile mücadele etmek ve etkilerine uyum sağlamak amaçlı işbirliği ön plana çıkarılmıştır. İklim değişikliğinin yanı sıra, hava kirliliği ve artan atıkların da azaltılması amaçlanmıştır. Bu süreç, 1997 yılında Kyoto Protokolü'nün imzalanmasıyla resmiyete dökülmüştür. AB, Protokol kapsamında 2008 ve 2012 yılları arasındaki ilk taahhüt döneminde sera gazı emisyonlarını 1990'daki seviyelerin %8 altına indirmeyi hedeflemiştir. AB, bu hedefe ulaşmak ve üye devletlere bu yönde yardımcı olabilmek amacıyla çeşitli tüzük ve direktifler hazırlamıştır. Bununla yetinmeyen AB, ilerleyen yıllarda 2020, 2030 ve hatta 2050 yılına kadar gerçekleştirmeyi planladığı hedefleri ortaya koymuştur.

### 4.1.1. 2020 Paketi

Tüm AB üyeleri tarafından 2007'de kabul edilen ve 2009'da bağlayıcı mevzuat halini alan iklim ve enerji paketi, AB'ye iddialı 2020 iklim ve enerji hedeflerine ulaşmasında yardımcı olma amacını taşımaktadır. "20x20x20" olarak adlandırılan bu paketin 2020 için üç adet hedefi bulunmaktadır: AB'nin toplam sera gazı emisyonlarının 1990 seviyesinin %20 altına indirilmesi, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerjinin AB enerji tüketimi içerisindeki payının %20'ye yükseltilmesi ve AB'nin enerji verimliliğinde %20 oranında bir artış sağlanması. Bu paket, AB'nin gelecekte enerjiyi verimli kullanan düşük bir karbon ekonomisi haline gelme taahhüdünün sinyallerini vermektedir. AB bu hedeflerle birlikte iklim değişikliğiyle mücadele etmeye, enerji güvenliğini artırmaya ve küresel piyasalardaki rekabetçiliğini güçlendirmeye çalışmaktadır. AB yenilenebilir enerjiye vurgu yaparak "yeşil büyümeyi" yaratacak yeni iş alanları ortaya çıkarmayı da amaçlamaktadır. Bu paket dâhilinde, karbon tutma ve depolama teknolojilerinin çevre açısından güvenli kullanımına yönelik bir hukuki çerçeve de sunulmaktadır. Enerji verimliliği, 2011 yılında Enerji Verimliliği Planı ve Enerji Verimliliği Direktifi yoluyla başlıca bir hedef olarak eklenmiştir (European Commission, 2015a). AB, Kyoto Protokolü'nün ikinci dönemi için (2013-2020) emisyonlarını 1990 seviyelerinin %20 altına indirme taahhüdünde de bulunmuştur (European Commission, 2015b).

### 4.1.2. 2030 Çerçevesi

AB üyeleri, Ekim 2014 tarihinde, toplam enerji tüketiminde yenilenebilir enerji payını %27'ye çıkarmayı, enerji verimliliğini en azından %27 artırmayı ve sera gazı emisyonlarını 1990'a göre en az %40 azaltmayı içeren yeni 2030 hedefleri üzerinde anlaşmıştır. Bu yeni çerçeve ile AB düşük karbonlu ekonomiye doğru ilerlemeyi sürdürme amacındadır. AB, bu düşük karbon ekonomisi kapsamında tüm tüketiciler için ucuz enerjiyle birlikte rekabetçi ve güvenli bir enerji sistemi oluşturmayı, enerji ithalatlarını azaltarak enerji güvenliğini artırmayı ve yeni iş imkânlarıyla birlikte büyüme için yeni fırsatlar yaratmayı amaçlamaktadır (European Commission, 2015c).

### 4.1.3. 2050 Yol Haritası

AB, düşük karbonlu bir geleceğe olan bağlılığını göstermek üzere 2050 yılına kadar emisyonlarını 1990'daki seviyelerin %80 altına inecek şekilde azaltacağını açıklamıştır. AB, bu yol haritasında Avrupa'nın emisyonlarından sorumlu başlıca sektörler için ileriye dönük planlar yapmaktadır. Söz konusu sektörler, enerji üretimi, sanayi, ulaşım, binalar ve inşaat ile tarımdır. Yol haritası, bu

sektörlerin düşük karbonlu bir geleceğe geçişi nasıl en maliyet etkin şekilde gerçekleştireceğini tarif eden bir belge olarak görülebilir. Düşük karbon ekonomisinde yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla ihtiyaç olacaktır ve kömür ve petrol gibi fosil yakıta dayalı enerji türlerinin kullanımı asgariye indirilmelidir. Yeni teknolojiler, bu düşük karbonlu geleceği yaratmak adına hayatın tüm alanlarında gerekli olacaktır (European Commission, 2015d). Bu durum, inovasyonu teşvik edecek, yeni iş fırsatları yaratacak ve Avrupa'nın dünya piyasalarındaki rekabet avantajını bir kez daha artıracaktır.

AB, bu hedeflere ulaşmak için sera gazı emisyonlarını azaltmak ve hava kirliliğiyle su kirliliği ve atıklar gibi diğer çevre sorunlarıyla mücadele etmek üzere çeşitli tüzükler ve direktifler üzerinde çalışmalarını sürdürmektedir. AB'de emisyonlarla birlikte her bir ürünün çevre üzerine etkisi dikkatle göz önünde bulundurulmaktadır.

Emisyonların azaltılması için en büyük potansiyel enerji sektörüne aittir. AB, enerji sektöründen salınan $CO_2$ emisyonlarını 2050'ye kadar ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. Yol haritasına göre, enerji sektörünün karbon emisyonları 2030'a kadar %54-68 ve 2050'ye kadar %93-99 azaltılacaktır. Ulaşım ve ısınmada da fosil yakıtların yerini elektriğin alması planlanmaktadır. Elektrik üretiminde rüzgâr, güneş, su ve biyokütle gibi yenilenebilir kaynaklar ve nükleer enerji santralları gibi düşük karbon emisyonlarına sahip diğer kaynaklarla karbon tutma ve depolama teknolojisiyle donatılmış fosil yakıtlı enerji santrallar kullanılacaktır. Enerji sektörü dışında, enerji yoğun endüstrilerin de 2050'ye kadar emisyonlarını %80'den fazla azaltarak katkı sağlaması planlanmaktadır. AB, bu hedeflere erişebilmek için Emisyon Ticaret Planı dahilinde enerji sektörüne uygulanan emisyon tavan değerlerini düşürmeye çalışmaktadır (European Commission, 2015e).

### 4.2. AB'de Kömür Üzerindeki Engeller

AB, emisyonlarını kısıtlamak için hedefler koyduğundan, enerji üretiminde bir teknoloji devrimine ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda, düşük karbon enerji teknolojileri AB için oldukça fazla önem kazanmıştır. AB, düşük karbon ekonomisinin lideri olmayı ve böylelikle de dünya piyasalarında kendisi için yeni bir rekabet avantajı yaratmayı arzu etmektedir. Buna göre, AB güvenli, ucuz ve sürdürülebilir enerjiye sahip olmayı istemektedir. Yenilenebilir enerji bu taleplerin tümünü karşılayabilmektedir. AB, yenilenebilir enerji kaynakları ile birlikte emisyon azaltım hedeflerine ulaşabilecek, enerji ithalatlarını azaltabilecek ve bu da Avrupa'yı enerji tedarikinde daha bağımsız ve güvenli kılabilecektir. Yenilenebilir enerji türleri ve düşük karbon teknolojileri sektöründe, AB dünya piyasalarında liderlik elde edebilecek, yeni iş fırsatları yaratabilecek ve işsizliği azaltabilecek, Avrupalıları birleştirerek yeni hedefler koyabilecek ve Avrupa'daki bütünleşme sürecini geliştirip güçlendirebilecektir. Bu yeni teknolojiler, Avrupa'yı önümüzdeki yıllarda yeniden canlandırabilecektir. Yenilenebilir enerjinin maliyeti Avrupa'da zaten bir düşüş yaşamıştır ve bir "yeşil" sektör ortaya çıkmıştır. Düşük karbon kaygıları, diğer sektörlere yayılmaya başlamıştır. Günümüzde Avrupa'da düşük karbon devrimi gerçekleşmektedir. Enerji verimliliği çabalarıyla birlikte, inşaattan otomotive kadar neredeyse tüm sektörler aynı hedefler, ilkeler ve kısıtlamalar doğrultusunda çalışmaktadır. Örneğin, AB bu on yıllık dönem sonuna kadar tüm yeni binaları "sıfır karbon" hale getirmeyi amaçlamaktadır. Otomobil sektöründe, hibrid ve elektrikli araçlar piyasaya sunulmuştur. Daha da az enerji kullanımını yaygınlaştırmak üzere ürünlerde enerji sınıflandırmaları sunulmaktadır. Ürünlerin ekolojik tasarımları, daha az enerji kullanımına neden olmaktadır. Emisyon Ticaret Sistemi, karbon piyasası ve çevreye yönelik direktiflerin hepsi aynı amaca, yani düşük karbonlu bir geleceği inşa etmeye yöneliktir.

Dünyadaki kömür tüketimi bölgelere göre farklılık göstermektedir. Önümüzdeki yıllarda Çin, Hindistan ve Güney Afrika gibi bazı yükselen ekonomilerde ve ayrıca Avustralya, Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri gibi bazı gelişmiş ülkelerde kömürün çıkarılması ve kullanımının artması beklenmektedir. Hindistan'ın da kömür tüketimini 2035'e kadar ikiye katlaması öngörülmektedir (Hope, 2014). Ancak AB'de, düşük karbon ekonomisine geçişe yönelik hedefler, kömür kullanımının azalmasını gerektirmektedir.

Avrupa Komisyonu'na göre, AB'nin enerji üretimi içerisinde kömürden elde edilen enerjinin 2050 itibarıyla %50 oranında azalarak %16'dan %8'e gerilemesi beklenmektedir. 2010 yılında AB'de elektriğin %24'ü kömürden üretilmiştir, 2030'da bu payın %12'ye, 2050'de ise %7'ye gerilemesi öngörülmektedir (Hope, 2014). Kömür yakmak düşük karbonlu bir gelecek hedefi ile uyumlu olmadığından mevcut çevre direktiflerinin bazıları şimdiden AB'nin kömür sektörü üzerinde olumsuz bir baskı yaratmaktadır. Bu doğrultuda bazı kömür madenleri ve kömür yakan enerji santralları kapatılmaya başlanmıştır. Çevre konularında yürürlüğe giren direktifler ve tüzükler kömürün aleyhinedir. Dahası, düşük karbonlu bir gelecek için hazırlanmakta olan yeni mevzuatın önümüzdeki yıllarda daha fazla sayıda kömürle çalışan enerji santralını kapanmaya zorlaması beklenmektedir.

### 4.2.1. AB'de Endüstriyel Kirleticiler Hakkındaki Yasal Düzenlemeler

AB, atmosfer, su, toprak ve atıklardan kaynaklanan emisyonları en aza indirmek amacıyla son yirmi yıldır endüstriyel faaliyetlerini kontrol altına almaya çalışmaktadır. Buradaki en büyük amaç, üst seviyede çevre ve sağlık koruması sağlamak, hedeflere ulaşmak ve AB'yi düşük karbon ekonomisine dönüştürmektir.

#### *1. Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifi (Integrated Pollution Prevention and Control Directive - IPPC)*

Bu direktif, kirlilik kontrolü üzerine hazırlanan ilk direktiflerden biridir. Yıllar geçtikçe geliştirilmiştir. IPPC Direktifi'nin amacı, enerji, mineraller, metaller, kimyasallar, tarım ve atık yönetimi gibi sektörlerde endüstriyel ve zirai tesislerden gelen kirleticileri önlemek ve/veya azaltmaktır. Bu direktif, söz konusu sektörlerde faaliyete geçmek için gereken "izinlerin" alınabilmesi amacıyla karşılanacak asgari gereksinimleri ortaya koymaktadır (Directive2008/1/EC/15.01.2008).

#### *2. Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (Industrial Emissions Directive - IED)*

AB Parlamentosu ve Konseyi, endüstriyel emisyonlar hakkındaki IPPC Direktifi ve ilgili diğer altı direktifi tek bir mevzuat altında toplayan bu direktifi 24 Kasım 2010 tarihinde yürürlüğe koymuştur. Söz konusu direktif, enerji endüstrileri, metal üretimi ve işlemesi, mineral endüstrisi, kimya endüstrisi ve atık yönetimi gibi yüksek kirlilik potansiyeli olan endüstriyel faaliyetleri kapsamaktadır. Direktif, 50 MW'ın üzerindeki büyük çaplı yanma tesisleri, organik solventler kullanan atık yakma tesis ve faaliyetleri ile titanyum dioksit üreten tesisler için özel hükümler içermektedir. Bu direktif kapsamında, tesislerin faaliyete geçmek için izin alabilmeleri amacıyla kirliliğe karşı önleyici önlemler alması, En İyi Mevcut Teknolojileri (EİMT) uygulamaları, belirgin düzeyde kirliliğe sebep olmamaları, daha az kirlilik yaratacak şekilde atıkları azaltmaları, enerji verimliliğini artırmaları, kazaları önlemeleri ve faaliyetleri sona erdiğinde tesis alanlarını iyileştirmeleri gerekmektedir (Industrial Emissions, EUR-Lex, 2013; Directive2010/75/EU/24.11.2010).

IED, 7 Ocak 2014'ten bu yana IPPC, Atık Yakma Direktifi (WID), Solvent Emisyonları Direktifi (SED) ve titanyum dioksit konusundaki üç direktifi endüstriyel emisyonlar hakkındaki tek bir direktif

olarak değiştirmiştir. Bu şekilde çakışmalar ortadan kaldırılmış ve prosedürler basitleştirilmiştir. Söz konusu direktifin, 1 Ocak 2016 itibarıyla Büyük Çaplı Yanma Tesisleri Direktifi'nin de yerini alması planlanmaktadır. IPPC 50.000 tesisi kapsamına almıştır. IED ile daha da fazla tesis kapsanacaktır. Bu direktif sayesinde, halkın karar alma sürecine dahil olarak uygulamalara izin vermeye, görüş bildirmesine ve salımların takibiyle ilgili sonuçlara erişmeye hakkı olacaktır (Industrial Emissions, EUR-Lex, 2013; Directive2010/75/EU/24.11.2010).

*3. Enerji Birliği*

Yeni Avrupa Komisyonu Başkanı Jean Claude Juncker, enerji birliğinin görevi süresince öncelikleri arasında olduğunu açıklamıştır. Juncker Avrupa Parlamentosu'nda yaptığı bir konuşmada (Juncker, 2014: 6), geleceğe dönük bir iklim değişikliği politikasını içeren dirençli bir enerji politikasının önemini vurgulamıştır. Juncker, bu konuşmasında Avrupa'da yenilenebilir enerjiyi kuvvetle desteklemektedir:

> *"...Kıtamızda yenilenebilir enerjilerin payını kuvvetlendirmeye ihtiyacımız var. Bu yalnızca sorumluluk sahibi bir iklim değişikliği politikası meselesi değildir. Bu aynı zamanda, orta vadede enerji güvenliğine sahip olmayı istiyorsak bir endüstriyel politika zorunluluğudur. Yeşil büyümenin potansiyeline kuvvetle inanıyorum. Bundan dolayı, Avrupa'nın Enerji Birliği'nin yenilenebilir enerji alanında dünyanın bir numarası olmasını istiyorum."* (Juncker, 2014: 6)

Juncker'in bu konuda söyledikleri aslında AB için yeni değildir. Söz konusu hedeflerin birkaç yıl önce belirlenmesinden bu yana, politikalar, direktifler ve tüzükler, yani söylediklerini mümkün kılacak etkenler AB'de zaten mevcuttur.

### 4.3. Uluslararası Alanda Kömür Üzerine Olası Engeller

Son yıllarda küresel düzeyde kömürün çevre üzerindeki olumsuz etkilerini ve kömür kullanımını kısıtlayacak çeşitli çabalar sarf edilmektedir.

#### 4.3.1 Birleşmiş Milletler Bünyesindeki Çabalar

Tehlikeli boyutlardaki iklim değişikliğinden kaçınmak amacıyla, düşük karbonlu ve sürdürülebilir bir ekonomiye doğru paradigma değişikliği gereklidir. Bu gerçek, Birleşmiş Milletler tarafından kabul edilmiştir. Birleşmiş Milletler, 2015 sonrası kalkınma gündemi ve aynı zamanda Rio +20 süreciyle paralel doğrultuda tüm dünyada sürdürülebilir kalkınma hedeflerini belirlemeyi ve desteklemeyi amaçlamaktadır. Günümüzde Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (*United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC)* liderliğinde, tüm dünya ülkeleri iklim değişikliğiyle mücadele ve düşük karbon ekonomisine geçiş amacıyla sera gazı emisyonlarını kısıtlamak üzere küresel bir anlaşmaya son şeklini vermeye çalışmaktadır.

2014 yılında yayımlanan son IPCC Sentez Raporuna[1] göre, karbon emisyonları sonuçta sıfıra düşmek zorundadır. Söz konusu rapor, özellikle kömür, petrol ve doğalgazdan salınan karbon emisyonlarının azalması gerekirken mevcut durumda artmakta olduğunu vurgulamıştır. Bu son rapora göre, Birleşmiş Milletler Genel Sekreteri Ban Ki Moon, kömür ve fosil yakıta dayalı yatırımların azaltılması ve yenilenebilir enerjiye geçiş için yatırımcılara ve yöneticilere açık çağrıda bulunmuştur (Carrington, 2014).

