



Elektrik Üretiminde Kaynak Tercihini Etkileyen Faktörlere İlişkin Bir Değerlendirme

An Evaluation on the Factors Affecting Resource Choice in Electricity Generation

Hüseyin AKGÜL¹, Mustafa GÖZEN²

^{1,2}Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara, Türkiye

ORCID:

H.A.: 0000-0003-3522-113X

M.G.: 0000-0002-5195-757X

Corresponding Author:

Mustafa GÖZEN

Email:

mgozen@gmail.com

Citation: Akgül, H. ve Gözen, M. (2020). Elektrik Üretiminde Kaynak Tercihini Etkileyen Faktörlere İlişkin Bir Değerlendirme. *Journal of Humanities and Tourism Research*, 10 (4): 919-938

Submitted: 21.09.2020

Accepted: 04.11.2020

Özet

Bu çalışmada, elektrik üretiminde girdi olarak kullanılan kaynakların seçimini etkilediği düşünülen bazı faktörler seçilmiş ve söz konusu faktörlerin kaynak tercihinin etkisi konuya ilişkin literatür çerçevesinde değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, enerji-çevre ilişkisi ve insan sağlığı, tesis yeri seçimi, enerji kaynaklarının özellikleri, yenilenebilir enerji politikası, enerji güvenliği, ekonomik ve sosyal etkenler ile verimliliğin kaynak seçimine etkisi incelenmiştir. Çalışma çerçevesinde konuya ilişkin literatürdeki yaklaşımlar incelenmiş ve söz konusu yaklaşımlardan bir sentez oluşturulmuştur. Kaynak seçiminde ilgili kaynağın çevreye etkisi ve fosil yakıtlarda dışa bağımlılık günümüzde ön plana çıkan unsurlar olmakta ve daha fazla gündemde yer almaktadır. Bununla birlikte, teknolojik gelişmelere bağlı olarak fosil enerji kaynaklarına enerji güvenliği açısından gelecekte ihtiyaç duyulacağı, ancak yenilenebilir enerji kaynaklarına öncelik verilmesinin, ekonomik fayda ve çevrenin korunması açısından gerekli olduğu kanaatine varılmıştır. Bu nedenle, kaynak seçiminde tüm faktörlerin ve ilgili ülke ya da bölgenin özel durumunun dikkate alındığı bütüncül bakış açısıyla konunun analiz edilmesi yerinde olacaktır.

Anahtar Sözcükler: Enerji Kaynağı, Kaynak Tercihi, Yenilenebilir Enerji, Fosil Kaynaklar

Abstract

In this study, some factors that are thought to affect the selection of resources used as inputs in electricity generation have been selected and the effect of these factors on resource choice is evaluated within the framework of the relevant literature. In this context, the energy-environment relationship and human health, facility location selection, characteristics of energy resources, renewable energy policy, energy security, economic and social factors, and the effect of efficiency on resource selection were examined. Within the framework of the study, the approaches in the literature on the subject were examined and a synthesis was created from these approaches. In resource selection, the environmental impact of the relevant resource and foreign dependency on fossil fuels are the factors that come to the fore today and are more on the agenda. However, depending on the technological developments, it has been concluded that fossil energy resources will be needed in the future in terms of energy security, but priority should be given to renewable energy resources in terms of economic benefit and protection of the environment.

For this reason, it would be appropriate to analyze the issue from a holistic perspective in which all factors and the special situation of the relevant country or region are considered in the selection of resources.

Keywords: Energy Source, Resource Preference, Renewable Energy, Fossil Sources

1. GİRİŞ

Enerji kuşkusuz günlük yaşamın ve Pamir (2017)'in de ifade ettiği gibi toplumsal gelişimin vazgeçilmez bir unsurudur. Zweifel vd. (2017)'ne göre enerji hayat demektir. Hayatın her alanında enerjiye gereksinim duyulmaktadır. Enerji özellikle ekonomik büyüme ve kalkınmanın itici gücü ve sürdürülebilir kalkınma için stratejik bir ürün olarak görülmektedir. Buradan hareketle, günümüzde gelenen gelişme düzeyinde enerjisiz bir yaşam düşünülemez.

Dünya enerji tarihine bakıldığında; enerji kullanımında buhar, motor ve elektrik enerjisi teknolojik dönüşüm sağlayan gelişmelerdir. 18 inci yüzyılın ortasında buhar makinesinin keşfinin, enerji kullanımında ilk dönüm noktası ve bu dönüşümün sanayileşme yolunda önemli bir adım olduğu anlaşılmaktadır. Daha önce enerji temini amacıyla odun¹, güneş, rüzgar ve su gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmıştır. Bu açıdan bakıldığında, son yıllarda tekrar gündemde olan yenilenebilir enerji kaynaklarının insanlar tarafından kullanılan ilk enerji kaynağı olduğu söylenebilir. Özellikle kömürün bulunması ve yaygınlaşmasına kadar devam eden süreçte, odun birinci enerji kaynağı olarak ön planda olmuştur (Pamir, 2017).

Buhar makinesinin keşfi ve endüstri çağının başlamasıyla birlikte kömürün kullanımı hızlı bir şekilde artmıştır (Özşahin vd., 2016; Ürün ve Soyu, 2018). Hatta kömüre dayalı buhar makinesi, sanayi ve ulaştırma alanlarında köklü değişikliklere yol açmıştır (Pamir (2017). Yücel (1994)'e göre, İngiltere'nin 19 uncu yüzyıl ortasında hızlı sanayileşmesi, kömür üretiminde artışa ve kömür ihracatının gelişmesine yol açmıştır. Bu ülkede kömürün elektrik üretiminde, madencilikte, tekstil sektöründe, demir ve diğer metallerin üretiminde kullanılması kömür sektöründeki gelişmenin itici gücü olmuştur (Yücel, 1994). 1860'lı yıllarda termik motorun kullanılmaya başlanmasıyla birlikte petrol ürünleri, özellikle benzin ve motorin tüketimi artmıştır. Daha sonraki dönemde doğal gaz, nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik üretim ve tüketimde artış görülmüştür. Gelenen aşamada, dünyada enerji ihtiyacının büyük bir bölümü fosil kaynaklardan karşılanmaktadır (Yılmaz, 2012). Başka bir deyişle, günümüzde petrol ve doğal gaz ekonomik gelişmenin merkezinde bulunmakta ve doğrudan veya dolaylı olarak tüm sektörleri etkilemektedir.

