

**Asya Kıtası Elektrik Üretimi Perspektifi Kapsamında Temel Enerji Kaynağı Kömür Kullanımı ile Çin ve Hindistan'da Kömürle Çalışan Termik Santraller**

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Fizik Mühendisleri Odası ([canguzel.taner@gmail.com](mailto:canguzel.taner@gmail.com))

Ülkelerin ekonomik büyüme perspektifleri içerisinde elektrik üretimi kalkınmanın temel taşı sayılmaktadır. Küresel boyutta elektrik üretimi ise baz yük kaynağı nükleer enerji santralleri, kömür kaynaklı termik santraller, doğalgaz kombine çevrim santralleri ve petrole dayalı termik santraller vasıtasıyla karşılanmaktadır. Diğer taraftan, sera gazı emisyonları bilim insanlarının çoğunluğu tarafından küresel ısınma ve küresel iklim değişiklikleri sebepleri arasında sıralanmaktadır. Temel yük kaynağı nükleer elektrik santralleri atmosfere sera gazı salınımları daha açık ifade ile karbon salımları yapmamaktadır. Buna karşılık kömür, doğalgaz ve petrol gibi fosil yakıt kaynaklı termik santraller çevreye yoğun biçimde karbon emisyonları ve karbondioksit salınımları yapmaktadır. Öte yandan, ülkelerin hızlı global ekonomik büyüme stratejileri perspektiflerine paralel olarak küresel ölçekte hidrokarbonlara dayalı fosil yakıt kullanımları da öngörülemeyen şekilde aşırı düzeylerde sürekli bir artış göstermektedir. Böylece, küresel karbondioksit emisyonlarının dizginlenmesi suretiyle söz konusu emisyonların kontrol ve denetim altına alınması çalışmaları da önemli ölçüde zorlaşmaktadır. Mevcut durum ve kötü gidişat, içinde bulunduğumuz yüzyıl içerisinde küresel sıcaklık artışlarının 2°C ile sınırlandırılmasını da imkânsız kılmaktadır. Asya ülkelerinin kalkınmasında kömürlü güç santralleri vazgeçilmez konumunu muhafaza etmektedir. Dünya nüfusunun büyük bir bölümünü içinde barındıran Asya kıtasında temel enerji kaynağı kömür kullanımı artması ise dünyanın geleceği açısından ciddi kaygılar uyandırmaktadır.

George Orwell “70 yıl önce uygarlığımız kömür üzerine inşa edilmiştir” diye yazmıştı. Günümüz koşullarında Avrupa kıtası içerisinde karaelmas kömür kullanımı perspektifi büyük bir değişime

