

Termal Kömürün Enerji Üretiminde Geleceği Var Mı?



Dr Hakan Arden Kahraman
Kıdemli Jeoloji Mühendisi, DMT
hakan.arden@dm-t-group.com

1. Giriş

Kredi kurumlarının proje yatırımlarında risk algısı çok geniş bir yelpazeyi kapsadığı için, proje finansmanında sosyal ve çevresel riskleri yönetme başlıkları son yıllarda daha bir öne çıkmıştır. Bu bağlamda, proje finansman kararları "Ekvator İlkeleri'ne" uyulup uyulmadığına bakılarak verilmeye başlamıştır. Ekvator İlkeleri 37 ülkeden 118 finans kuruluşunun gönüllü katılım çerçevesinde birleşerek oluşturdukları bir risk yönetim mekanizmasıdır. Risk yönetimi özellikle çevre ve sosyal konularda onay ve kabullerin alınıp alınmadığı ve bunların proje ve kamu güvenliği için ne denli kritik olduğu yönünde yoğunlaşmaya başlamıştır.

Bu çerçevede, yatırım kurumlarının termal kömür projeleriyle ilişkilendirilmelerinin "marka itibarları" için iyi olmadığı algısı giderek önem kazanmaktadır. Bu nedenle, başta Avrupa kökenli bir dizi yatırım kuruluşu, termal kömür projelerinden özellikle kaçınmaya başlamıştır. Proje finansmanında yaşanan sıkıntılar ve uluslararası toplumda oluşan önyargılar, BHP, Rio Tinto, Anglo American gibi büyük madencilik şirketlerinin de termal kömür projelerine yatırımdan sakınmaya ve ellerindeki var olan termal kömür maden ve yataklarının da satışına neden olmuştur.

Finans ve madencilik kurumlarının verdiği bu tepkiler, çevreci lobi gruplarının ve medya haberlerinin küresel ısınma konusunda giderek artan kampanyalarının tetikleme halkın da dikkatini çekmiş ve böylece kömürün enerji piyasalarında yaşam mücadelesi de başlamıştır.

Kamu nezdinde kömüre tepki verilirken, koklaşabilir (metalürjik) ve termal kömürlerin aynı kefedede olmadığı konusu yaygın olarak unutulur ya da makul bir şekilde göz ardı edilir. Koklaşabilir kömürler, çelik yapımı gibi birçok metalürjik uygulamada bir temel bileşendir. Termal kömürler ise esas olarak enerji üretimi için kullanılır. Çevreci lobi bu iki tip kömür arasında ayırım yapmaksızın, iki kömür tipini de aynı şekilde yargılayarak, kamuya yanlış bilgi aktarmaktadır.

Yatırımcılar, bürokratlar, politikacılar ve teknik profesyoneller için iklim değişikliği kaynaklı baskılar ve endişeler nedeniyle, kömürün enerji üretimindeki payı ile ilgili olarak, karar vermek giderek daha zor hale gelmektedir. Görünüşe göre termal kömürün yazgısı aşikâr bir şekilde ortada olmasına karşın, aynı yargıyı koklaşabilir kömürler için vermek henüz mümkün değildir. Bunun nedeni ise kaliteli koklaşabilir kö-

mür yataklarının hızla tükenmesi, gelecekteki talepleri karşılayacak yeterli koklaşabilir kömür projesi bulunmaması ve dünyada çelik üretiminin teknolojik anlamda halâ büyük miktarlarda koklaşabilir kömürlere gereksinim duymasındır. Bu nedenle önümüzdeki yıllarda kok kömürüne rağbet devam edecek ve arzdaki sınırlamalar nedeniyle fiyatlar da kademeli olarak yükselecektir.

2. Termal Kömür Niçin Savunmada?

Termal kömürün savunma cephesinde olmasının çeşitli nedenleri vardır. Bu nedenler kısaca şöyle özetlenebilir:

- İklim değişikliği tartışmaları ve özellikle kömürden kaynaklanan CO₂ emisyonlarını azaltma çabaları;
- Küresel ısınmanın ana suçlusu olarak kabul edilmesiyle kömüre karşı oluşan toplumsal direnç;
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının artan rekabeti;
- Kömürden emisyon sonucu havaya yayılan kirletici unsurların varlığı;
- Kömür madenlerinin ve enerji santrallerinin çevrelerine yaptığı görsel etki;
- Enerji santrali atıklarıyla ilgili sorunlar ve atık yönetimi; ve
- Bazı kömür işletmelerinde ve santrallerindeki düşük yatırım getirileri.

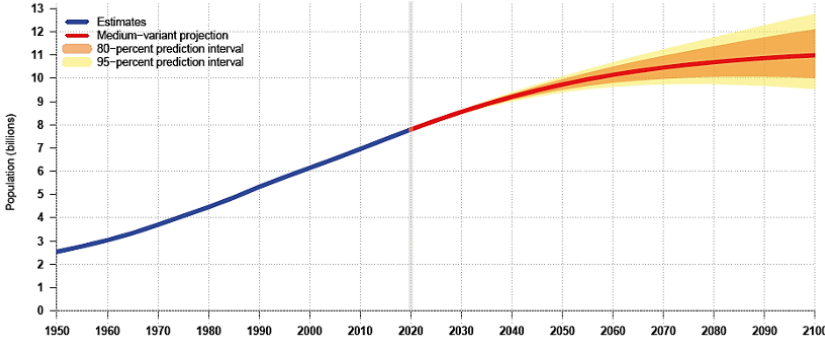
3. Gerçeklerle İyi Niyetli Düşlerin Karşılaştırılması

Yatırımcıların enerji portföylerinde termal kömürden yana defansif tutumlarına karşın, talep ve enerji arzı ile ilgili küresel yaklaşımda dikkate alınması gereken birkaç önemli konu ortaya çıkmaktadır. Bu konular, önümüzdeki on yıllarda politikacıların, yatırımcıların ve kömür kullanıcılarının yatırım ve tercihleriyle ilgili kararları verirken yol haritasını yönlendireceği için kesinlikle ihmal ve göz ardı edilmemelidir. Enerji üretimi için önerilen kömür dışı seçeneklerin de, örneğin nükleer gibi, kendine özgü sorunları vardır ve bu nedenle yatırımcıların ve kamunun iki "sorunlu enerjinin" arasında "daha az sorunlu" olanla ilgili bazı kararlar vermesi gerekebilir.

