



Turkish Studies

Economics, Finance, Politics

Volume 14 Issue 3, 2019, p. 883-902

DOI: 10.29228/TurkishStudies.24999

ISSN: 2667-5625

Skopje/MACEDONIA-Ankara/TURKEY



INTERNATIONAL
BALKAN
UNIVERSITY

EXCELLENCE FOR THE FUTURE
IBU.EDU.MK

Research Article / Araştırma Makalesi

Article Info/Makale Bilgisi

✍ *Received/Geliş:* 24.07.2019

✓ *Accepted/Kabul:* 28.09.2019

✍ *Report Dates/Rapor Tarihleri:* Referee 1 (08.08.2019)-Referee 2 (27.09.2019)

This article was checked by turnitin.


MİLLİ ENERJİ VE MADEN POLİTİKASINDA BİR AKTÖR OLARAK LİNYİTİN TARTIŞMALI MİSYONU*

*Muhammed ORAL** - Ünal ÖZDEMİR****

ÖZ

Enerji talebi sürekli artan Türkiye enerjide bağımlılık sorununu mümkün olduğunca çözüme kavuşturma anlamında milli hedefler belirlemektedir. Bu kapsamda 2017 Mart ayında açıklanan Milli Enerji ve Maden Politikası doğrultusunda, enerjide dışa bağımlılık oranları yüksek ve yıllık bazda yaklaşık 55-60 milyar dolar düzeyinde enerji ithalatına sahip Türkiye'nin öz kaynaklarıyla bu bağımlılığı düşürmesi amaçlanmakta ve bu noktada linyite stratejik bir misyon yüklenmektedir. Bu politikada linyit açısından dikkat çeken hedef, *yerli enerji kaynaklarını ve madenlerimizi ülke içinde değerlendirme* yaklaşımıdır. Ancak yerli bir kaynak olarak linyitin payının artırılması hedefine karşın (2016 yılında ithal kömüre ek vergi uygulaması yoluyla linyitin teşvik edilmesi/ithal kömürde ton başına 15 dolar ek vergi) doğal gaz dayalı termik santraller ve ithal kömüre dayalı termik santraller elektrik üretiminde etkin rol üstlenmeye devam etmektedir. Teşviğe rağmen ithal kömürün elektrik üretiminde %17 düzeyinde bir paya sahip olması *maliyetinin uygunluğu ve daha kaliteli (yüksek kalori-daha az duman ve kül) olmasıyla ilgilidir*. Bu anlamda enerji sektöründe özel kesimin hakim konumda olması linyitin tercih edilmesi ve bu kaynaktan daha fazla yararlanılması konusunda sorunlar yaratmaktadır. Ayrıca bir ülke açısından herhangi bir enerji kaynağına sahip olmak o kaynağın maksimum kapasitede kullanılacağı anlamına gelmez. Çünkü enerji güvenliği, tedarik kadar sürdürülebilirliği de kapsamaktadır. Bu aşamada Türkiye'nin son dönem enerji siyasetinde linyite yüklenen

* Bu çalışma, II. Uluslararası Türk Dünyası Eğitim Bilimleri ve Sosyal Bilimler Kongresinde "Türkiye'nin Milli Enerji ve Maden Hedeflerinde Linyitin Görünümü" adıyla özet bildiri olarak sunulmuştur.

**  Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi, E-posta: muhammedoral@karabuk.edu.tr

***  Prof. Dr., Karabük Üniversitesi, E-posta: uozdemir@karabuk.edu.tr

misyon; enerji güvenliği, sürdürülebilirlik (ekonomik, çevresel) ve milli enerji politikaları bağlamında değerlendirildiğinde tartışmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Politikaları, Linyit, Milli Enerji ve Maden Politikası, İthal Kömür, Özel Sektör

THE CONTROVERSIAL MISSION OF LIGNITE AS AN ACTOR IN NATIONAL ENERGY AND MINING POLICY¹

ABSTRACT

With its ever-growing energy demand, Turkey sets national targets to solve its dependence on other countries for energy as much as possible. In this regard, National Energy and Mining Policy targets were announced in March 2017. In line with these targets, Turkey, which has high external dependence for energy and has a yearly energy cost of approximately 55-60 billion dollars, aims to reduce its dependence with its own resources. At this point, a strategic mission is attributed to lignite. The remarkable target involving lignite in this policy is the approach of *making use of domestic energy resources and mines within the country*. However, despite the target of increasing the share of lignite as a domestic resource (encouraging lignite through application of additional tax to import coal in 2016/an additional tax of 15 dollars per ton for import coal), thermal plants operating based on natural gas and import coal are continuing to play an active role. The fact that import coal has a share of 17% in electricity production despite the incentives is *about its cost efficiency and higher quality (high calorie-less smoke and ash)*. In this sense, the dominance of the private sector in the energy sector creates problems in terms of preferring lignite and making more use of it. Also, having a source of energy for a country does not mean that the resource will be used at maximum capacity. Because energy security includes sustainability as well as supply. At this stage, the mission undertaken lignite in Turkey's recent energy policy is controversial when evaluated in the context of energy security, sustainability (economic, environmental) and national energy policies.

STRUCTURED ABSTRACT

Coal has a strategic place in both global energy policies and those of Turkey's. In fact, 40% of global electricity demand is obtained from coal. On a country by country basis, electricity generation from coal is over 70% of total electricity generation in China and India. These values are 40% in Germany, 30% in the USA and 20% in Russia. In Turkey, this value is around 30% by the end of 2017.

The purpose of this study is to evaluate the importance that Turkey, as an energy dependent country, attaches to lignite, as a local and rich-in-reserve source used in the production of electricity in the light of policies of National Energy and Mining Policy from various perspectives.

¹ This study is presented as abstracts by name of "The Outlook of Lignite of Turkey's National Energy and Mining Target" in II. International Educational Sciences and Social Sciences of the Turkish World Congress.

Accordingly, it is a contradictive issue that lignite is a kind of source that decrease the energy-dependence of Turkey in a considerable amount when considering lignite in the aspects of energy security, sustainability, liberalized energy market and technology. Qualitative research method was used in this study. This research is a case study. In the research, the most accurate and in-depth information was thought to be obtained from the authorities in the sector and criterion sampling method which is one of the purposeful sampling methods was employed. The criteria used in the selection of the working group is to have been working in the sector for at least five years. In this context, semi-structured interview were conducted with three authorities employed in the middle and large-scale thermal power plants on the question that emerged after document analysis entitled "Why do the thermal power plants have a line of disadvantageous in the aspect of Turkey's energy system?"

Coal is of a different nature than other fossil fuels, oil and natural gas. These qualities can be considered in three aspects. The first one is that coal is not found in more limited geographies than oil and natural gas, in other words, it is located in a wide geography globally. Therefore, coal, oil and natural gas has not been a source of political problems at the global or regional level. However, the second advantage of coal is that it has reserves that offer a higher service life than oil and natural gas. According to data from the Ministry of Energy and Natural Resources (MENR), coal has a lifetime of 134 years. The third characteristic of coal is that it is cheaper than global oil and natural gas prices with a stable price structure. This situation increases the preferability of coal both in electricity production and industry. Therefore, coal is a hydrocarbon fuel that can be considered reliable due to its competitive price structure. The increasing dependence of the cost and the next when considered in terms of Turkey, was required to turn more to domestic sources. The projects for searching lignite have brought successful results and according to MENR data, lignite reserves in Turkey which is 8.3 billion tons until 2005 has increased to 17.3 billion tons as of 2018.

There are some obligations faced by Turkey in the framework of international climate agreements. Turkey signed in the Kyoto Protocol in 2009, and Paris Climate Agreement in 2016 which took place of Kyoto Protocol. However, the biggest reason for the fact that Turkey signed in Kyoto Protocol late and that the legal arrangement for the Paris Climate Agreement has not yet passed through Turkey's parliament is that Turkey is facing some obligations in terms of developed countries.

On the other hand, clean coal technologies are of strategic importance in order to get maximum benefit from low quality coal. With these technologies, burning ability/thermal value of hard coal and lignite can be increased while minimizing environmental damage. In this sense, the present and studied clean coal technologies that provide the opportunity to use coal more effectively are as follows;

Zero emission technologies (CO₂ capture and storage technology)

Advanced Technologies/high efficiency low emissions {IGCC (integrated gasification combined cycle systems) and Fluidized Bed Combustion Technologies}

Efficiency improvement in existing plants (conventional subcritical supercritical and ultra-supercritical plant efficiency)

Coal preparation and treatment (washing, drying/dewatering, briquetting)

According to the content analysis conducted to reveal the results of the study, the findings of the study were clustered under two themes. These are the importance of imported coal in electricity production and the disadvantages of lignite as domestic coal and the importance of energy technologies in electricity production. When evaluated according to climate and environmental criteria, the damage caused by domestic lignite coal to the environment is higher than that of imported coal. Therefore, the quality of domestic lignite coal is low, and despite incentives, it cannot be an attractive resource for the private sector. Considering that the private sector prioritizes the economy, a lignite-based thermal power plant is more costly. The energy sector is not just a structure that involves the balance of supply and demand. In addition, one of the most striking elements in the energy sector for countries is the technology dimension. Technology is not only a cost that arises in the investment process. When the operating costs of the plants are taken into consideration, maintenance and breakdowns also increase the costs. Therefore, technologically not only the equipment itself, but also the maintenance and breakdown processes may require dependence on foreign sources. All these processes are increasing the balance of the current account deficit in Turkey's overall economy.

The following conclusions were reached in the study;

The medium-term orientation of lignite in Turkey's energy policy can be seen as a solution, but be regarded as a definitive solution to the long-term lignite power it seems.

When the power plant investments in Turkey are evaluated, the share of imported coal in electricity generation is likely to rise in 2019 compared to the previous year.

The fact that private sector's dominating the electricity sector in Turkey is creating difficulties in the implementation of targeted policies.

The state should be the main actor in all energy objectives and policies (including technological processes and productions), including clean coal technologies. As noted, Turkey needs energy demand projections of clean coal technologies in the framework of Turkey's economy and energy security objectives to expand rapidly in the short and medium term.

Keywords: Energy Policies, Lignite, National Energy and Mining Policy, Imported Coal, Private Sector.

Giriş

Kömür, gerek küresel enerji politikalarında gerek Türkiye'nin enerji politikalarında stratejik bir konumdadır. Öyle ki küresel elektrik enerjisi talebinin %40'ı kömürden elde edilmektedir. Ülkeler bazında incelendiğinde, toplam elektrik enerjisi üretimi içinde kömürden elektrik üretimi Çin ve

Hindistan'da %70'in üzerindedir. Yine bu değerler Almanya'da %40, ABD'de %30, Rusya'da %20 düzeyindedir. Türkiye'de ise bu değer 2017 sonu itibarıyla %30 civarındadır.