#### 4.3.2. OECD Tarafından Sarf Edilen Çabalar

Düşük karbon ekonomisinin yalnızca geleceğe yönelik hedefler koyarak gerçekleştirilmesi

1 IPCC raporu için bakınız: https://www.ipcc.ch/report/ar5/ erişim 29.06.2015.

mümkün değildir. Politika ve düzenleyici çerçevelerin aynı düzleme oturtulması gerekmektedir. Yeni OECD Raporu (OECD vd, 2015) iklim hedefleri ve mevcut politika ve düzenleyici çerçeveler arasında bu tür bir uyarlama yapılması çağrısında bulunmaktadır. OECD'nin zengin ve sanayileşmiş ülkeler kulübü olarak algılanmasından dolayı, bu çağrı düşük karbon ekonomisine doğru atılan önemli bir adım olarak görülebilir.

OECD Raporuna göre (OECD vd, 2015), kömür yakıtlı enerji üretimi 2050 yılına kadar atmosfere 500 milyar ton karbondioksit salımına neden olabilecektir. Bu miktar, küresel ısınmayı iklim değişikliğinin tehlikeli etkilerinin ortaya çıkmasını engellemek açısından eşik değer olan 2 derecede tutmak için dünyanın elinde kalan karbon bütçesinin yarısına eşittir.

Bu rapora işaret eden OECD Genel Sekreteri Angel Gurria, yeni kömür yakıtlı enerji santrallarının şu anda dünyanın geleceği için en önemli tehdidi oluşturmalarından dolayı söz konusu santrallara yönelik planların yeniden gözden geçirilmesi için dünya hükümetlerine çağrıda bulunmuştur. Gurria, bu kömür yakıtlı enerji santrallarının gelecekte de salım yapmaya devam edeceklerini ve sonuç olarak da *"çoğunun terkedilmiş varlıklar haline gelerek ekonomik ömürlerinin sona ermesinden on yıllar önce devre dışı bırakılacakları"* uyarısında bulunmuştur (Harvey, 2015).

### 4.3.3. Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) Tarafından Sarf Edilen Çabalar

DTÖ'nün ticareti serbestleştirme hedefleri olmasına karşın, ülkelerin çevreyi koruma amacıyla ticareti kısıtlama hakları bulunmaktadır. Günümüz itibarıyla DTÖ'nün enerji alanındaki ticaretle ilgili belirli kuralları bulunmamaktadır. Bununla birlikte, Doha Kararları *(Doha Mandate)* çevresel ürün ve hizmetlerdeki ticareti serbestleştirmeyi hedeflemektedir. Bu ürün ve hizmetlerin büyük bir kısmını oluşturan güneş panelleri, güneş enerjili su ısıtıcıları ve ayrıca çevre danışmanlığı gibi hizmetler temiz enerji ve enerji verimliliğiyle doğrudan ilişkilidir (WTO News, 2015). DTÖ Genel Direktörü Roberto Azevedo, çevresel ürünlerde ticaretin serbestleştirilmesini oldukça önemli bir dönüm noktası olarak algılamaktadır:

> *"Burada ticaretin önündeki engellerin ortak şekilde ortadan kaldırılması ya da azaltılması, DTÖ üyelerine temiz enerji teknolojileriyle ilgili çeşitli ithal ürünlere ve bunları destekleyen hizmetlerin bazılarına daha fazla erişim sağlayacaktır. Bu çalışma, inovasyonun teşvik edilmesi ve temiz enerji endüstrilerinin geliştirilmesinin kolaylaştırılması gibi konularda bunların mevcut olmadığı ülkelere de dahil olmak üzere yardım sağlayacak ve bu da yeni yeşil iş fırsatlarının doğmasını mümkün kılacaktır."* (WTO News, 2015)

Bir grup DTÖ üyesi, çevresel ürün ve hizmetler için alınan ihracat ve ithalat vergilerini ortadan kaldırmayı amaçlayan bir süreç başlatmıştır. Bu ülkeler, küresel düzeyde çevresel ürün ticaretinin neredeyse %85'inden sorumludur. Bu tür bir anlaşma fosil yakıta dayalı enerji ile yenilenebilir enerjiler arasındaki maliyet farkını azaltma potansiyeline sahiptir (Burns, 2009). Bu doğrultuda Ocak 2014'te Davos'ta AB'nin de katılımıyla on üç ülke ortak bir bildiri ile 2015 sonuna kadar APEC Çevresel Ürünler Listesi[2] üzerine uygulanan ihracat ve ithalat vergilerini azaltma taahhüdünde bulunmuşlardır (Joint Statement, 2014). Haziran 2015'te, Türkiye dahil on yedi DTÖ üyesi, 650'nin üzerinde vergi türü ve 2000'den fazla ürünü içeren bir liste üzerindeki vergilerde kesintiye gidilmesini tartışmak üzere Cenevre'de tekrar bir araya gelmişlerdir (BioRes, 2015a). Ürün listesinin tamamlanarak görüşmelerin Aralık 2015'te Nairobi'de düzenlenecek olan

2 Yirmi bir ülkeden oluşan APEİ grubu, 2012 yılında 54 türde uygulanan vergileri 2015 sonuna kadar %5 ya da daha aşağısına çekmek üzere taahhütte bulunmuştur.

DTÖ bakanlar konferansı sırasında sonuçlandırılmaya çalışılması beklenmektedir (BioRes, 2015b).

Çevresel Ürünler Anlaşmasının (*Environmental Goods Agreement - EGA*) katılımcıları yirmi bir ülkeli Asya Pasifik Ekonomik İşbirliği'yle (APEİ) elli dört vergi türü ve vergilerin %5'in altına düşürülmesi istenen ürünleri içeren bir liste hazırlamayı planladıklarını beyan etmişlerdir. AB, 2015'in sonunda tamamlanacak olan BM iklim görüşmeleriyle birlikte bir başarıya imza atmak için böyle bir anlaşmanın gerçekleştirilmesine en fazla destek sağlayan taraf konumundadır (BioRes, 2015a). Bu gelişmelerle birlikte çevresel ürünlerde uluslararası seviyede bir ticaret sistemi gelişmektedir. EGA, önümüzdeki yıllarda gelişimini sürdürecek olan "canlı bir anlaşma" olarak görülmektedir (European Commission, 2015f).

### 4.3.4. Çin'in Kömür Politikası

Küresel kömür piyasasını şekillendiren başlıca etkenlerden biri de Çin'in kömür enerjisini yönetme tarzıdır. Çin'in kömür politikaları üzerinde etkisi olabilecek olan diğer etkenler; iklim değişikliği ile ilgili küresel anlaşmanın son haline kavuşturulması, temiz enerjiye dair teknolojik gelişme seviyesi, yeni teknolojilerin maliyet etkinliği ve tüm dünyada ve Çin'de çevre korumasına ve sürdürülebilir kalkınmaya yönelik bölgesel direniş hareketlerinin artması ve kuvvetlenmesidir.

Kömür en ucuz enerji kaynağı olmasına rağmen çevreye olan etkilerinden dolayı pahalı bir yatırım halini almaktadır. Temiz kömür teknolojileriyle birlikte, kömür sektöründeki yatırım ve üretim devam edebilir, ancak yine de yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla bu teknolojilerin maliyetinin gelecekte dezavantajlı konumda olması beklenmektedir. Ayrıca, temiz kömür teknolojileriyle bile kömürün çevre üzerindeki etkileri ortadan kaldırılamamaktadır. Kömür yakıtlı enerji santralları ve kömür madenciliği için yapılan yatırımlara en büyük engel, hem ulusal hem de uluslararası düzeylerde gelecekte uygulanabilecek karbon emisyon cezaları ve gelecekteki çevre politikaları hakkındaki belirsizliklerdir (Thurbar, 2014).

Çin, dünyanın en büyük kömür tüketicisi konumundadır. Enerjisinin %70-80'ini kömürden üretmektedir. Dünyanın kömür tüketiminin neredeyse yarısı (%48) Çin'de gerçekleşmektedir. Çin, 2007 yılından bu yana kendi kaynakları yetmediği için kömür ithal etmektedir. Bununla birlikte, 2011 ile karşılaştırıldığında 2015'te daha az kömür tüketmeye başlamıştır. Çin bunu daha fazla yenilenebilir kaynak ve yeni teknolojiler kullanarak gerçekleştirebilmiştir (The Center for Media and Democracy, 2015).

Çin'in kömür tüketiminin sağlık üzerinde hayati öneme sahip etkileri bulunmaktadır. Bazı kentlerde hava kirliliği rekor düzeydeki rakamlara ulaşarak kabul edilebilir seviyeleri aşmıştır (Greenpeace web sitesi). Artan hava ve su kirliliğinin sonucu olarak, Çin hükumeti 2013 yılında emisyonları azaltmak üzere bir plan hazırlamıştır. Belirli pilot şehirlerde emisyon ticareti amaçlı karbon piyasaları oluşturulmuştur. Hükümet, 2011 yılında kömür ve bazı kirleticiler için yeni düzenlemeler hazırlamıştır. Bunun dışında, Çin'deki pek çok bina hava filtreleri kullanmaktadır ve sağlık giderleri de günden güne artmaktadır. Kısacası, yeni düzenlemeler ve politikalarla ve aynı zamanda sağlık etkileri nedeniyle, Çin'de ucuz kömür tüketiminin avantajı yavaş yavaş ortadan kalkmaktadır. Ayrıca Çin'deki hava ve su kirliliği kitlesel düzeyde protestolara neden olmaktadır. Çin hükümeti bir karbon vergisi bile düşünmektedir (The Center for Media and Democracy, 3 Temmuz 2015). Çin, son dönemde 2016'ya kadar dünyanın en büyük karbon piyasasını hayata geçireceğini açıklamıştır (BioRes, 2014).

Düşük karbon ekonomisine geçiş sürecinde olan AB'nin Çin ile olan ilişkisi de dünyadaki kömür piyasasının geleceği için oldukça önemlidir. Bu

ilişkinin *"küresel enerji dönüşümünün fiili lokomotifi"* olma potansiyeli mevcuttur (Simon, 2015).

### 4.4. Türkiye'nin Düşük Karbon Ekonomisine Geçişinde Kömüre Uygulanan Bölgesel ve Uluslararası Engeller

Bugünkü düşük karbon ekonomisine geçiş sürecinde kömürün çıkarılması ve yakılması ne çevresel açıdan ne de ekonomik olarak yeni dönemin gerekliliklerine uygun düşmektedir. Yeni politikalar ve düzenleyici çerçeve anlaşmalarıyla birlikte kömür tüketimi şimdiden masraflı hale gelmiştir. Dünyanın yeni gerçekliği ülkeleri yenilenebilir enerjilere yöneltmektedir. Yükselen bir ekonomi olan Türkiye için bu değişikliklerin bölgesel ve küresel düzeylerde takip edilmesi son derece önemlidir. Türkiye iklim ve çevre politikalarıyla ilgili düzenlemelerini AB ve dünyanın geri kalanıyla aynı çerçeveye oturtarak kalkınmasına devam edebilir. Bu bağlamda, Türkiye'nin yüzünü geleneksel fosil yakıtlardan ziyade yenilenebilir enerji kaynaklarına çevirmesi gerekmektedir. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yatırım yapabilmelidir. Bu şekilde bir enerji kaynağı olarak ithal kömüre olan bağımlılığını da azaltabilir, yatırımlarını AB direktiflerinin gereklerinden dolayı ortaya çıkan ilave masraflardan koruyabilir. Enerji politikasındaki bu tür değişiklikler Türkiye'yi düşük karbonlu bir yola doğru kanalize edeceğinden son derece önemlidir. Bu yöndeki politikalar Türkiye'nin emisyonlarını daha kolay yönetebilmesine ve böylece iklim değişikliğiyle küresel mücadelede kendisine bir yer edinmesine olanak verecektir. Bu durum, Türkiye'ye küresel alanda prestij sağlayacaktır. Türkiye, bu değişiklikleri uygulayarak düşük karbon ekonomisinin bir parçası olabilir, bu konuda geri planda kalanlarla kıyaslandığında rekabet avantajı elde edebilir. Bu sayede Türkiye önümüzdeki yıllarda dünyayı bekleyen zorluklara karşı hazırlık yaparak sürdürülebilir bir dünya için gelişmiş ülkelerle birlikte ileriye doğru hareket etme şansına sahip olabilir.

Türkiye, gerekli politika değişikliklerini yapmaması ve mevcut politikalarıyla devam etmesi halinde artan maliyetlerle karşı karşıya gelebilir. Türkiye ve AB arasındaki üyelik müzakereleri 2005 yılında başlamış ve Çevre Faslı 2009 yılında müzakereye açılmıştır. O dönemden bu yana Türkiye pek çok AB direktifini Türk hukuk sistemiyle uyumlaştırmıştır. Bundan dolayı, yukarıda belirtilen çevreyle ilgili çeşitli AB direktifleri[3] ve aynı zamanda da AB'nin üçüncü taraflarla temiz teknolojiler üzerine yaptığı çift taraflı anlaşmaları uyarınca, Türkiye'nin yeni teknolojileri edinmekte gecikmesi maliyetleri artıracak ve Türkiye'nin hem Avrupa hem de dünya piyasalarındaki rekabet avantajını azaltacaktır. Eski tesisler göz önünde bulundurulduğunda, bu direktiflerin kurallarına ayak uydurmak için gerekli değişiklikleri yapması oldukça masraflı olacaktır. Yeni tesisler için söz konusu direktifler uyarınca ilk yatırımların yapılması da yine oldukça masraflı olacaktır.

### 4.5. Sonuç

Fosil yakıt üretiminin çevre üzerindeki etkilerinin azaltılması için alınması gereken önlemlerden kaynaklanacak ek maliyetlerin önümüzdeki yıllarda tüm dünyada artması beklenmektedir. Buna rağmen, yenilenebilir enerji yatırım ve üretim maliyetlerinin yeni teknolojilerin oldukça hızlı gelişmesinden dolayı azalması beklenmektedir. Batı Avrupa, düşük karbon ekonomisine geçiş sürecindedir. Hedefler oluşturulmuş, gerekli politika ve düzenleyici çerçeveler de bu hedefle aynı düzleme oturtulmuştur. Bu şekilde Avrupa dünya üzerindeki çevresel etkilerini azaltacak ve düşük enerji maliyetlerinden dolayı dünya piyasalarında karşılaştırmalı bir avantaj elde edecektir.

3 Türkiye'nin AB mevzuatına uyumu üzerine kapsamlı bir analiz için, TEPAV'ın (2015) "Türkiye'nin Endüstriyel Emisyon Direktifiyle Uyumu: Bir Mevzuat Boşluğu Analizi ve Bunun Türk Enerji Sektöründeki Muhtemel Maliyetleri"ne bakınız. Söz konusu rapor şu linkten indirilebilir: http://www.tepav.org.tr/upload/files/haber/1427475571-5.Turkey___s_Compliance_with_the_Industrial_Emissions_Directive.pdf erişim 25.06.2015.

Gelecekteki muhtemel engeller ve kısıtlamalarla birlikte AB üyelik müzakereleri de göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye yenilenebilir enerji yatırımlarından büyük fayda sağlayabilir. Tüm dünyada maliyet rekabetçiliği ve gelişen politika ortamı yenilenebilir enerji sektörünün büyümesini hızlandırmaktadır. Bu gelişmelere paralel olarak, uluslararası iklim ve temiz enerji finansmanı miktarı da artış göstermektedir. Önümüzdeki yıllardaki enerji sektörü düşük karbon modele doğru hızla ilerlemektedir. Bu değişime ayak uydurabilen ve inisiyatif kullanabilen ülkeler, yenilenebilir enerji üretiminde lider olma fırsatını yakalayabilecek, geleceğin enerji sorunlarına karşı hazırlıklı olacak ve dünya piyasalarında mevcut özel fonlara erişebileceklerdir. Türkiye, enerji sektöründeki muhtemel bölgesel ve uluslararası engellere karşı hazırlıklı olabilmek için iç piyasasını teknik, siyasi, finansal, yasal ve düzenleyici temeller açısından destekleyici bir ortama sahip olacak şekilde hazırlayarak düşük karbon ekonomisine geçiş için kolaylaştırıcı bir ortam yaratmalıdır. Tüm bu çabaların görünür ve faydalı kılınması için Türkiye'nin uluslararası anlaşmalara uyması ve bu anlaşmaların gerekliliklerini yerine getirmesi son derece önemlidir. Türkiye eski politikalar tarafından yönlendirilmemeli ve kendini başarılı bir gelecekten mahrum bırakacak şekilde ek masraflar, engeller ve cezalarla karşı karşıya kalmamalıdır. Bunun yerine, Türkiye, mevcut koşullara uyum sağlamalı ve gelecekteki zorluklara karşı hazırlıklı olmak için ekonomisini karbonsuzlaştırmalıdır. Bu hepsinin ötesinde gezegenin sürdürülebilirliğini sağlayabilmek için tüm ülkelerin başlıca sorumluluğu olarak algılanmalıdır.

## Kaynaklar


BioRes (2015a, 24 June). "Environmental Goods Agreement trade talks look to hone product list". ICTSD – International Centre for Trade and Sustainable Development. http://www.ictsd.org/bridges-news/biores/news/environmental-goods-agreement-trade-talks-look-to-hone-product-list?utm_source=International+Centre+for+Trade+and+Sustainable+Development+%28ICTSD%29&utm_campaign=1abe52a8d2- erişim 21.06.2015.

BioRes (2015b, 13 May). "Environmental Goods Agreement talks review product list", ICTSD – International Centre for Trade and Sustainable Development. http://www.ictsd.org/bridges-news/biores/news/environmental-goods-agreement-talks-review-product-list erişim 25.06.2015.

BioRes (2014, 27 November). "China confirms 2016 national carbon market plans", ", ICTSD – International Centre for Trade and Sustainable Development. http://www.ictsd.org/bridges-news/biores/news/china-confirms-2016-national-carbon-market-plans erişim 20.06.2015.