Kömürün geleceği ile ilgili bazı kararları almadan önce, dikkate alınması gereken ana konulardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Birinci Gerçek: Nüfus Artışı

Birleşmiş Milletler'in 2015 tahminlerine göre dünya nüfusu büyümeye devam etmekte ve önümüzdeki 15 yıl içinde bir milyardan fazla artarak 2030'da 8.5 milyara ulaşacağı ve 2050'de 9.7 milyara, 2100'de ise bunun 11.2 milyara yükseleceği öngörülmekte (Şekil 1).



Şekil 1 Dünya Nüfus Beklentileri: 2019 Revizyon (United Nations, 2019 Department of Economic and Social Affairs Population Division. World Population Prospects 2019)

Ayrıca, son yıllarda dünya çapında ortalama yaşam süresi ile ilgili önemli ilerlemeler gerçekleşmiştir. Birleşmiş Milletler 2015 rakamlarına göre, doğumda beklenen yaşam süresi küresel olarak 2000-2005 ve 2010-2015 yılları arasında 3 yıl artarak 67 ila 70 yıl arası aralığına yerleşmiştir.

Ayrıca, Suriye, Irak, Yemen ve Myanmar çatışmalarında görüldüğü gibi projeksiyonları kolayca çarpıtabilen savaş, etnik çatışma, kıtlık ya da doğal afet gibi nedenlerle ülkeler arasında oluşan beklenmedik nüfus hareketleri ve mültecilerin yerleştikleri yeni ev sahibi ülkelerde barınma, beslenme ve enerji sağlama gibi en temel gereksinimlerin karşılanması konusunda devasa boyutta maddi ve manevi baskılar oluşturmaktadır.

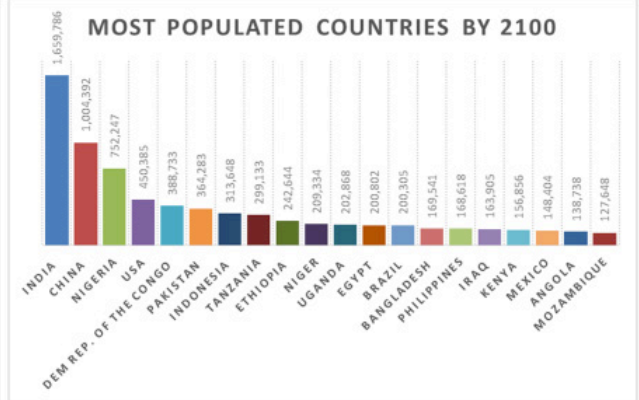
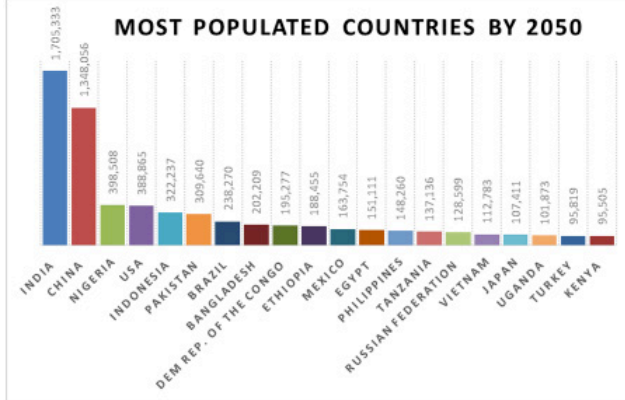
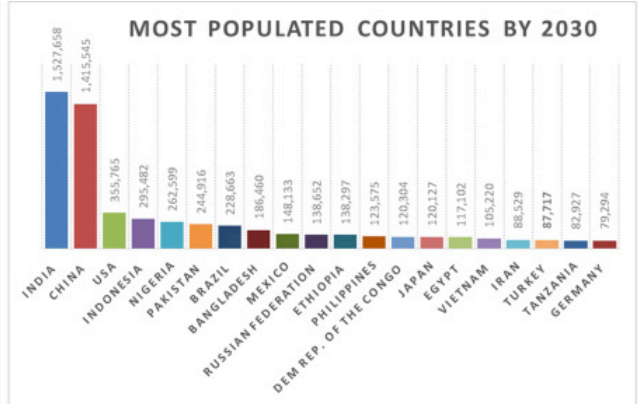
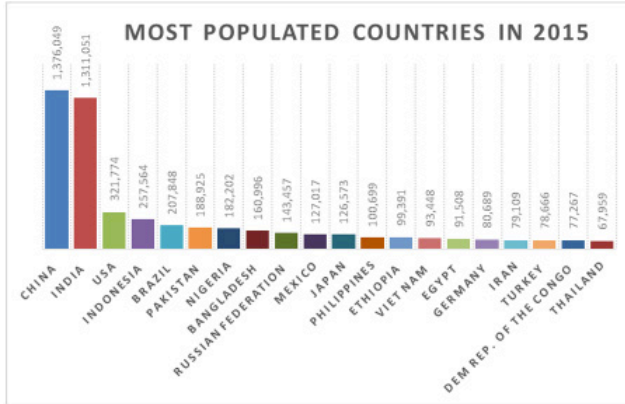
Şu anda dünyanın en yüksek nüfuslu on ülkesi, Çin, Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri, Endonezya, Rusya Federasyonu, Brezilya, Nijerya, Bangladeş, Pakistan ve Meksika'dır. Önümüzdeki on yıllarda en kalabalık 20 ülkenin sıralaması Şekil 2'de verilmiştir.