Linyit, kömür çeşitleri içinde -turba dahil edilmediğinde- en düşük kalorili olanı, dolayısıyla yandıktan sonra en fazla kül bırakanıdır. Linyit rezervleri bağlamında Türkiye ele alındığında ise sahip olduğu 17 milyar² tonluk büyüklük ile dünya linyit rezervlerinin %8,5'ine sahiptir. Bu anlamda Türkiye, sürekli olarak artan enerji talebi karşısında dışa bağımlılığın artışı minimal düzeyde tutmak için büyük bir gayret göstermektedir. Türkiye'nin enerji politikalarını teşkil eden ana hedefler; yerli ve yenilenebilir kaynaklara öncelik verilmek suretiyle bu kaynakların elektrik üretimindeki payını arttırmak, nükleer enerjiyi en kısa sürede enerji portföyüne dahil edebilmek, enerji verimliliğini arttırmak, enerji terminali olmak, enerjinin üretiminden tüketimine kadarki tüm aşamalarında sera gazı emisyonlarını düşürmek şeklindedir. 2017 Mart ayında ilan edilen *Milli Enerji ve Maden Politikasının* ana planlamaları da bu hedefleri gerçekleştirmeye yönelik oluşturulmuş stratejik bir adımdır.

Güçlü ekonomi ve ulusal güvenlik temeli ile şekillenen Milli Enerji ve Maden Politikası, Türkiye'nin önümüzdeki yıllarda bölgesel ve küresel enerji piyasasında ve dolayısıyla jeopolitiğinde kat edeceği yolu aydınlatacak olması açısından önem arz etmektedir. Türk dış politikasının güçlü bir diplomasi ekseninde şekillenmesinin yolu, öncelikle enerjide dışa bağımlılığın azaltılması, sonrasında ise enerji ihtiyacını karşılamada kendi kendine yetebilen bir ülke olmaktan geçmektedir. Söz konusu politikada öne çıkan; *arz güvenliği*, *yerlileştirme* ve *öngörülebilir piyasa* eksenleri Türkiye'nin enerji alanında daha iyi bir konuma gelebilmesi açısından yol gösterici olacaktır (Karagöl vd., 2017:24). Ancak bu politika linyit açısından değerlendirildiğinde elbette tek bir sebep sonuç ilişkisi üzerinden değil çeşitli unsurlar çerçevesinde analiz edilmelidir.

Amaç ve Yöntem

Bu çalışmanın amacı, enerjide dışa bağımlı bir ülke konumunda olan Türkiye'nin elektrik enerjisi üretiminde yerli ve rezervleri bol bulunan bir kaynak olarak Milli Enerji ve Maden Politikası doğrultusunda linyite atfettiği önemin çeşitli yönleriyle ele alınmasını sağlamaktır. Buna göre linyitin enerji güvenliği, sürdürülebilirlik, liberal enerji piyasası, teknoloji gibi unsurlar çerçevesinde ele alındığında, gerçekten Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını önemli oranda düşürebilecek bir kaynak olduğu tartışmalıdır.

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu araştırma bir durum çalışmasıdır. Araştırmada en doğru ve derinlemesine bilgilerin sektördeki yetkililerden alınacağı düşünülmüş ve amaçsal örneklem yöntemlerinden olan ölçüt örneklem yöntemi kullanılmıştır. Çalışma grubunun seçiminde kullanılan ölçüt, *en az beş yıldır sektörde çalışıyor olmaktır*. Bu kapsamda taşkömürüne dayalı orta ve büyük ölçekli termik santrallerdeki üç yetkiliyle, doküman analizi sonucunda bir araştırma sorusu olarak ortaya çıkan, *Türkiye enerji sistemi açısından linyite dayalı termik santrallerin niçin çeşitli dezavantajlara sahip olduğu* hususunda yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Katılımcılar "K" harfiyle kodlanmıştır. Ayrıca ulusal ve küresel düzeyde öneme sahip çeşitli kuruluşların istatistiklerinden yararlanılmış ve bu istatistikler de analiz edilmiştir.

Araştırmanın geçerliliğini arttırmak için uzun süreli görüşme ve katılımcı teyidi yöntemlerinden faydalanılmıştır. Buna göre görüşmelerden en sağlıklı veriyi toplamak için görüşme süreleri mümkün olduğunca uzun tutulmuştur. Bunun yanında her bir katılımcıyla yapılan görüşmelerden sonra forma geçirilen görüşmeler katılımcılara tek tek sunulmuş ve katılımcılardan görüşme metnini teyit etmeleri, varsa eksik gördükleri kısımları ya da tamamlamak istedikleri bölümleri nihayete erdirmeleri istenmiştir. Bu çalışmanın güvenilirliğini sağlamak için tutarlık incelemesi yönteminden yararlanılmıştır.

² ETKB Bakan Yardımcısı Cansız'ın 3. Temiz Kömür Teknolojileri Zirvesi ve Fuarındaki açıklamasına göre Türkiye kömür (liniyit) rezervleri 20 milyar tonu aşmıştır.

Bu kapsamda araştırmacı grubunda yer almayan bir uzmana (konuyla ilgili çalışmalar yürüten bir akademisyen) araştırma basamakları detaylı olarak açıklanmış ve kendisinden araştırma sonucu ortaya çıkan çalışmayı bir bütün olarak değerlendirmesi ve tutarlılık açısından incelemesi talep edilmiştir. Son olarak aynı uzmanla araştırmanın ham verileri ve bu ham veriler üzerinden üretilen temalar paylaşılmış ve bu sayede araştırmanın güvenilirliğini sağlamak üzere teyit incelemesi yöntemi kullanılmıştır.

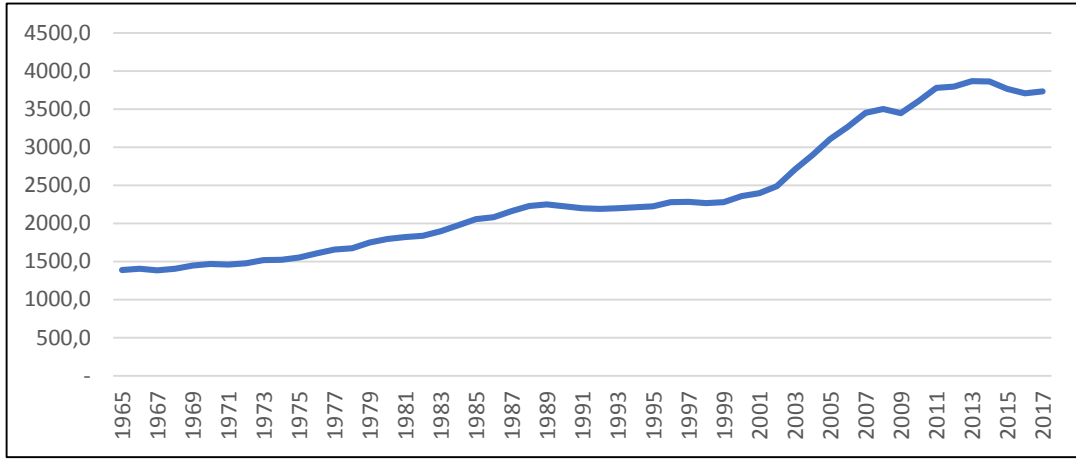
Dünya Kömür Tüketiminde Belirleyici Unsurlar

Kömür, diğer fosil yakıtlar olan petrol ve doğal gazdan çeşitli yönleri itibariyle daha farklı bir niteliğe sahiptir. Bu nitelikler üç yönüyle ele alınabilir. Bunlardan ilki, kömürün petrol ve doğal gaz göre daha sınırlı coğrafyalarda bulunmayışı yani küresel olarak geniş bir coğrafyada bulunmasıdır. Bundan dolayı kömür, petrol ve doğal gaz kadar küresel ya da bölgesel düzeyde siyasi sorunlara yol açan bir kaynak olmamıştır. Bununla birlikte kömürü ikinci avantajlı kılan niteliği petrol ve doğal gaz oranla daha yüksek kullanım ömrü sunan rezervlere sahip olmasıdır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) verilerine göre, kömürün 134 yıllık bir kullanım ömrü bulunmaktadır. Kömürün üçüncü farklı özelliği ise istikrarlı bir fiyat yapısı ile küresel petrol ve doğal gaz fiyatlarına göre daha ucuz olmasıdır. Bu durum kömürün gerek elektrik üretiminde gerek endüstrideki tercih edilirliliğini arttırmaktadır. Dolayısıyla kömür, rekabet avantajına sahip fiyat yapısı nedeniyle güvenilir nitelendirilebilecek bir hidrokarbon yakıttır.

Bununla birlikte endüstriyel devrimden beri kömürle ilgili ortaya çıkmış/çıkan en büyük problem daha fazla kirliliğe yol açan fosil kaynak olmasıdır. Elbette Sanayi Devriminden 1970'lere kadar kömürün tüketiminin iklim ve çevre konusunda ortaya çıkardığı problemler gelişmiş ülkeler tarafından bir politika olarak ele alınmamıştır. Ancak gerek 1970'lerde ortaya çıkan petrol krizleri gerek bu dönemde özellikle gelişmiş dünyada artan çevresel bilinçlenme³ ve sürdürülebilirlikle ilgili rasyonel ve realist yaklaşımlar kömürün kullanımının yol açtığı zararların minimize edilmesi gerektiğini ortaya çıkarmıştır.

Bu çerçevede 1975 yılında IEA (International Energy Agency/Uluslararası Enerji Ajansı) tarafından CCC (Clean Coal Centre/Temiz Kömür Merkezi) kurulmuştur. *Temiz kömür* kavramı, kömürün kullanımından kaynaklanan iklim ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için tasarlanmış olan tüm teknoloji ve stratejileri içermekte olup, yeni teknolojiler geliştiren ve bu teknolojileri özümseyen dinamik bir süreçtir (TMMOB, 2015:109). Kömür, petrol krizlerinin yaşandığı 1970'li yıllarda kullanımının yoğun olduğu birçok gelişmiş ülkede ikâmesi güç bir kaynak olduğu için temiz kömür teknolojilerine yönelmek bu ülkeler açısından oldukça stratejik bir nitelik kazanmıştır. Kömürün bu dönemde elektrik enerjisi üretimindeki kullanımı günümüzdekiyle yaklaşık olarak aynı oranlarda seyretmiştir. Burada bahsedilen belirtildiği üzere oransal bir değerdir. BP verilerine göre, kömürün 1970'te tüketimi yaklaşık 1,4 milyar TEP düzeyindeyken, bu değer 2017'de 3,7 milyar TEP seviyelerinde gerçekleşmiş ve söz konusu yıl itibariyle kömürün içinde yer aldığı fosil yakıtlar grubu küresel elektrik enerjisi talebinin %65'ini karşılamıştır. Fosil kaynaklar içerisinde dünya kömür tüketimi (Şekil 1).

³ BM İnsan Çevresi Konferansı 1972 yılında Stockholm'de toplanmıştır.