uğramasına rağmen Asya kıtası için George Orwell'in ifadesi geçerliliğini hâlâ korumaktadır. Zengin ülkeler düşünce kuruluşu Uluslararası Enerji Ajansı (**I**nternational **E**nergy **A**gency-**IEA**) tarafından Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (**O**rganization for **E**conomic **C**o-operation and **D**evelopment- **OECD**) ülkeleri içerisinde birincil enerji kaynağı olarak kömüre dayalı termik santraller elektrik üretimi ve diğer sanayi kollarında kömür kullanımı sadece %20 seviyesinde bulunduğu hesaplanmaktadır. Ancak dünya genelinde özellikle de 2000 ila 2010 yılları arasında global kömür kullanımı ise oldukça büyük %50 oranında bir yükselme göstermiştir. Amerika Birleşik Devletleri Boston Üniversitesi Coğrafya ve Çevre Bölümü araştırmacılarından Edward Cunningham kömürün yükselen değerini tarihsel süreç içerisinde inanılmaz bir yeniden doğuş ve diriliş olarak yorumlamaktadır. Dr Cunningham kömürün yeniden doğuşu ve kömürün diriliş sürecinin küresel ölçekte hızla yaygınlaşacağını da öngörmektedir. Hatta bu bağlamda 2023 yılına kadar küresel yakıt kullanımı bazında yaygın olan birincil enerji kaynağı petrolü bile geride bırakacağını tahmin etmektedir. Yerkürede kömür rezervleri diğer rakip yakıtlara kıyasla çok miktarda bulunmakta olduğu aynı zamanda daha ucuz ve daha düşük maliyetli temin edilebildiği işaret edilmektedir. Ancak diğer birincil enerji kaynaklarına göre olumlu görünen avantajlarına karşılık karaelmas kömür, küresel çevre ve global ekolojik dengeler açısından yeryüzünün en kirli yakıtlarından biri olarak kabul edilmektedir. Son 20 ila 30 yıldır Asya kıtası ülkeleri enerji talebi küresel düzey çerçevesinde %70'in üzerinde bir oranla hızla artmaktadır. Bu arada kısa süre zarfında refaha erişmek için büyük bir yarış içerisinde olan aynı zamanda nüfusları en kalabalık Çin ve Hindistan gibi Asya ülkeleri gelecekte de çok yüksek miktarlarda karaelmas kömürü kullanmak zorunda kalacaklardır. Netice itibarıyla global ısınma ve küresel iklim değişikliği nedenleri arasında sıralanan küresel karbondioksit salımlarının azaltılması ve limitlenmesi için Kyoto Protokolü sonrası uluslararası anlaşma zemininde aşılması güç engellerin ortaya çıkması ise kaçınılmaz gözükmektedir. Çin, kömür üretimi ve kömür tüketimi yönünden gezegenin lider ülkesidir. Yılda 3 milyar ton kömür çıkaran Çin, bir zamanlar dünyanın en büyük kömür üreticisi Amerika Birleşik Devletlerine kıyasla üç misli daha fazla kömür üretimi gerçekleştirmektedir. 2011 yılında kömür ithalatı açısından Çin,

dünyanın en büyük kömür ithalatçısı Japonya'yı bile geçmiştir. Çin'in elektrik üretimi yaklaşık %80 oranında kömür ile çalışan termik santraller kanalıyla karşılanmaktadır. Kömürle işletilen termik santraller vasıtasıyla atmosfere salınan ve asit yağmurları nedeni olan kükürt dioksit emisyonlarının yok edilmesi için kükürt dioksit baca gazı arıtma tesisleri ya da kükürt dioksit desülfürizasyon üniteleri kurulması amacıyla yönelik ilave temiz enerji kaynağı yatırımları yapılması gerekmektedir. Kömür yakan elektrik santralleri, önlenmesi büyük ekonomik yük ve maliyetler getiren ciddi hava kirliliği yaratmaktadır. Ayrıca, kömür yıkama (coal washing) sırasında ortaya çıkan atıkların da bertaraf edilmesi icap etmektedir. Böylece, hava kirliliği ve kömür yıkama yöntemi yoluyla yer altına sızan atıklar sayesinde kirlenen temiz sular ile dejenerasyona uğramış ve bozulmaya yüz tutmuş tarıma elverişli topraklar, Çin'de insan sağlığı ve çevre güvenliği perspektifleri açısından çok büyük bir risk oluşturmaktadır. Çin, alternatif enerji kaynakları arayışı perspektifleri kapsamında ciddi araştırmalar da yapmaktadır. Özge enerji kaynakları geliştirmek suretiyle ekonomik büyüme içeriğinde enerji yoğunluğu (energy intensity) bağımlılığını azaltmak da Çin'in kayda değer hedefleri arasındadır. Ekonomik büyümede enerji yoğunluğu perspektifi, GDP'nin ekstra birimi başına gerekli enerji olarak tanımlanmaktadır. **GDP (Gross Domestic Product)**, "bir ülkede yurt içinde üretilen mal ve hizmetlerin tümünü içine alan takribi ulusal gelir" şeklinde tarif edilmektedir. Hidroelektrik santraller (HES) vasıtasıyla dünyanın en büyük hidroelektrik potansiyelini kullanan Çin, ayrıca çok sayıda yeni nükleer santraller kurulması için de ciddi ve önemli planlar yapmaktadır. Diğer taraftan, rüzgar enerjisi güç santralleri (RES) ve güneş enerjisi elektrik santralleri gibi temiz yenilenebilir enerji kaynakları yatırımları da öncelik verilen projeler arasında yer almaktadır. Yukarıda anlatılan alternatif temiz enerji kaynakları geliştirilmesi yönünde harcanan tüm çabalar aslında bir dereceye kadar ülkede kömürle işletilen elektrik santralleri bağımlılığının azaltılması amacıyla yapılmaktadır. Çin enerji portföyü ve Çin elektrik enerjisi projeksiyonları içeriğinde enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi yoluyla enerji kaynak çeşitliliği yaratılmasına dair gösterilen bütün söz konusu uğraşılara rağmen "2030 yılına kadar ülkede yıllık 4.4 milyar ton kömür tüketileceği" McKinsey Danışmanlık Firması tarafından öngörülmektedir. Bu durum ise