Nüfus artışı politika ve strateji üretenler için her zaman zorlu bir konu olmuştur. Ancak yoksul ülkelerin nüfus artışını sürdürmesi, bu ülke hükümetlerinin yoksulluğu ve eşitsizliği ortadan kaldırmak, yetersiz beslenmeyle başa çıkmak, eğitim ve sağlık hizmetlerini sağlamak ve diğer en temel hizmetlerin yerine getirilmesi ve iyileştirmesiyle ilgili kararlarını verirken işini oldukça zorlaştırmaktadır.

İkinci Gerçek: Enerji Talebi

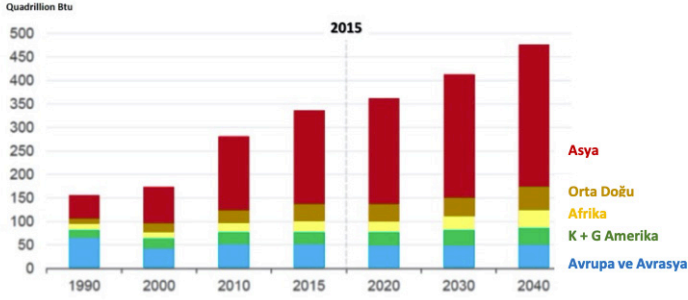
Hangi toplam olursa olsun ekonomik kalkınma, uygun fiyatlı enerjinin varlığına bağlıdır. Dünya nüfusu, 1950'de 2.5 milyarın günümüzdeki 7.5 milyara dek olan artışını sürdürürken ürün ve hizmetlere olan taleplerde de hem yerel hem de uluslararası pazarlarda baskı oluşturmuştur.

Ekonomilerdeki orantısız büyüme değerleri, özellikle Afrika ve Asya'da temel hizmetlere olan talebin artmasıyla birleştiğinde,



Şekil 2 en çok nüfusa sahip 20 ülke

Bölgelere göre OECD dışı enerji tüketimi



Şekil 3 Bölgelere göre Enerji tüketimi (International Energy Outlook 2017 by US Energy Information Administrative)

son birkaç on yılda bu bölgelerdeki enerji gereksinimlerine olan talebi de hızlandırmıştır (Şekil 3).

Bu durum, önümüzdeki on yıllarda artan nüfusa daha fazla ürün ve hizmetlerin üretilmesi ve sunulması zorunluluğu anlamına gelecek, bu da ekonomik faaliyette daha fazla büyümeye yol açacaktır. Bununla birlikte, az gelişmiş ve enerji altyapıları zayıf alanlardaki nüfusun enerjiye erişme isteği, birçok ülkede enerji tüketimindeki büyümeyi hızlandıracaktır (Şekil 4 ve Şekil 5)

Teknolojik ilerlemeye duyulan ilgi, ağır sanayi makine ve teçhizatı, kara, deniz ve hava taşımacılığının unsurları, inşaat malzemeleri, bilgisayarlar, cep telefonları ve diğer günlük ihtiyaç malzemelerinin üretilmesi, bakımı ve işletilmesi için, enerji

gerektiren diğer elektrikli ekipmanın varlığı enerji tüketimini daha da hızlandırmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler "geliştikçe", enerji talebi artmakta ve bu da elektrik üretimi üzerindeki var olan baskıyı daha da yoğunlaştırmaktadır.

Yeni teknoloji olarak piyasaya sunulan Li / Co / Ni akü devrimi şeklindeki enerji depolaması bile, yine de ilk üretim aşamasında enerjiye gereksinim duymaktadır.

Üçüncü Gerçek: Endüstriyel Kalkınma ve Ekonomik Büyümede Küresel Kayma

Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri her zaman dünya ekonomisinin motoru olmuştur ve bir dereceye kadar bu halâ öyledir. Bununla birlikte, 20. yüzyılın sonlarına doğru, dünya, yeni gelişen ekonomilere yönelik ekonomik faaliyette önemli bir dönüşüm geçirerek, "BRICS" kısaltmasıyla anılan ülkelerin (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika) hızlı gelişmesine tanık olmuştur.