Günümüz dünyasında elektrik çok yaygın bir şekilde kullanılmakta ve yerine kullanılabilecek ikame bir enerji türü geliştirilememiştir. Bu nedenle, gelecekte elektrik enerjisinin ve elektrik üretiminde girdi olarak kullanılacak kaynakların ön plana çıkacağı anlaşılmaktadır. Söz konusu girdileri doğru belirleyen ve teminini güvence altına alan ülkelerin ekonomik gelişme yolunda avantajlı olacağı değerlendirilmektedir.

Buradan hareketle, çalışmanın ikinci bölümünde çalışmanın amacı ve yöntem açıklanmış, üçüncü bölümde enerji kaynakları sınıflandırılmış, dördüncü bölümde elektrik üretiminde kaynak tercihinin etkileyen faktörler incelenmiş, beşinci bölümde konuya ilişkin genel bir değerlendirme yapılmış, altıncı ve son bölümde çalışmada ulaşılan sonuçlara yer verilmiştir.

2. ÇALIŞMANIN AMACI ve YÖNTEM

Elektrik üretiminde girdi olarak kullanılan kaynaklara yönelik teknik, hukuki ve ekonomik analizlere literatürde çok geniş bir şekilde yer verildiği görülmektedir. Ancak elektrik üretiminde kaynak tercihinin ve bu tercihi etkileyen faktörlere yönelik sistematik bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak Ayan ve Pabuşçu (2013)'nun çalışmasına değinmekte fayda

¹ Odun, biyokütle kapsamında yer alan yenilenebilir enerji kaynağıdır.

görülmektedir. Söz konusu çalışmada, yenilenebilir enerji yatırım projeleri analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile değerlendirilmiştir. Bu amaçla, yatırım için en uygun alternatifin belirlenmesi için uzman mühendis ve akademisyenlerin bilgi ve deneyimleriyle analitik hiyerarşi süreci yaklaşımı uygulanmıştır. Çalışma sonucuna göre Türkiye için en uygun yatırım alternatifi olarak sırasıyla hidrolik, rüzgâr, jeotermal/biyoyakıt² ve güneş enerjisine dayalı yatırımlar tespit edilmiştir.

Bu bilgiler ışığında, bu çalışma kapsamında elektrik üretiminde kaynak tercihinin etkilediği düşünülen bazı faktörler seçilmiş, bu faktörler sınıflandırılmış ve söz konusu faktörlerin kaynak tercihinin etkisi konuya ilişkin literatür çerçevesinde değerlendirilmiştir. Çalışmada konuya ilişkin literatürdeki yaklaşım ve fikirler özetlenmiş, sınıflandırılmış ve söz konusu yaklaşım ve fikirlerden bir sentez oluşturulmuştur. Bu itibarla, bu çalışma ile literatürde bu konudaki boşluğun doldurulmasına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

3. ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI

Enerji doğada mekanik, potansiyel, kimyasal, kinetik enerji gibi çeşitli formlarda bulunmaktadır. Bu nedenle, enerjinin açık ve net bir tanımını yapmak mümkün olmamaktadır (Nersesian, 2016). Diğer taraftan, Pamir (2017)'in vurguladığı gibi enerji doğada yoktan var edilememekte, yapılan sadece enerjinin bir formdan başka bir forma dönüştürülmesi işlemi olmaktadır. Genel anlamıyla enerji, iş yapma yeteneği ve çabası şeklinde tanımlanabilir (Özşahin vd. 2016; Pamir, 2017). Enerji kaynakları; doğada katı, sıvı ve gaz fazı olmak üzere üç ana formda ve alt kırılım olarak çok geniş bir spektrumda yer almaktadır. Bazı enerji kaynakları doğrudan kullanılabilen, bazı kaynaklar için diğer enerji kaynağının girdi olarak kullanılması gerekli olmaktadır (Pamir, 2017). Doğrudan kullanılabilen kaynaklara petrol, kömür, doğal gaz, biyokütle, rüzgar ve güneş gibi kaynaklar örnek verilebilir (Akusta, 2019). Bu kaynaklar birincil kaynak olarak adlandırılmaktadır. Elektrik enerjisi diğer kaynaklar kullanılarak elde edildiği için bu anlamda ikincil kaynak olmaktadır. Çalışkan (2009) elektrik enerjisine ek olarak ikincil enerji türlerine örnek olarak kok kömürü, havagazı ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG)'ni de belirtmiştir. Diğer taraftan aynı tanımdan hareketle; benzin, mazot, motorin, petrokok, briket kömürü de ikincil enerji kapsamına alınabilir (Akusta, 2019).

Ancak enerji kaynaklarını oluşum yöntemleri, nitelikleri, teknoloji gereksinimi, süreklilik ve sürdürülebilirlik gibi çeşitli kriterlere göre sınıflandırmak mümkündür. Bu bağlamda, enerji kaynaklarını sınıflandırmada kabul gören ve en kapsamlı sınıflandırma, ilgili kaynağın tükenebilirlik niteliğine göre yapılan yenilenebilir ve yenilenebilir olmayan kaynaklar şeklindeki bir sınıflandırmadır (Özşahin vd., 2016; Pamir, 2017). Yenilenebilir enerji kaynakları doğal süreç içerisinde kendiliğinden ortaya çıkan kaynaklardır. 5346 sayılı kanunda bu enerji kaynakları; hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyokütleden elde edilen gaz (*çöp gazı dâhil*), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarını ifade ettiği düzenlenmiştir (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2020a). Bu kaynaklar, tükendikçe hızlı bir şekilde doğal döngü içerisinde yeri doldurulabilen, başka bir deyişle doğada oluşma hızı tüketilme hızından yüksek olan, bu nedenle yenilenebilir olarak sınıflandırılan kaynaklardır (Pamir, 2017; Akusta, 2019).

Diğer taraftan, yenilenebilir olmayan enerji kaynakları ise bir defa kullanıldığında yerine yenisinin konulmasının mümkün olmadığı ya da tekrar oluşması için milyon yıl mertebesinde çok uzun yıllar gerektiren kaynaklardır. Teorik olarak bu kaynakların oluşması mümkün olmakla birlikte oluşumu için belirli koşulları taşıyan sürecin yaşanması ve birkaç yüz milyon yıl geçmesi gerekmektedir (Pamir, 2017). Bu tür kaynaklar da kendi içerisinde iki alt gruba ayrılabilir (Akusta, 2019). Birinci alt grupta kömür, doğal gaz, petrol gibi fosil enerji kaynakları, ikinci grupta ise nükleer enerji (*uranyum ve toryum*) yer almaktadır (Akusta, 2019). Bu enerji kaynakları, yer

² Jeotermal ve biyoyakıt için aynı oran hesaplanmıştır.

kabuğundaki miktarı sınırlı ve tükenebilir özelliğe sahip olduğu için yenilenemeyen kaynaklar olarak da adlandırılmaktadır. Başka bir deyişle, bu kaynaklar oluşumundan daha hızlı bir şekilde tüketilen kaynaklardır. Son yıllarda enerji kaynağı sınıflandırmasında öne çıkan bir başka kavram yeni enerji kaynaklarıdır. Bu gruba giren kaynaklara; biyoyakıt, hidrojen, yakıt hücreleri ile gazdan ve kömürden sıvı eldesi örnek olarak verilmektedir (Pamir, 2017).