Şekil 1. Dünya Kömür Tüketimi (Toplam Tüketim-Birincil ve İkincil Enerji) (1965-2017) (Milyon TEP)

Kaynak: BP, 2018 (all data)

Grafikte görüldüğü üzere, yalnızca elektrik enerjisi talebinin karşılanmasında değil birincil enerji talebinin karşılanmasında da kömür, her zaman stratejik bir kaynak olmuştur ki BP 2019 verilerine göre kömürün dünya birincil enerji talebini karşılama oranı yaklaşık %28'dir.

Ancak *enerji krizleri ile kömürün neden olduğu hava kirliliği*, bunun yanında artan enerji talebinin en istikrarlı biçimde kömürden elde edilmeye devam etmesi gibi sebepler kömürün toplam enerji tüketimi içerisinde dalgalı bir seyir izlemesine yol açmıştır. Miktar bazında ise kömür tüketiminde belirgin artışlar olmuştur. 90'lı yıllara kadar istikrarlı bir artış gösteren kömür tüketimi, bu yıllar itibarıyla sabit bir görünüme dönmüştür. Çünkü söz konusu küresel iklim değişimi ile ilgili birtakım önlemlerin alınmaya başlandığı yıllardır. 1980'li ve 1990'lı yıllarda gelişen teknolojinin sağladığı hassas ölçüm değerleri neticesinde küresel iklim değişiminin ne denli ciddi bir sorun olduğu görülmüştür. Bir anlamda küresel iklim değişimi bilimsel bir gerçeklik olarak kanıtlanmıştır. Bu doğrultuda küresel iklim değişiminin önüne geçilmesiyle ilgili hedefler belirlenmiştir. Kyoto Protokolü bu hedeflerin yerine getirilmesi hususunda uluslararası bir anlaşmadır. Ancak ABD ve gelişmekte olan ülkelerin (özellikle Çin ve Hindistan) yükümlülükleri konusunda ortaya çıkan güçlükler nedeniyle tam anlamıyla uygulanamamıştır. 2016 yılında Paris İklim Anlaşması benzer şekilde tüm dünya devletlerinin imzaladığı bir anlaşma olmuştur. Ancak 2017'de ABD anlaşmadan çekildiğini bildirmiştir. Konuya ilişkin olarak ABD Başkanı D. Trump, Paris İklim Anlaşmasının iklim değişikliğiyle ilgili mücadele değil diğer ülkelerin ABD'ye karşı ekonomik avantaj kazanmasıyla ilgili bir anlaşma olduğunu ve ABD'nin daha adil bir iklim anlaşması için çaba göstereceğini ifade etmiştir.

Paris İklim Anlaşmasının temel çerçevesi şu şekildedir; tüm tarafların emisyon azaltımı konusunda yükümlülük alması kabul edilmiş, gelişmiş ülkelerin daha fazla azaltım yapması istenmiştir. Küresel sıcaklık artışının 1,5 °C seviyelerinde tutulması kararlaştırılmıştır. Ayrıca gelişmiş ülkelere "düşük karbonlu ve iklime dirençli" kalkınmayı sağlayacak dönüşümü gerçekleştirmesi için teknoloji ve kapasite geliştirme desteği kapsamında 2020 yılına kadar gelişmekte olan ülkelere 100 milyar dolar iklim finansmanı sağlamaları istenmektedir. Ülkelerin her beş yılda bir düzenli olarak daha fazla azaltım yükümlülüğü almaları da talep edilmektedir. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı uyum sağlanması konusunu güçlü bir şekilde vurgulamakta ve özellikle bundan en fazla etkilenecek az gelişmiş ülkelerin desteklenmesi konusunda taahhütlerde bulunmaktadır (Karakaya, 2016:3).

Yapılan anlaşmaların istenilen başarıyı sağlayamamasındaki en büyük neden, sera gazı emisyonlarının azaltılması hedefidir. Bu hedef, dolaylı olarak sanayi üretiminin ve fosil yakıt kullanımının (özellikle kömür) azaltılması, üretilen elektrikte yenilenebilir enerji kaynaklarının payının

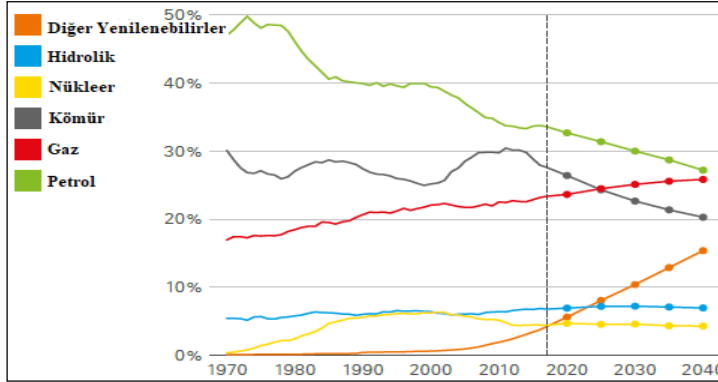
arttırılması, verimlilik ve tasarruf gibi önlemlerin alınması gibi kriterleri zorunlu kılmaktadır. Bu yüzden de anlaşmalara katılım ve başarı elde edilmesi, Çin-Hindistan-ABD⁴ gibi toplamda yüksek enerji tüketimi gerçekleştiren ülkeler sebebiyle pek mümkün olmamaktadır. Bu çerçevede gerek 1970'lerde yaşanan enerji krizleri, gerek 1980'ler ve 1990'larda oldukça popüler bir sorun haline gelen iklim değişimi konusu küresel enerji politikalarını dikkat çekici biçimde etkilemiştir. Dolayısıyla enerji güvenliği, yalnızca kaynağa *kesintisiz, ekonomik, istikrarlı/sürdürülebilir erişimi* değil aynı zamanda çevresel kriterleri de içine alan bir konu olmuş ve küresel siyaseti yönlendirmiştir. Bu bağlamda ulusal⁵ veya uluslararası ölçekte küresel enerji politikaları ve iklim değişimi konusu birlikte ele alınmış -ki bu sürdürülebilir enerji politikaları olarak ifade edilmektedir- ve genelde fosil yakıtlar özelde kömür en riskli enerji kaynağı/kaynakları olarak görülmüştür. Tüm unsurlar dikkate alındığında kömür, bir taraftan küresel iklim değişimi tartışmalarının odağında bulunurken bir taraftan da ucuz ve istikrarlı bir fiyat yapısına sahip olması nedeniyle küresel enerji politikalarında vazgeçilemeyen bir kaynak olarak durmaktadır. Aynı zamanda kömür, kesintili olma dezavantajına sahip yenilenebilir kaynakların aksine elektrik üretiminde baz yük avantajına sahiptir ki bu özelliği kömürü gelişmiş ülkeler için de cazip bir kaynak kılmaktadır. Bu bağlamda, önemli olan konu kömürün nasıl ve ne derece verimli kullanıldığıyla ilgilidir. Dünyada kömür üretimi esnasında meydana gelen işçi kazaları ise kısa bir süre sonra gündemden çıkmakta, dolayısıyla küresel kömür üretimi politikalarında bir etkileri bulunmamaktadır.

İklim-çevre baskılarına rağmen kömürün talep ve tüketim sürekliliği/istikrarı temiz kömür teknolojilerine yönelimi zorunlu hale getirmektedir. İşlenmesi konusundaki teknik gelişmelerle birlikte kömür, gün geçtikçe daha temiz bir yakıt olmaktadır. Bu minvalde Temiz Kömür Teknolojileri (TKT), enerji verimliliğini artırırken, kömürün neden olduğu çevre gaz emisyonlarını azaltmaktadır. Temiz kömür teknolojileri, kömürün üretimi, zenginleştirilmesi ve kullanımında verimliliği artırarak kömür kullanımının çevresel etkilerini azaltmaya yönelik teknolojiler olarak ifade edilmektedir (TKİ, 2017). Temiz kömür teknolojileri, kömürün sıvılaştırılması (coal to liquid-ctl), kömürün gazlaştırılması (coal gasification), karbon tutma ve depolama (carbon capture and storage) gibi yöntemleri içermektedir. Gelişmiş ülkeler söz konusu temiz kömür teknolojileri konusunda oldukça önemli çalışmalar yürütmekte ve kullandıkları kömürü de bu çerçevede tüketmektedirler. Dolayısıyla gelişmiş bir ülkedeki kömür tüketimi ile gelişmekte olan bir ülkenin kömür tüketimi çevresel olarak ve verimlilik bağlamında birbirinden farklıdır.

Diğer taraftan dünya kömür tüketiminin mevcut ve projeksiyonlar dahilinde görünümü incelendiğinde küresel enerji talebinin karşılanmasında etkin konumunu sürdüreceği görülmektedir. Elbette küresel iklim değişiminin etkisi ve ülkelerin özellikle elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir ve doğal gazın payının artması nedeniyle 2014'ten itibaren başlayan kömür tüketimindeki düşüş eğilimi istikrarlı bir şekilde devam edecektir. Öyle ki BP projeksiyonlarına göre kömürün birincil enerji tüketimi (Şekil 2.) ile elektrik enerjisi üretimindeki (Şekil 3.) payı %10 düzeyinde gerileyecektir.

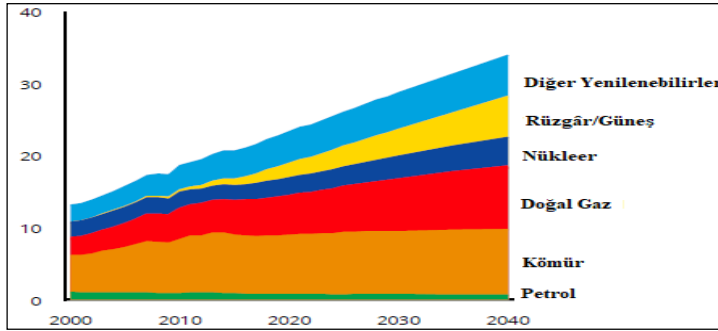
⁴ Çin, Hindistan ve ABD dünya kömür tüketiminin yaklaşık %75'ini gerçekleştirmektedirler. Dolayısıyla bu ülkelerin toplamda da enerji tüketimi dünya enerji tüketiminin yarısına yaklaşmaktadır.

⁵ Küresel iklim değişimi, tüm dünya genelinde bir etkiye sahip olmakla birlikte aynı zamanda bölgeler/ülkeler bazında da etkilere sahiptir.

Şekil 2. Kaynaklar Bazında Birincil Enerji Tüketiminin Yıllar İtibariyle Değişimi ve 2020, 2030, 2040 Projeksiyonları

Kaynak: BP, 2019:79

Esasen dünya kömür tüketiminin yıllar içerisinde istikrarlı bir şekilde devam etmediği görülmektedir. Petrol krizleri, önce nükleer enerjinin ve doğal gazın sonrasında ise yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretiminde payının artması, gelişmekte olan ülkelerin (özellikle Çin) artan enerji taleplerini karşılamak için daha ucuz ve istikrarlı bir fiyat yapısına sahip olması nedeniyle kömüre yönelmeleri ve iklim sözleşmeleri/hedefleri gibi sebepler kömür talebinde ve tüketiminde asimetrik bir görünüşün ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Şekil 3. Küresel Elektrik Enerjisi Talebinin Kaynaklar Bazında Değişimi (Bin TW/h)

Kaynak: Exxon Mobil, 2018:25

Tüm kaynaklar dahil edilerek toplam enerji talebi bazında değerlendirildiğinde ise en fazla talep elektrik sektöründe meydana gelecektir. Bununla birlikte gelişmekte olan ekonomiler hatta gelişmiş ekonomiler açısından kömür, elektrik enerjisi üretiminde en fazla yararlanılan kaynaklardan biridir.