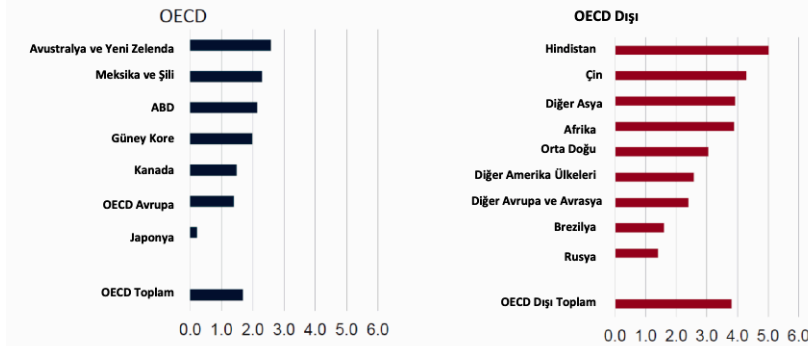
Hemen hemen her ölçekte BRICS, dünya arazi kapsamının %25'inden fazlasını ve dünya nüfusunun %40'ını oluşturduğu ve 20 trilyon dolarlık bir birleşik Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) içerdiği için küresel sahnenin en büyük birimidir. Bu ülkeler, özellikle Çin ve Hindistan, yalnızca geniş iç pazarları dolayısıyla değil, aynı zamanda diğer pazarlar için de mal, hizmet ve hammadde sağlamaları nedeniyle halâ küresel olarak ekonomik büyümenin lokomotifleridir. Bu ekonomiler, kendi bünyelerinde yapılan yatırımların artmasıyla dünya çapında artan mal ve hizmet taleplerini karşılamayı başarmaktadırlar.

Yakın zamanda BRICS ülkelerine dışında listeye yeni gruplar eklenmiştir: "MINT" ve "Next Eleven".

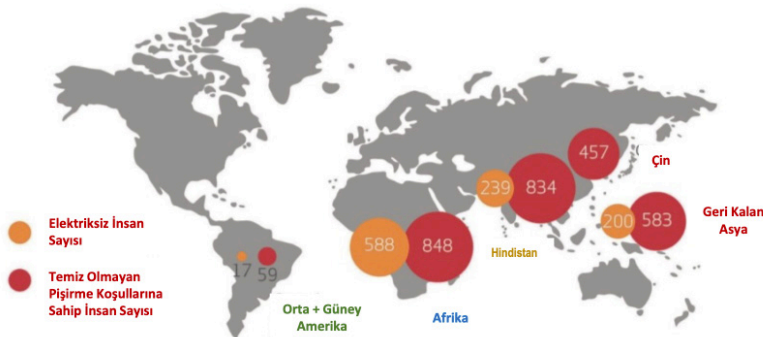
"MINT"; Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye'yi kapsarken, "Next Eleven", (Yeni On Birler) MINT ülkeleri ile birlikte Bangladeş, Mısır, İran, Pakistan, Filipinler, Güney Kore ve Vietnam'dan oluşmaktadır. "Yeni On Bir" ülkeleri 10 milyon km²'lik bir yüz ölçüme, toplam 1,46 milyar nüfusa ve 6,5 trilyon dolarlık birleşik GSYİH'ye sahiptir. Satın alma gücü paritesi [PPP "Purchasing Power Parity"] açısından GSYİH 15,5 trilyon dolara ulaşmıştır.

BRICS, MINT ve "Next Eleven" ülkelerinin devasa büyüyen ekonomileri aracılığıyla ürettikleri artı sermayenin, elektrik üretimi söz konusu olduğunda nereye ve nasıl yatırım yapacağı da aşikârdır. Yani küresel projelerde "kömür" gibi "tartışmalı enerji

2015-2040 Yıllık ortalama GSYİH Yüzde Değişimi (%/yıl)



Şekil 4 Ekonomik büyüme tahminleri (IEA-World Energy Outlook 2017)



Şekil 5 Enerji talebinde yoksulluk (IEA-World Energy Outlook 2017)

kaynakları" için gerekli olan sermaye Batı merkezli ekonomilerden kolayca elde edilemeyebilir, ancak yukarıda adı geçen ve yeni gruplarca oluşturulan motor ülkelerin yerel ekonomilerinde üretilen fazla sermaye, kömür projelerindeki yeni yatırım fırsatlarına aktarılabilir.

Dördüncü Gerçek: Yakıttan Enerjiye Dönüşüm Kolaylığı

Ülkeler ve ekonomiler için enerji gereksinimleri planlanırken, bir dizi etkenin göz önünde bulundurulması gerekir:

- Yakıt kaynağının varlığı ve bolluğu;
- kullanımındaki verimliliği;
- hem güncel hem de gelecekteki maliyeti ve rekabet gücü;
- güncel ve gelecekteki tedarikler için güvenlik ve garantiler;
- çevresel ve sosyal riskler ve enerji dönüşüm sürecinin yaşam döngüsü boyunca güvenli kullanımı.

Çeşitli kaynaklardan enerji üretimi bir dizi yakıt seçeneği üzerinden gerçekleştirilebileceği için, tercih edilen seçenikle ilgili bir karar verme söz konusu olduğunda her seçeneğin kendine özgü avantajları ve dezavantajlarının olduğu ortaya çıkacaktır (Çizelge 1). Bu çizelge seçeneklerin değerlendirilip karar vermenin ne denli karmaşık ve zor olduğunu net bir şekilde göstermektedir.

4. Kömürün Kullanımı İçin Oluşan Olumsuz Eğilim Tersine Çevrilebilir Mi?

Son birkaç yıldır batı merkezli ve geleneksel anlamda madencilikle uğraşan BHP, Rio Tinto, Anglo-American, Trafigura, Glencore gibi büyük madencilik şirketlerinin termal kömürlerden vazgeçip ellerindeki ocak ve yatakları satışa çıkartmaları, termal kömür için var olan olumsuz durumu daha da derinleştirmiştir.

Kömüre karşı oluşan yeni olumsuz eğilimin, kömürü eski yerleşik ekonomilerdeki hayatta kalma mücadelesinde yalnız bıraktığı net bir şekilde ortadadır.

Ancak artan dünya nüfusu, yeni gelişen ülkelerin enerji gereksinimleri, enerji kaynaklarının kısıtlılığı/çeşitliliği ve temelde yakıt ekonomisi gibi zorunluluklar nedeniyle, bu mücadelenin yeni ekonomilerde beklenenden biraz daha uzun sürmesi beklenebilir.