karbon salımları ve karbondioksit salınımlarının yüksek oranlarda artacağına işaret etmektedir. Örneğin, 2005 yılında karbondioksit emisyonları 6.8 milyar ton iken 2030 yılında 15 milyar tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Ülkedeki karbondioksit salınımlarının yaklaşık %40'ına ise elektrik üreten fosil kaynaklı termik santraller neden olmaktadır. McKinsey Firması, kömür üretimi ve karbon emisyonlarının büyük miktarlarda azaltılması açısından iyimser stratejik planlar da hazırlamaktadır. Öte yandan Dr Cunningham, Çin'de çok sayıda küçük ölçekli madencilik firmasının bölük pörçük ve dağınık biçimde faaliyette bulunduğunu bunların merkezi hükümet tarafından organize edilmelerinin ve kapsamlı reformların yürürlüğe konulmasının ise çok zor olduğunu ifade etmektedir. Kömür üretiminin hızlı bir şekilde artırmasına rağmen Çin, dünyanın en büyük kömür ihracatçısı ülkeleri Avustralya ve Endonezya'dan yoğun aynı zamanda çok miktarda kömür ithalatları da gerçekleştirmektedir. Dünyanın henüz işletmeye alınmamış en büyük kömür rezervleri olan Moğolistan'ın kömür yatakları Çin sınırının hemen yakınında bulunmaktadır. Moğolistan'da üretilecek kömürlerin gelecekte Çin tarafından ithal edilme olasılığı da yüksek görülmektedir. Pekin kaynaklı GK Dragonomics Araştırma Firması çalışmalarına göre gelecek 20 ila 30 yıl kadar Çin'in kömüre son derece bağımlı ülke konumunu sürdüreceğine kesin gözüyle bakılmaktadır.

Hindistan da kömür kullanımı yüzdesi açısından Çin'i yakından takip etmektedir. Ancak Hindistan Çin'e kıyasla çok daha fazla enerji arz güvenliği zafiyeti ve elektrik arzı sıkıntısı içerisinde bulunmaktadır. Bu nedenle Hindistan'da yoğun sayıda yüksek kapasiteli kömürle çalışan elektrik santralleri kurulması elzem görülmektedir. Hindistan'ın elektrik üretimi %70 oranında kömür ile işletilen güç santralleri kanalıyla temin edilmektedir. Hindistan'ın ulusal elektrik şebekesi de son yıllarda inanılmaz boyutlarda gelişim ve ilerleme süreci yaşamaktadır. Hızla kaydedilen olumlu gelişmelere ve sürece rağmen Hindistan'da halen 300 milyon kişi elektriksiz yaşantısını güç şartlarda sürdürmektedir. Gelecek 25 yıl içerisinde küresel elektrik enerjisi projeksiyonları ve global enerji portföyleri perspektifi bakımından dünyanın en büyük enerji talep artışları Çin ve Hindistan'da görülecektir. Hindistan da Çin'e benzer şekilde yeni nükleer reaktörler kurulması ve işletilmesi, petrol ve doğalgaz