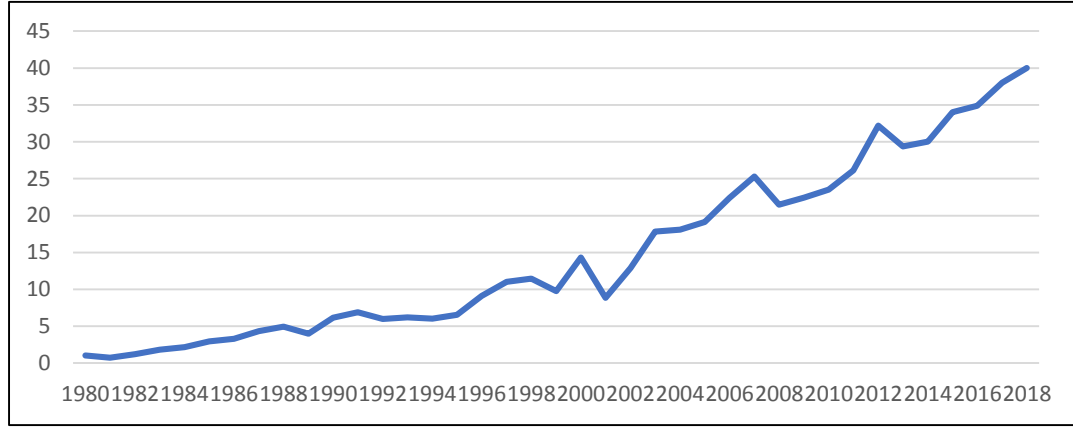
Türkiye'nin Yerli Kömür Görünümü

Enerji sektöründe liberalizasyon politikaları, 1984 yılında 3096 sayılı yasa ile Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) dışındaki kuruluşların elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı ve ticareti konusunda serbesti hakkı ile başlamıştır. 1993 yılında faaliyetlerin daha etkin, daha verimli ve çağdaş bir şekilde sürdürülebilmesi amacıyla ve özelleştirme politikaları doğrultusunda TEK, Türkiye Elektrik Üretim-İletim A.Ş. (TEAŞ) ve Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ) adı altında iki ayrı kamu teşekkülü olarak yeniden yapılandırılmıştır. Elektrik enerjisi sektöründe Avrupa'daki liberalizasyon uygulamaları Türkiye'nin bu alandaki politikalarını da şekillendirmiş ve 2001 yılında TBMM'ce kabul edilen 4828 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu⁶ ile sektörde serbest piyasa uygulamaları daha güçlü bir hale

⁶ Madde 1: Bu Kanunun amacı; elektriğin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, rekabet ortamında özel hukuk hükümlerine göre faaliyet gösterebilecek, mali açıdan güçlü,

dönüşmüştür. Bu bağlamda Türkiye'nin ithal kömür talebi de artmaya başlamış, 1980'li yıllardan önce oldukça düşük miktarlarda olan kömür ithalatı, 1990'lı yıllarda 10 milyon tonun ve 2000'li yıllarda ise 20 milyon tonun üzerine çıkmıştır (TKİ, 2017:21). 2018 itibariyle ise 40 milyon ton düzeyinde gerçekleşmiştir (Şekil 4).

Şekil 4. Türkiye'nin Yıllar İtibariyle Kömür İthalatı⁷ (1980-2018) (Milyon Ton)



Kaynak: TKİ, 2015:32; TTK, 2018:28; IndexMundi, 2019

Rezerv bazında Türkiye, önemli miktarda kömürün kalitesi düşük türü olan linyit yatakları barındırmaktadır. Türkiye linyit yataklarının oluşumu incelendiğinde ise bu yatakların değişik yaşlarda olduğu görülmektedir. Ülkemizdeki linyitler ekseriyetle Miosen ve Pliosen yaşlı olup nadiren Eosen-Oligosen yaşlı linyit yataklarına rastlanır (Üçışık Erbilen ve Şahin, 2015:137). Jeolojik olarak üçüncü zamana karşılık gelen bu geç oluşum (taşkömürü ve antrasit yatakları birinci jeolojik zamanda oluşmuştur) linyitin karbon değerlerini (yani yanma kabiliyeti ile duman-kir bırakma oranını) etkilemiştir.

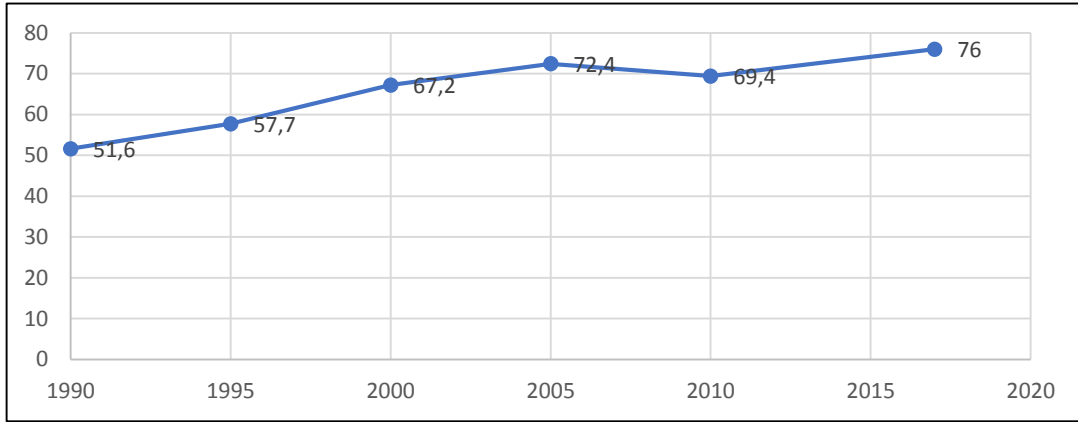
Kömür işletmeciliğimizin tarihçesi incelendiğinde, ilk üretim 1848 Zonguldak Havzasındaki taşkömürü yataklarında yapılmıştır. Linyit işletmeciliği ise 1870'lerin başında Balya (Balıkesir), Balkaya-Duralar (Erzurum/Oltu) ve Soma (Manisa) yataklarının faaliyete geçmesiyle başlamıştır (Doğanay, 1998:518, Karabulut, 2004:31). Bu bağlamda işletmecilik ve madenlerden yararlanma konusunda oldukça yeterli bir süre geride bırakılmıştır.

Tarihsel süreç içerisinde Türkiye'nin ekonomik büyüme, kentleşme, nüfus artışı gibi sebeplerle enerji talebi devamlı olarak artmış ve bu doğrultuda dışa bağımlılık oranları da yükselmiştir. Özellikle petrolün enerji krizlerinden sonra artan ve istikrarsızlaşan fiyatı nedeniyle elektrik enerjisi üretimindeki kullanımının 1980'li yılların ortalarından itibaren azalması sonucu bu boşluğu kömür ve doğal gaz doldurmuştur. Ancak 1980'li yıllarda Türkiye'nin yaşadığı ikinci kentleşme süreci ile sanayi üretiminin ve elektrik talebinin artması gibi sebepler İstanbul ve Ankara gibi metropollerde ileri düzeyde hava kirliliğine yol açmıştır. 1990'lı yıllarda ise doğal gazın kullanımının coğrafi ve sektörel bazda yaygınlaşmasıyla dışa bağımlılık oranları hızla artış göstermiştir. Diğer taraftan ithal kömürün elektrik enerjisi üretimi portföyünde yer alması ise 2000'li yıllardan itibaren gerçekleşmiştir. Tüm bu gelişmeler Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını arttırmıştır. *Fosil yakıtlar bazında Türkiye'nin dışa bağımlılık oranları petrolde %93, doğal gazda %99, antrasit ve taşkömüründe ise %97 düzeyindedir.* Ancak bağımlılık oranları değerlendirilirken birincil ve ikincil enerji kullanımı, sektörlerdeki kapasite kullanım oranları ile enerjide işlenmiş ürünler üzerinden ele alınmaktadır. Bu nedenle Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılık oranları %76'lar düzeyinde görünmektedir (Şekil 5).

istikrarlı ve şeffaf bir elektrik enerjisi piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin sağlanmasıdır.

⁷ Ticarete konu olan kömür çeşitleri; taşkömürü ve antrasit türünde olan kömür çeşitleridir.

Şekil 5. Türkiye'nin Enerjide Dışa Bağımlılık Oranları (1990-2017)



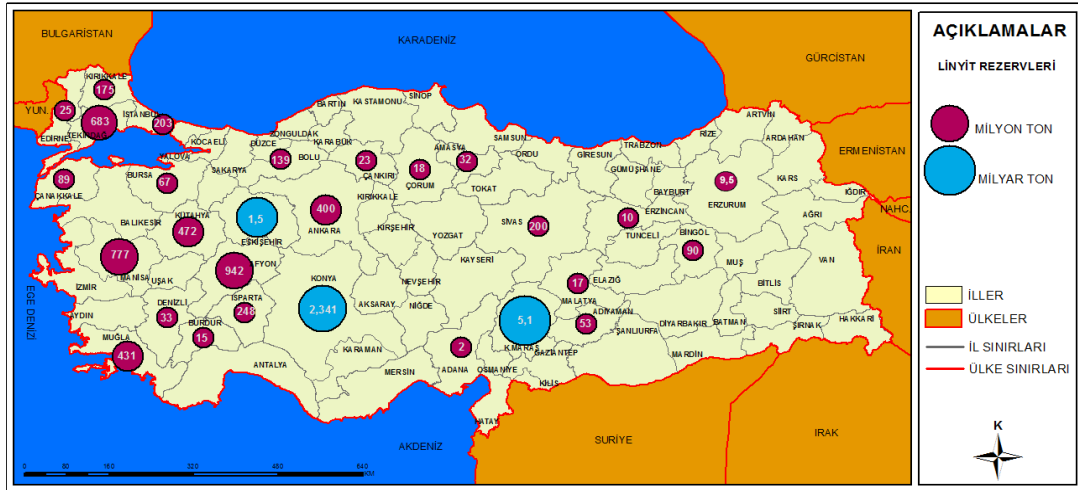
Kaynak: TP, 2017:31 ve T24, 2017

Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının giderek artmasının yanında maliyetli oluşu, yerli kaynaklara daha fazla yönelmeyi gerektirmiş ve bu çerçevede "Linyit Rezervlerimizin Geliştirilmesi ve Yeni Sahalarda Linyit Aranması" projesi ETKB çatısı altında TKİ koordinatörlüğünde, teknik olarak MTA'nın öncülüğünde ve sorumluluğunda, ETİ Maden, TPAO, EÜAŞ, TTK ve DSI'nin katılımı ile 2005 yılında başlatılmıştır. Proje ile öncelikle (TKİ, 2010:9);

- MTA ve TKİ arşivlerindeki linyit arama raporları incelenmiş
- Kamu ve özel kuruluşların kömürle ilgili verilerinden yararlanılarak araştırılacak rezerv alanları belirlenmiş
- Daha sonra bu proje; MTA koordinatörlüğünde "Türkiye Maden ve Jeotermal Kaynak Rezervlerinin Geliştirilmesi ve Yeni Sahaların Bulunması Projesine dönüştürülmüştür

Gerçekleştirilen linyit arama projeleri sonuç vermiştir. ETKB verilerine göre, 2005 yılına kadar 8,3 milyar ton olan Türkiye linyit rezervleri 2018 itibariyle 17,3 milyar tona ulaşmıştır. Türkiye linyit rezervlerinin coğrafi dağılışı için (Şekil 6).