Yukarıda bahsedilen hususlara ek olarak, teknolojik gelişmeler ışığında, ilk bakışta dünyada bilinen güneş ve nükleer enerji olmak üzere iki temel enerji kaynağı olduğu söylenebilir (Gözen, 2020). Gözen (2020)'e göre güneş enerjisi doğrudan bir enerji kaynağı olduğu gibi dolaylı yollar ile diğer enerji kaynaklarının da ana kaynağı olmaktadır. Ancak dünyanın güneş sisteminin bir parçası olduğu ve güneşten ayrılarak oluştuğu dikkate alınır, aslında insanlığın kullandığı ana enerji kaynağının sadece güneş olduğunu söylemek mümkündür (Smil, 2017; Gözen, 2020). Nitekim, Pamir (2017) dünyaya enerji sağlayan birincil enerji kaynağının güneş enerjisi olduğunun altını çizmiştir.

Bugüne kadar, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), ABD Enerji Enformasyon İdaresi (EIA), British Petroleum (BP), ExxonMobil gibi uluslararası kurum ve kuruluşlar tarafından yapılan çeşitli projeksiyonlara göre, petrol ve doğal gazın birincil enerji tüketimi içindeki paylarını uzun dönemde de koruyacakları öngörülmektedir (TPAO, 2017). Dünya elektrik üretiminde yaklaşık %66,5 oranında fosil kaynaklar (%40,6 kömür, %21,6 doğal gaz, %4,3 petrol) kullanılmaktadır (ETKB, 2020). Ancak fosil yakıt rezervindeki azalışa ilişkin kaygılar ve çevre sorunları gibi birçok etkenden dolayı elektrik üretiminde alternatif enerji kaynaklarına yönelim gittikçe artmaktadır. Bu konuda çevre dostu, yenilenebilir oluşu, kolay elde edilebilirliği, potansiyelinin fazla oluşu yenilenebilir enerji kaynaklarını avantajlı kılmakta ve ön plana çıkarmaktadır. Diğer taraftan, fosil yakıtların sınırlı ömre sahip olmaları ve çevreye olumsuz etkileri bu yakıtların kullanımını baskılayan unsurlar olmaktadır.

4. KAYNAK TERCİHİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Dünyada nüfus artışı ve ekonomik kalkınma hedefleri enerji talebini arttıran önemli faktörler olmaktadır. Söz konusu talepteki artışın karşılanması ve sürecin dinamik bir şekilde iyi yönetilmesi gereklilik arz etmektedir. Böylesi bir ortamda, elektrik üretimi için kaynak seçiminde birçok faktör birlikte etkin rol oynamaktadır. Bu faktörler, piyasanın genel olarak verimli çalışması ve yatırım yapılacak kaynaklardan optimum faydanın sağlanabilmesi açısından önemli olmaktadır. Enerji kaynaklarının coğrafi dağılımındaki dengesizlik, siyasi rejim farklılıkları ve istikrarsızlık, kaynak seçiminin hem ulusal hem de uluslararası boyutu olduğunu teyit eden konular olmaktadır. Buradan hareketle, Alper (2018)'in de vurguladığı gibi, enerjinin hangi kaynaktan sağlanacağı ve kaynak bileşiminin belirlenmesi enerji politikasının esasını oluşturan bir konu olmaktadır. Bu çerçevede elektrik üretimi yatırımlarında kaynak tercihini etkileyebilecek çok sayıda faktör olabileceği düşünülmekte olup bu çalışma kapsamında söz konusu faktörler aşağıda verilen ana başlıklar altında incelenmiştir:

- Enerji-çevre ilişkisi ve insan sağlığı
- Tesis yeri seçimi
- Enerji kaynaklarının özellikleri
- Yenilenebilir enerji politikası ve enerji güvenliği
- Ekonomik ve sosyal etkenler
- Verimlilik

Söz konusu faktörlerin yukarıda yapılan sıralamasında belli bir önem derecesi olduğu düşünülmemiştir. Sıralamada önde yer alan faktörlerin diğerlerine göre daha önemli olduğu anlamı çıkarılmamalıdır.

4.1. Enerji-Çevre İlişkisi ve İnsan Sağlığı

Enerji kaynağı bakımından dünyada birçok ülke kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtlara bağımlıdır. Fosil yakıtlar, sanayi toplumuna geçişin yapı taşlarını oluşturmakta, bu yakıtların ucuz ve kolay elde edilmesi, geçmişten günümüze yoğun olarak tüketilmesinin altında yatan ana faktörlerin başında gelmektedir (Yılmaz, 2015). Fosil kaynaklar yapıları gereği yakılarak enerji sağlamakta ve bu süreçte canlı varlıklar için zararlı toksinler atık olarak atmosfere verilmektedir. Bu zararlı maddelerin bazıları iklim değişikliğine doğrudan etki etmektedir. Bu kaynakların yaygın tüketiminden insan sağlığı ve ekosistem olumsuz etkilenmektedir. Brown ve Sovacool (2011)'un da ifade ettiği üzere, günümüzde yaşanan en büyük çevre problemi olarak küresel ölçekteki iklim krizi gösterilmektedir. İklim krizi 21 inci yüzyılın en önemli sosyal, çevresel, ekonomik ve teknolojik sorunu olarak gündemde bulunmaktadır. Gelenen durumda atmosfer artık dünyanın başlıca atık deposu haline gelmiştir. Bunun nedeni; en basit ve en az maliyetli atık yönetimi yaklaşımı olarak bacalar ve/veya egzoz boruları aracılığıyla atık gazların solunan havaya boşaltılmış olmasıdır (Brown ve Sovacool, 2011). Bu nedenle, kaynak tercihi söz konusu olduğunda emisyonların azaltılması, iklim kriziyle mücadele konusunda küresel ölçekteki anlaşmalar gereği alınması gereken ilave önlemlerin alınmasını ve temiz enerjiden faydalanmayı gerekli kılmaktadır.