Eski ekonomiler kömürle ilgili projelere karşı giderek daha ihtiyatlı davranıp bunlara yatırım yapmaya direniyor olsa da bu eğilimin "BRICS", "MINT" ve "Yeni On Birler" gibi yeni gelişmekte olan ekonomilere ulaşması biraz zaman alabilir.

Örneğin Filipinler'de (Yeni On Bir ülkelerinden biri) yapılan bir çalışmada (Agaton, 2017) enerji üretimi için kömür ya da alternatif enerji kaynaklarından hangisinin olumlu olacağı analiz edilmiş ve yatırım kararlarını değerlendirirken zamanlamanın çok önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada bir nükleer kaza riskine karşın, nükleer enerji yatırımının Filipinler için

cazip görünüyor olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu belirgin sonuca karşın, uzun vadeli nükleer enerji için gerekli olan hammadde sağlamadaki güvenilirlik, halkın güvenlik sorunları, nükleer materyalin elde edilmesi ya da kısıtlılığı, uzun vadeli nükleer atık yönetimi ve nükleer enerji kullanım riskleri ile ilgili endişeler nedeniyle nükleer enerjinin yalnızca kömürden yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinde 'geçiş teknolojisi' olarak hizmet edebileceği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 1'de belirtilen enerji kaynaklarının kendileriyle ilişkili bir dizi avantaj ve dezavantaja sahip olması ve kısa vadede enerji talepleri sorusuna belirleyici ve nihai yanıt verilememesi ilginçtir.

Bununla birlikte, ekonominin ölçeği ve güvenlik endişeleri kalıcı olarak göz önünde bulundurulursa yenilenebilir enerji kaynaklarının ve nükleer enerjinin uzun vadede kaçınılmaz seçim olacağı sonucu ortaya çıkar. O zamana dek termal kömür, entegre bir enerji çözümüne çok önemli bir yanıt sağlayarak önümüzdeki on yıllarda yeni ekonomiler için mevcut seçenekler listesinde uygun bir seçenek olarak görülmeye devam edecektir (Şekil 6, Şekil 7, ve Şekil 8).

Ayrıca, bu geçiş döneminde sera gazı emisyonlarına yönelik, yakalama, depolama ve dönüştürme ve özellikle CO₂ yalıtılmasına yönelik herhangi bir pratik ve ekonomik çözüm, gelecekte termal kömürün kullanılmasını daha da uzatabilecektir.

Ayrıca kömür, büyük miktarlarda enerji gereksinimi nedeniyle çimento üretiminde bir enerji kaynağı olarak kullanıldığından, bu ve benzeri endüstrilerde önemli bir role sahiptir. Bir ton çimento üretmek için yaklaşık 200 kg kömür, bir metreküp beton üretmek için yaklaşık 300-400 kg çimento gerekir. Uçucu kül (fly-ash) gibi kömür yakım yan ürünleri de çimento üretiminde ve genel olarak inşaat sektöründe önemli bir katkı maddesidir. Saunders & Edwards'a (2016) göre, 2016 yılında küresel olarak 4,18 milyar ton çimento üretilmiş ve Çin'in çimento üretimi tek başına 2,4 milyar tona ulaşmıştır. Toplam çimento üretimi 2050'ye kadar 5,7 milyar tona ulaşacak şekilde tahmin edilmiştir.

Eski ekonomilerde gözlemlenen çevresel kaygıların, süreç içerisinde yeni ekonomilerde de yatırım kararı söz konusu olduğunda daha fazla belirleyici güç olacağı beklenmektedir. Buna ek olarak, yeni ekonomiler fosil dışı yakıt kullanımının savunucuları için yeni mücadele alanı olacağından, karar vericilerin yatırım kararları konusunda seçici olmaları kaçınılmazdır.

Bu nedenle, kömür proje sahipleri yatırım sermayesini elektrik üretimi için ikna etmek istiyorlarsa, projeler yatırımcılar için sadece finansal olarak değil, teknik ve çevresel olarak da yeterince çekici olmalıdır (Arden ve Lewis, 2014). Bu nedenle proje sahipleri tarafından aşağıdaki noktaların titizlikle dikkate alınması gerekir:

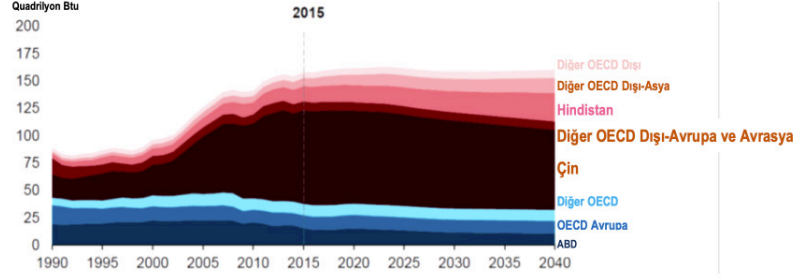
- Projeleri yürütmek için uluslararası deneyime sahip iyi bir yetkin teknik ekibin katkısı kritik önem taşır;
- Enerji santrali etkinliklerinde mevcut kömür miktarlarını belirlemek için kapsamlı bir jeolojik ve madencilik araştırması gereklidir;
- Kazanlardaki kömür performansını ve elektrik santralinden kaynaklanan emisyonları belirlemek için kömür yatağından elektrik santraline kadar olan iz elementler de dahil olmak üzere kömür kalitesi özellikleri hakkında kapsamlı bir araştırma gereklidir;
- Enerji üretiminde kömür kalite özelliklerine uygun teknoloji seçilmelidir;
- Verimli ve uygun maliyetli temiz kömür teknolojisi metodu-