Şekil 6. Türkiye'nin İller Bazında Linyit Rezervleri



Kaynak: Oral, 2017:209

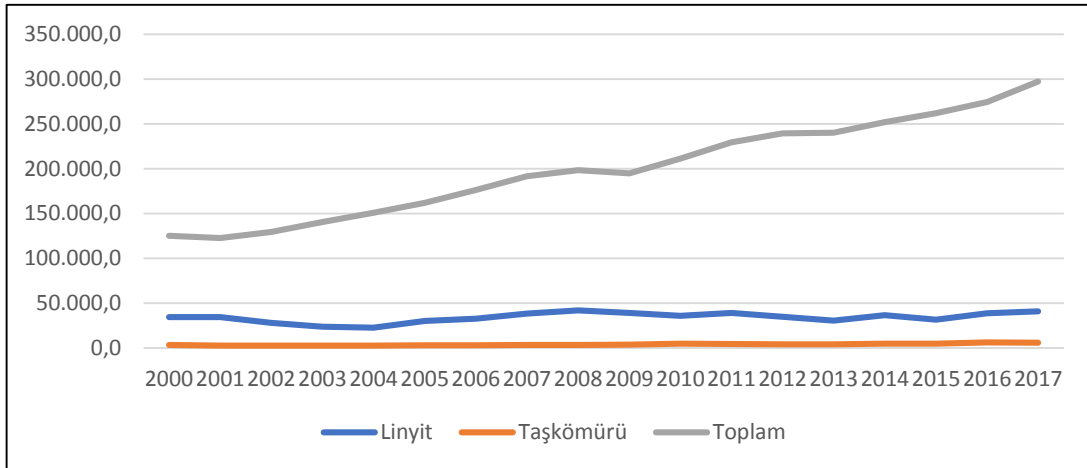
Türkiye linyitleriyle ilgili temel hedef olarak ETKB, “ithal bir kaynak olan doğal gazın elektrik üretiminde kullanılması yerine rezervleri belirlenen ve termik santral kurulabilecek özellikteki linyit sahalarının hızla devreye sokulması ve mevcut santrallere yeni ünitelerin ilavesi”ni amaçlamaktadır.

Türkiye, esasen 2013 yılı itibariyle enerjide artan dışa bağımlılığa karşın yerli kaynakların değerlendirilmesini ajandasına almıştır. Yeni bulunan rezerv sahalarıyla birlikte Türkiye'nin sahip olduğu zengin linyit/yerli kömür rezervlerinin de değerlendirilmesi konusu 2013'ten sonra hız kazanmıştır.

2017'de ilan edilen ve ETKB'nin yeni vizyonu olan Milli Enerji ve Maden Politikasında ana hedef enerjide bağımlılığı minimize edebilmektir. Bu politikada temel hedefler arz güvenliğini sağlamanın (kaynak ülke çeşitliliğini artırma yoluyla enerji ticaret merkezi olma amacı) yanında yerli enerji kaynaklarını ve madenlerimizi (hammadde olarak ihraç etmeden ülke içinde işlenmesi) en yüksek düzeyde değerlendirebilmek ve yenilenebilir enerji kaynakları konusunda gelişmeler (teknolojik süreçleri de içeren) kaydedebilmek doğrultusunda belirlenmiştir.

Bu politikalara rağmen Türkiye toplam elektrik enerjisi üretimiyle, yerli kömürden elektrik enerjisi üretimi arasındaki fark devamlı olarak açılmıştır. 2017 itibariyle ithal kömür, yerli kömürden daha yüksek bir orana sahip olmuştur. *TEİAŞ verilerine göre, söz konusu yıl itibariyle yerli kömürün elektrik üretimindeki payı %15'ler seviyesindeyken ithal kömürün payı %18 seviyesinde gerçekleşmiştir* (Şekil 7).

Şekil 7. Yerli Kömürden Elektrik Enerjisi Üretiminin Toplam Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimi İçindeki Payı (2000-2017) (GW/h)



Kaynak: TEİAŞ, 2018

Türkiye'nin Uluslararası İklim Anlaşmaları Kapsamındaki Yükümlülükleri

Öncelikle uluslararası iklim anlaşmaları çerçevesinde Türkiye'nin karşılaştığı bazı yükümlülükler bulunmaktadır. Türkiye, 2009'da Kyoto Protokolünü, 2016 yılında da Kyoto Protokolünün yerini alan Paris İklim Anlaşmasını da imzalamıştır. Ancak Türkiye'nin gerek Kyoto Protokolünü geç imzalaması gerek Paris İklim Anlaşmasının yasal düzenlemesinin TBMM'den henüz geçmemesinin en büyük sebebi gelişmiş ülkeler düzeyinde yükümlülüklerle karşılaşmasıdır. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi içerisinde sera gazı azaltımı yükümlülüğü alacak ülkeleri gösteren listede EK-I⁸ grubuna dahil edilen Türkiye, sadece OECD üyesi olduğu için ayrıca gelişmekte olan ülkelere finansal, teknolojik ve kapasite geliştirme desteği sağlayacak EK-II listesinde de yer almıştır.

⁸ Bu listede yer alan ülkeler sanayileşmiş ülkeler ve piyasa ekonomisine geçiş ülkeleri olarak iki grupta ele alınmaktadır.

İlerleyen süreçte Türkiye, EK-II⁹ gelişmiş ülkeler listesinden çıkartılmış “özel koşulları tanınan” ülke olarak EK-I ülkeleri listesinde yer almıştır (Karakaya, 2016:5). Bu duruma rağmen Türkiye'nin Paris İklim Anlaşmasında konumuyla ilgili sorunlar devam etmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı konuya binaen “gelişmekte olan bir ülke olarak, iklim değişikliği konusunda gelişmiş ülkeler gibi finansal destek verme yükümlülüğü kalkmadığı sürece Türkiye bu noktada muhatap değildir” değerlendirmesinde bulunmuştur.

Ayrıca AB kriterleri de Türkiye'ye enerji-çevre/iklim bağlamında çeşitli yükümlülükler getirmektedir. Konuyla ilgili uyum çalışmaları sürmektedir. AB enerji konusunda 20-20-20 şeklinde ifade edilen hedefler belirlemiştir. Bu hedefler, enerji verimliliğinin %20 artırılması, enerji arzında yenilenebilir enerji kaynaklarının payının %20'ye, ulaşım sektöründe kullanılan biyoyakıtın oranının en az %10'a çıkarılması, sera gazı emisyonlarının %20 düşürülmesi şeklindedir. Aynı zamanda yenilenebilir enerji tüketimini toplam kaynaklar içinde en azından %27 seviyesine çekebilmek ve %27 oranında enerji tasarrufu sağlayabilmektir. 2050 yılında ise enerji verimliliğini yüksek düzeylere çıkarma, yenilenebilir enerjilerin payını ilerilere taşıma, nükleer enerjii çok daha güvenli ve verimli hale getirebilmek ve sera gazı salınımının 1990'a kıyasla %80-90 oranında azaltılması hedefleri vardır (AB Türkiye Delegasyonu, 2018). Bu doğrultuda AB'nin enerji talebi, 2035'te ekonomik büyüklük 150 kat daha büyük olmasına rağmen 50 yıl öncesinin seviyelerine dönecektir (BP, 2016:91). Bu durum enerjide verimlilik ve tasarruf politikalarıyla ilgilidir. Türkiye'nin AB enerji-çevre/iklim¹⁰ uyum çalışmaları çerçevesinde, yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, emisyon değerlerinin kontrolü ve izlenmesi gibi konularda yasal/yönetmelik düzenlemeler gerçekleştirdiği görülmektedir (Elektrik Piyasası Kanunu, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, AB çevre mevzuatına uyum kapsamında, 2010/75/EU sayılı Endüstriyel Emisyonlar Direktifinin mevzuata aktarımı gibi).

Uygulanmakta olan emisyon değerlerinden daha aşağı düzeyde belirlenecek emisyon değerlerine kömüre dayalı tüm termik santrallerin uyması gerekecektir. Söz konusu düzenlemelerden bazıları 2019 yılında uygulanmaya başlayacaktır. Bu kapsamda yeni kurulacak kömüre dayalı termik santrallerin ileri teknoloji yakma ve arıtma sistemleri ile kurulması planlanmakta ve yüksek verimlilik sağlamanın yanında düşük emisyon değerleri ile çalışmaları hedeflenmektedir (DEKTMK, 2018).

Düşük Nitelikli Kömürlerden Maksimum Fayda Sağlanması Noktasında Temiz Kömür Teknolojileri

Bu teknolojilerle taş kömürü ve linyitin yanma kabiliyeti/ısı değeri arttırılırken çevreye olan zararları da minimize edilebilmektedir. Bu anlamda kömürden daha etkin yararlanma olanağı sunan mevcut ve üzerinde çalışılan söz konusu temiz kömür teknolojileri şunlardır;

Sıfır emisyonlu teknolojiler (CO₂ tutma ve depolama teknoloji); sıfır emisyon hedefli karbon yakalama ve depolama teknolojisi (elektrostatik filtreleme sistemleri ve zararlı gazların yer altında depolanması ki bu yer altı depoları tükenmiş/kullanılmış petrol, doğalgaz, kömür kuyuları veya derin tuz formasyonları olabildiği gibi okyanuslar da olabilir. Bu depolamalar özellikle basıncın korunmasına yardımcı olduğu için petrol ve doğal gaz çıkarımında/üretiminde önemli avantajlar sağlar.

İleri teknolojiler/yüksek verimlilik düşük emisyon {IGCC (integrated gasification combined cycle/entegre gazlaştırma kombine çevrimi sistemleri) ve Akışkan Yatakta Yakma Teknolojileri}; kömür gazlaştırma prosesi, kömürün doğrudan yakılması yerine, termokimyasal yöntemle kimyasal bileşenlerine ayrılmasıdır. Basıncı akışkanlı kazanlarda kömür taneciklerinin sıcak akışkanlaştırılmış kum, kül ya da bir tutucu yatağında yanmasıdır. Kömür burada yaklaşık 5-20 bar aralığında bir basınç

⁹ Bu listede 23 ülke ve AB yer almaktadır. Türkiye, kendi isteğiyle EK-II listesinden çıkarılmış ve 2001'de EK-I geçiş ekonomisi sınıfına dahil olmuştur. EK-II listesinde bulunan ülkeler, iklim değişikliğiyle mücadelede diğer ülkelere finansal destek sağlama görevine sahiptir.