Gürbüz (2009)'ün de altını çizdiği üzere, dünyada çevre konusunda 1970'lı yıllardan günümüze kadar gelen süreçte yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğine yönelik ilginin arttığı görülmektedir. 1970 yılı sonrasında çevreye yönelik bilinçlenme ile birlikte enerji konusunda toplumda farkındalık oluşmuş ve bu farkındalık doğrultusunda yenilenebilir enerji kullanımında artış başlamıştır (Kaya ve Kaya, 2017). Özer (2016)'in belirttiği gibi gerek çevresel gerek enerjide dışa bağımlılık sebepleriyle oluşan kaygılar nedeniyle fosil yakıtlara alternatif olarak temiz ve yenilenebilir enerji üretim yöntemleri önem kazanmaya başlamıştır. Diğer taraftan, iklim konusunda Paris Anlaşması yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yeni fırsatlar oluşturmaktadır. Bilindiği üzere, Paris Anlaşması ile küresel düzeyde sıcaklık artışının 1,5 - 2 °C arasında sınırlandırılması ve iklim krizinin önüne geçilmesi hedeflenmektedir (Kaya ve Kaya, 2017). Ayrıca Paris Anlaşması küresel nitelikte iklim konusunda imzalanmış en kapsayıcı ve en fazla imza toplayan anlaşma özelliğini taşımaktadır (Kaya ve Kaya, 2017).

Yenilenemez enerji kaynakları düşünüldüğünde, ilk akla gelen fosil yakıtlar olsa da nükleer enerji de yenilenemeyen kaynak niteliğindedir. Radyoaktif atıklar söz konusu olduğunda ilk akla gelen enerji kaynağı nükleer enerji olmaktadır. Ancak birçok durumda diğer fosil kaynaklı enerji santralleri de nükleer santraller kadar, hatta daha fazla radyoaktif atık üretebilmektedir. IEA (2017)'ya göre, Avrupa Birliği'nde 1000 MW_e gücündeki modern bir nükleer reaktörün bir yıllık atık üretimi 30 ton civarında olup aynı güçteki bir kömür santrali ise yılda 600.000 ton kül açığa çıkarmaktadır. Kömür santrallerinin ürettikleri bu küllerin yaydığı toksik ve radyoaktif madde oranı, nükleer santral atıklarından 100 kata kadar fazla olabilmektedir (IEA, 2017). Ancak bilindiği üzere, nükleer santrallerde meydana gelen bir kaza felakete, yıllar boyu süren kalıtsal hastalıklara neden olabilmektedir. Söz konusu etkilerden kömür santralinin ürettiği zararlı gazların baca filtreleri yardımıyla, nükleer santralin atıklarından ise atıkların izole edilerek bertarafı mümkün olmaktadır. Ancak tüm bu teknolojik uygulamaların, çevreye olan etkiyi en aza indirme konusunda rol oynadığı unutulmamalıdır.

1900'lü yılların başından günümüze kadar küresel sera gazı salımlarında düzenli bir artış olduğu görülmektedir (EPA, 2018). Nitekim yoğun fosil yakıt kullanımının, dünya ortalama sıcaklığını son bin yılın en yüksek değerlerine yükselttiği bilinmektedir (Görez ve Alkan, 2005). EPA (2018)'ya göre küresel sera gazı salımlarının gaz türlerine göre dağılımında CO₂ salınımı, yaklaşık %60-70 oranla en yüksek paya sahiptir (EPA, 2018). Fosil yakıt kullanımı, karbondioksit

salımının başlıca nedenini oluşturmaktadır. Küresel sera gazı salımlarının sektörlere göre dağılımına bakıldığında, enerji sektörünün en yüksek paya sahip olduğu görülmektedir (EPA, 2018). Bu bağlamda, fosil yakıt kullanımına dayalı bir enerji üretim sisteminin günümüzde yıkıcı doğa felaketlerinin temel unsurlarından olduğu ifade edilebilir. Bu kaynakların kullanımı hava kirliliğinin yanısıra büyük miktarda ekonomik kayba yol açan sel, fırtına gibi doğal felaketlerin ciddi ölçüde artmasına neden olmaktadır (Görez ve Alkan, 2005). Bundan dolayı Görez ve Alkan (2005)'in önerdiği gibi fosil yakıt rezervlerinin tükenmesi beklenmeksizin bu kaynaklara alternatif olarak temiz enerji kaynak arayışlarının ve mevcut temiz kaynak teknolojilerine yatırımın artırılmasında fayda görülmektedir. Bu bağlamda, Sagbaş ve Başbuğ (2018)'un ifadesiyle fosil yakıt kullanımının azaltılması, yenilenebilir enerji kaynak kullanımının artırılması, gelişmiş teknolojiler ile karbon tutma ve depolama teknolojilerinin kullanılmasına ağırlık verilebilir.

Yukarıda anlatılanlar çerçevesinde, enerji ve çevre konularının birbirinden ayrı düşünülmeceği ve bir bütün olarak ele alınması gereken konuların başında geldiği açıktır. Bu bağlamda Gedik (2015)'in ifadesiyle, çevre ve enerji konularının birbirlerini destekleyici yönde ilişki içerisinde olmaları gerekmektedir. Enerjiye dayalı çevre sorunlarının çözümünde çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim etkili bir çözüm olabilir. Klasik ve yenilenebilir enerji kaynakları kıyaslaması yapıldığında, yenilenebilir enerji kaynaklarının sera gazı salımı ve atık ürün oluşturmaması ve ekosistemin korunmasına yardımcı olması en önemli avantajlarına örnek verilebilir (Varınca ve Gönüllü, 2006). Özetlemek gerekirse, enerji sektöründe kullanılan kaynağa bağlı olarak üretimden tüketime kadar her aşamada farklı nitelikte çevre sorunları ile karşılaşılabilir. Bu nedenle, enerji sektöründe nihai hedefin ekonomik, çevreye duyarlı ve güvenli kaynaklardan üretimin sağlanmasına öncelik verilmesi ve bu şekilde enerji-çevre-canlı yaşamı arasında bir denge kurulması gerekli görülmektedir. Bu itibarla, elektrik üretimi için kaynak seçiminde çevre ve insan sağlığını dikkate almaksızın yapılacak tercihlerin, ilgili yatırımın hukuki sorunlar ile karşılaşmasına yol açabileceği ve finansal açıdan yapılabilirliğini olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir.