Burns, Thaddeus (2009, 25 September). Presentation at the WTO Workshop on Environmental Goods and Services, 23-25 September, 2009, Geneva, Switzerland. https://www.wto.org/english/tratop_e/envir_e/wksp_goods_sept09_e/wksp_goods_sept09_e.htm erişim 27.06.2015.

Carrington, Damian (2014, 2 November). "IPCC: rapid carbon emission cuts vital to stop severe impact of climate change". *Guardian*. http://www.theguardian.com/environment/2014/nov/02/rapid-carbon-emission-cuts-severe-impact-climate-change-ipcc-report erişim 02.06.2015.

Directive2008/1/EC of the European Parliament and of the Council, January 15, 2008 concerning "Integrated Pollution Prevention and Control (codified version)", EUR-Lex, Access to European Union Law. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0001 erişim 18.06.2015.

Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council, November 24, 2010 on industrial emissions, EUR-Lex, Access to European Union Law. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32010L0075 erişim 12.06.2015.

European Commission, Climate Action (2015a, 8 May) "The 2020 Climate and Energy Package". http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm erişim 15.06.2015.

European Commission, Climate Action (2015b, 8 May) "Kyoto Second Commitment Period". http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/progress/kyoto_2/index_en.htm erişim 20.06.2015.

European Commission, Climate Action (2015c, 8 May) "2030 Framework for Climate and Energy Policies". http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index_en.htm erişim 15.06.2015.

European Commission, Climate Action (2015d, 8 May) "Roadmap for moving to a low-carbon economy in 2050". http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm erişim 15.06.2015.

European Commission, Climate Action (2015e, 8 May) "EU Greenhousegas emissions and targets". http://ec.europa.eu/clima/policies/g-gas/index_en.htm erişim 15.06.2015.

European Commission (2015f, 27 January). "The Green Goods Initiative: Liberalizing trade in environmental goods and services", *News Archive*. http://trade.ec.europa.eu/doclib/press/index.cfm?id=1116 erişim 01.07.2015.

Greenpeace Web Site. "Reduce air pollution". http://www.greenpeace.org/eastasia/campaigns/air-pollution/ erişim 02.07.2015.

Harvey, Fiona (2015, 3 July). "New coal plants 'most urgent' threat to the planet, warns OECD head", The *Guardian*. http://www.theguardian.com/environment/2015/jul/03/new-coal-plants-most-urgent-threat-to-the-planet-warns-oecd-head erişim 05.07.2015.

Hope, Mat (2014, 16 July) "The Future of Coal in China, India, Australia, the US , EU and UK", *The Carbon Brief*. http://www.carbonbrief.org/blog/2014/07/the-future-of-coal-in-china-india-the-us-eu-and-uk/ erişim 21.06.2015.

Industrial Emissions, EUR-Lex (2013, 12 November). http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=URISERV:ev0027 erişim 14.06.2015.

Joint Statement Regarding Trade In Envıronmental Goods (2014, 24 January). Europa web site, Trade. http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2014/january/tradoc_152095.pdf erişim 28.06.2015.

Juncker, Jean-Claude (2014, 15 July). "A New Start for Europe: My Agenda for Jobs, Growth, Fairness and Democratic Change: Political Guidelines for the next European Commission", Opening Statement in the European Parliament Plenary Session. http://www.eesc.europa.eu/resources/docs/jean-claude-juncker---political-guidelines.pdf erişim 25.06.2015.

OECD, IEA, ITF, NEA (2015). "Aligning Policies for a Low-carbon Economy", OECD Publishing, Paris.http://www.oecd-ilibrary.org/environment/aligning-policies-for-a-low-carbon-economy_9789264233294-en erişim 05.07.2015 erişim 28.06.2015.

Simon, Frederic (2015, 29 June). "EU slipping down China's clean tech agenda", *Euractive*. http://www.euractiv.com/sections/global-europe/eu-slipping-down-chinas-clean-tech-agenda-315790 erişim 01.07.2015.

The Center for Media and Democracy (2015, 3 July). "China and Coal". http://www.sourcewatch.org/index.php/China_and_coal#World_Bank_plans_to_limit_financing_of_coalfired_power_plants erişim 04.07.2015.

Thurbar, Mark (2014, 30 October). "Perspectives on China and the Global Coal Market", Second IEA-IEF-OPEC Symposium on Gas and Coal Markets, International Energy Agency, Paris. http://www.iea.org/media/workshops/2014/iea-ief-opecsymposium/12Thurber.pdf erişim 30.06.2015.

WTO News (2015, 15 April). "Azevedo seeks further cooperation with Energy Charter to support Access to energy", Speeches – DG Roberto Azevedo. https://www.wto.org/english/news_e/spra_e/spra55_e.htm erişim 22.06.2015.

# BÖLÜM 5
# KÖMÜRLE ÇALIŞAN TERMİK SANTRALLAR VE SAĞLIK ETKİLERİ

Ali Osman Karababa

Ülkemizin enerji üretiminde başta fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğalgaz) olmak üzere su (hidroelektrik), az miktarda rüzgâr, çok az miktarda jeotermal ve güneş gibi kaynaklar kullanılmaktadır. Türkiye'de var olan enerji üretiminin yaklaşık beşte biri ise kömürle çalışan termik santrallardan sağlanmaktadır. Bu santrallara ek olarak yaklaşık 80 yeni kömürle çalışacak termik santral yapılması planlanmaktadır (HEAL, 2015).

Enerji üretim süreçlerinde bugüne kadar doğaya, yaşama zarar vermeyen bir teknoloji bulunamamıştır. Ancak rüzgâr ve güneşin yaşam kaynakları gözetilerek kurulması koşuluyla diğerlerine göre daha az zararlı olduğu bilinmektedir. Tablo 1'de görüldüğü gibi rüzgâr ve güneş enerjisi dışında tüm enerji kaynaklarının farklı düzeylerde çevreye ve sonuçta insan sağlığına olumsuz etkileri bulunmaktadır. Kömürle çalışan termik santrallar ise çevresel etkileri açısından en riskli kaynak olup, kömürün sağlandığı alanların çok büyük oranda açık maden ocağı olması nedeniyle, çevrelerinde yeşil örtünün yok edilmesi yüzünden ciddi ekolojik yıkıma ve görsel kirliliğe neden olurlar. Bunların yanı sıra madenin çıkarılması ve taşınması sırasında kullanılan büyük araçlardan kaynaklanan hava ve gürültü kirliliği ile yol tahribatından ve iş kazalarından da bahsetmek gereklidir.

**Tablo 1. Enerji kaynaklarının üretim süreçlerindeki çevresel etkileri**

| Enerji kaynağı | Hava kirliliği | Su kirliliği | Toprak kirliliği | Gıda kirliliği | Radyasyon | Asit yağmuru | Görüntü kirliliği | İklim değişikliği |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kömür | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Petrol | X | X | X | X | - | X | X | X |
| Doğalgaz | X | X | X | X | - | X | X | X |
| Nükleer | X | X | X | X | X | - | X | - |
| Hidroelektrik | - | X | X | X | - | - | X | X |
| Rüzgar | - | - | - | - | - | - | X | - |
| Güneş | - | - | - | - | - | - | X | - |
| Jeotermal | - | X | X | X | | - | X | - |

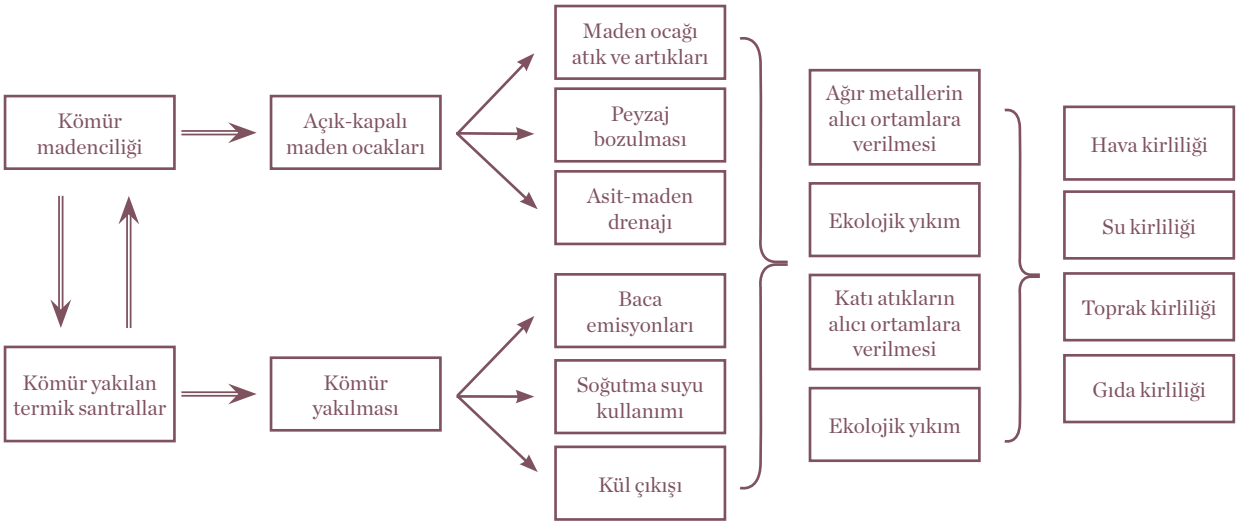
### 5.1. Kömürün Çevreye Etkileri

Kömürle çalışan termik santrallar temel ilke olarak doğadan, açık veya kapalı kömür ocaklarından çıkarılan farklı kalitelerde kömürü (en düşük kaliteli linyitten, kaliteli taşkömürüne kadar) bir yatakta yakıp elde edilen ısı enerjisiyle suyun ısıtılıp buhara dönüştürülmesi ve bunun bir buhar türbininde elektrik enerjisine dönüştürülmesi şeklinde çalışır. Kömürün türüne göre yakma işlemi sonunda yararlandığımız ısıl enerji dışında farklı miktar ve niteliklere sahip kül ve baca gazı ortaya çıkar. Küller genelde suyla karıştırılıp akışkan hale getirilerek taşınıp bir depolama alanında (kül barajı) çökeltilip saklanır. Bacadan gaz halindeki atıklarla birlikte çıkan külün önemli bir bölümü ise bacaya monte edilen genelde elektrostatik filtrelerle tutulur, diğerleri ise atmosfere verilir. Bazı santrallarda sisteme eklenen desülfrizasyon ünitesiyle baca gazındaki kükürt tutulur. Ancak ülkemizdeki santralların çok azında bu ünite bulunmaktadır.

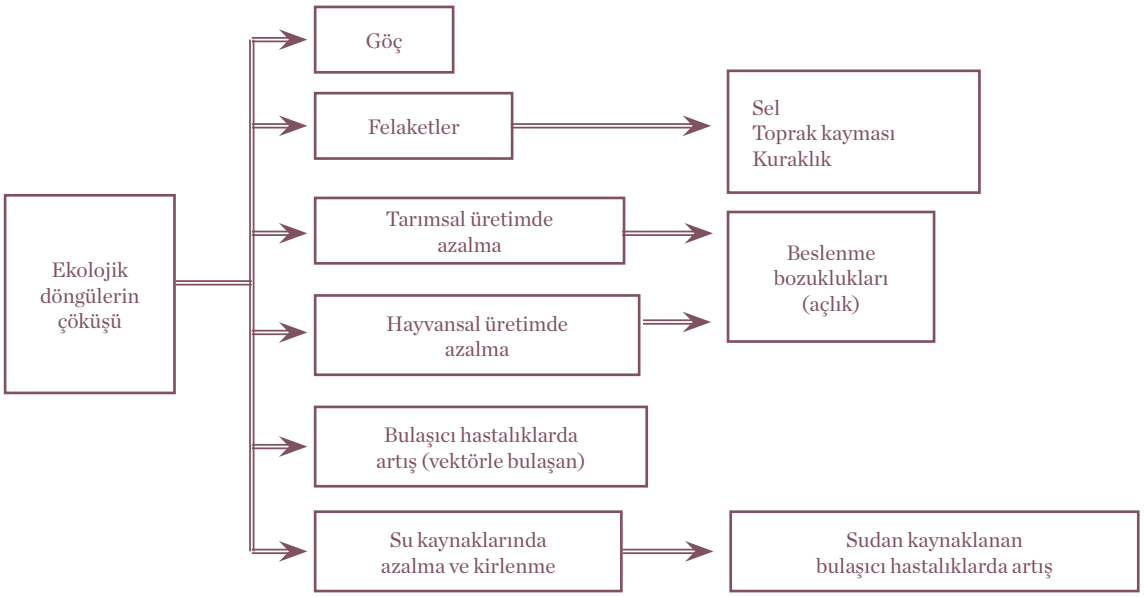
Fosil yakıtlar içinde en kirli kaynak olarak bilinen kömürün yakılmasıyla enerji elde edilen termik santrallar çevreyi en çok kirleten, hava kirliliğine en çok neden olan endüstri dalları sıralamasında en ön sırada yer almaktadır. Ülkemizde, termik santralların bir bölümünde kullanılan yerel linyit kömürünün çok düşük kalorili olması nedeniyle, kullanılan kömür miktarının çok artması ve bu artışa paralel olarak çok yoğun çevre kirliliğine neden olmaları kaçınılmaz bir gerçekliktir.

Kömür yakılarak enerji elde edilen termik santralların çalışma biçimleri göz önünde bulundurulduğunda, çevresel etkileri Şekil 1'de belirtilen şekilde değerlendirilebilir. Kömürün açık veya kapalı maden ocaklarından (ülkemizde linyit kömürü işletmeleri açık maden ocağı biçimindedir) çıkarılıp termik santrallara taşınması, bu tesislerde yakılması ve enerji elde edilmesi süreci doğa açısından kabul edilebilir bir süreç değildir.

**Şekil 1. Kömür yakılarak enerji elde edilen termik santralların çevresel etkileri**



**Şekil 2. Ekolojik yıkımların çevre ve insan sağlığı üzerindeki beklenen etkileri (WHO, 2005)**

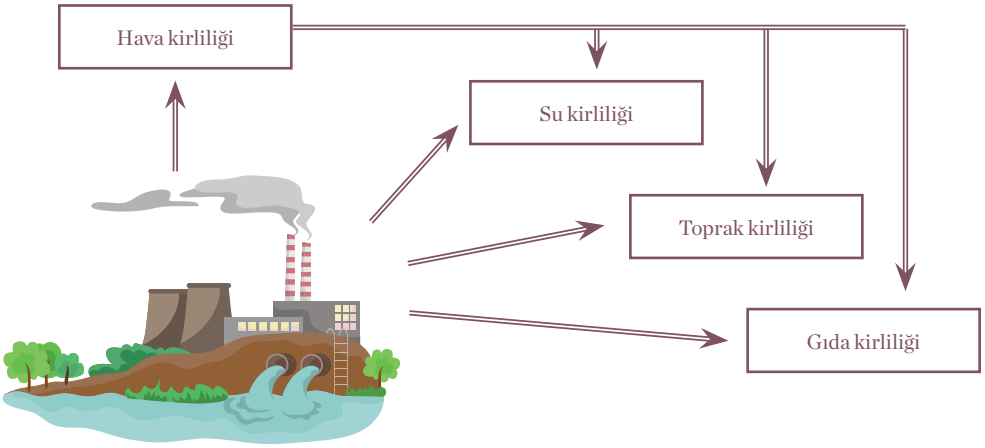



Tüm açık maden ocağı işletmelerinde olduğu gibi, kömürün bulunduğu alanlarda da ilk gerçekleştirilen sıyırma işlemi, yani toprağın üzerindeki yeşil örtünün tamamen yok edilmesi, ardından pasa adı verilen cevher içermeyen toprağın kazınması ve sonunda cevherin çıkarılmasıdır (Holmes, 2003). Kömür çıkarılan açık maden ocaklarının büyüklüğü, bu çalışmalar sonucu açılan devasa çukurlar ve ekosistemin çökertilmesi sonucunda Şekil 2'de görüldüğü gibi sel, toprak kayması, kuraklık gibi felaketler; ileri erimde göçler ve çevre kirliliği (özellikle su ve toprak dolayısıyla da gıda) gibi insan sağlığını ciddi boyutta etkileyecek sorunlarla karşılaşılabilmektedir.

Doğada bulunan canlı ve cansız ögelerin bu süreçten etkilenmeden kalabilmesi olası değildir. Özellikle de insan sağlığı göz önünde bulundurulduğunda, yaşam dediğimiz sürecin gerçekleştiği üç alıcı ortamın (hava, su ve toprak) ve bu alıcı ortamların bileşkesinde ürettiğimiz gıdalarımızın (Şekil 3), bu koşullarda, yaşamı destekleyecek düzeyde temiz kalabilmesi söz konusu değildir.

Madencilik ve maden işletmeciliğinden kaynaklanan riskler, genel çerçevede, işletme atıklarının depolandığı atık baraj gölü, atık taşınması, pasa depolanması, asit-kaya drenajı oluşumu, atıklardan kaynaklanan tozlanma, rehabilitasyon yapılmaması ve gaz ve sıvı atıklara yönelik ortaya çıkmaktadır. Risk oluşması halinde alıcı ortamlar kirlenmektedir. Ortaya çıkan çevre kirleticileri ise ağır metaller, radyoaktif izotoplar ve bazı kimyasallar olmaktadır (Tablo 2).