- Projelerini kullanarak NOx, SOx ve CO₂ emisyonunu azaltmak için uygun önlemler seçilmelidir;
- Santralden üretilen atık miktarı (kül, alçıtaşı vb.) ve işleme yönelik uygun önlemler proje başında düşünülmelidir;
- Kömür ve elektrik santrali operasyonları hakkında uygun çevresel ve sosyal etki değerlendirmesinin yapılması gerekmektedir ve etkileri azaltacak önlemlerin uygulanması zorunludur;
- Operasyonları çatışmasız ve sürtüşme yaratmayacak bir ortamda yürütmek için hem kömür madenini hem de elektrik santralini işletmek için "sosyal lisans" almak çok önemlidir; ve
- CO₂ yalıtılarak toplama seçenekleri için yapılacak herhangi bir değerlendirme, nihai yatırım kararında ek bir olumlu nokta olacaktır.

Enerji Kaynağı	Öge	Avantaj	Dezavantaj
Fosil Yakıtlar	Kömür	<ul style="list-style-type: none"> •Küresel olarak yeterli rezerv var •Teknolojik olarak en iyi tanınan kaynak •Kömür ve enerji üretiminde bilinen olgun teknolojilerin varlığı •Rekabetçi üretim maliyeti ve yakıt maliyeti •Yatırım kararı için göreceli olarak daha kısa bir kuruluş süresi. •Temiz kömür teknolojileriyle daha kolay kullanılabilir hale gelmesi •Kömürden kullanılabilir kimyasal sıvılar üretmek için olası seçenekler 	<ul style="list-style-type: none"> •Yüksek düzeyde CO₂ emisyonu •Santral kaynaklı CO₂ emisyonlarının azaltma teknolojilerinin hala pahalı olması •Yüzye kömür madenciliğinin peyzaj üzerindeki önemli etkisi •Asit madeni drenaj endişeleri •NO, SOx ve partikül madde gibi hava kirleticilerin emisyonları
	Gaz	<ul style="list-style-type: none"> •Sürdürülebilir bir enerji temini ile ilgili olarak yüksek esneklik derecesi •Rekabetçi yakıt fiyatlandırması •Hem gaz üretiminde hem de enerji yaratmada olgun teknoloji •Düşük enerji maliyeti 	<ul style="list-style-type: none"> •Enerji koridoru üzerinden boru hatlarının sağlanmasında siyasal ve güvenlik riskleri •Depolama alanında sağlık ve güvenlik riskleri •Hala bazı kirleticiler içerebilir olması, bu nedenle temizlenme zorunluluğu •Diğer fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında yakımsız durumunda hala az ölçüde CO₂ emisyonu içeriyor olması •Piyasa koşullarına bağlı olarak, diğer fosil yakıtlardan daha pahalı olabilemesi •Gaz rezervuarı potansiyeline erişmek için kayaların çatlatılması teknolojisine karşı kamuoyu algısı (küçük ölçekli depremler, akiferleri kirlen kirleticilerin varlığı, yerel topluluklar üzerindeki etkisi)
	Petrol	<ul style="list-style-type: none"> •Sürdürülebilir bir enerji temini ile ilgili olarak yüksek esneklik derecesi •Hızlı enerji temini için güvenilir bir enerji kaynağı •Piyasa koşullarına bağlı olarak rekabetçi yakıt fiyatlandırması •Hem petrol üretiminde hem de enerji üretiminde olgun teknoloji •Kimyasal ek ürünler 	<ul style="list-style-type: none"> CO₂ emisyonu, Çok değerli sonlu bir kaynak olması Nakliye, depolama ve kullanımı ile ilgili kirlilik endişeleri
Yenilenebilir Kaynaklar	Güneş	<ul style="list-style-type: none"> •Kuruluma maliyeti ödendikten sonra ücretsiz yakıt kaynağı •Kurulduktan sonra çok az bakım gerekir •Kuruluma yeri açısından esnek sistem •İlk güneş paneli üretim süreci dışında sera gazı emisyonu yoktur 	<ul style="list-style-type: none"> •Yüksek kurulum maliyeti •Enerji depolama yüksek sermaye maliyetine sahiptir •Güneş panelleri için geniş alanların tahsis edilmesi gerekebileceği için boyut bağımlıdır •Verimsizlik oranları hala bir endişe kaynağıdır •Güneş ışığının mevcudiyeti söz konusu olduğunda sınırlamalar vardır •Altyapının düzenlenmesinde maliyetli gereksinimler (ağ dağıtımı vb) •Birçok güneş enerjisi kurulumu hala stand-by modunda olmak için geleneksel bir enerji kaynağı gerektirir.
	Su (İrmaklar)	<ul style="list-style-type: none"> •Temiz kaynak (kirlenici olmayan) •Maliyet rekabeti •Yerel toplulukların gelişimine katkı •Yerel eko sistemlere olumlu katkı •Eğlence olanakları (balıkçılık, tekne gezintisi, yüzme, turistik yerler) •Sürdürülebilir bir enerji temini için yüksek esneklik derecesi •Enerji üretiminde olgun teknoloji 	<ul style="list-style-type: none"> •Eko-sistemde olası çevresel hasar ve değişim •Yüksek yatırım maliyeti •Komşu ülkeler arasında su kıtlığı nedeniyle çatışmaların yaratılması •Yerel kuraklıklara yol açabilmesi •Aşağı akış alanlarında sel riski olması •Nehir kanallarında/baraj rezervuarında siltasyon ve yerel hidrolojik/hidrojeolojik rejimde değişim
	Gelgit	<ul style="list-style-type: none"> •Gelgit akımları öngörülebilir olduğu için sürdürülebilir bir enerji sağlama ile ilgili olarak belirli ölçüde esneklik •Daha yüksek verimlilik •Düşük işletme maliyeti 	<ul style="list-style-type: none"> •Araziye yakın sınırlamalar •Yerel fauna ve flora ile ilgili çevresel kaygılar •Yüksek başlangıç maliyeti •Yararlı dönemde sınırlama (belirli zamanlara bağlı gelgit) •Deniz trafiğinde aksamalar •Görsel etkiyle ilgili endişeler. Gelişmiş teknoloji
	Rüzgâr	<ul style="list-style-type: none"> •Fosil yakıt enerjisine kıyasla düşük işletme maliyetleri •Kanıtlanmış bir teknoloji •Çevre dostu. gaz emisyonu yok 	<ul style="list-style-type: none"> •Kurulumu konuma bağlı olarak pahalı olabilir •Aralıklı ve öngörülemez olabilmesi •Yüksek düzeyde gürültü kirliliği yaratabilmesi •Bir manzaranın görsel estetiği ile ilgili endişe ve •Çevredeki doğal yaşam alanlarına yönelik tehditler
	Jeotermal	<ul style="list-style-type: none"> •Sürdürülebilir bir enerji temini ile ilgili olarak belirli ölçüde esneklik •Çok az bakım •Kurulum için küçük kara ayağı baskısı •Çok düşük maliyetli yakıt fiyatlandırması •Çok yüksek verimlilik •Enerji dönüşümünde tanınmış bir teknoloji 	<ul style="list-style-type: none"> •Bazı lokalize çevre sorunları (jeotermal kaynağın volkanik aktivite ile ilişkilendirilebilen yüzeye yakınlığı nedeniyle silika ya da SO₂ emisyonları) •Yerel depremler ya da yer istikrarlılığı ile ilgili bazı endişeler •İlk kurulum maliyeti çok yüksek olabilir •Hidrojeolojik rejimde değişime bağlı olarak sürdürülebilirlik sorun olabilir •Mevcut şebekeye bağlantı ile ilgili maliyet yüksek olabilir.
	Biyokütle	<ul style="list-style-type: none"> •Sürdürülebilir bir enerji temini ile ilgili olarak belirli esneklik derecesi (CH₄, biyo-dizel ve diğer biyo-yakıt formlarının üretimi) •Karbon Nötr •Elektrik üretim için organik atıkların geniş kullanılabilirliği 	<ul style="list-style-type: none"> •Atıklar yakılmasından sonra kirlilik hala bir sorun olabilir •Ormansızlaşmaya yol açabilir •Verimsiz olabilir •Pahalıya çıkabilir.
	Nükleer Kaynaklar	Uranyum	<ul style="list-style-type: none"> •Sürdürülebilir bir enerji temini ile ilgili olarak yüksek esneklik derecesi •Rekabetçi yakıt fiyatlandırması •Enerji sağlamada düşük kirlilik seviyeleri •Kullanılabilirlik bolluğu •Nispeten güvenli ve olgun teknoloji