4.2. Tesis Yeri Seçimi

Kaynak tercihinde kaynağın bulunduğu yer bazı yakıtlar için belirleyici olmaktadır. Özellikle yerli kömüre veya jeotermal kaynağa dayalı elektrik üretiminde üretim tesisinin kaynağa yakın olması tercih nedeni olacaktır. Fazla miktarda girdinin elektrik üretim tesisine nakli faaliyetin ekonomikliliğini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, Gedik (2015) tarafından belirtildiği üzere, yer seçiminde proje alanının etüdüne önem verilmesi, risk analizi ile uygun yerleşim alanının belirlenmesi ve risk yönetiminin yürütülmesi, arazinin mevcut durumu ve kullanım fonksiyonları yönünden ilgili yasal düzenlemeler kapsamında değerlendirilmesi kaynakların verimli kullanılabilmesi açısından önem arz etmektedir.

Enerji projelerinde özellikle elektrik üretim faaliyeti için Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)'ndan öncelikle önlisans alınması, önlisans yükümlülüklerinin tamamlanmasıyla sonrasında üretim lisansının alınması gerekmektedir. Söz konusu lisanslardan üretim lisansında lisansa konu üretim tesisi için öngörülen tesis tamamlanma süresi ilgili lisansa derç edilmektedir. Bu kapsamda, Gedik (2015)'in de vurguladığı üzere, elektrik üretim faaliyetinde arazi temini ile ilgili konular önem arz etmektedir. Bu çerçevede, özel mülkiyete ait olan taşınmaz mallarda kamulaştırma; hazineye ait veya devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan taşınmaz mallarda kullanma izni, irtifak hakkı tesisi veya kiralama; diğer kamu tüzel kişileri ve kurumlarına ait taşınmaz mallarda devir; ormanlık alanlarda ön izin ve kesin izin, orta malı nitelikli taşınmaz mallarda tahsis amacı değişikliği dikkat edilmesi gereken konular olmaktadır (Gedik 2015).

Buradan hareketle, yer seçimi konusunda genelleyici bir değerlendirmede bulunmanın mümkün olmadığı anlaşılmaktadır. Elektrik üretiminde kullanılan kaynağın türüne bağlı olarak

ilgili yatırımcının ekonomik, finansal, hukuki ve teknoloji olmak üzere farklı açıdan konuyu değerlendirerek elektrik üretim tesisi için yer seçimine karar vermesi beklenir.

4.3. Enerji Kaynaklarının Özellikleri

Elektrik enerjisi homojen bir ürün olmasına karşın üretiminde kullanılan her enerji kaynağı farklı özelliklere sahiptir. Kömür, doğal gaz ve nükleer enerji kaynağına dayalı elektrik üretim tesisleri sürekli üretim bakımından öne çıkmaktadır. Rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları ise iklim koşullarına bağlı olarak elektrik üretimine olanak vermektedir. Rüzgar estiği sürece, güneş ışığı olduğu süre boyunca ya da suyun olması halinde sırasıyla rüzgar, güneş ve hidrolik üretim tesislerinde elektrik üretilebilir. Yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesislerinden sadece jeotermal ve biyokütle/biyogaz tesislerinde iklim şartlarının etkisi en az olmak üzere kararlı üretim yapılabilmektedir. Enerji temininde kaynak çeşitliliği (*güneş, rüzgar, jeotermal gibi*) enerji kaynağının ithal edilmesinden kaynaklanan risklerin azaltılmasında da önemlidir (Güner ve Turan, 2017). Bu nedenle, gerek firma düzeyinde gerek ülke düzeyinde makro bakış açısıyla kaynakların özellikleri dikkat alınarak üretimde kullanılan kaynak çeşitliliği bir çeşit risk yönetim aracı olarak da düşünülebilir.

Enerji kaynaklarının coğrafik olarak dağılımına bakıldığında, bazı kaynakların farklı bölgelerde bulunabildiği, ancak bazı kaynakların ise sadece belirli coğrafi bölgelerde toplandığı görülmektedir. Örnek vermek gerekirse, kömürün dünyada farklı bölgelerde bulunabildiği görülmektedir (Tuğrul, 2017). Bu özelliği ile kömür rezervlerinin dünyada daha dengeli bir dağılım gösterdiği söylenebilir. Kömür ile kıyaslandığında, daha az çevre sorunu oluşturan ve yeraltında istihdam ile çıkarım gerektirmeyen petrol ve doğal gaz tüm dünya ülkeleri için giderek önemi artan enerji kaynakları durumuna gelmiştir (Tuğrul, 2017). Ancak petrol ve doğal gaz rezervlerinin dünyadaki dağılımı kömüre göre daha dengesiz olup rezervlerin belirli coğrafik bölgelerde yer aldığı söylenebilir (Pamir, 2017; Ürün ve Soyu, 2018). Diğer taraftan, yenilenebilir enerji kaynakları hemen hemen her coğrafi bölgede o bölgenin özelliğine göre görülen kaynaklardır. Başka bir deyişle, fosil kaynaklara göre daha yaygın bir dağılım göstermekte, Bekar (2020)'in ifade ettiği gibi yenilenebilir enerji kaynakları hem mevcut coğrafi konumdan kaynaklanmakta hem de coğrafyanın oluşturduğu şartları değiştirebilme ve dönüştürebilme potansiyelini barındırmaktadır.

Daha önce de vurgulandığı gibi, çoğu yenilenebilir enerji kaynağı düzensiz ve süreksiz elektrik üretim özelliğine sahiptir. Yenilenebilir kaynakların bu özelliklerine rağmen, depolama ve hibrit üretim teknolojileri ile dijitalleşmedeki gelişmeler ile bu olumsuzlukların en aza indirilebileceği düşünülmektedir. Ancak mevcut teknolojik gelişme düzeyi dikkate alındığında, bir süre daha kömür ve doğal gaz gibi kesintisiz üretim sağlayan kaynaklara ihtiyaç duyulacağı anlaşılmaktadır.

4.4. Yenilenebilir Enerji Politikası ve Enerji Güvenliği

Fosil kaynakların çevre ve insan sağlığına olan olumsuz etkilerine karşı toplumda duyarlılık arttıkça başka kaynaklara olan ilgi ve eğilim artmaktadır. Küresel ısınma ve iklim krizi, nükleer enerjinin toplumsal, çevresel ve ekonomik açıdan yüksek maliyetli olması ve kaza riski gibi konuların henüz bir çözüme kavuşturulamamış olması yeni kaynak arayışını hızlandırmaktadır. Başka bir deyişle, yeni kaynak arayışı ülkelerin yerli ve yenilenebilir kaynaklara yönelmesini sağlamakta ve kendi kaynaklarını daha etkin biçimde kullanmasının önemini ortaya koymaktadır (Ağaçbiçer, 2010). Teknolojideki gelişmeler ile birlikte çevreyle uyumlu olması bakımından yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması daha fazla tercih edilen bir seçenek olmaktadır.