¹⁰ Fasıllar: Enerji, Fasıllar: Çevre.

altında yandığı için buhar üretiminin yanı sıra, gaz türbinlerine beslenebilecek basınca sahip yanma gazı elde edilir.

Mevcut santrallerde verimlilik iyileştirmesi (konvansiyonel kritik altı süperkritik ve ultra-süperkritik santral verimliliği); pulverize (kömürün toz halinde yakıldığı kazanlar) kazanlar ana buhar basınç değerlerine göre kritik altı, süper kritik ve ultra süper kritik olarak ifade edilirler. Süper kritik (SC) ve ultra süper kritik (USC) buhar parametreleri ile işletim, enerji yakıt maliyetlerini en aza indirgeyerek en yüksek verimliliği sağlamaktadır (bu da mümkün olan en düşük yakıt tüketimi ve yakıt maliyeti ile en düşük toplam emisyon salımına neden olmaktadır). SC buhar parametreleri 220,6 barı aşan basınç seviyesi ve 374°C dereceyi geçen sıcaklık düzeyidir. USC buhar parametreleri için genellikle referans noktası olarak kullanılan değerler; 250-300 barı aşan basınç seviyesi ve 580-600 °C dereceyi geçen sıcaklık seviyesidir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017:30). Klasik ve süperkritik/ultra süper kritik kazanların karşılaştırması (Tablo 1).

Tablo 1. Kazan Tiplerinin Sıcaklık, Basınç, Güç ve Verimlilik Mukayeseleri

<i>Kazan Tipi</i>	<i>Kritik Altı</i>	<i>Kritik Üstü (Süper Kritik)</i>	<i>Ultra Kritik Üstü (Ultra Süper Kritik)</i>
Sıcaklık (°C)	540	610	700
Basınç (Bar)	130-250	250-285	300
Güç (MW)	150-350	500-1000	500-1100
Verim (%)	30-37	39-43	43-50

Kaynak: Başaran, 2011

Kömür hazırlama ve iyileştirme (yıkama, kurutma/susuzlandırma, briketleme); bu teknolojiler ile çeşitli zararlı maddelerin (kül yapıcı mineraller ve kükürt) bir kısmını kömürden uzaklaştırmak ve nem oranını düşürerek kalori değerini yükseltmek amaçlanmaktadır. Kömürlerin yıkanması için çeşitli fiziksel yöntemler (düşük mineral madde içeren kömür parçacıkların yüksek mineral madde içeren parçacıklardan yoğunluk farkına göre ayırma) ve yüzey özelliklerinden yararlanarak zenginleştirme flotasyon (yüzdürme) yöntemleri kullanılmaktadır. Sonrasında ise sulu ortamda yıkanmış kömürdeki suyun ayrıştırılması işlemidir. Bu amaçla santrifuj vakumlu disk filtresi yatay spiraller gibi makineler sayesinde bu işlem gerçekleştirilir (Ersoy, 2010). Briketleme yöntemi de kömürün ısı değerinin artırılmasında kullanılan yöntemlerden biridir. Bu sayede kömürün yanma kabiliyeti yükseltilir. Bu yöntem, toz halindeki kömürün uygun şartlarda hazırlanarak ve/veya çeşitli katkı maddeleri ile karıştırılarak bir kalıbın içerisinde preslenmesi sonucu küp, yastık, silindir veya yumurta gibi şekillerde sağlam ve kaliteli/ısı kabiliyeti yüksek yakıt haline getirilmesi işlemidir (Çinçinoğlu vd., 2004).

Türkiye'nin yüksek rezervlere sahip yerli linyit kömürlerini değerlendirebilmesinde temiz kömür teknolojilerinin oldukça stratejik olduğu görülmektedir. Türkiye'nin enerji politikalarının başarılı ilerlemesinde kömür belirleyici bir etkiye sahiptir ve bu etkisini gelecek süreçte de devam ettirecektir. Bu anlamda devlet, tüm unsurlarıyla enerji politikaları içerisinde aktif rolünü korumalıdır. Çünkü uluslararası enerji politikaları, içerisinde arz hedefi kadar iklim sözleşmelerini de barındırmaktadır. Temiz kömür teknolojilerinde maliyetli yatırımlar, özel sektörü ithal kömüre yönlendirdiği için devletin enerji politikalarında öne çıkması kaçınılmazdır.

TKİ'nin temiz kömür teknolojilerine örnek olarak, Kütahya Tunçbilek'te Gazlaştırma Pilot Tesisi ve Manisa Soma'da benzer şekilde Kömür Gazlaştırma Pilot Tesisi TKİ'nin ETKB politikaları çerçevesinde devreye aldığı tesislerdir. Ancak anlaşılacağı üzere bu tesisler ticari nitelikte olmayıp Ar-Ge amacıyla faaliyet yürütmektedir. TKİ'nin 2015-2019 stratejik planı çerçevesinde, kömür gazlaştırma teknolojilerinin uygulanabilirliği araştırılacak; kömürün briketlenmesi, kurutulması, asfaltit kömürlerin değerlendirilmesi, AR-GE laboratuvarlarının ve AR-GE programlarının geliştirilmesi çalışmaları desteklenecektir.

Kömürün daha temiz ve verimli bir yakıt olarak kullanılması çerçevesinde 2018 Nisan ayında gerçekleştirilen *2. Uluslararası Temiz Kömür Teknolojileri Zirvesi ve Fuarında*, kömürde %1'lik verimlilik iyileştirmesi ile %2,5 CO₂ emisyonu azaltılabildiği, diğer çevre kirletici SO₂, NO_x, toz emisyonların ispatlanmış teknolojiler ile %99'lar seviyesinde önlenildiği görülmüştür. Ayrıca kömürün gazlaştırılıp temizlenerek çevre dostu elektrik, kimyasallar üretilmesi veya doğrudan doğal gaz ikâmesi olarak kullanılması olanaklarının kömürün geleceğinde önemli olduğu, bununla birlikte kömür ile yenilenebilir enerji kaynaklarının birbirinin rakibi değil tamamlayıcı olmasına yönelik esneklik mekanizmalarının önem kazandığı belirtilmiştir (Enerji Portalı, 2018).

Araştırma Bulguları

Yapılan içerik analizi sonucunda araştırmanın bulguları iki tema altında toplanmıştır. Bunlar; elektrik enerjisi üretiminde ithal kömürün tercih edilmesi ve yerli kömür olarak linyitin sahip olduğu dezavantajlar ile elektrik enerjisi üretiminde enerji teknolojilerinin önemi şeklindedir.

Elektrik Enerjisi Üretiminde İthal Kömürün Tercih Edilmesi ve Yerli Kömür Olarak Linyitin Sahip Olduğu Dezavantajlar

Dünyada 1980'li yıllarda küreselleşmenin ortaya çıkardığı ekonomik, kültürel ve sosyal değişimler ile küresel ekonominin bütünleşerek ulus ekonomilerin dönüşme zorunluluğu Türkiye'yi de etkilemiş ve pek çok sektörde olduğu gibi enerji sektöründe yeni politikalara geçilmiştir. Ayrıca dünyada artan petrol fiyatları nedeniyle Türkiye'nin elektrik enerjisi üretiminde de farklı kaynaklara yönelim ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla petrolün Türkiye elektrik enerjisi üretiminde payının azalması buna karşın kömür ve doğal gazın toplam elektrik enerjisi üretiminde payının artması Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını daha da arttırmıştır. Özellikle Ankara ve İstanbul'da bu dönemde yoğun göçlerin ortaya çıkardığı nüfus artışı, sanayi üretimindeki artışlar ile enerji talebinin artması kömürün yoğun bir şekilde kullanılmasına neden olmuştur. Ancak kömürün bu denli yoğun kullanımı yüksek düzeylerde hava kirliliğine yol açmış öyle ki bu kentlerde insanlar dışarıda maske kullanmak durumunda kalmışlardır. Bu olumsuzluğa bir çözüm olarak doğal gazın Türkiye'ye 1987'de yılında gelişi ve kısa süre içerisinde hem sektörel hem de coğrafi olarak kullanımının yaygınlık göstermesi Türkiye enerji sektörü içerisinde doğal gazın payının hızla yükselmesine neden olmuştur. Türkiye'nin büyüyen bir ekonomi olarak ve sektördeki liberizasyon politikaları doğrultusunda ithal kömür de önemli bir kaynak olarak kullanılmaya başlanmıştır. Çünkü ithal kömür doğal gaza göre hem ucuz hem de enerji çeşitliliği sağlayabilecek bir kaynak olarak öne çıkmıştır. İthal kömürün (TTK verilerine göre; Kolombiya, Rusya, Avustralya, Polonya, Güney Afrika, Kanada ve ABD'den) elektrik enerjisi üretimi portföyünde yer alması ise 2000'li yıllardan itibaren gerçekleşmiştir. Tüm bu gelişmeler Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını arttırmıştır.

Türkiye'nin gerek enerji politikaları gerek bu politikaların içerisinde kömürün konumu son yıllarda önemli değişimler geçirmiştir. Özellikle elektrik talebinin her yıl artış göstermesi sonucunda yerli ve yenilenebilir kaynakların kullanımı yoluyla dışa olan bağımlılığın azaltılması temel hedeflerden biri olmuştur. Ancak enerji sektörünün kamunun kontrolünden çıkarak özel sektör ağırlıklı bir yapıya dönüşmesi, sürecin en önemli belirleyicilerden biri olmuştur.

İklim ve çevre kriterlerine göre değerlendirildiğinde yerli linyit kömürlerinin çevreye verdiği zarar ithal kömürlere göre daha fazladır. Karbon emisyon değerleri esas alındığında Enerji Atlası verilerine göre, linyit kömürlerinin emisyon değerleri 790-1372 (ton-CO₂/GW/h) aralığındayken bu değer ithal kömürde 756-1310 (ton-CO₂/GW/h) aralığındadır. Ortalama değerler ise linyitin emisyon değeri 1054 (ton-CO₂/GW/h) iken ithal kömürün 888 (ton-CO₂/GW/h) düzeyindedir. Bu yüzden yerli linyit kömürlerinin kalitesi düşük olduğu için de teşviklere rağmen özel sektör açısından cazip bir kaynak olamamaktadır. Özel sektörün ekonomiyi öncelediği düşünüldüğünde linyite dayalı bir termik santral daha maliyetli olmaktadır. Bu yüzden yalnızca yerli bir kaynak olduğu için kullanılması gerekçesi özel sektörü motive etmemektedir ki özel kesimin Türkiye enerji politikalarının uygulanması

noktasında bir misyonu ve vizyonu bulunmamaktadır. Özel sektör ekonomik süreçleri ilk sırada ele aldığı için böyle bir misyon ve vizyonun da olması beklenmemelidir. Türkiye'nin elektrik enerjisi üretiminde özel sektörün hakim konumu (EÜAŞ 2018 verilerine göre payı %85) genel enerji politikalarında (arz güvenliği, sürdürülebilirlik, teknoloji) olduğu gibi yerli bir kaynak olarak linyitin beklenen ölçüde kullanılması hedeflerinde güçlükler yaratmaktadır.