**Şekil 3. Termik santralların çevre kirliliği etkileri**




**Tablo 2. Madencilik ve maden işletmeciliğinde oluşan riskler, etkilenen alanlar ve ilgili toksik bileşenler (MIT, 2013)**

| Risk | Etkilenen alan | İlgili toksik bileşenler |
|---|---|---|
| Atık baraj gölünün aşırı yüklenmesi | Yeraltı suları, yüzey suları, toprak | **Su kirleticileri:**<br>- olguların çoğunda radyonüklidler, çoğunlukla toryum ve uranyum<br>- ağır metaller,<br>- asitler<br>- floridler<br><br>**Hava kirleticileri:**<br>- olguların çoğunda radyonüklidler, çoğunlukla toryum ve uranyum<br>- ağır metaller,<br>- HF, HCl, $SO_2$ vb. |
| Atık baraj gölü duvarının kötü yapım nedeniyle çökmesi | Yeraltı suları, yüzey suları, toprak | |
| Atık baraj gölü duvarının deprem nedeniyle çökmesi | Yeraltı suları, yüzey suları, toprak | |
| Boru sızıntısı | Yeraltı suları, yüzey suları, toprak | |
| Atık havuzunun tabanında sızdırmazlığın sağlanmaması | Yeraltı suları | |
| Atık kaya yığınlarının yağmura maruz kalması | Yeraltı suları, yüzey suları, toprak | |
| Atık kayalar ve pasa'dan toz çıkışı | Hava, toprak | |
| Madencilik girişimleri sonrasında alanda rehabilitasyon yapılmaması | Toprak kullanımı, uzun erimli toprak kirlenmesi | |
| Baca gazının filtre edilmemesi | Hava, toprak | |
| Atık su arıtmasının olmayışı | Yüzey suları | |

Kömür yakılarak enerji elde edilen termik santrallardan çevreye, alıcı ortamlara, verilen zararlı atıklar aşağıdaki gibi sıralanabilir (MIT, 2013; EPA, 2015; Vardar ve Yumurtacı, 2010; Avcı, 2005; Öztürk ve Özdoğan, 2004; Curezone, 2015):

- Havada asılı tanecikler
- Kükürt dioksit
- Azot oksitler
- Karbondioksit
- Karbon monoksit
- Uçucu organik bileşikler (VOC)
- Dioksinler
- Hidroklorik asit
- Kül
- Radyoaktif maddeler
- Ağır metaller (arsenik, krom, kadmiyum, kurşun, cıva, bakır, vanadyum, nikel, çinko, selenyum, antimon)

Ülkemizde termik santralların yapıldığı yerler değerlendirildiğinde, yer seçimi konusunda çok ciddi sıkıntılar yaşandığı görülmektedir. Özellikle kömürle çalışan termik santralların madene yakın yerlere kurularak taşıma maliyetinin azaltılması yönündeki girişimler, ciddi bilimsel hataları ve toplumsal direnişleri beraberinde getirmektedir. Bunun en önemli örnekleri Aliağa, Gerze ve Bursa'dır. Bu bağlamda Türkiye'nin turizmi açısından çok önemli bir yere sahip olan Muğla ilinde yer alan üç termik santralın çevre etkilerinden özellikle bahsetmek gerekmektedir. Yatağan, Yeniköy ve Kemerköy termik santralları birbirlerine 10-40 kilometre gibi çok yakın konumda olan, bu yüzden de etkilerinin birlikte (kümülatif olarak) değerlendirilmesi gereken insan ve çevre sağlığı riskleri nedeniyle sürekli gündemde olan üç 1. sınıf gayri sıhhi kurumdur (Çevre mevzuatına göre insan sağlığını çok ciddi boyutlarda etkileyen kurum anlamına gelmektedir). Bu üç santralın ürettikleri enerji kapasitelerine göre çevreye verdikleri hava kirliliği yaratan zararlı kirleticiler bu alandaki standart verilerden hareketle hesaplanarak Tablo

**Tablo 3. Yatağan, Yeniköy ve Kemerköy Termik Santrallarının kirletici etkileri**

| Kirletici Etki | Yatağan (630 MW) | Yeniköy (420 MW) | Kemerköy (630 MW) | TOPLAM |
|---|---|---|---|---|
| Termal Etki (Kcal/sn) | 2.394.000 | 1.596.000 | 2.394.000 | 6.384.000 |
| Kükürt dioksit (ton/yıl) | 238.500 | 189.000 | 283.500 | 756.000 |
| Azot oksitleri (ton/yıl) | 163.800 | 109.200 | 163.800 | 436.000 |
| Karbon monoksit (ton/yıl) | 4.725 | 3.150 | 4.725 | 12.600 |
| Katı parçacıklar (ton/yıl) | 22.050 | 14.700 | 22.050 | 58.800 |
| Hidrokarbonlar (ton/yıl) | 1.575 | 1.050 | 1.575 | 4.200 |
| Kül (ton/yıl) | 35.280 | 23.520 | 35.280 | 94.080 |

3'te sunulmuştur. Tabloda aktarılan verilerin değer olarak büyüklüğü yörenin ne denli önemli bir çevresel risk altında bulunduğunu göstermektedir. Tabloya standart veriler olmadığından radyoaktivite ve ağır metal miktarları konulmamıştır.

Termik santralların çevreye verdiği hava kirliliğine neden olan ögelerin solunan havadaki miktarının az veya çok oluşu, yoğunlukları, yayılma alanlarının genişliği, etki süreleri aşağıdaki özelliklere göre değişmektedir (MEB, 2011):

- Kirletici yayan bacanın yüksekliği
- Kullanılan yakıtın niteliği ve niceliği
- Bölge veya yerin topografik yapısı
- Meteorolojik koşullar (rüzgâr hızı, yağışlar gibi)
- Yanlış yer seçimi
- Yanma ürünlerinin filtre edilmeden atmosfere salınması
- Geri teknoloji kullanımı

Termik santrallardan çevreye verilen atıklardan kaynaklanan sorunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Avcı, 2005; Uslu, 1991a,b):

- Doğal flora ve vejetasyon üzerine etki
- Tarım ürünleri üzerine etki
- İnsanlar üzerine etki
- Yabanıl yaşam üzerine etki
- Toprak üzerine etki
- Yüzeysel sular üzerine etki
- Yer altı suları üzerine etki
- Hava üzerindeki etki
- Yerleşim yerleri ve ören yerleri üzerindeki etki

Havadaki kirleticilerin sağlığa yukarda belirtilen doğrudan etkileri yanında dolaylı etkileri de bulunmaktadır. Bunlar:

- İçme ve sulama suyu kaynaklarının kirlenmesi
- Bitki örtüsünün zarar görmesi
- Mikro klima değişiklikleri (Ortamdaki nem oranı, sıcaklık, sıcaklık değişim hızı, rüzgârlar ile)

Termik santrallardan kaynaklanan kükürt dioksit ve azot oksitleri havadaki suyla birleşip asit yağmurlarına neden olurlar. Asit yağmuru bitkilerin yapraklarında ölüme neden olarak kısa erimde bitki yaşamı için olumsuz etki yaratırlar. Bunun yanında toprağın pH'sını asit yöne çekerek dengesini bozar ve bitkilerin kronik etkilenmesine sonuçta o toprakta yetişen bitkilerin ölümüne neden olur (MEB, 2011; Müezzinoğlu, 2000; Güler, 2012). Bölgenin toprak ekosistemi bozulur. Bu da uzun erimde bitkilerin yanında yabanıl yaşamı, insan yaşamını olumsuz etkiler. Yöredeki tarımsal üretim azalır, hatta yok olur. Bu nedenle devlet termik santral çevresindeki tarım alanlarının sahiplerine sürekli olarak tazminat ödemek zorundadır. Bu bölgelerde yeşil örtünün kaybı nedeniyle erozyon ve sellerde artış da gündeme gelir (MEB, 2011).

Yine asit yağmuru binalarımızın ömrünü olumsuz yönde etkiler. Binaların dış cephelerinde oluşturduğu tahribat sık sık tamirlere, bu nedenle ekonomik kayıplara neden olur. Ülkemizdeki ören yerlerinin de asit yağmurlarından önemli düzeyde olumsuz etkilendiği bilinmektedir (Müezzinoğlu, 2000).

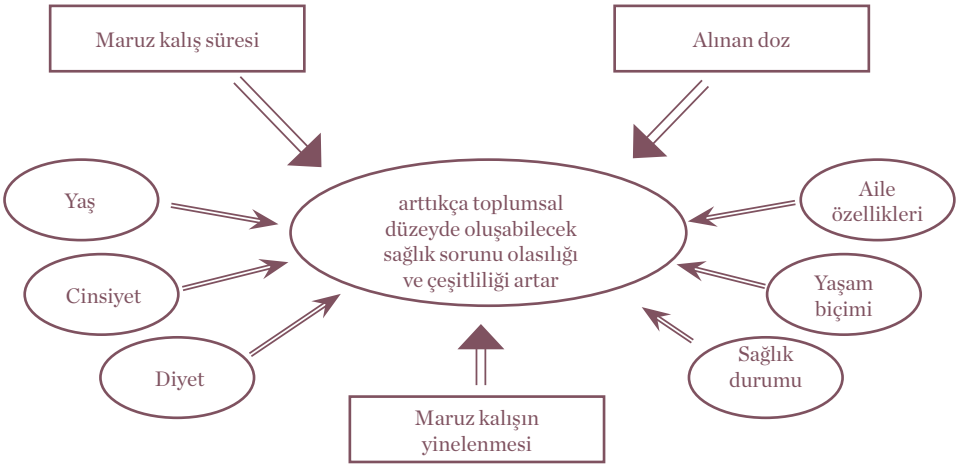
Termik santral atıkları bölgedeki yer altı ve özellikle yerüstü sularının asitlenmesine, kimyasal açıdan kirlenmesine neden olmaktadır. Bu da insan sağlığını uzun erimde olumsuz yönde etkilemektedir. Günümüz koşullarında ülkemizdeki su sıkıntısının giderek artacağı düşünüldüğünde bu etkinin ne denli yaşamsal önemi olduğu kendiliğinden anlaşılmaktadır.

### 5.2. Hava Kirliliği ve Sağlık

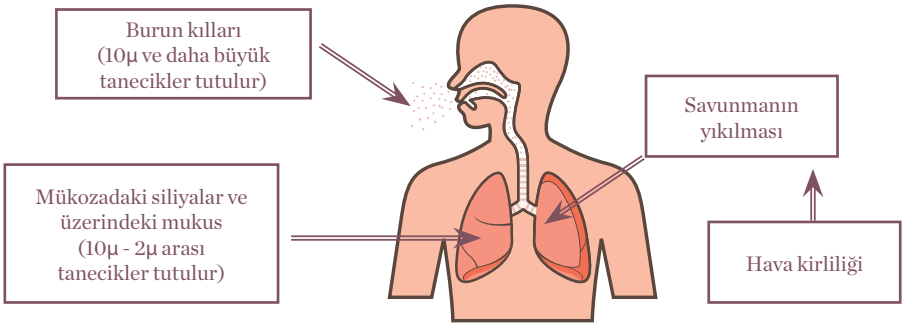
Hava kirliliğinin sağlık üzerine etkileri 1950'lerden bu yana yapılan araştırmaların ve özellikle 1980'lerden sonra bu alanda yapılan epidemiyolojik çalışmaların ortaya koyduğu bilimsel kanıtlarla yeterince anlaşılmıştır.

Bu bilgi birikimi üzerinden 17 Eylül 2013 tarihinde Dünya Sağlık Örgütü'nün bir alt bileşeni olan Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) dış ortam hava kirliliğini insanlarda kansere yol açan nedenler (Grup 1) arasına dahil etmiştir. IARC bilimsel literatürün sağladığı kanıtlara göre dış ortam hava kirliliğinin akciğer kanserine neden olduğunu duyurmuştur. Bunun yanında IARC, dış ortam hava kirliliğinin mesane kanseri için de artan oranda risk faktörü olduğunu bildirmiştir. Dış ortam hava kirliliğinin önemli bir bileşeni olan havada asılı tanecikler (PM) de insanlarda Grup 1 kanser yapıcı etkenler arasında sayılmıştır (IARC, 2014).

**Şekil 4. İnsanın çevresel etkenlerden etkilenmesini belirleyen faktörler**




**Şekil 5. Solunum sistemi savunma mekanizması ve hava kirliliğinin etkisi**



Gündelik yaşamımızda yarattığı sağlık sorunları açısından yadsınamaz önemi bilimsel verilerle böylesine net olarak ortaya konulan hava kirliliğinin insan üzerindeki etkileri Şekil 4'te aktarıldığı gibi çok bileşenli bir etkileşim sürecinin sonucudur. Ortamdaki kirleticilerin yoğunluğu ve etkileşim sürecinin uzunluğu en önemli faktörler olmakla beraber diğer ögelerin de etkisiyle sağlık sorunları ile karşılaşılmaktadır.

Solunum sistemimizde Şekil 5'te görüldüğü gibi, dışardan gelen etkenlere yönelik bir savunma sistemi bulunmaktadır. Savunma burun kıllarıyla başlamaktadır. Bu aşamada solunan havada bulunan 10 mikron ve daha büyük tanecikler tutulur. Sonrasında solunum sistemi mukozasında bulunan siliyalar ve üzerindeki mukus tabakası görevi devralır. Burada ise 2 mikrona kadar olan tanecikler tutularak solunumun gerçekleştiği alveollerle ulaşmaları engellenir. Ancak sürekli kirli havanın bulunduğu bölgelerde yaşayanlarda ve sigara içenlerde siliyalar zamanla işlevsizleştiğinden, savunmanın bu bölümü çöker ve akciğerler dış tehlikelere büyük oranda açık hale gelir. Kişi hem kirli havanın bulunduğu ortamda yaşıyor ve hem de sigara içiyorsa savunma sisteminin çöküş süreci daha hızlı olur.

Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Moeller, 2005):

- Solunum sistemi enfeksiyonlarına yatkınlık
- Allerjik solunum sistemi hastalıklarında alevlenmeler
- Kronik obstrüktif akciğer hastalığında alevlenmeler
- Gözde irritasyon
- Solunum sistemi kanserleri
- Solunum ve dolaşım sistemi hastalıklarının görülme sıklığında artma
- Solunum ve dolaşım sistemi hastalıklarına bağlı ölüm oranlarında artma

Hava kirliliğinin yoğunlaştığı dönemlerde ölümler ve hastaneye başvurular ile havadaki kirleticilerin konsantrasyonu arasında ilişki bulunduğu, birlikte artış veya azalış gösterdikleri araştırmalarla kanıtlanmıştır (Tecer, 2013; Peel vd, 2005).

Yatağan'da termik santral kaynaklı hava kirliliğinin yoğunlaştığı, toplumsal tepkilerin arttığı 2000 yılında Türk Tabipleri Birliği'nin görevlendirdiği bir uzman ekibin yörede yaptığı değerlendirmelerde solunum sistemi hastalıkları nedeniyle Yatağan Devlet Hastanesi'nde yatarak sağaltım gören hasta oranı, aynı hastalık grubu nedeniyle Muğla merkezindeki hastanelerde yatan hastalara oranla 2 kat fazla; bronşit, astım ve amfizem grubu hastalıklar için ise bu oran 3 kat fazla bulunmuştur. (Uçku vd, 2000).

Yapılan araştırmalarda termik santralların oluşturduğu hava kirliliği nedeniyle yörede yaşayan insanların solunum fonksiyonlarında azalma belirlenmiştir (Pala, 2012).

Hava kirliliğinden en çok etkilenen risk grupları ise şunlardır (Uçku vd, 2000; Peled, 2011):

- Bebekler, gelişme çağındaki çocuklar
- Gebe ve emzikli kadınlar
- Yaşlılar
- Kronik solunum, dolaşım sistemi hastalığı olanlar
- Endüstriyel işletmelerde çalışanlar
- Sigara kullananlar
- Düşük sosyoekonomik grup

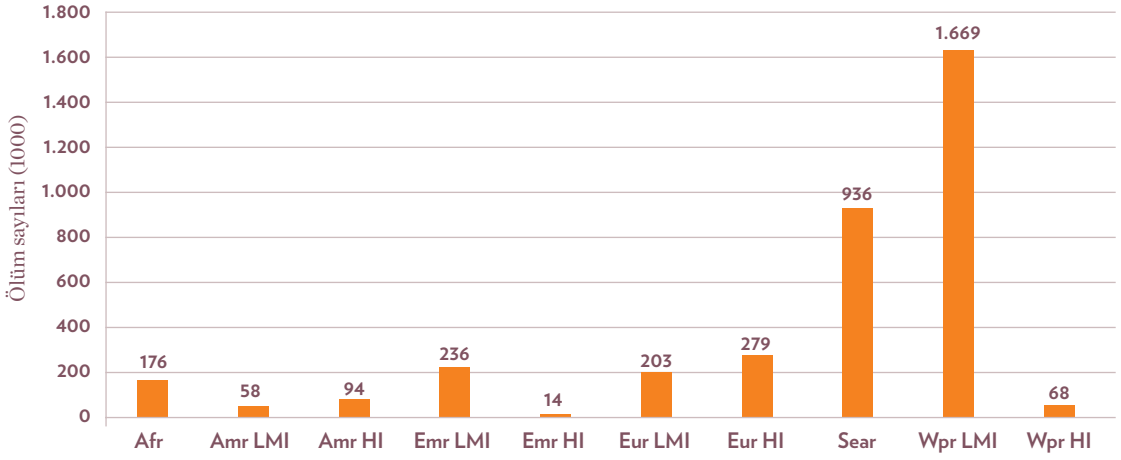
Hava kirliliğinin kısa erimde neden olduğu ölümlere bazı tarihsel örnekler bulunmaktadır. Bunlardan bir bölümü aşağıda verilmiştir (Müezzinoğlu, 2000; Wikipedia, 2015):

- 1930, Belçika, Mesue Vadisi : 60 ölü
- 1948, Donora, Pennsylvania: 20 ölü, 7000 hasta

- 1952, Londra: 4000 ölü (12.000'e ulaştığı da belirtilmekte)
- 1948-1962, Londra: 3500 ölü
- 1953, 1963 ve 1966, New York: Toplam 1000 ölü