Diğer taraftan, enerji üretimiyle ilgili akademik araştırmalar, alternatif ve daha kullanışlı enerji kaynaklarına yoğunlaşmıştır. Ağaçbiçer (2010)'in ifade ettiği üzere, günümüzde

sürdürülebilirliğin sağlanması ve doğal dengenin korunması için yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının işlenmesi ve kullanılmasının önemi giderek artmaktadır. Bunun yanında, enerji ithalinden kaynaklanan ekonomik nedenler ve dünyada artan enerji kullanımı, yenilenebilir enerji kaynaklarını önemli bir noktaya taşımaktadır. Fosil yakıtların yakın gelecekte tükenme olasılığı da dikkate alındığında, temiz ve yenilenebilir kaynakların kullanılması artık zorunluluk arz etmektedir. Söz konusu etkenler ülkeleri yenilenebilir enerji alanında yeni yatırımlar yapmaya, yenilenebilir enerjinin kullanımını teşvik etmeye ve bu yönde enerji politikaları uygulamaya yöneltmektedir. Bu yöndeki eğilim ve politikalar, yatırımcılar için yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimini cazip hale getirmektedir.

Enerji politikası kapsamında enerji güvenliği ayrı bir öneme sahiptir. Genel anlamda enerji güvenliği, özel anlamda ise elektrik arz güvenliği ülkelerin enerji politikalarının, hatta ulusal güvenlik politikalarının en önemli unsurları arasında yer almaktadır. Devlet ve toplumlar için enerjinin kritik hassasiyeti, enerji güvenliği kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Özkul, 2010). Sevim (2012) ve Karabulut (2016) tarafından tarihi perspektiften bakıldığında, enerji güvenliği ile ulusal güvenlik arasında doğrusal ve güçlü bir ilişki olduğu vurgulanmıştır. Özkul (2010)'un vurguladığı gibi, sanayi devrimi sonrasında ülkelerin ekonomik ve teknolojik alanlarda gelişme kaydetmeleri toplumların yaşam biçimlerini değiştirmiş ve yaşam biçiminin sürdürülebilirliğinin de temel enerji kaynaklarına erişim ile sağlanabileceği gerçeğini pekiştirmiştir. Hatta ulusal güvenlik bakımından enerji kaynaklarına erişimin temini ve sürekliliğinin sağlanması kritik önem arz etmektedir (Özkul, 2010).

Pamir (2017) tarafından enerji güvenliğine ek olarak elektrik güvenliği kavramına da vurgu yapılmış ve elektrik güvenliği, elektriğin kabul edilebilir standartlarda, istenen miktar ve zamanda sağlanabilmesine yönelik kapasite olarak tanımlanmıştır. Bu kapsamda, Pamir (2017) tarafından elektrik güvenliği kapsamında yakıt güvenliği, sistemin yeterliliği ve sistem güvenliği alt başlıklarına dikkat çekilmiştir. Enerji güvenliğini tek boyutlu olarak sadece enerji bağlamında ele almamak gerekmektedir. Karabulut (2016)'un vurguladığı gibi enerji güvenliği, çevre, ekonomi, politik güç ve diğer güvenlik alanlarıyla etkileşimi olan daha geniş kapsamda ele alınması gereken bir konudur. Çıtak ve Pala (2016) tarafından enerji tedarikçisi ülkelerdeki siyasi istikrarsızlık, toplumsal hareket, enerji nakil güzergahına yönelik terör tehditlerini de enerji güvenliği kapsamına eklenmiştir. Enerji güvenliği kavramında kapsam ve anlam genişlemesinin bir diğer sebebi de enerji alanında görülen sorunların giderek artmasıdır. Günümüzde artık enerji güvenliği kapsamında; enerji taşıma hatlarına yönelik terörist faaliyetlerin engellenmesi, enerji alanındaki kritik altyapılara yönelik siber saldırılarla mücadele, taşımacılık alanında ortaya çıkacak darboğazların önlenmesi, enerji verimliliğini artırmaya yönelik ekonomik reformlar yapılması gibi pek çok konu ele alınmaktadır (Yi-Chong, 2006).

Enerji güvenliği kavramının ilk kez Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından kullanıldığı ve bu kavramın gerekçesinin 1974 yılında Arap petrol ambargosuna kadar yaşanan süreç ve söz konusu ambargonun etkilerinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır (Pamir, 2017). Bu kriz dünyada enerji arzı konusunda yaşanan ilk petrol şoku olarak ifade edilebilir. Bu kriz sayesinde petrol açısından dışa bağımlı pek çok ülkenin enerjide yetersizlikleri ortaya çıkmış ve bu konuda tedbir almaya zorlanmıştır. Başlangıçta petrolün fiyatında görülen ani artış olarak ortaya çıkan enerji güvenliği sorunu, daha sonra doğal gaz gibi diğer enerji kaynakları için de bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Söz konusu krizin en önemli sonuçlarından biri, ülkelerin yeni enerji kaynağı arayışına girmesidir (Ürün ve Soyu, 2018).

Yenilenebilir enerji; özellikle enerji tedariki ve enerji güvenliği sorununun çözümüne katkı sağlamaktadır. Dışkaya (2017)'nin belirttiği üzere *“Bu kaynaklar, fosil kaynakların aksine güneş, rüzgar, su (enerjileri) şeklinde farklı oranlarda olmakla birlikte her ülkede yer almakta, bu anlamda enerjinin*