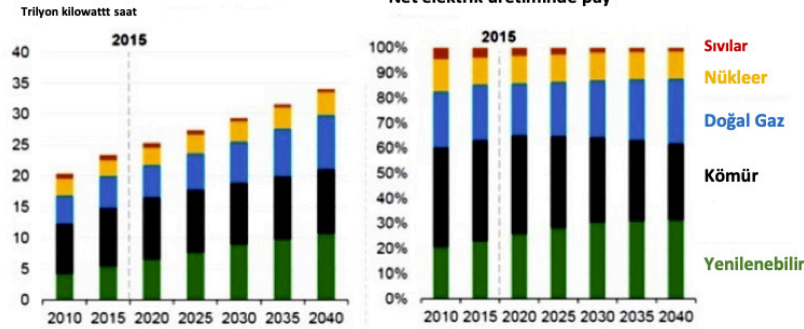
Çizelge 1 Çeşitli enerji kaynaklarının avantajları ve dezavantajları

Dünya kömür tüketimi



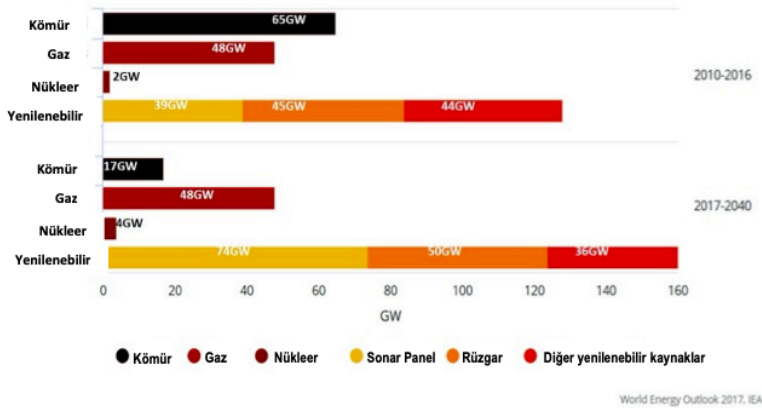
Şekil 6 Önümüzdeki on yıllarda kömür kullanım projeksiyonu (Energy Outlook 2017 by US Energy Information Administrative)

Yakıtlara göre dünya net elektrik üretimi



Şekil 7 Önümüzdeki on yıllarda enerji üretimindeki enerji kaynakları (Energy Outlook 2017 by US Energy Information Administrative)

Yakıtların küresel yıllık ortalama kapasite eklentisi



Şekil 8 kaynaklarının 2017'den önce ve 2017'den sonra karşılaştırılması [IEA-World Energy Outlook 2017]

5. Sonuç

Enerji üretmek için herhangi bir termal kömür projesine yatırım yapmak, kömürün sera gazı emisyonları ve dolayısıyla küresel ısınma ile ilişkili olduğu endişeleri nedeniyle batıdaki yatırımcılar ve maden şirketleri için artan bir risk haline gelmektedir.