Bu anlamda, K1, “*Yerli linyit kömürlerimizin kalitesi düşük yani kül ve kükürt oranı yüksek. Bu yüzden filtreleme sistemlerinin maliyeti linyitte daha yüksek*”, K2, “*Yerli linyitlerin kalitesi ortalama 1500-4200 kcal değerinde ve kükürt oranı %5'ler seviyesinde yani yüksek. Hatta Afşin-Elbistan linyitleri ortalama 1000 kcal değerinde. Bu anlamda esasen Türkiye linyitlerine topraktan biraz hallice desek pek yanlış olmaz. İthal kömüre dayalı santrallerde kullanılan kömürün kalori değeri ortalama 6000-6500 kcal değerinde. Ayrıca bildiğimiz üzere ithal kömürde kalori yüksek olduğu için kül oranı da linyite göre son derece düşüktür. Ayrıca, ithal kömürün yatırım maliyetleri yüksek olsa da işletme maliyetleri düşük. Bence Türkiye açısından en mantıklı enerji kaynağı güneş*”, K3, “*Öncelikle ithal kömürler linyite göre daha nitelikli yani daha yüksek kalori değerine sahip olduğu ve daha az kül, kükürt, nem içerdiği için daha avantajlı. Özel sektör açısından ekonomik bağlamda düşünüldüğünde ortaya bu durum çıkıyor*”.

Elektrik Enerjisi Üretiminde Enerji Teknolojilerinin Önemi

Enerji sektörü yalnızca arz ve talep dengelerini içeren bir yapıdan ibaret değildir. Bunun yanında ülkeler açısından enerji sektöründe en dikkat çekici unsurlardan biri teknoloji boyutudur. Teknoloji ise yalnızca yatırım sürecinde ortaya çıkan bir maliyet değildir. Santrallerin işletme maliyetleri çerçevesinde ele alındığında bakım ve arıza gibi durumlar da maliyetleri yükseltmektedir. Dolayısıyla teknolojik olarak yalnızca teçhizatların kendisi değil bakım ve arıza süreçleri de dışa bağımlılığı zorunlu kılabilir. Tüm bu süreçler Türkiye'nin genel ekonomi dengesi içerisinde cari açığını arttırmaktadır.

Buna göre K1, “*Santral üretim komponentlerinden bazıları Türkiye'de üretilebiliyor ancak bunlar sınırlı düzeyde. Hele ki teknolojik yoğun teçhizatların tamamı ithal. Örneğin filtreler ve fanlar Türkiye'de üretilebiliyor ama orta ve büyük çaplı santrallerde kullanılan filtreler ve fanlar ithal. Kazan, bant, elektrofiltrasyonlar, türbin, soğutma kuleleri bunlar ithal. Bunun yanında linyit çıkarım maliyetleri de yüksek ve çıkarımda kullanılan alet ve edavatlar da ithal*”, K2, “*Yerli linyitlerin kalorisi düşük olduğundan yüksek enerji sağlayabilmek için kazan ve bant sisteminin büyük olması gerekiyor. Çünkü bant ve kazana endekslenen kömür yüksek miktarlarda. Bu durum linyite dayalı termik santrallerinde yüksek arıza miktarlarını da beraberinde getiriyor. Dolayısıyla yıl içinde ithal kömüre dayalı termik santrallerin emre amadelik oranları %85'ler düzeyindeyken, linyite dayalı termik santrallerin emre amadelik oranları %55-60 düzeyinde kalıyor. Özel sektörün kâr eksenli politika yürüttüğü düşünüldüğünde ortaya çıkan ithal kömüre olan talep şaşırtıcı değil*”, K3, “*İthal kömürde kazan yapısı ve filtre yapısı da daha az maliyete sahip. Bu durum ise yatırım maliyetlerini aşağı çekiyor. Bizim örneğin 22 bin ton günlük tüketimimiz mevcut. Bu tüketim miktarı linyit olarak olsa ki bunu sağlamak için ortalama 4-6 kat artış gerekir aynı enerjiyi elde etmek için, işletme maliyetleri de yükselir. Çünkü kazan yapısı ve filtre sistemleri aynı değil*”. Bu bağlamda Türkiye'nin enerji teknolojilerinde yetersiz olduğu açıkça görülmektedir. Dolayısıyla sektörün sanayi-enerji-inovasyon kapsamında ele alınması kaçınılmazdır. Buna göre yatırımlar ancak tamamen ya da kısmen devlet eliyle yapılırsa yerli sanayiye besleyebilir. Çünkü yatırımlarda mümkün olduğunca yerlilik gözetilir bu durum ise yarattığı pazar nedeniyle bir taraftan yerli sanayiye katkı sağlar, diğer yandan teknik yetersizliklerin olduğu durumda da teknolojik yatırımları zorunlu kılar. Ayrıca gerek düşük nitelikli yerli linyit kömürlerinden en yüksek faydayı sağlama gerek düşük kaliteli kömürlerin ortaya çıkardığı emisyon değerlerini azaltma hususunda da temiz kömür teknolojileri hayati bir role sahiptir. Özellikle Paris İklim Anlaşması doğrultusunda taahhüt edilen yükümlülükler ve büyüyen bir ekonomi olarak yerli kaynakların kullanılarak enerjide dışa bağımlılığın ve bu doğrultuda cari açığın azaltılması hedefi Türkiye'yi bir

ikileme bırakacaktır. Bu yüzden de tüm enerji üretim teknolojileri Türkiye'nin öncelikli politikaları arasında yer almalı ve sektörde devletin ana aktör olduğu yatırımlar yapılmalıdır.

Sonuç

Kömür, gerek birincil gerekse de ikincil enerji olarak dünya enerji talebinin karşılanmasında mevcut durumda yeri ikâme edilemeyecek bir kaynak olduğu için tüm iklim ve çevre kaygılarına rağmen özellikle büyük çaplı (Çin, Hindistan) gelişmekte olan ülkeler açısından hala en stratejik kaynaktır. Ancak iklim anlaşmaları doğrultusunda *karbonsuz bir gelecek* hedefleri çerçevesinde uluslararası düzeyde atılan adımlar, yenilenebilir enerji kaynakları ve doğal gazın enerji üretimindeki etkisi kömüre olan talebi gelecek süre içerisinde oransal olarak düşürecektir.

Dünya rezervlerinin %8,5-10'una sahip olan Türkiye açısından linyit; stratejik bir kaynak olarak görülmektedir. Kömürün (ithal kömür dahil) Türkiye elektrik enerjisi üretimindeki payı %30'un üzerindedir. Ülkemizin enerjide dışa bağımlı olması nedeniyle yıllık yaklaşık 55-60 milyar dolar düzeyinde bir maliyetle karşılaşılmaktadır. Ayrıca enerji güvenliği, bir ulusal güvenlik sorunudur. Bu anlamda ETKB hedefleri çerçevesinde Türkiye'nin yerli kaynaklarını değerlendirmesi ve enerjide dışa olan bağımlılığını düşürmesi için 2017'nin Mart ayında Milli Enerji ve Maden Politikası açıklanmış ve Türkiye'nin öz kaynaklarıyla bu bağımlılığı düşürmesi hedeflenmiştir.

Çalışmada şu sonuçlara ulaşılmıştır;

Küresel ya da ulusal enerji politika ve hedefleri uzun bir süreci kapsamaktadır. Bu yüzden Türkiye'nin orta vadeli enerji politikalarında linyite yönelmesi bir çözüm olarak görülebilir ancak uzun vadede linyitin kesin bir çözüm olarak değerlendirilmesi güç görünmektedir. Gerek küresel iklim değişimi önlemleri doğrultusunda karbon emisyon hedeflerini yakalama, gerekse de linyite dayalı bir enerji santralinin 35-40 yıllık *üretim ömrü*, *ulusal enerji politikalarında* alınacak kararların son derece rasyonel olmasını zorunlu kılmaktadır. Bunun yanında Türkiye'nin Paris İklim Anlaşması çerçevesindeki taahhütleri nedeniyle kömüre dayalı termik santrallerin kurulması güç hale gelecektir.

Yerli bir kaynak olarak linyitin payının artırılması hedefine rağmen (2016 yılında ithal kömüre vergi arttırımı yoluyla yerli kömürün-lyinyitin teşvik edilmesi/ton başına 15 dolar ek vergi) doğal gaz dayalı termik santraller ve ithal kömüre dayalı termik santraller Türkiye elektrik enerjisi üretiminde güçlü konumlarını sürdürmektedirler¹¹.

Türkiye'nin yerli linyit kömürlerinden maksimum fayda sağlaması hususunda kömüre dayalı çevrim santrallerinin yasal/yönetmelik düzenlemelerden kaynaklanan karşılaştığı/karşılaşacağı yükümlülükler, kalitesi¹² zaten düşük olan ve yoğun duman bırakan linyit kömürlerinden elektrik üretimi konusunda faydalanmayı olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuzlukların bir sonucu olarak; bant, kazan ve filtre maliyetleri de artmakta ve linyite dayalı termik santralin *kuruluş maliyeti* ithal kömüre dayalı termik bir santralin iki katını bulabilmektedir. Ayrıca linyite dayalı termik santrallerin *işletme maliyetleri* de daha yüksektir. Örneğin kazana endekslenen kömürün kaliteli olan ithal kömüre göre

¹¹ Bu vergi teşviğine ek olarak 2018 Aralık'ta ETKB gözetiminde Kömür Üreticileri Derneği (KÖMÜRDER) ve Termik Santral ile Elektrik Üreticisi Sanayici ve İş adamları Derneği (TERSANED) arasında imzalanan yerli kömür kullanımı niyet protokolü çerçevesinde ithal kömürün %10'luk bölümünü yerli kömür ile ikâme etme hedefi belirlenmiştir. Bu protokolün elde edeceği sonuçlar ilerleyen süreçte görülecektir. Türkiye taşkömürü rezervleri linyite göre oldukça düşük düzeydedir. Bu noktada protokolda tüketimi hedeflenen kaynak linyittir.