ülkeler arasındaki asimetrik dağılımı nedeniyle oluşan dışa bağımlılık, olası çatışma riskleri, sivil savaşlar ve dış müdahaleleri önleme potansiyeli taşımaktadır". Nitekim günümüzde birçok ülkenin resmi devlet planlarında yer alan sürdürülebilir enerji politikasının bir ayağını da enerji güvenliği oluşturmaktadır. Dünya Enerji Konseyi (WEC) sürdürülebilir enerjiyi üç temel boyuta dayandırmış ve bunu enerji üçlemi (*Energy Trilemma*) olarak açıklamıştır (WEC, 2017). Bu üçlem; enerji güvenliği, enerji eşitliği ve çevresel sürdürülebilirlik arasında mevcuttur. Sürdürülebilir enerjinin temelini oluşturan bu üçlemin dengelenmesi gerekli olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynak kullanımı bu üç temel boyuta dengeli katkı yapmaktadır. Bu alanda uluslararası değerlendirme yapılması amacıyla Dünya Enerji Konseyi (WEC) tarafından dünya enerji üçlemi sürecinin bir parçası olarak enerji üçlemi endeksi geliştirilmiştir. Bu endekste 2011 yılından beri yaklaşık 130 ülkenin bu alanda sıralaması yapılmaktadır (WEC, 2017).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde yaygınlaşmasının getirdiği en önemli sorunlardan biri, organize toptan satış piyasası kapsamında gün öncesi piyasasında yenilenebilir kaynakların öncelikli olarak merit sıralamasında yer alması ve düzenli üretim yapan fosil kaynaklı üretim tesislerinin ise merit sıralaması dışında kalmasıdır. Bu şekilde sıralama dışı kalma, ülkede elektrikte arz güvenliği ve sistemin etkin işletimi konusunda sorunlar oluşturabilmektedir. Türkiye’de organize toptan satış piyasasına ilişkin bu yönde merit sıralaması etkisinin belirlenmesine ilişkin çok sayıda akademik çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde daha fazla kullanılmasıyla gün öncesi piyasasında elektrik fiyatlarında düşüş olduğu ortaya konulmuştur (Berk ve Torun, 2019; Acar vd., 2019; Şirin ve Yılmaz, 2020). Ancak arz güvenliği bakımından fosil kaynağa dayalı kritik bazı tesislerin merit sıralaması dışında kalmasına karşı sistem işleyişi ve arz güvenliği bakımından ek tedbirler alınması gerekli görülmektedir (Özçakmak, 2016). Bu konu sadece Türkiye için değil, diğer ülkeler için de söz konusu olabilmektedir. Bu konuda Almanya için Frank vd. (2007), Paraschiv vd. (2014), Benhmad ve Percebois (2016) ile Maciejowska (2020) örnek verilebilir.

Yenilenebilir enerji kaynağı kullanımına ilişkin yukarıda belirtilen olumsuzluğu gidermek için daha önce ayrıntısı verilen çalışmalar belli bir aşamaya gelene kadar arz güvenliği kapsamında fosil kaynakların kullanımına devam edileceği, kullanılması gerektiği ve bu yönde ek tedbirler alınmasında fayda görülmektedir. Nitekim Uyanık (2018) tarafından yenilenebilir enerji kaynağının süreksizlik ve kararlı olmayan üretiminden kaynaklanan sorunlar giderilene kadar termik yedek kapasitenin mevcut olması gerektiği belirtilmiştir.

Günümüzde artık yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji güvenliği üzerinde etkin bir rol oynadığı bilinmektedir. Bu çerçevede, fosil kaynaklara dayalı bir enerji güvenliği anlayışında önemli görülen pek çok konunun önemsizleşmesi, daha önce dikkate alınmayan ve bugün var olmayan bazı konuların gündeme gelmesi beklenmektedir (Çıtak ve Pala, 2016). Hatipoğlu (2019)’nun vurguladığı gibi yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin ekonomik hale gelmesi ve üretilen enerjinin merkezi sisteme entegre edilmesinin yaygınlaşmasının, kobalt ve lityum gibi nadir toprak minerallerine olan talebi arttırmış ve bunun sonucunda doğal kaynak milliyetçiliği olgusu küresel tartışmalarda tekrar ön plana çıkmıştır. Başka bir anlatımla, yenilenebilir teknoloji için gerekli nadir toprak mineralleri bakımından zengin veya yeterli rezerve sahip olmayan ülkelerin fosil kaynak bağımlılığından nadir toprak minerali bağımlılığına geçiş riski gözardı edilmemelidir.

4.5. Ekonomik ve Sosyal Etkenler

Enerji, gelişmişlik düzeyi farketmeksizin tüm ülkelerde artan nüfus ve gelişen sanayi için ihtiyaç duyulan en önemli girdilerden biridir. Dünyada genel enerji tüketimi içinde fosil yakıtlar en çok kullanılan kaynaklardır (Yılmaz, 2012). Buna rağmen yenilenebilir kaynakların elektrik üretiminde artan kullanımı ile birlikte fosil kaynakların elektrik üretimindeki payındaki azalma

devam etmektedir. Ancak yukarıda da bahsedildiği üzere, fosil yakıtların coğrafi dağılımındaki dengesizlik bu kaynakları ithal eden ülkelerin cari dengelerine olumsuz etkide bulunmaktadır. Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ve fosil kaynak bakımından yeterli rezerve sahip olmayan ülkeler enerjiyi ithalat yoluyla karşılamak zorunda kalmaktadır. Bu şekilde kaynak ithalatına bağımlılık, cari açığın önemli kalemlerinden birini oluşturmakta ve ülke ekonomileri üzerinde yük oluşturmaktadır (Akkoyun, 2020).

Artan enerji tüketimiyle birlikte teknolojik gelişme, ekonomik kaygı ve çevreye duyarlı yaklaşım ülkeleri kendi kaynaklarını kullanarak düşük maliyette enerji üretimine zorlamaktadır. Bu yönde atılacak adımlar ile yenilenebilir enerjiden elektrik üretiminin cari açığı azaltma yönüyle ekonomiye olumlu katkısının olacağı ve makroekonomik dengenin iyileşmesini destekleyeceği söylenebilir. Bu hususu destekleyen son yıllarda çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Söz konusu çalışmalarda yenilenebilir enerji kaynağının esas alındığı görülmektedir. Bu çerçevede, yenilenebilir enerji üretimi, ekonomik büyüme ve istihdam arasındaki ilişkiler ile yenilenebilir enerji kaynaklarının sosyal kabul edilebilirliğine ilişkin bazı çalışmalar incelenmiş ve çalışmaların bulguları Tablo 1’de özet olarak verilmiştir. Yenilenebilir enerji üretim verileri yerine tüketim verilerini baz alan çalışmalar da Özşahin vd. (2016) tarafından incelenmiştir.

Tablo 1. Yenilenebilir Enerji Üretiminin Ekonomik ve Sosyal Boyutuna İlişkin Çalışmalar