aramaları ile yenilenebilir enerji kaynakları yatırımları için bütçe imkanları dahilinde büyük miktarlarda ekonomik fonlar ve yüksek ödenekler tahsis etmektedir. Hindistan aynen Çin gibi kömürü kaçınılmaz enerji kaynağı seçeneği olarak görmektedir. Ayrıca Hindistan dünyanın üçüncü büyük kömür üreticisi ülkesi olup, kömür rezervleri açısından da dünyada beşinci sırada bulunmaktadır. Ancak Hindistan'ın kömür üretimi, ülkenin kömür ihtiyacı ve kömür talebini karşılayabilecek kadar hızlı bir teknolojiye henüz ulaşamamıştır. Gerçekte iki yıldan beri de ülkede kömür üretimi artırılmamaktadır. Bunun bir diğer nedeni olarak da devletin tekelci yönetimi yapısı içerisinde kömür ocakları işletilmesi lisansı konusundaki bürokratik engellemeler gösterilmektedir. Böylece Hindistan'ın yakın gelecekte dünyanın en büyük kömür ithalatçısı ülkesi olacağı da büyük bir ihtimalle varsayılmaktadır. McKinsey tahminlerine göre mevcut eğilimler göz önüne alındığı takdirde 2030 yılına kadar Hindistan'a ait karbon emisyonları 2.5 kat artacağı ve küresel karbon emisyonları artışının ise yaklaşık onda bir oranında sadece Hindistan'ın kömüre dayalı elektrik santralleri katkısı ile gerçekleşeceği öngörülmektedir. Çin hükümetine paralel olarak Hindistan'da iş başında bulunan hükümet de kişi başına üretilen karbondioksit emisyonu oranlarının Amerikalılar ve Avustralyalılar tarafından üretilen salım oranlarına kıyasla halen çok daha düşük düzeyde olduğunu açıklamaktadır. Bununla beraber Çin'in kişi başına üretilen kirlilik oranlarının bazı Avrupa ülkelerini hızla geride bıraktığı da dikkat çekmektedir. Gelecekteki toplam emisyonları 5 ila 6.5 milyar ton seviyesinde tahmin edilen Hindistan'ın salınımları hâlâ Çin'in salınımlarına nazaran oldukça düşük düzeyde kalacağı öngörülmektedir. Hindistan ve Çin'in kömür talebi projeksiyonları, 2011 yılı Japonya depremi ve oluşan tsunami süpürtü dalgaları doğal felaketleri sonrası meydana gelen Fukushima nükleer elektrik reaktörleri kazalarından etkilenmediği gözlemlenmektedir. İki büyük ülke Çin ve Hindistan tabii afetler neticesi gelişen Japon nükleer santral kazaları ile birlikte nükleer güç santralleri kurulması programlarını gözden geçirmelerine rağmen nükleer planlarında bir değişiklik ihtimali olmadığını duyurmuşlardır. Nükleer enerjinin riskleri karşısında küresel kömür talebinde de ciddi artışlar ortaya çıkmaktadır. Örneğin, Fukushima nükleer santral kazaları öncesi 2030 yılına kadar toplam nükleer elektrik üretimini %30 dan %50 seviyesine artırma planları yapan