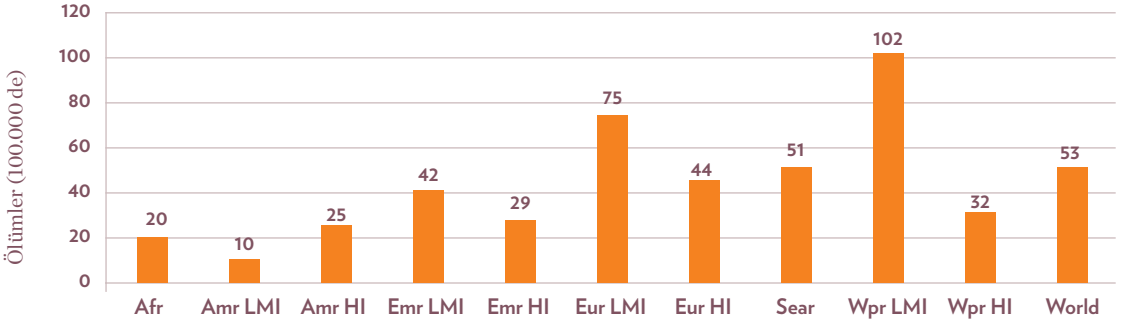
Dış ortam hava kirliliğine bağlı olarak 2012 yılında küresel düzeyde, 3,7 milyon ölüm görüldü. Bu ölümlerin %88'i, dünya nüfusunun %82'sini oluşturan düşük ve orta gelir düzeyine sahip ülkelerde gerçekleşti. Dış ortam hava kirliliğine bağlı ölümlerin 1,67 milyonu Batı Pasifik bölgesinde, 936.000'i

**Şekil 6. Bölgelere göre dış ortam hava kirliliğine atfedilen ölüm sayıları (1000) (WHO, 2012)**




**Amr:** Amerika; **Afr:** Afrika; **Emr:** Doğu Akdeniz; **Eur:** Avrupa; **Sear:** Güneydoğu Asya, **Wpr:** Batı Pasifik; **LMI:** Düşük ve orta gelir; **HI:** Yüksek gelir

**Şekil 7. Bölgelere göre dış ortam hava kirliliğine atfedilen ölümler (100.000'de) (WHO, 2012)**

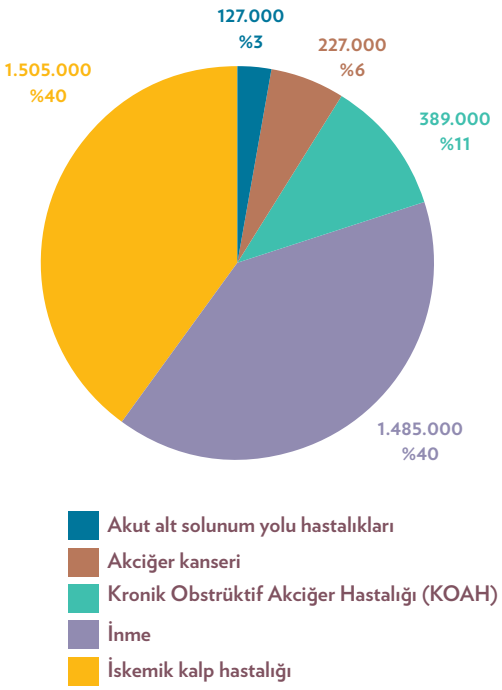



**Amr:** Amerika; **Afr:** Afrika; **Emr:** Doğu Akdeniz; **Eur:** Avrupa; **Sear:** Güneydoğu Asya, **Wpr:** Batı Pasifik; **LMI:** Düşük ve orta gelir; **HI:** Yüksek gelir; **World:** Dünya

Doğu Asya bölgesinde, 236.000'i ise Doğu Akdeniz bölgesinde gözlendi. Ölenlerin yaş ve cinsiyetine göre dağılımına bakıldığında %53'ünün (1.937.000) 25 yaş ve üzeri erkek, %44'ünün (1.632.000) 25 yaş ve üzeri kadın, %3'ünün (127.000) ise 5 yaş altı çocuklar olduğu görüldü. Ölüm nedenleri içinde ise iskemik kalp hastalıkları ve inme %40'ar oranla ön sırada yer aldı (Şekil 6, 7, 8)(WHO, 2012).

Astım atakları, solunum sistemi hastalıkları, iskemik kalp hastalığı ve zamansız ölümler gibi önemli toplum sağlığı sorunları olan tüm bu hastalıkların nedeni termik santralların oluşturduğu hava kirliliğidir. Clean Air Task Force verilerine göre bu sorunların boyutu Tablo 4'de özetlenmiştir (Schneider, 2004).

**Şekil 8. 2012 yılında dış ortam hava kirliliğine bağlı ölümlerin hastalıklara göre dağılımı (WHO, 2012)**




**Tablo 4. Amerika Birleşik Devletleri'nde termik santralların sağlık etkileri (yıllık)**

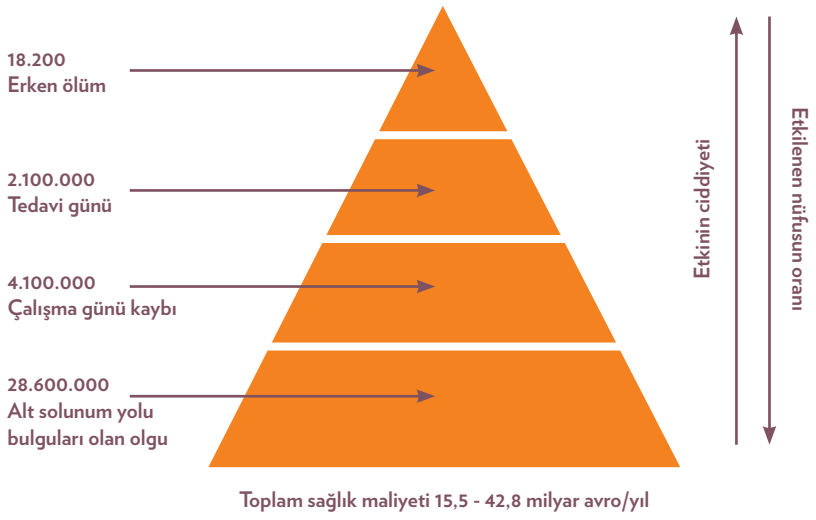
| Sağlık etkileri | Olgu sayıları |
|---|---|
| Ölüm | 23.600 |
| Hastaneye yatış | 21.850 |
| Astım nedeniyle acil servis başvurusu | 26.000 |
| Koroner atak | 38.200 |
| Kronik bronşit | 16.200 |
| Astım atağı | 554.000 |
| İşgünü kaybı | 3.186.000 |

### 5.3. Kömürlü Termik Santralların Sağlık Etkileri

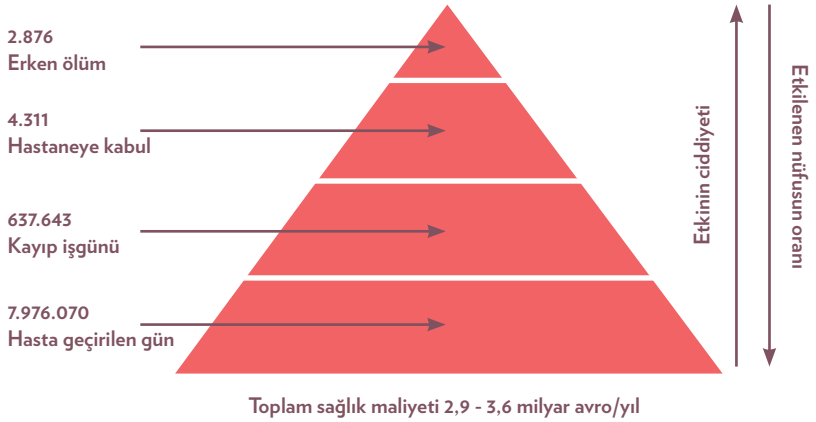
Avrupa Birliği'nde çalışmalar yürüten bir sivil toplum kuruluşu olan The Health and Environment Alliance (HEAL) tarafından hazırlanan rapora göre 27 Avrupa Birliği ülkesindeki termik santralların toplam sağlık etkileri Şekil 9'da görülmektedir. Rapora göre yılda 18.200 erken (prematür) ölüm termik santrallarla ilişkilendirilmiştir. Bu her yıl ortalama yaşam süresini doldurmadan ölen insan sayısını göstermektedir. Sağlık sorunları nedeniyle çalışamayanlar nedeniyle kaybedilen çalışma günü sayısı 4.100.000 olarak bulunmuştur. Sağlığın parasal karşılığını etik olarak ölçmek olası olmamakla beraber, ekonomistler tarafından yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen değerler şekilde görüldüğü gibi sağlık etkilerinin maliyetinin 42.8 milyar avro gibi oldukça büyük rakamlara ulaştığını göstermektedir (Jensen, 2013).

HEAL raporunda kullanılan yöntemle Türkiye için yapılan değerlendirmeden çıkarılan kömürle çalışan termik santralların etkileri "Ödenmeyen Sağlık Faturası" adlı raporda yayınlanmıştır. Rapora göre Türkiye'de halen çalışan termik

Şekil 9. Avrupa Birliği'nde kömürle çalışan termik santralların sağlık etkileri (Jensen, 2013)




Şekil 10. Türkiye'de taşkömürü ve linyitle çalışan termik santralların kirletici salımları ile bağlantılı sağlık etkileri



santralların sağlık maliyeti en az 2876 erken ölüm, 637.643 yitirilen işgünü ve 3,6 milyar avro olarak hesaplanmıştır (Şekil 10) (Heal, 2015).

Ödenmeyen Sağlık faturası adlı raporda Türkiye'de solunum sistemi hastalıklarının değerlendirilmesinde; 5 milyon KOAH hastası bulunduğu (500.000 vakaya tanı konulabilmiş), 2 milyon çocuğun astımlı olduğu, yetişkinlerin %5-7'sinde astım görüldüğü; 2014 yılında 25.658 kişinin akut solunum yolu hastalıkları nedeniyle, 23.642 kişinin ise solunum sistemi kanserleri nedeniyle yaşamını yitirdiği belirtilmiştir (Heal, 2015).

HEAL raporuna göre kömürle çalışan termik santrallara bağlı sağlık etkileri ise etkilenen organlar ve dokular üzerinden aşağıdaki gibi verilmektedir (Jensen, 2013):

*Akciğerler:* İnflamasyon, oksidatif stres, KOAH'da hızlı ilerleme ve alevlenme, solunum sistemi hastalıkları semptomlarında artış, pulmoner reflekslerin etkilenmesi, akciğer fonksiyonlarında azalma, akciğer kanseri riskinde artış.

*Kalp:* Kalbin otonomik fonksiyonunda bozulma, oksidatif stres, disritmik duyarlılık artışı, kardiyak repolarizasyon bozukluğu, miyokardiyal iskemide artış.

*Beyin:* Serebrovasküler iskemide artış, dikkat eksikliği, hiperaktivite bozukluğu.

*Damarlar:* Damar tıkanıklığı, plaklarda hızlı ilerleme ve destabilizasyon, endotel disfonksiyonu, vazokonstriksiyon ve hipertansiyon.

*Kan:* Akış değişimi, koagülabilitede artış, parçacıklarda yer değişimi, periferik tromboz, oksijen doygunluğunda azalma.

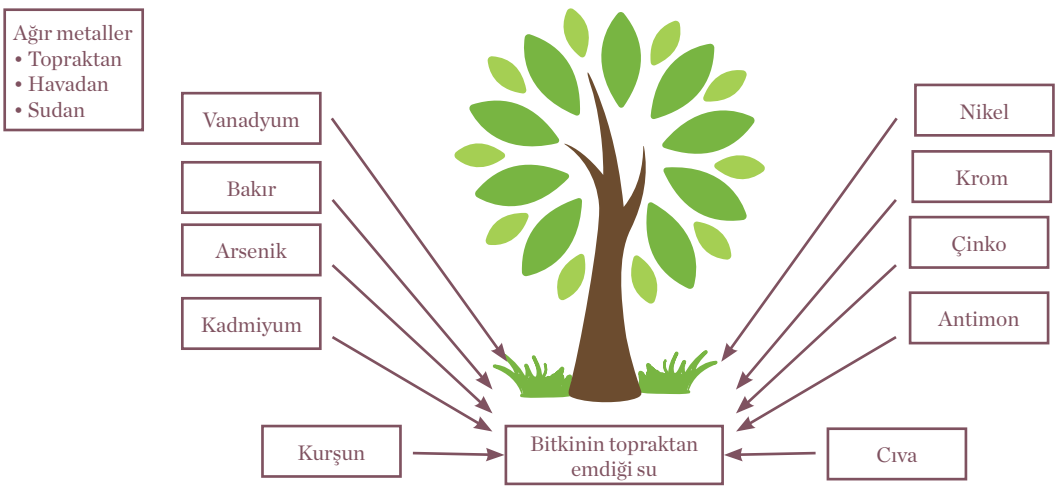
*Diğer etkiler:* Düşük doğum ağırlığı, erken doğum, deri ve mesane kanseri, diyabet.

### 5.3.1. Ağır Metallerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Olası Etkileri

Kömürle çalışan termik santralların kullandıkları kömürün bileşimine göre farklı ağır metalleri alıcı ortamlara verirler (Karaca, 2001; Gür ve Yaprak, 2011; Karaca vd, 2009).

Şekil 11'de görüldüğü gibi kömürle çalışan termik santral kaynaklı toprak, hava ve sudaki ağır metal kirliliğinin bitkinin bunları emdiği suyla yapısına

**Şekil 11. Termik santrallardan kaynaklanan ağır metallerin bitki yaşamındaki yeri**



almasıyla beslenme zincirine katıldığı, yararlandığımız ürünleriyle bize aktarıldığı ve insan sağlığının olumsuz etkilendiği anlaşılmaktadır.

Ağır metallerin sağlık etkileri, maruz kalış süresinin, maruz kalışın yinelenmesinin, maruz kalınan etken madde miktarının artışına paralel olarak artmaktadır. Bu başlık altında termik santrallardan çevreye verilen ağır metallerin sağlık etkilerine yer verilmiştir. Bu etkilerin ortaya çıkış zamanı ve bulguların ağırlığı yukarıda bahsedilen maruz kalış kriterleri yanında; santrala yakın olma, hava hareketleri ve diğer meteorolojik koşullar, bireyin bünyesel yanıtı gibi diğer değişkenlere bağlı olarak değişebilecektir.

*Arsenik'in insan sağlığı üzerindeki etkileri* (ATSDR, 2007):

1. Cilt reaksiyonları (Ciltte kalınlaşma, cilt renginin koyulaşması)
2. Saç dökülmesi
3. Tırnaklarda kolay kırılma
4. Kemik iliğinin etkilenmesi sonucu anemi (kansızlık)
5. Kalp ritminde bozulma
6. Göz hastalıkları (konjoktiva ve kornea)
7. Ağır bronşit
8. Dolaşım bozukluğu (kılcal damarların etkilenmesi sonucu cilt renginde koyulaşma ve ardından gangren ve buna bağlı cilt yaraları ve uzuv kayıpları)
9. Karaciğer işlevlerinde bozulma ve buna bağlı sarılık
10. Böbrek işlevlerinde bozulma
11. Kanser (Cilt, solunum yolları, akciğer, karaciğer, böbrek, mesane, prostat)

*Kadmiyum'un insan sağlığı üzerindeki etkileri* (ATSDR, 2008):

1. Aşırı yorgunluk hissi
2. Solunum güçlüğü
3. Böbrekler, karaciğer ve sindirim sisteminde işlev bozukluğu
4. Kemiklerde kolay kırılma
5. Farklı sistem kanserleri

*Cıva'nın insan sağlığı üzerindeki etkileri* (ATSDR, 1999):

1. Sinir sisteminin doğrudan etkilenmesi ve beyinde birikim
   a) Baş, el, kol ve bacaklarda titreme
   b) Hafızada bozulma ve his kaybı
   c) Davranış değişiklikleri (aşırı duyarlılık, sinirli davranışlar ve korku)
   d) İşitme kaybı
   e) Konuşma bozukluğu
   f) Görme alanında daralma
   g) Kaslarda eşgüdüm kaybı
2. Böbreklerde birikim
   a) Kanın süzülmesinde azalma
   b) Vücutta cıva birikiminde artış
   c) Cıvadan etkilenimde artış

*Kurşun'un insan sağlığı üzerindeki etkileri* (ATSDR, 2007):

1. Sinir sistemi tutulumu
2. Parmaklar, el ve ayak bileklerinde güçsüzlük
3. Kan yapım sürecinin bozulması sonucu anemi (kansızlık)
4. Kan basıncında yükselme (hipertansiyon)
5. Hafıza kaybı ve konsantrasyon problemleri

6. Yüksek düzeyde etkilenmede beyin ve böbrekler de hasar
7. Dişetlerinde çizgilenme (Burton çizgisi)
8. Gebelerde bebeğin beyin gelişiminde bozukluk
9. Deri ve mukozalarda solukluk, genel yorgunluk ve bitkinlik, baş ve eklem ağrıları, iştahsızlık, mide-barsak bozuklukları, kabızlık, anemi (kansızlık)

*Antimon'un insan sağlığı üzerindeki etkileri* (ATSDR, 1992):

1. Göz, boğaz, nefes yollarında tahriş
2. İdrar yapamama
3. Kalp atışlarında düzensizlik
4. Çeşitli deri hastalıkları
5. Akciğer ve mesane kanserleri
6. Gebelerde düşük
7. Anne sütü ile bebeğe geçiş, benzer bulguların bebekte görülmesi

*Çinko'nun insan sağlığı üzerindeki etkileri* (ATSDR, 2005):

1. Çeşitli deri hastalıkları
2. Nefes almada zorluk
3. Solunum yollarında tahriş ve zatürre
4. Zatülcemp, kanlı balgam
5. Farklı sistem kanserleri

*Krom'un insan sağlığı üzerindeki etkileri* (ATSDR, 2006):

1. Dermatit, cilt ülserleri
2. Solunum yollarında ödem, kronik rinit, bronşit, kronik farenjit, astım, akciğer kanseri
3. Böbrek harabiyeti, böbrek işlevlerinde bozulma
4. Karaciğer harabiyeti ve işlevlerinde bozulma
5. Farklı organ kanserleri

*Nikel'in insan sağlığı üzerindeki etkileri* (ATSDR, 2005):

Ciltte alerjik reaksiyonlar, solunum sisteminin etkilenmesi ve astım

*Bakır'ın insan sağlığı üzerindeki etkileri* (ATSDR, 2004):

Görme bozukluğu ve kaybı, karaciğer harabiyeti

Kömürle çalışan termik santrallar ve ağır metaller değerlendirilirken kuşkusuz cıva konusuna özel önem vermek gereklidir. Kömür yakılması, insan etkinliklerinden dolayı atmosfere salınan cıvanın en önemli kaynaklarından biridir. Kömürlü termik santrallar, bu çerçevede Avrupa'daki en önemli kaynaktır ve Türkiye'de de öyle olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye için yapılan bir madde akış analizinde, kömür yakıtlı termik santrallardan yılda 10.551 kg cıvanın çevreye salındığı hesaplanmaktadır. Güncel kanıtlar, doğum öncesi ve sonrasında cıva veya kurşuna maruz kalan çocukların dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB) ile ilişkili sorunlara 3 ile 5 kat arasında daha sık sahip olduğunu göstermektedir (HEAL, 2015).