¹² Farklı kalori değerleriyle sınıflamalar mevcuttur ancak yaklaşık değerler itibarıyla kömür çeşitlerinin kalitesi şu şekildedir; 4500 Kcal/kg'nin altında kalorifik değere sahip kömürler linyit kömürü, 4500-6500 Kcal/kg arasında olanlar taşkömürü ve 6500 Kcal/kg'nin üzerindeki antrasit kömürü olarak adlandırılır. Bunun yanında alt bitümlü kömür olarak asfaltit kömürü (siyah renkli-parlak ya da donuk); 4500-5500 Kcal/kg arasında gösterilmektedir. Ayrıca asfaltitin içerisinde kadmiyum, vanadyum, molibden ve nikel gibi kazanılabilir elementler de bulunmaktadır. Bu yönüyle asfaltit endüstride de kullanılabilir. Joule/Jul, iş/enerji birimidir. Jul'un Kcal (kilocalorie/kilokalori) cinsinden karşılığı; 1 kilokalori=4184 jul şeklindedir.

daha fazla olması (kalori değerindeki farklılıktan dolayı) santralde arızaları da arttırmaktadır. Bu anlamda ortaya çıkan linyite dayalı termik santrallerdeki verimlilik kayıpları, bu santrallerin *emre amadelik* oranlarını da düşürmektedir. Linyite dayalı bir termik santralin yıl içinde ortalama olarak emre amadelik oranları %55-60 düzeyinde gerçekleşirken, ithal kömüre dayalı santrallerde bu oran %85'ler düzeyini bulabilmektedir. Bu anlamda, Türkiye'deki santral yatırımları değerlendirildiğinde ithal kömürün elektrik üretimindeki payının 2019'da bir önceki yıla oranla yükseleceği söylenebilir.

Öncelikle bir *devlet*, enerji politikalarını siyasi, sosyal, ekonomik, iklim ve çevre düzeyinde çok yönlü ele alırken, *özel sektör* meseleye ekonomik/kâr olarak yaklaşmaktadır. Türkiye elektrik enerjisi sektöründe daha çok özel kesimin hakim olması hedeflenen politikaların uygulanmasında güçlükler yaratmaktadır. Bu çerçevede mevcut ya da kurulacak santraller, çevreci önlemlerden dolayı büyük maliyetlerle karşılaşmakta ve daha çok doğal gaz ya da ithal kömüre dayalı termik santrallere yönelmektedirler. Bu yüzden *ithal kömürün* Türkiye elektrik enerjisi üretiminde hakim olduğu görülmektedir. Bununla birlikte kömüre dayalı yeni santral yatırımlarının kömür çıkarım sahalarında gerçekleşmesi bazı sosyal ve ekonomik problemleri beraberinde getirmektedir. Örneğin, kömürü elde etmek için yeraltı suyunun çekilmesi gerekmekte ve santral yakın çevresiyle birlikte düşünüldüğünde söz konusu alan verimli bir tarım toprağını işgal edebilmektedir. Diğer yandan bu durum hem tarımsal üretim hem de hava kirliliği endişeleri nedeniyle yerel halk tarafından olumsuz karşılanmaktadır. Ayrıca santral sahasının Amasra örneğinde olduğu gibi bir turizm merkezini tehdit etme durumu da güçlü bir ihtimal olarak öne çıkmaktadır.

Temiz kömür teknolojileri de dahil olmak üzere tüm enerji hedef ve politikalarında (teknolojik süreçler ve üretimler de dahil) ana aktör *Devlet* olmalıdır. Belirtildiği üzere Türkiye enerji ekonomisi ve güvenliği hedefleri ile Türkiye'nin enerji talep projeksiyonları çerçevesinde temiz kömür teknolojilerinin kısa ve orta vadede seri bir şekilde yaygınlaştırılması gerekmektedir. Aksi halde Türkiye linyitlerinin gerek elektrik enerjisi üretiminde gerek endüstride kullanılması özel sektör için piyasa koşullarında tercihen uygun olmayacak, bu durum ise yerli bir kaynak olarak linyitin maksimum kapasitede değerlendirilmesini engelleyecek dolayısıyla cari açığın düşürülmesi hedefi başarıya ulaşmayacaktır. Bir bağlam olarak, Termik Santrallerde Yerleşme Platformu (TSYP) Çalıştay Sonuç Raporuna göre (2017), kömür yakıtlı termik santral yatırımlarının çok büyük oranda *özel sektör* tarafından gerçekleştirilmesi nedeniyle bu firmaların yatırımlarında yerli katkıyı önemsemedikleri, termik santrallerde *yerli katkının* %7 düzeyinde olduğu belirtilmiştir. Bu katkının oransal olarak yarıdan fazlasını inşaat sürecinin oluşturduğu düşünüldüğünde yerli katkının son derece düşük kaldığı görülmektedir. İlgili sonuç raporuna göre iki olgu ortaya çıkmıştır. Özel kesimin sektördeki hakimiyeti ve bunun yansımaları olarak yerliliğin ilk olarak kaynak ikinci olarak ise teknolojik anlamda geri planda kalmasıdır. Dolayısıyla araştırma bulguları, söz konusu sonuç raporundaki sektörle ilgili özel kesim-devlet tespiti ile örtüşmektedir.

KAYNAKÇA

- Avrupa Birliği (AB) Türkiye Delegasyonu (2018). "Enerji-AB'nin Hedefleri". 19.11.2018 tarihinde <https://www.avrupa.info.tr/tr/enerji-abnin-hedefleri-58>, adresinden edinilmiştir.
- Başaran, M. (2011). Kömürlü Termik Santrallerde Verimlilik Çalışmaları ve Kazanımlar, *Makine Mühendisleri Odası III. Enerji Verimliliği Kongresi*'nde sunulmuştur. Kocaeli, Türkiye.
- British Petroleum (BP) (2016). *BP Energy Outlook 2016*. London: BP Publication. United Kingdom.
- British Petroleum (BP) (2018) *Statistical Review of World Energy*, London: BP Publication. United Kingdom.
- British Petroleum (BP) (2019) *BP Energy Outlook 2019*, London: BP Publication. United Kingdom.

- Çinçinoğlu, Ö., Anıl, M., Kılıç, Ö. (2004). *İthal Ve Yerli Kömür Karışımı İle Farklı Bağlayıcı Maddeler Kullanılarak Üretilen Pres Kömürler*. Zonguldak: Türkiye 14. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı içinde (s. 239-251).
- Doğanay, H. (1998) *Ekonomik Coğrafya:2 Enerji Kaynakları*. Erzurum: Şafak Yayınevi.
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEKTMK) (2018). “Kömür Yakıtlı Santrallerden Kaynaklanan Emisyonlar Üzerine Bir Değerlendirme”. 19.11.2018 tarihinde <https://www.dunyaenerji.org.tr/komur-yakitli-santrallerden-kaynaklanan-emisyonlar-uzerine-bir-degerlendirme/>, adresinden edinilmiştir.
- Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ) (2019) *Elektrik Üretimi ve Ticareti Sektör Raporu*, EÜAŞ Yayını, Ankara.
- Enerji Portalı (2018). “Temiz Kömür Teknolojileri ile Kömürü Temiz, Çevre Dostu Bir Yakıt Olarak Kullanmak”. 29.12.2018 <https://www.enerjiportali.com/temiz-komur-teknolojileri-ile-komuru-temiz-cevre-dostu-bir-yakit-olarak-kullanmak/>, adresinden edinilmiştir.
- Enerji Atlası (2018). “Elektrik Üretiminde Karbon Salınımı”. 16.11.2018 tarihinde <http://www.enerjiatlas.com/haber/elektrik-uretiminde-karbon-salinimi>, adresinden edinilmiştir.
- Ersoy, M. (2010). Kömür Hazırlama Teknolojileri, *Temiz Kömür Teknolojileri* içinde. Ankara: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK TMK) Temiz Kömür Teknolojileri Çalışma Grubu Yayını.
- Exxon Mobil (2018). *2018 Outlook for Energy: A View to 2040*. Texas: Exxon Mobil Publication, US.
- IndexMundi (2019). “Turkey Coal Imports By Year”. 05.03.2019 tarihinde <https://www.indexmundi.com/energy/?country=tr&product=coal&graph=imports>, adresinden edinilmiştir.
- Karabulut, Y. (2004) *Türkiye Enerji Kaynakları*, Ankara: Hilmi Usta Matbacılık.
- Karagöl, E.T., Kavaz, İ., Kaya, S., Özdemir, B.Z. (2017). *Türkiye'nin Milli Enerji ve Maden Politikası*. Ankara: Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı (SETA) Yayını.
- Karakaya, E. (2016). “Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme”. Adnan Menderes Üniversitesi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt:3, Sayı:1, s.1-12.
- Oral, M. (2017). *Enerji Coğrafyası Perspektifinde Türkiye'nin Enerji Politikaları*. (Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karabük). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2017). *Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Alanında Kapasitesinin Güçlendirilmesi İçin Teknik Yardım Projesi*. Ankara: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Avrupa Birliği (AB) Yayını.
- T24 İnternet Gazetesi (2017). “Enerjide Dışa Bağımlılık Yüzde 76'ya Ulaştı”. 15.11.2018 tarihinde <http://t24.com.tr/haber/enerjide-disa-bagimlilik-yuzde-76ya-ulasti,419011>, adresinden edinilmiştir.
- Tamzok, N. (2017). *Yerli Kömüre Dayalı Termik Santral Potansiyeli, Darboğazlar ve Çözüm Önerileri. Türkiye'de Termik Santraller (içinde)*. Ankara: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) Makine Mühendisleri Odası (MMO) Yayını.
- Termik Santrallerde Yerleşme Platformu (TSYP) (2017) “Termik Santrallerde Yerleşme Platformu Çalıştaylar Sonuç Bildirgesi”, <https://www.enerjivetesat.com/enerjix/5480-termik-santrallerde-yerlilesme-platformu-sonuc-bildirgesi-nin-sunumu-enerji-bakanligi-nda-yapildi>, Erişim Tarihi: 10.07.2019.

- Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) Maden Mühendisleri Odası (2015). *Enerji ve Kömür Raporu*. Ankara: TMMOB Yayını.
- Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ) (2018). “Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri”. 16.11.2018 tarihinde <https://www.teias.gov.tr/tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>, adresinden edinilmiştir.
- Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) (2010). *2009 Kömür (Linyit) Sektör Raporu*. Ankara: TKİ Yayını.
- Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) (2015). *2015-2019 Stratejik Planı*. Ankara: TKİ Yayını.
- Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) (2016). *2015 Kömür (Linyit) Sektör Raporu*. Ankara: TKİ Yayını.
- Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) (2017) *2016 Kömür Sektör Raporu (Linyit)*. Ankara: TKİ Yayını.
- Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) (2017). “Kömür ve Getirdiği Çözümler”. 13.11.2018 tarihinde <http://www.tki.gov.tr/bilgi/komur/komur-teknolojileri/235>, adresinden edinilmiştir.
- Türkiye Petrolleri (TP) (2017). *Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu*. Ankara: TP Yayını.
- Türkiye Taşkömürü Kurumu (2017). *2016 Taşkömürü Sektör Raporu*. Ankara: TTK Yayını.
- Üçışık Erbilen, S. ve Şahin, G. (2015). “Enerji Coğrafyası Kapsamında Türkiye’de Linyit”. *Doğu Coğrafya Dergisi*, Cilt:20, Sayı:33, s.135-160.