Japonya enerji programlarını yeniden düzenlemeye çalışmaktadır. Japonya'da kömür kaynaklı güç santralleri elektrik üretimi ise önceden %27 düzeyinde bulunmaktaydı. Bangladeş ve Filipinler dahil Asya kıtasının geniş coğrafyasında yer alan ülkelerin kömüre dayalı elektrik santralleri kurulması talepleri ise hızla artmaktadır. Rüzgâr enerjisi elektrik santralleri ve güneş enerjisi güç santralleri gibi yenilenebilir enerji kaynakları yatırım maliyetleri yüksekliği nedeni rağbet görmemektedir. Diğer taraftan, doğalgaz kombine çevrim santralleri elektrik üretimi sırasında kömürlü güç santralleri enerji üretimine kıyasla atmosfere çok daha düşük oranlarda karbon emisyonları ve karbondioksit salınımları sebebiyle tercih edilmektedir. Sonuçta kömüre dayalı elektrik santrallerinin karbon salınımlarının azaltılması için büyük çalışmalar yapılmasına rağmen şimdiye kadar önemli bir başarı da sağlanamamıştır. Örneğin, bu çalışmalar arasında sayılan karbon yakalama ve karbon depolama teknolojisi (Carbon Capture and Storage-CCS) henüz gerçekleştirilememiştir. IEA'nın bir raporunda kömürle işletilen elektrik santralleri çalıştırılması konusunda daha temiz ve daha verimli teknolojiler bulunmasına karşılık şimdilik küresel boyutta yaygınlaştırılmadıkları da belirtilmektedir. Yine aynı düşünce kuruluşu IEA tarafından bu yüzyıl içerisinde küresel sıcaklık artışlarının 2°C ile limitlenmesi için zamanın tükenmekte olduğu da rapor edilmektedir. IEA'nın son öngörüsü ise "Asya ülkelerinde çalışmakta olan kömür santralleri ve diğer endüstriyel tesislerde 2017 yılına kadar karbon emisyonlarının dizginlenmesi ile birlikte kontrol ve denetim altına alınması sağlandığı takdirde harcanan finansal kaynaklar karşılığında küresel ve bölgesel büyük faydalar temin edileceği" şeklinde açıklanmıştır.

### **Kaynaklar:**

- Nükleer Enerji Santralleri, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Geleceği ve Enerji Kaynak Çeşitliliği, Ahmet Cangüzel Taner Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Santraller ve Gelecekteki Nükleer Enerji Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Kyoto Protokolü Sonrası Küresel Isınma ve İklim Değişikliği ile ilgili Olası Son Gelişmeler, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.

- Küresel Isınma, İklim Değişiklikleri Nedeni ile Çin ve Hindistan'da Çevresel veya Ekolojik Felaketler, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Çin ve Hindistan'da Küresel Isınma ile İklim Değişiklikleri Nedeni Olan Sera Gazı Emisyonları Hakkında Çevre Eylem Planı Politikaları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Çin ve Hindistan'ın Kyoto Protokolü Sonrası Küresel Isınma ve İklim Değişikliği Faili Sera Gazı Emisyonları ile ilgili Muhtemel Politikaları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.
- Fosil Yakıtlı Termik Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.
- Avustralya'da Karbondioksit Salımları ve Emisyon Ticareti, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.
- Çin Nükleer Santraller, Elektrik Üretim Politikaları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- İleri Nükleer Santraller, İklimsel Değişim Mekanizmaları, Küresel Isınma ve İklim Değişiklikleri Bilimsel Raporları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Kömür Yakıtlı Termik Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Japonya Depremi Tsunami ve Nükleer Santraller, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Sona Erecek Kyoto Protokolü Öncesi Durban Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişikliği Müzakereleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Güney Afrika 2011 Durban Küresel İklim Değişikliği Zirvesi, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Doğa Dostu Temiz Fosil Yakıtlı Elektrik Santralleri Geliştirilmesi Kapsamında Karbon Yakalama ve Karbon Tutma (CCS)Teknolojileri Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- The Economist Dergisi (25 Şubat - 02 Mart 2012).

Fizik Mühendisleri Odası Resmi Web Sitesi:

[www.fmo.org.tr/ yayinlar/faydali-bilgiler](http://www.fmo.org.tr/yayinlar/faydali-bilgiler)