### 5.3.2 Radyoaktif Maddelerin Sağlık Üzerindeki Etkileri:

Baca emisyonunda ve yanma sonucu oluşan küllerde bulunan radyoaktif maddelerin uranyum, toryum ve radyum olduğu saptanmıştır. Bu maddelerin yıllarla ölçülebilecek uzun sürelerde (radyumun radyoaktivitesinin yarılanma ömrü 1600 yıl) çevrelerine yaydıkları radyoaktivite ile (alfa, beta, gama ışınları) insan sağlına zararlı etkileri vardır (Nakaoka vd, 1984; Baba, 2002).

Dünyanın çeşitli bölgelerinden alınan kömür örneklerinde ortalama olarak uranyum konsantrasyonu 1,0±0,5 ppm, toryum konsantrasyonu 3,3±1,6 ppm olarak verilmektedir. Yatağan Termik Santralı kömür ve kül örneklerinin analizi sonucu hazırlanan teknik raporda uranyum konsantrasyonu 12,8 ppm toryum konsantrasyonu 14,4 ppm, külde uranyum

konsantrasyonu 27,0 ppm toryum konsantrasyonu 24,8 ppm olarak ölçülmüştür (Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, 1993).

Kömürle çalışan termik santral külleri yüksek düzeyde radyoaktivite içerebilir. Bu yüzden santralda çalışanlar ve santral çevresinde yaşayanlar açısından olası sağlık riskleri vardır. Termik santral kaynaklı uçucu küllerdeki radyoaktivite düzeyi, yanma sonucu oluşan ve kül barajında depolanan küllere göre daha yüksektir (Pandit, 2011).

Radyasyona maruz kalınan doz, süre ve maruz kalışın sürekliliği veya yinelenmesi arttıkça toplumsal düzeyde oluşabilecek sağlık sorunu olasılığı ve çeşitliliği artar.

*Radyasyona maruz kalma sonucu oluşabilecek sağlık etkileri* (Moeller, 2005; Etzel ve Balk, 2003):

1. Genetik etkiler
2. Karsinojenik etkiler
3. Embriyo ve fetus üzerine etkiler

*Radyasyonun genetik etkileri* (MEB, 2011):

> İnsanın genetik yapısını belirleyen DNA'da noktasal değişiklikler, kromozom kollarında kırıklar sonucu eksilme (delesyon), çoğalma (duplikasyon), yer değiştirme, ters dönme (inversiyon) ve bu değişikliklerin sonucu olarak bazı somatik kusurlar ortaya çıkabileceği gibi kansere eğilimde artma da söz konusudur.

*Radyasyonun kanser yapıcı etkileri* (Moeller, 2005; Etzel ve Balk, 2003):

> Maruz kalınan radyasyon dozu ve süresine bağlı olarak öncelikle hızlı üreyen hücrelerin bulunduğu dokuların (gonad, tiroid, meme vb.), daha sonra olgunlaşmış hücrelerin bulunduğu dokuların (sinir, kemik vb.) etkilenmesi söz konusu. Bu etkilenim sonucu öncelikle bahsedilen dokularda kanser gelişimi beklenir.

*Radyasyonun embriyo ve fetus üzerine etkileri* (Bıçakçı, 2009):

> Radyoaktiviteye maruziyetin gebeliğin ilk 10 günü içinde olması halinde embriyonun ölümü, gebeliğin ilk 6 haftası içinde olması halinde doğumsal anomaliler, gebeliğin 6. haftasından sonraki dönemde olması halinde ise gelişme geriliği ve fonksiyon bozuklukları gibi sorunlarla karşılaşılabilmektedir.

### 5.4. Sonuç

Kömürle çalışan termik santralların insan ve çevre üzerinde geri dönüşsüz ciddi etkilerinin bulunduğu açıktır. Günümüzde enerji sektöründeki gelişmeler ve ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda, kömürle çalışan termik santralara yatırım yapılmasından vazgeçilerek eldeki sınırlı kaynakların daha akılcı kullanımı benimsenmelidir. Bu bağlamda ülkemizin enerji politikalarında;

- yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımı önceleyen ve teşvik eden,
- enerjide dışa bağımlılığı önleyen,
- enerji tasarrufunu teşvik eden,
- enerji nakil hatlarındaki kayıpları dünya standartlarına uygunlaştıran,

çok ivedi radikal değişikliklere gidilmesi gereklidir.

### Kaynaklar

Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi-RTE-Radyasyon Ölçüm Laboratuvarı Muğla-Yatağan Bölgesinde Radyoaktivite Ölçümleri Teknik Rapor, 30/3/1993.

ATSDR. Chromium Toxcity. U.S. Department of Health and Human Services, 2006.

ATSDR. Toxicological profile for antimony. U.S. Department of Health and Human Services, 1992.

ATSDR. Toxicological profile for arsenic. U.S. Department of Health and Human Services, 2007.

ATSDR. Toxicological profile for cadmium. U.S. Department of Health and Human Services, 2008.

ATSDR. Toxicological profile for copper. U.S. Department of Health and Human Services, 2004.

ATSDR. Toxicological profile for lead. U.S. Department of Health and Human Services, 2007.

ATSDR. Toxicological profile for mercury. U.S. Department of Health and Human Services, 1999.

ATSDR. Toxicological profile for nickel. U.S. Department of Health and Human Services, 2005.

ATSDR. Toxicological profile for zinc. U.S. Department of Health and Human Services, 2005.

Avcı S. Türkiye'de termik santraller ve çevresel etkileri. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, 2005, Sayı: 13, s. 1-26.

Baba, A. Assessment of radioactive contaminants in by-products from Yatagan (Mugla, Turkey) coal-fired power plant. Environmental Geology (2002) 41:916–921.

Bıçakçı BC. Radyasyonun fetüs üzerine etkileri. Türk Onkoloji Dergisi 2009;24(4):185-190.

CureZone, Environmental impacts of coal power: Air pollution. http://www.curezone.org/forums/am.asp?i=1772835 Erişim: 21.9.2015

EPA. Air pollutants. http://www3.epa.gov/air/airpollutants.html. Erişim: 20.8.2015

Etzel RA, Balk SJ. Pediatric Environmental Health. American Academy of Pediatrics, 2003.

Güler Ç. Çevre Sağlığı. Yazıt Yayıncılık, Ankara, 2012.

Gür F, Yaprak G. Biomonitoring of metals in the vicinity of Soma coalfired power plant in western Anatolia, Turkey using the epiphytic lichen, Xanthoria parietina. Journal of Environmental Science and Health, Part A (2011) 46, 1503–1511.

HEAL. Ödenmeyen Sağlık Faturası: Türkiye'de Kömürlü Termik Santrallar Bizi Nasıl Hasta Ediyor? Sağlık ve Çevre Birliği (HEAL) yayını, 2015.

Holmes K. "Mining and critical Ecosystem". World Resources Institute, Washington, 2003.

IARC. IARC: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf . Erişim: 10.1.2014

Jensen GK. The Unpaid Health Bill. A report from The Health and Environment Alliance. 2013.

Karaca A, Türkmen A, Türkmen C, Arcak S, Haktanır K, Topçuoğlu B, Yıldız H. Çayırhan Termik Santralı Emisyonlarının Yöre Topraklarının Bazı Ağır Metal ve Kükürt Kapsamlarına Etkilerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 2009, Cilt:1, Sayı: 1, s. 25-41.

Karaca, A. Afşin-Elbistan Termik Santralı emisyonlarının çevre topraklarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkileri. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2001, Cilt 7, Sayı: 1, S: 95-102.

MIT, Environmental risks of mining. Mission 2016: The Future of Strategic Natural Resoruces http://web.mit.edu/12.000/www/m2016/finalwebsite/problems/mining.html (15.10.2013).

Milli Eğitim Bakanlığı. Hava Kirliliği. Ankara, 2011.

Milli Eğitim Bakanlığı. Radyasyonun Zararlı Etkileri. Radyoloji Teknisyenliği. Ankara, 2011.

Moeller DW. Environmental Helth. Harvard University Press, USA, 2005.

Müezzinoğlu A. Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları. Dokuz Eylül Yayınları, İzmir, 2000.

Nakaoka A, Fukushima M, Takagi S. "Environmental Effects of Natural Radionucleides From Coal-Fired Power Plants". Health Physics 47, 407-416. 1984.

Öztürk N, Özdoğan ZS. Preliminary analysis of natural radionuclides in selected Turkish power plant lignites. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2004, 259(2): 233-137.

Pala K, Türkkan A, Gerçek H, Osman E, Aytekin H. Evaluation of Respiratory Functions of Residents Around the Orhaneli Thermal Power Plant in Turkey. Asia-Pacific Journal of Public Health, 2012, 24(1) 48 –57.

Pandit GG, Puranik S. Natural radionuclides from coal fired thermal power plants – estimation of atmospheric release and inhalation risk. Radioprotection, vol.46, n.6 (2011) S173–S179.

Peel JL, Tolbert PE, Klein M, Metzger KB, Flanders WD, Todd K, Mulholland JA, Ryan PB, Frumkin H. Ambient Air Pollution and Respiratory Emergency Department Visits. Epidemiology 2005;16: 164–174.

Peled R. Air pollution exposure: Who is at high risk? Athmospheric Environment, Volume 45, Issue 10, March 2011, Pages 1781–1785.

Schneider CG. “Dirty Air, Dirty Power”. Clean Air Task Force, Boston, 2004.

Tecer LH. Balıkesir’de hava kirliliğinin çocuk ve yetişkinlerde solunum hastalıklarına etkilerinin belirlenmesi üzerine bir alan çalışması. Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi 2 (2013) 11-20.

Uçku R, Karababa AO, Ergör A, Sarıkaya Ö, Civaner M, Demiral Y. TTB Yatağan’da Hava Kirliliğinin Değerlendirilmesi Raporu 2000. http://www.ttb.org.tr/kutuphane/yatagan_rpr.pdf . Erişim: 10.8.2015.

Uslu T. “Türkiye’deki Kömüre Dayalı Termik Santralar, Çevreyi Olumsuz Etkileyen faktörleri ve Yarattığı Çevre Sorunları I”. Mühendis ve Makina Dergisi, 377:13-19, 1991. (a)

Uslu T. “Türkiye’deki Kömüre Dayalı Termik Santralar, Çevreyi Olumsuz Etkileyen faktörleri ve Yarattığı Çevre Sorunları II”. Mühendis ve Makina Dergisi, 378:22-28, 1991. (b)

Vardar N, Yumurtacı Z. Emission estimation for lignite-fired power plant in Turkey. Energy Policy 38 (2010) 243–252.

WHO. Burden of disease from Ambient Air Pollution for 2012 http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/AAP_BoD_results_March2014.pdf?ua=1. Erişim: 20.8.2015

WHO. Ecosystems and human well-being. 2005.

Wikipedia. Air pollution episode. https://en.wikipedia.org/wiki/Air_pollution_episode . Erişim: 10.8.2015.

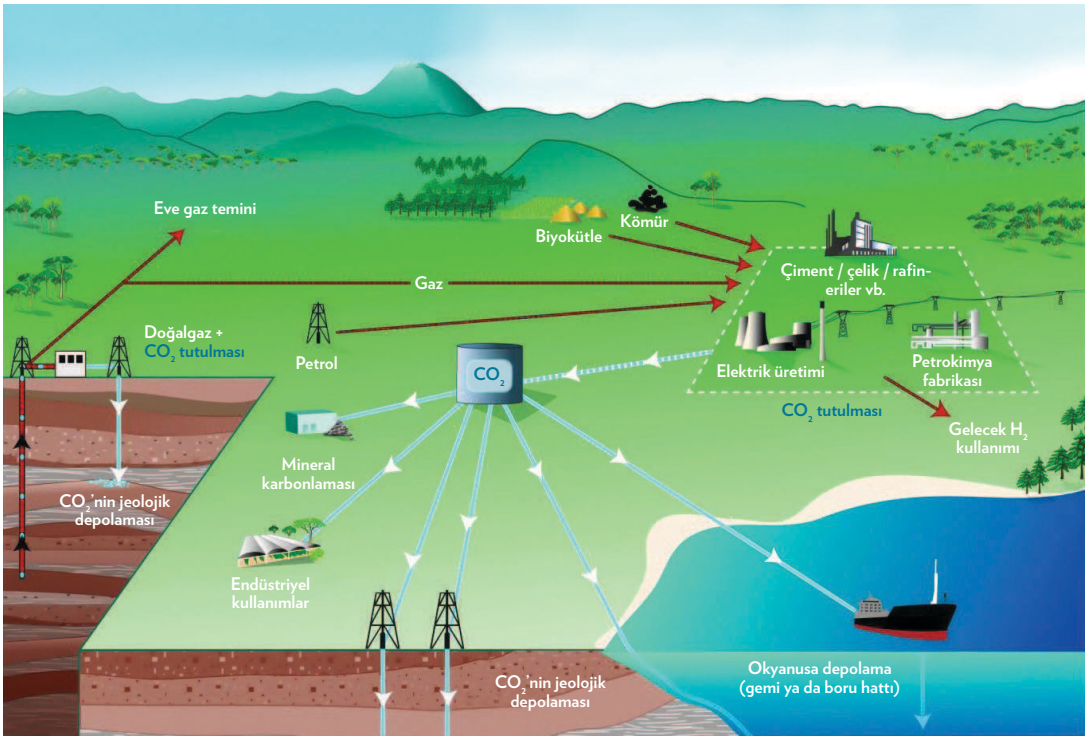
## BÖLÜM 6

# "TEMİZ KÖMÜR" MÜMKÜN MÜ? – KARBON TUTMA VE DEPOLAMA (CCS) TEKNOLOJİLERİ

**Levent Kurnaz**

Kömür tartışılmaz bir biçimde fosil yakıtların en kirlisidir. Yandığı zaman çıkan $CO_2$ gazı iklim değişikliğine yol açar, $SO_2$ gazı asit yağmuru oluşturur; atıkları, çevredeki suları kirletir ve yeraltındaki cıvanın önemli bir bölümü de bu yolla doğaya salınır. Her geçen gün gelişen yenilenebilir enerji teknolojileri, hidroelektrik santrallar ve planlanan nükleer enerji santralları arasında kömürden üretilen enerjinin payının azalacağı düşünülebilir, ancak ülkemizdeki elektrik enerjisinin önemli bir bölümü kömürü yakıt olarak kullanan termik santrallardan üretilmektedir ve santralların yenileri de planlanma aşamasındadır.

**Şekil 6.1 – Olası bir CCS siteminin şematik çizimi (Kaynak: Rubin, 2005)**



1970'lerden beri konulan kurallar sayesinde alınan önlemlerle kömürün daha temiz yakılabilmesi genel bir piyasa standardı olarak kabul edilmiştir. Bunun sonucu olarak bu temiz kömür teknolojilerinin fiyatları ucuzlamış ve performansları artmıştır. Fiyatı ucuzlayan ve performansı artan teknolojiler baca gazlarındaki $SO_2$ ve NOx gibi gazlarla toz parçacıklarının çevreye saçılmasını engelleyerek bölgelerindeki hava kirliliğini önemli ölçüde azaltmışlardır.

Sözü edilen toz ve gazlar daha çok yerel etkileri görülen kirleticilerdir. Yani Yatağan Termik Santralı'ndan saçılan $SO_2$ gazının Rize'deki bir çay bitkisine ulaşması çok zordur. Ayrıca bu gazların ve tozların tutulmasında nispi bir başarı sağlandığından ve bu artık bir endüstri standardı haline geldiğinden günümüzde temiz kömür kavramı, bu kirleticilerden çok, atmosfere yayılan ve iklim değişikliğinin ana nedeni olan $CO_2$ gazının engellenmesi anlamında kullanılmaktadır.

Kömürle çalışan tesislerin ve elektrik üreten termik santralların ürettikleri $CO_2$ gazının bacadan çıkmadan yakalanarak depolanmasına Karbon Tutma ve Depolama *(Carbon Capture and Storage – CCS)* teknolojisi denmektedir (Şekil 6.1).

Karbonun tutulma ve depolanma yöntemlerine girmeden önce genelde fosil yakıtlardan özelde de kömürden enerjinin nasıl üretildiği üzerinde durulacaktır.