Bununla birlikte, dünya nüfusu, ekonomik büyüme ve enerji gereksinimlerindeki güncel ve öngörülen eğilimler, termal kömürün öngörülebilir gelecek içinde- en azından, yeni gelişen ekonomiler için, yani "BRICS", ve Türkiye'nin de yer aldığı "MINT" ve "Yeni-On Birler" grupları için - sahnede kalacağını göstermektedir. Görünüşe göre bu ülkeler önümüzdeki yıllarda küresel olarak ekonomik kalkınmanın merkezi olacak ve enerji taleplerini de buna göre şekillendireceklerdir.

Ekonominin ölçeği ve güvenlik endişeleri kalıcı olarak ele alınırsa, yenilenebilir enerji kaynakları ve nükleer enerjinin uzun vadede kaçınılmaz seçim olacağı sonucu ortadadır. O zamana dek, bu geçiş döneminde termal kömür, entegre bir enerji çözümüne çok önemli bir katkı sağlayarak önümüzdeki on yıllarda yeni ekonomilerde mevcut olan enerji kaynakları listesinde hala geçerli bir seçenek olarak görülmeye devam edecektir. Bununla birlikte, çevresel kaygılar oyunun kurallarını değiştirecek, bu nedenle, yatırımcıların projenin artıları ve eksileri konusunda tamamen tatmin olmaları ve bilinçli bir seçim yapmaları için, kömür projelerini titizlikle hazırlamaları çok önemlidir.

Sonuç olarak, DMT yurt dışında edindiği asırlık kurumsal ve uluslararası deneyimiyle madencilik projelerinde çözüme yönelik teknik ve ekonomik konuları kapsayan çalışmalarını madencilik ve bankacılık sektörlerine hizmet vermeye devam etmektedir. Daha detaylı bilgi almak için mail: turkey@dm-tgroup.com Tel: +90 216 361 26 98.

Kaynakça

1. Agaton, C., 2017. Coal, renewable, or nuclear? A real options approach to energy investments in the Philippines. *International Journal of Sustainable Energy and Environmental Research*, 6(2), pp. 50-62.
2. Arden, H and Lewis, W. 2014. Back to Basics: Geological and Mining Risks and Financial issues on Resource and Reserve Evaluation in Coal Projects. In *Mineral Resource and Ore Reserve Estimation - The AusIMM Guide to Good Practice, Second Edition*, pp 635-643 (The Australasian Institute of Mining and Metallurgy: Melbourne).
3. IEA. 2017. *World Energy Outlook 2017*. <https://www.iea.org/weo2017/>
4. O'Neill, J. 2001. *Building Better Global Economic BRICs*. Goldman Sachs, *Global Economics Paper*. 16pp. www.goldmansachs.com/our-thinking/archive/archive-pdfs/build-better-brics.pdf
5. Saunders A., & Edwards, P. Coal for cement: Present and future trends. *Global Cement Magazine*, 01 March 2016 www.globalcement.com/magazine/articles/974-coal-for-cement-present-and-future-trends
6. United Nations. 2015. *World Population Prospects. The 2015 Revision. Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP.241*. Department of Economic and Social Affairs Population Division. 66pp. https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf and https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/documents/2020/Jan/un_2017_world_population_prospects-2017_revision_databooklet.pdf
7. US Energy Information Administration. 2017. *International Energy Outlook, 2017*. [www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2017\).pdf](http://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf)



DMT GmbH & Co. KG

Merkezi Almanya İstanbul Merkez Şubesi

Ayazmadere Cad. Pazar Sk. Bareli Plaza No: 2-4 Kat: 4
Gayrettepe TR 34349 Beşiktaş, İstanbul

Tel +90 212 293 2980 **Fax** +90 212 293 3844
Mobil +90 535 206 7175 turkey@dm-tgroup.com



Türkiye Doğal Kaynaklar Sektörünün Hizmetinde

Jeoloji-Maden Mühendisliği ve Danışmanlık

- Kaynak ve Rezerv Bilgilerinin Değerlendirilmesi (UMREK, JORC, NI 43-101 vs)
- Cevher Keşif ve Modellemesi
- Bankalarca Geçerli Yatırım Araştırmaları (Saha Araştırması, Ön-Fizibilite ve Fizibilite Çalışmaları)
- Durum Tespiti (Due Diligence)
- Bilirkişi ve Cevher Uzmanı Raporları

- Bakir Sahalarda Maden Planlaması ve Geliştirme
- Maden Üretim Planlaması ve Tasarımı

- Keşif Jeofiziği
- Hidrojeoloji ve Su Kontrolü
- Jeotermal Enerji

- Güvenlik ve Çalışma Eğitimi
- Kömür Madenlerinde Güvenlik
- Kömür Madenlerinde Gaz Kontrolü
- Uluslararası Standartlara Uygun Yangın Testleri (Konveyör Bant, Hidrolik Sıvılar, Plastikler)
- Soğutma ve Isıtma Kontrol Sistemleri
- Havalandırma Sistemleri Mühendisliği