### 6.1. Enerji ve Isı Üretim Yöntemleri

Fosil yakıtların en eskisi kömürdür. Kömürü yakarak mekanik enerji elde etme, yani kömür yandığında çıkan ısıyı bir pistonu çevirmek için kullanma teknolojisi on sekizinci yüzyılın son çeyreğinden bu yana dünyada yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bu teknolojinin temeli kömür, petrol ya da doğalgazın yakılmasıyla ortaya çıkan ısının; bir kazanda tutulan suyu ısıtması ve bu ısınan suyun veya oluşturduğu buharın bir pervaneyi döndürmesi sonucu ısının mekanik enerjiye dönüştürülmesine dayanmaktadır. Elde edilen mekanik enerji doğrudan kullanılabilir ya da kolayca elektrik enerjisine dönüştürülerek elektrik hatları vasıtasıyla uzak mesafelere taşınabilir. Termodinamiğin kanunlarına göre ortaya çıkan ısının tamamını mekanik enerjiye dönüştürmek mümkün değildir. Dolayısıyla fosil yakıtlardan bu şekilde mekanik enerji ve elektrik enerjisi ürettiğimizde ortaya çıkan ısının önemli bir kısmı boşa gitmektedir. Buradaki problem insanoğlunun beceriksizliği veya bilgisizliğinden değil doğanın kanunlarından kaynaklanmaktadır.

Günümüz teknolojisinde söz konusu verimi en üst düzeyde tutmaya çalışarak üç ana teknolojiyle kömürden enerji üretilebiliyor:

*Kombine Çevrim Santralı (Combined Cycle Power Plant):* Geleneksel yöntemde yanmayla oluşan ısı suyu ısıtmakta ve ısınan su hareket ederek bir pervaneyi döndürmektedir. Ancak yakıt yandıktan sonra bacadan çıkan gaz da aslında fazlasıyla sıcaktır ve atmosfere salınacak yerde tutulup bir başka kazandaki suyu ısıtmak için kullanılabilir. Doğal olarak ikinci kazan ilki kadar yüksek sıcaklığa ulaşmayacaktır, buna karşın gene de üretim verimi çok daha yüksektir. Bu yöntem genelde doğalgaz santrallarında kullanılmaktadır ama yakıt olarak petrol veya kömürden elde edilen gazın da kullanıldığı görülmektedir.

*Toz Kömür Santralı (Pulverized Coal Power Plant):* Kömürden elde edilen ısıyı mekanik enerjiye çevirmek dendiğinde aklınıza western filmlerindeki trenler ve kazana kömür atan makinistler gelebilir. Ancak endüstriyel uygulamalarda kazana bu yöntemle kömür atmak ve dışarıdan alınan hava ile bu kömürü yakmak verim kaybına yol açmaktadır. Bunun yerine kömür, ezilerek toz haline getirilmekte ve önceden ısıtılmış hava kullanılarak yakılmaktadır. Bu yöntem geleneksel yöntemlere oranla verimi arttırmaktadır. Dünyada

üretilen elektrik enerjisinin yaklaşık olarak yarısı bu yöntemle üretilmektedir.

Yukarıda bahsi geçen bu iki yöntemden hangisi kullanılırsa kullanılsın, kömürün içinde bulunan kükürt veya cıva gibi ek kirleticiler yanma sonrası yine havaya karışacaktır.

*Gazlaştırma Üniteli Kombine Çevrim Santralı (Integrated Gasification Combined Cycle Power Plant):* Bu yöntemde kömür önce hidrojen ve karbonmonoksit karışımına çevrilir, sonra da kalan kirleticiler temizlenir. Buradaki enerji verimi nispeten düşüktür ancak santralın çıktısının tamamına yakını su buharı ve karbondioksittir.

Enerji santrallarında yukarıda sıralanmış olan değişik yöntemlerle fosil yakıtlar yakılarak enerji elde edilmektedir. Bu yöntemler sonucu açığa çıkan karbondioksidin gaz içindeki oranı ve basıncı, karbon tutma yöntemlerinden hangisinin kullanılması gerektiği konusunda en önemli belirleyicidir.

### 6.2. Karbon Tutma Yöntemleri

Karbon tutma, ancak büyük endüstriyel kaynaklara uygulanabilir. Büyük ölçekte $CO_2$ kaynakları fosil yakıtların ya da biyokütlelerin yanmasını, yüksek $CO_2$ salımlı endüstrileri, doğalgaz üretimini, sentetik yakıt endüstrilerini ve fosil yakıt bazlı hidrojen üretim tesislerini kapsar. Elde edilen $CO_2$ sıkıştırılarak jeolojik yapılara (kullanılmış petrol veya doğalgaz kuyuları veya derin tuz formasyonları gibi), okyanuslara, mineral karbonatlar içerisine konulabilir ya da daha sonra endüstriyel işlemlerde kullanılmak üzere taşınabilir.

Karbon tutma yöntemleri sadece kömüre özel değildir, atmosfere $CO_2$ veren tüm yakıtlar için kullanılabilir.

Yakma öncesi tutma, yakma sonrası tutma ve oksiyakıt yakılması karbon tutma yöntemlerinin başlıcalarıdır. Hangi tutma sisteminin kullanılacağının belirlenmesinde; gaz akımındaki $CO_2$ konsantrasyonu, gaz akımının basıncı ve yakıt türünün ne olduğu en önemli parametrelerdir.

*Yakma sonrası tutma* sistemleri karbondioksidi ana yakıtın hava ile temas halinde yanmasından sonra oluşan baca gazından ayırırlar. Baca gazının ancak %3-15 arasındaki bir kısmı $CO_2$, geri kalanı da çoğunlukta azottur. Bu baca gazı monoetanolamin (MEA) gibi bir sıvı çözücünün içerisinden geçirilerek $CO_2$ havanın geri kalanından ayrılır.

*Yakma öncesi tutma* sistemleri ana yakıtı bir reaktör içinde su buharı ve hava ile işlemden geçirerek hidrojen ve karbonmonoksit üretirler. Elde edilen bu karbonmonoksit ikinci bir reaktör içerisinde su buharı ile tepkimeye sokularak $CO_2$ ve daha fazla hidrojen elde edilir. $CO_2$ ve hidrojen karışımı, $CO_2$ ve hidrojen olarak kolayca ikiye ayrılabilir. Burada elde edilen hidrojen, karbondan arındırılmış yakıttır ve oksijen ile birleştirilerek güç veya ısı elde edilebilir. Bu işlem başlangıçta yakma sonrası tutma sistemlerine oranla daha zor ve pahalı olsa da çıkan $CO_2$ gazı çok daha yüksek basınçlı ve yoğun olduğundan sondaki ayrıştırma çok daha kolaydır. Bu sistemin çalışan bir termik santrala monte edilmesi mümkün değildir, sadece bu sistemle çalışan termik santrallar yapılmasıyla kullanılabilir. Buna karşın kullanıldığı zaman da klasik sistemlerden çok daha verimli yanma ve karbon tutma sağlanabilir.

*Oksiyakıt yakılması* aslında kömürün yanma olayının havada değil saf oksijen içinde olduğunu belirtir. Bu durumda çıkan baca gazında da su buharı ve karbondioksitten başka bir gaz yoktur. Bu nedenle de karbondioksidin ayrılması daha kolaydır. Zor olan ilk başta kullanılan oksijeni havadan ayırmaktır. Çoğu modelde oksijenin saflığı %95-99 seviyesindedir. Dolayısıyla da geri kalan azotun gene de karbondioksitten ayrılması gerekmektedir. Bu nedenle oksiyakıt sistemleri daha test aşamasındadır ve kömürden ziyade doğalgaz ile çalışan termik santrallarda kullanılmaktadır.

Açıklanan yöntemlerden hangisi kullanılırsa kullanılsın karbonu serbestçe atmosfere salmak yerine tutup depolamak enerji gerektirmektedir. Ayrıca bu tutma sistemlerinin ya eski santrallara eklenmesi ya da yeni santralların bu yöntemlerle inşa edilmesi gerektiğinden karbon tutmayı, karbonu serbestçe atmosfere salmaya kıyasla pahalı bir teknoloji haline getirmektedir.

### 6.3. Tutulan Karbonun Taşınma Yolları

Karbon tutulan fabrikalar karbonun saklanacağı coğrafi yerin tam üzerinde değilse, tutulan karbonun saklanacağı yere taşınması gereklidir. Taşıma iki temel yolla yapılabilir: Boru hatlarıyla nakliye ve kara-deniz yoluyla nakliye.

*Boru hatları* günümüzde karbondioksidi taşımak için kullanılan olgun bir teknolojidir. Karbondioksidin sıkıştırılarak yüksek basınç altında boru hatları ile taşınması 1970'lerden bu yana başarı ile uygulanmaktadır. Bu metodun uygulama alanı öncelikle petrol ve doğalgaz çıkartmada yardımcı olmak için kullanılan karbondioksitin taşınmasıdır. Bu durumda karbondioksidin azottan arındırılmış olması beklenmektedir. Endüstri standartları kullanım alanı tarafından belirlendiğinden CCS için kullanılacak boru hatlarında, özellikle de hat, insanların yaşadığı bölgelerden geçiyorsa, düşük $H_2S$ yoğunluğuna, yolun daha dikkatli seçilmesine, yüksek basınca karşı özel korumaya ve kaçak önlenmesine önem göstermek gerekmektedir. Ayrıca kuru karbondioksit çelik bazlı boru hatları için çürütücü değildir. Fakat bir süreç sonucu elde edilen karbondioksit, aynı zamanda su buharı da içerdiğinden ciddi biçimde çürütücüdür. Bu da boru hatlarının özel bir alaşımla kaplanmasını gerektirdiğinden altyapı maliyetlerini birkaç kat arttırmaktadır.

Boru hatları dışında *kara veya deniz yolu ile nakliye* de karbondioksidi taşımak için kullanılabilecek yollardır. Kara taşımacılığında demiryolu veya tankerler kullanılabilir, ancak taşınması gereken miktar düşünüldüğünde kara taşımacılığının sağlayacağı imkânlar hem kısıtlı hem de pahalıdır. Deniz yolu taşımacılığı ise özellikle taşınacak olan mesafe arttıkça daha ucuz bir hale gelmektedir. Deniz yolu taşımacılığında karbondioksidin payı fazla değildir, bunun ana sebebi de talebin az olmasıdır. Talep artışıyla birlikte taşınan miktarın da kolayca artması beklenebilir çünkü deniz yolu ile taşınan LPG gazının özellikleri karbondiokside çok benzemektedir. Dolayısıyla da LPG taşımak için kullanılan sistemler kolayca karbondioksit taşımacılığına da uyarlanabilir. LPG taşımacılığında arada kazalar görülse de bu taşımacılığın boru hatlarından daha güvenli olduğu bilinmektedir. Ayrıca karbondioksit LPG'den daha az tehlikeli olduğundan güvenlik problemleri daha da az olacaktır.

Bu durumda taşıma şeklinin seçiminde iki önemli faktör vardır: Miktar ve mesafe. Az miktarda karbondioksidi kısa mesafe taşıyacak olursak en makul çözüm kara yolunda tankerlerle taşımaktır. Tam tersine çok miktarda karbondioksidi uzun mesafe taşıyacak olursak en uygun çözüm, eğer mümkünse deniz yolu değilse de boru hattı olmalıdır.

Taşıma konusunda unutmamamız gereken en önemli nokta, olası sorunları çözeceğimizden emin olsak da henüz bu taşıma metotlarının hiçbirinin endüstriyel ölçekte ve gereken miktarı taşıyabilecek şekilde test edilmemiş olduğudur.

### 6.4. Tutulan Karbonun Depolanma Çeşitleri

Karbon tutulması ve depolanması başlığı altında ele alınan üç teknik problem vardır: Karbonun tutulması, taşınması ve depolanması. Bu üç başlıktan teknik olarak en az bilgi ve beceriye sahip olduğumuz başlık depolama konusudur. Tutulan karbonu depolamak için en azından teorik olarak üç ana metot vardır: Jeolojik depolama, sualtı depolaması ve mineral karbonlaması. Jeolojik depolamada karbondioksit yeraltındaki kayaların içine depolanır. Sualtı depolamasında ise karbondioksit

okyanusların derinliklerine taşınarak bırakılır. Okyanuslarda su döngüsü çok yavaş olduğundan bırakılan bu karbondioksidin atmosfere uzun süre katılmayacağı düşünülür. Mineral depolamasında ise karbondioksit yeryüzünde bulunan taşların içindeki minerallerle tepkimeye sokularak minerallerin yapısı değiştirilir ve karbondioksidin neredeyse süresiz bir biçimde saklanması sağlanır.

*Jeolojik depolama,* karbondioksidin yeraltındaki kayaların arasında depolanması anlamına gelir. Bu amaçla kullanılması planlanan yerlerin başında petrol ve gaz yatakları, derin tuzlu su yapıları ve kullanılamayacak kömür yatakları gelmektedir. Bu depo alanlarının ortak özelliği geçirgen tortul kayalardan oluşmalarıdır. Yüksek basınç altındaki karbondioksidin bu kayaların içine enjekte edilerek depolanması sağlanacaktır. Bu depolama alanları karaların ya da denizlerin altında olabilir.

Tüm dünya ülkelerinin yıllık sera gazı salımları yaklaşık 50 milyar ton karbondioksit eşleniğidir. Şu ana kadar çalıştırılması becerilen karbon saklama projelerinde saklanabilen yıllık karbondioksit miktarı ise sadece 5 milyon ton civarındadır. Yani bu konuda senelerdir yapılan çalışmalara ve yatırımlara rağmen salınan karbondioksidin on binde biri depolanabilmektedir. Bu da depolama çabalarının tutma ve taşıma çabalarıyla kıyaslandığında daha çok gerilerde olduğunu göstermektedir.

Ancak bunun yanında her sene yaklaşık 30 milyon ton karbondioksit, daha fazla petrol ve doğalgaz çıkartmak için petrol ve doğalgaz kuyularına enjekte edilmektedir. Bildiğiniz gibi petrol ve doğalgaz yeraltında yüksek basınç altında bulunmaktadır. Bir petrol kuyusu ilk açıldığında petrolün fışkırmasının nedeni budur. Ama gün geçip petrol yatağında kalan petrol azaldıkça basıncı da azalır ve kendiliğinden fışkıramayacak hale gelir. O zaman bu kuyuya bir gaz enjekte ederek basıncı arttırmak ve kalan petrolün de bu şekilde yüzeye çıkmasını sağlamak düşünülmüştür. Bu yönteme Geliştirilmiş Petrol Üretimi *(Enhanced Oil Recovery – EOR)* denmektedir. EOR tekniğinde kullanılan en önemli gaz da karbondioksittir. Burada daha fazla karbondioksidin saklanabilmesine sevinmekle birlikte, bunun amacının daha fazla karbondioksidi atmosfere salacak olan petrolün çıkartılması olduğunu bilmek gerekmektedir.

EOR gelecek için öngörülen en önemli teknolojilerden biridir. Yalnız şu basit hesabın unutulmaması gerekir: Çıkan petrolü yaktığımızda atmosfere karışan karbondioksidin tamamını yakalayıp aynı petrol yatağına geri koyamayız. Mutlaka bir kısmı atmosfer sisteminde kalarak dünyanın ısınmasına neden olur. O zaman neden petrolü ait olduğu yerde bırakmak yerine çıkartıp sonra tekrar yeraltında depoluyoruz?

Yaklaşık 800 metreden daha derin petrol veya tuzlu su yataklarına enjekte edilen karbondioksit o derinlikteki basınç ve sıcaklıkla sıvı haldedir. Sıvı karbondioksidin yoğunluğu ise suyun yoğunluğundan az olduğundan kaldırma kuvveti karbondioksidin yukarıya doğru hareket etmesine neden olur. Bunu engellemek için iki ana mekanizma kullanılmaktadır. İlki hepimizin aklına geleceği gibi üzerine sağlam bir kaya kapamaktır ve genelde de böyle yataklar seçilmektedir. Ancak üzerindeki bu sağlam ve geçirgen olmayan kaya, gazın sadece yukarı doğru gitmesini engeller. Yanlara doğru hareket etmesini ise engelleyemez. Yalnız yanlara doğru sızma çok daha yavaş olduğundan bu hareketin de jeokimyasal yakalama ile engellenmesi planlanmaktadır. Jeokimyasal yakalamadan kastedilen, önce karbondioksidin su içerisinde çözünmesidir. İçinde karbondioksit çözünen su daha ağırlaşır ve dibe doğru çöker (yüzlerce veya binlerce yılda). Dibe çöken bu su dipteki kayalarla tepkimeye girerek katı karbonat mineralleri oluşturur (milyonlarca yılda). Bu şekilde kayaların içine enjekte edilen karbondioksidin milyonlarca yılda geri dönmeyecek şekilde atmosfer sisteminden çıkartılması beklenir.

Bir diğer yöntem ise çıkartılması zor kömür yataklarının içerisine enjekte edilen karbondioksidin bu yatakların içerisindeki metanın yerini alarak uzun süre saklanmasıdır. Bu yönteme Geliştirilmiş Kömür Yatağından Metan Üretimi *(Enhanced Coal Bed Methane Recovery – ECBM)* denilmektedir. Burada da her ne kadar bir kısım karbondioksit yer altında tutulsa da, bu aslında yer altında kalması gereken metan gazının ticari olarak kullanımı için geliştirilmiş bir yöntemdir.

Sonuç olarak, yer kabuğunun altında bizim ürettiğimiz tüm karbondioksidi tutacak kadar yer bulunmaktadır. Ancak bu depolamanın çalışabilmesi için çok önemli teknik ve hukuki adımların atılması gerekmektedir. Bu adımların tümü atıldığı zaman dahi yeraltına enjekte edilen karbondioksidin hızlı bir biçimde kaçarak tekrar atmosfere çıkmayacağının bir garantisi bulunmamaktadır. Gene de günümüzde karbondioksidin depolanması için en uygun yöntem olarak yeraltında depolamak görülmektedir.

*Su altı depolaması* yönteminde karbondioksidin okyanusların derinliklerinde depolanması ve böylelikle atmosferden yüzyıllarca izole edilmesi hedeflenir. Karbondioksit boru hatları veya gemiler aracılığıyla okyanusta saklanacağı yere taşınır ve derinliklere enjekte edilir. Bu yöntem teorik olarak mümkün olsa da çalışır bir sistemde henüz denenmemiştir.

Dünya yüzeyinin %70'i okyanuslarla kaplıdır ve okyanusların derinliği ortalama 3800 metredir. Atmosferdeki karbondioksit okyanusun ilk 100 metrelik kısmında çözünmüş olarak bulunur. Okyanuslarda dikey karışma çok yavaş olduğundan üst katmanda çözünmüş olan karbondioksidin aşağılara doğru yayılması binlerce yıl sürecektir. Endüstri devriminin başından bu yana salınmış olan karbondioksidin yaklaşık %40'ı okyanuslar tarafından emilmiştir ve emilmeye de devam etmektedir. Ancak bizim atmosfere saldığımızdan bağımsız olarak okyanuslar her yıl yaklaşık 7 milyar ton karbondioksit emebilirler.

Karbondioksit okyanuslara iki yöntemle enjekte edilebilir: Püskürtme ve göller oluşturma. Püskürtme yönteminde karbondioksit okyanusun derinliklerine kadar inen borudan karbondioksit suyun içine katılır. Eğer bu derin bir yerde yapılacak olursa oluşan öbek dibe doğru batar, daha yukarılarda yapılacak olursa da yavaş yavaş yüzeye doğru yükselir. Göller oluşturmak için ise boru okyanusun 3 km'den daha derin bir noktadaki tabanına kadar uzatılır ve karbondioksit o noktada enjekte edilerek okyanusun dibinde bir göl oluşturması sağlanır.

Hazırlanan modellerde enjekte edilen karbondioksidin ne kadarının okyanusta kalıp atmosfere karışmayacağı enjekte edildiği derinliğe bağlıdır. Örnek olarak eğer enjeksiyon derinliği olarak 800 metre seçilecek olursa bu yüzyılın sonuna kadar enjekte edilen karbondioksidin %22'si tekrar yüzeye çıkarak atmosfere karışacaktır. Eğer enjeksiyon derinliği olarak 3000 metre seçilecek olursa 500 yıl sonra enjekte edilen karbondioksidin %71'i hala okyanusun içinde kalacaktır.

Karbondioksidin enjeksiyon derinliği arttıkça enjekte edilen gazın tekrar atmosfere çıkma süresi de uzamaktadır. Ama aynı zamanda enjeksiyon derinliğiyle birlikte hem enjeksiyon maliyeti artmakta hem de bu derinlikte bulunabilecek yerlerin sayısı azalmaktadır. Yeterli olmayan derinlikte enjeksiyon yapmanın yaratacağı problemler uzun zamana yayıldıklarından bu konudaki kontrol ve hukuk mekanizmalarının oluşturulabilmesi son derece önem taşımaktadır.

Karbondioksit suda çözüldüğünde karbonik asit oluşturur, bu da okyanusların asiditesini değiştirir. Endüstri devriminin başından bu yana okyanusların pH değerinin 0,1 azaldığı bilinmektedir. Çoğumuz için bu önemsiz görünse de deniz canlılarının pek çoğu için pH değerindeki en ufak değişiklik bile hayati önem taşımaktadır.

Doğanın atmosferdeki karbondioksidi emme yöntemlerinin başında denizin üst katmanlarında yaşayan minik kabuklu deniz canlıları gelir. Bu canlılar sudan aldıkları karbondioksidi kendilerine kabuk yapmakta kullanırlar. Daha sonra bu canlılar öldüğünde deniz dibine çöker ve deniz dibindeki tortul kayaları oluştururlar. Ancak bu canlıların kabuk oluşturabilmeleri içinde bulundukları suyun asiditesine sıkı sıkıya bağlıdır. Suyun asiditesindeki ufak bir artış bu canlıların kabuk oluşturmalarını zorlaştıracağından doğanın atmosferden en önemli karbondioksit emme mekanizmalarından birini de sekteye uğratacaktır. Okyanusun üst tabakasındaki pH değerindeki bugüne kadarki değişmenin okyanusun derinliklerine karbondioksit enjekte edilmesiyle 0,3-0,4 aralığına çıkması beklenmektedir. Bu da karbondioksidin okyanuslarda depolanmasının önündeki en önemli engellerden biridir.

*Mineral karbonlaması* karbondioksidin uzun süreli şekilde atmosfer sisteminden uzaklaştırılmasını sağlayan en sağlıklı yöntemdir. Bu yöntemde toprakta ve kayalarda bulunan magnezyum oksit veya kalsiyum oksit gibi alkali ve toprak alkali metal oksitleri karbondioksit ile tepkimeye sokularak magnezyum karbonat ve kalsiyum karbonat oluşturulur. Dünya yüzeyindeki silika kayalardaki metal oksitlerin miktarı tüm dünyanın üreteceği karbondioksidi saklamaya yeterlidir.

Mineral karbonlaması sonucunda çıkan ürün aslında taş olduğundan karbondioksidin atmosfere geri salınması mümkün değildir, bu da üretim ve depolama sahalarının uzun süre kontrol edilmesi zorunluluğunu ortadan kaldırır. Üretilen kayaların da yol yapımı gibi kullanım alanları bolca mevcuttur.

Ancak mineral karbonlaması yönteminin en büyük problemi diğer tüm yöntemlerle kıyaslandığında en pahalı yöntem olmasıdır. Bunun ana nedeni mineral karbonlamada kullanılacak olan minerallerin açık kömür madenlerine benzer yöntemlerle kazanılması gerekliliğidir. Bu sebeple de mineral karbonlaması için kullanılacak madencilik yöntemlerinin çevresel etkilerinin iyi analiz edilmesi önemlidir.

### 6.5. Karbon Tutma ve Depolamanın Bedeli

Karbon tutma ve depolamanın bedeli üç ayrı başlık altında incelenebilir: Karbon tutma, tutulan karbonu taşıma ve depolama. Örnek olarak Afşin-Elbistan B Termik Santralı seçilmiştir. Bu santral 4 üniteden oluşmakta ve her bir ünite 360 MW enerji üretmektedir.

Kömürden 360 MW elektrik enerjisi üretebilmek için iki yolumuz bulunmaktadır: Toz Kömür Santrali (Afşin-Elbistan bu yöntemle çalışmaktadır) veya Gazlaştırma Üniteli Kombine Çevrim Santralı. Toz Kömür Santralının ilk kurulum maliyeti yaklaşık 460 milyon dolardır. Eğer bu santralı karbon tutacak şekilde tasarlayacak olursak maliyet 750 milyon dolara çıkar, yani %63 artar. Buna karşılık aynı santral Gazlaştırma Üniteli Kombine Çevrim Santralı olarak tasarlanmış olsa ilk üretim maliyeti yaklaşık 480 milyon dolar olacaktır, yani ilkinden sadece %4 fazla. Ama Gazlaştırma Üniteli Kombine Çevrim Santrali aynı zamanda karbon tutacak şekilde tasarlanırsa maliyet 660 milyon dolar olur. Bu da orijinal maliyetinden %35 daha fazladır. Yani eğer tüm santralların ilk maliyet yapıları en az karbon salacak şekilde tasarlanacak olursa yapım aşamasında bile kazançlı çıkmak mümkündür.

Afşin-Elbistan B Santralının her bir ünitesi saatte yaklaşık 280 ton karbondioksit salmaktadır. Karbon tutma teknolojileri ile bu salımın yaklaşık %86'sını tutmak mümkündür. Bunu yapabilmek için salınan ton başına 41 dolar masraf yapmak gerekir. Bu da üretilen elektriğin fiyatının %57 artması anlamına gelir. Bu santral Gazlaştırma Üniteli Kombine Çevrim Santralı olarak tasarlanmış olsaydı karbon tutma masrafı ton başına 23 dolar olacak ve üretilen elektriğin fiyatı %33 daha fazla olacaktı. Burada ilk yatırım kararları alınırken karbon salımlarına dikkat edilmemesinin bedelinin, sonrasında karbon tutmaya karar verecek olursak ne kadar

yüksek olduğunu görebiliyoruz. Bu nedenle, kömür kullanımının devamına karar verilecekse bile, gelecekteki karbon tutma gereklerini en kolay şekilde yerine getirecek sistemler tercih edilmelidir.

Afşin-Elbistan Santralının ürettiği karbondioksidi depolamak için 1000 km mesafeye taşıyan bir boru hattı kuracak olursak, boru hattının maliyeti üzerine taşınan her ton karbondioksit bize 8 dolara mal olacaktır. Dünyanın diğer ülkeleri için daha uygun bir çözüm olabilecek deniz taşımacılığı eğer 1000 km'den kısa bir mesafe taşınacaksa boru hattından daha pahalıdır, ancak 1000 km'nin üzerinde gemi taşımacılığı daha ucuza gelmektedir. Mesela karbondioksidi deniz yolu ile 3000 km taşımak ton başına 25 dolara mal olurken boru hattının masrafı ton başına 40 dolar olacaktır. Ülkemizde doğalgaz ve petrol yatakları fazla bulunmadığından bu taşıma uzaklığı çok daha fazla olabilir.

Karbondioksidi yeraltında depolamanın maliyeti ton başına 0,5-8 dolar arasında değişmektedir. Bu maliyet genelde tükenmiş petrol yataklarını kullanmanın maliyetidir. Ülkemizde bu yataklar fazla sayıda bulunmadığından maliyetin üst limitten hesaplanması daha doğru olabilir.

Benzer şekilde karbondioksidi kıyıdan 500 km öteye boru hattı ile taşıyıp denizin altına göndermek ton başına 30 dolar maliyet getirmektedir. Aynı işlemi tankerlerle yapmak ise ton başına 15 dolar tutacaktır.

Dolayısıyla, bugün için, Afşin-Elbistan termik santralının ürettiği karbondioksidi tutup, sıkıştırıp borularla Karadeniz kıyısına taşıyıp, sonra bir boru hattı ile Karadeniz'in derinliklerine göndermek ton başına yaklaşık 80 dolar bir masraf demektir.

Evde ısınmak için 1 kW'lık bir elektrikli ısıtıcı kullandığımızı ve bunun bir saat boyunca çalıştığını düşünelim. Kömürden kazanılan elektrik enerjisi kullanıldığı zaman eğer karbondioksidi tutup depolamak istersek kullandığımız bu enerjinin maliyeti 6 sent yani yaklaşık 15 kuruş artacaktır. Bu normal elektrik faturamız üzerine ödememiz gerekecek en düşük maliyettir.

### 6.6. Karbon Tutma ve Depolamanın Hukuki Yönü

Karbonu tutmak bugün yapmamız gereken bir işlem olmasına rağmen tutulan karbonun yüzyıllarca depolanması ve bu depolama yerinden kaçmaması gerekmektedir. Depolamanın bu kadar uzun süre boyunca yapılması zorunluluğu beraberinde diğer çoğu alanda olmayan hukuki zorlukları getirmektedir.

Öncelikle bir yanda depolanan karbondioksidin sızmadığı devamlı kontrol edilmek zorundadır. Devamlı yapılan kontrolların uzun vadede ciddi bir ekonomik yükü olacaktır. Karbondioksidi depolamaktan sorumlu olan şirket ya da kuruluş bu kontrolların yapılmasının yükünü de taşımalıdır. Bu sorumluluk ise şirketin sonu görülemeyen bir ticari anlaşmaya imza koyması anlamına gelecektir. Bu şirket gelecekte kapanacak ya da iflas edecek olursa kontrol yükümlülüğünün nasıl sürdürülmesi gerektiği tartışılan bir konudur. Bu konudaki en doğal ve doğru çözüm bu sorumluluğu şirketlerden alıp devletlere vermektir. Bunun yerine getirilebilmesi için de devletler depolamayı yapan şirketten uzun süre kontrol yapılmasının bedelini peşin olarak almak isteyeceklerdir. Bu depolama masrafı ekonomik anlamda bu uzun vadeye yayılıyor olsa da, gene de ilk depolama masrafını ciddi anlamda arttıracaktır. Bu nedenle daha denemeleri yeni yapılan bir teknolojik modelin çalışır hale gelebilmesi için gerekli olan hukuki düzenlemelerin de acilen yapılması gereklidir. Devletlerde genelde bu kadar uzun vadede iş yapma ve yaptırma anlayışı olmadığından bu problemle ilk defa karşılaşıldığında konulacak kurallar ve karşılığındaki yaptırımlar fazla düşünmeden atılmış adımlardan oluşabileceği için ileride toplumları önemli zarara uğratma potansiyeli taşımaktadır.

Diğer yandan karbondioksidin taşınması ve depolanması sırasında beklenmedik şekilde kaçaklar oluşması ve bu kaçakların mal ve can kaybına sebep olması mümkündür. Taşınma sırasında oluşabilecek kaçaklar için sorumluluk atamak fazla zor olmasa da, uzun süre depolandıktan sonra oluşabilecek kaçaklar sonrasında muhatap bulmak zor ve hatta imkânsız olabilir. Bu tür durumlar için normalde kullanılan sigorta sistemleri de bu kadar uzun vade için garanti sağlayamayacağından sorumluluk gene devletlere düşmektedir. Bu da gerek taşıma gerekse de depolama noktasında devletin kontrolü sağlayarak konuyu serbest piyasaya bırakamayacağını göstermektedir. Bugün için dünya devletleri karbon tutma ve depolamayı geleceğin çözümü olarak lanse etseler de kendi sorumluluklarının neler olacağı konusunda kafa yormuş ve politika geliştirmiş değillerdir. Bu politika eksikliği üretilen teknolojilerle birlikte kısa vadede serbest piyasa karşısında bir zaafa dönüşerek uzun vadede tehlike yaratabilecek yöntemlerin kullanılmasına yol açabilir.

### 6.7. Sonuç

Karbon tutma ve depolama teknolojileri kömür yakan endüstriyel sistemlerin sürdürülebilmesi için tasarlanan yöntemlerdir. Bu yöntemlerin işler hale gelebilmesi için en önemli unsur maddi yaptırımlardır. Bu sistemler havaya saldıkları karbondioksidi bir dışsallık olarak gördükleri müddetçe yeterli ölçekte karbon tutulması ve depolanmasını beklemek hayalcilikten öteye geçmeyecektir. Tüm endüstriyel tesisler atmosfere saldıkları sera gazına karşılık olarak bir ücret ödemek zorunda bırakılır ve bu şekilde dışsallıklarını içselleştirmek zorunda kalırlarsa karbon tutma ve depolama teknolojileri için bir kullanım alanı doğabilir. Salınan karbondioksidin ton başına tutma ve depolama maliyetinin altında bir bedel belirlenmesi bu tesislerin tutma ve depolama yerine cezaya katlanarak salmayı tercih etmelerine yol açacaktır.

Kömür yakma konusunda doğal olan ilk tercih kömürü yakmadan yeraltında bırakmaktır. Doğa güneşten aldığı enerjiyi kullanarak atmosferdeki karbondioksidi yeraltına sokmak için milyonlarca yıl harcamıştır. Bizler güneş enerjisinin bu konsantre halini bulup yakarak son 250 yılda doğanın milyonlarca yıllık emeğini harcamış olduk. Şimdi ise yapmaya çalıştığımız, aynen doğanın yapmış olduğu gibi ama çok daha acemice bir biçimde karbondioksidi yeraltına depolamak. İnsanoğlunun kendini beğenmişliği ve bu işi doğadan daha iyi yapabileceğini düşünmesi hepimizi insanlık tarihinin belki de en büyük problemi ile karşı karşıya bırakmıştır. Bu problemin çözümü olmasa da daha da kötüleşmesini engelleyecek en önemli yöntem karbon tutma ve depolamadır. Bu yöntemin çalışabilmesi için teknoloji geliştirilmesi yanında bu bağlamdaki hukuki konular üzerinde de acilen çalışmalar yapılması gereklidir.

### Kaynaklar


Rubin, E., Meyer, L., de Coninck, H., Abanades, J. C., Akai, M., Benson, S., Caldeira, K., Cook, P., Davidson, O., Doctor, R., Dooley, J., Freund, P., Gale, J., Heidug, W., Herzog, H., Keith, D., Mazzotti, M., Metz, B., Osman-Elasha, B., Palmer, A., Pipatti, R., Smekens, K., Soltanieh, M., Thambimuthu, K.K., and van der Zwaan, B. Technical Summary. In: IPCC Special Report: Carbon Dioxide Capture and Storage. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA (2005).

Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, L.V. Alexander, S.K. Allen, N.L. Bindoff, F.-M. Bréon, J.A. Church, U. Cubasch, S. Emori, P. Forster, P. Friedlingstein, N. Gillett, J.M. Gregory, D.L. Hartmann, E. Jansen, B. Kirtman, R. Knutti, K. Krishna Kumar, P. Lemke, J. Marotzke, V. Masson-Delmotte, G.A. Meehl, I.I. Mokhov, S. Piao, V. Ramaswamy, D. Randall, M. Rhein, M. Rojas, C. Sabine, D. Shindell, L.D. Talley, D.G. Vaughan and S.-P. Xie, 2013: Technical Summary. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA (2013).

European Environment Agency. Air pollution impacts from carbon capture and storage (CCS). EEA Technical Report, No 14/2011 Luxembourg: Publications Office of the European Union, (2011).

# NOTLAR

# NOTLAR

# NOTLAR

İPM

İSTANBUL POLİTİKALAR MERKEZİ
SABANCI ÜNİVERSİTESİ
STIFTUNG MERCATOR GİRİŞİMİ

ISBN: 978-605-9178-17-4

İstanbul Politikalar Merkezi
Bankalar Caddesi No: 2 Minerva Han
34420 Karaköy, İstanbul TÜRKİYE
+90 212 292 49 39
+90 212 292 49 57
ipc@sabanciuniv.edu
ipc.sabanciuniv.edu