Yıl	Yazar(lar)	Açıklama ve bulgular
2015	Çınar ve Yılmaz	Çalışma 1990-2013 dönemi baz alınarak 8 gelişmekte olan ülke (<i>Brezilya, Hindistan, Çin, Türkiye, Meksika, Güney Afrika, Şili, Endonezya</i>) için yapılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi ve söz konusu kaynakların belirleyicileri panel veri analizi yardımıyla araştırılmıştır. Yenilenebilir kaynakların ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisi olduğu, bu etkinin fosil kaynaklara göre daha fazla olduğu belirtilmiştir.
2017	Can	Çalışmada Türkiye’de yenilenebilir enerji üretiminin gayrisafi yurtiçi hasıla üzerindeki etkisi 1960-2013 dönemi için VAR analizi ile incelenmiştir. Çalışmanın sonucuna göre yenilenebilir enerji üretiminin, gayrisafi yurtiçi hasıla üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin mevcut olduğuna ilişkin kanıtlara rastlanmamıştır.
2017	Arslan ve Uzun	Sosyal kabulün; sosyo-politik, toplumsal ve piyasa kabulü olmak üzere üç ayrı boyutunun ayrıntılı olarak incelenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Toplumsal kabul kapsamında ilgili üretim tesisinin bulunduğu bölgedeki yerel halkın, tesisin proje aşamasından işletme aşamasına kadar geçen tüm sürece dahil edilmesi ve bu sürecin bir proje çerçevesinde yürütülmesi gerektiği ifade edilmiştir.
2018	Ağpak ve Özçiçek	Çalışmada yenilenebilir enerji kullanımının net istihdam üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Türkiye dahil 59 ülkeyi ve 1991-2014 dönemini kapsayan bir analiz yapılmıştır. Yenilenebilir enerji kullanımı ile istihdam arasında negatif ilişki bulunduğu görülmüştür. Ayrıca yenilenebilir enerjiye geçişin pozitif ve yüksek istihdam etkisinin garanti olmadığı vurgulanmıştır.
2018	Akdoğan	Çalışmada 28 Avrupa Birliği üyesi ülke ile Türkiye için 1990-2015 yılları arasında ait yıllık veriler kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının hem ekonomik hem de toplumsal boyutu olan işsizliğin çözümünde önemli bir araç olduğu belirtilmiştir. Ayrıca kırsal kesimin kentlere olan hammadde ve enerji bağımlılığı azaltılarak ve sosyo-ekonomik yapısında iyileşme sağlanarak kırsal kalkınmaya katkı sağlanabileceği ifade edilmiştir.
2018	Alper	Çalışmada Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki ve bu ilişkinin yönü 1990-2017 dönemi için Bayer-Hanck eş bütünleşme testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testi yardımıyla incelenmiştir. Yenilenebilir enerji kullanımındaki %1’lik artışın ekonomik büyümeyi %0,19 arttıracığı, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji kullanımına doğru tek yönlü bir nedensellik bulunduğu belirtilmiştir.

Tablo 1 (Devamı)

Yıl	Yazar(lar)	Açıklama ve bulgular
2018	Erdoğan vd.	Türkiye için yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönem bir eşbütünlük ilişkisinin varlığı Johansen Eşbütünlük Testi ile ortaya konulmuştur.
2018	Bayraç ve Özarslan	Çalışmada ekonomik büyüme ile biyokütle enerjisi arasındaki ilişki 1991-2015 yılları için ARDL modeli ile incelenmiştir. Bu çerçevede; biyokütle enerjisi, reel sabit sermaye yatırımları ve işgücü değişikliklerinin reel gayri safi yurtiçi hasıla üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; Türkiye’de biyokütle enerjisi, reel sabit sermaye yatırımları ve işgücünün ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi bulunduğu belirtilmiştir.
2019	Ceyhan vd.	Çalışmada Türkiye için yenilenebilir enerji kaynaklarından tasarruflara doğru tek yönlü uzun dönemli pozitif bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen 1 birimlik elektrik miktarındaki artışın gayri safi yurtiçi tasarrufları %0,36 oranında arttırdığı görülmüştür.
2019	Ekşi vd.	Çalışmada İzmir ili Bornova ilçe merkezi evren olarak belirlenmiş, 18 yaş ve üzeri bireyler çalışma kapsamına alınmıştır. Yatırımın yaşam alanına uzaklığı, doğal çevreye, insan sağlığına ve tarım alanlarına olumsuz etkilerinin sosyal kabul üzerinde belirleyici olduğu belirtilmiştir. Yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik sosyal kabulün, klasik enerji üretim yatırımlarına göre daha yüksek olduğu, en düşük sosyal kabulün nükleer enerji yatırımlarına yönelik olduğu belirtilmiştir.
2019	Keskinkılıç	Çalışmada yenilenebilir enerji üretiminin Türkiye ekonomisine etkisi gayri safi yurtiçi hasıla değerleri üzerinden 1960-2017 dönemi için ekonometrik analiz yapılarak incelenmiştir. Yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.
2020	Akusta ve Cergibozan	Çalışma Türkiye için uygulanmıştır. Uzun dönemde kişi başına reel gayri safi yurtiçi hasıla, dışa açıklık ve finansal gelişmedeki artışların çevreye verilen zararı pozitif yönde, bunun yanında gayri safi yurtiçi hasılanın karesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerji miktarındaki artışın çevreye verilen zararı negatif yönde etkilediği, doğa üzerindeki reel baskıya en fazla neden olan değişkenin kişi başına reel gayri safi yurtiçi hasıla olduğu tespit edilmiştir.
2020	Dinçer ve Karakuş	Çalışmada 1991-2018 dönemine ilişkin G7 ülke verileri incelenmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımların yeni iş alanları oluşturduğu, diğer taraftan mevcut iş alanlarının mevcudiyetini etkilediği belirtilmiştir.

Kaynak ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki bakımından esas itibarıyla literatürde yenilenebilir enerji kaynağına dayalı çalışmalara ağırlık verildiği, sosyal boyuta etki kapsamındaki çalışma sayısının az olması dikkat çekmektedir. Akella vd. (2009)’nin çalışmasında; petrol, kömür ve doğal gaz dayalı geleneksel enerji kaynaklarının ekonomik gelişmenin itici gücü olduğu, ancak aynı zamanda çevreye ve insan sağlığına zarar verdiği vurgulanmıştır. Aynı çalışmada enerji sektöründe gelecekteki büyümenin, petrol ve kömür yerine öncelikle yenilenebilir enerjiye ve bir dereceye kadar doğal gaz dayalı olacağı belirtilmiştir. Bunun yanında Çin Halk Cumhuriyeti için 1981-2016 döneminin baz alındığı bir çalışmada; kömür, doğal gaz ve petrole dayalı enerji üretiminin ekonomik büyümeye pozitif etkisi olduğu belirtilmiştir (Rahman vd., 2020).

Tablo 1’de görüleceği üzere, çoğu çalışmada yenilenebilir enerjiye dayalı yatırım ve üretimin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkide bulunduğu belirtilmiştir (Çınar ve Yılmaz, 2015; Alper, 2018; Erdoğan vd., 2018; Bayraç ve Özarslan³, 2018; Keskinkılıç, 2019). Hatta Çınar ve Yılmaz (2015) tarafından yenilenebilir kaynakların ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin yenilenemez kaynakların etkisinden daha fazla olduğu vurgulanmıştır. Can (2017) tarafından

³ Çalışma biyokütle enerjisi baz alınarak yapılmıştır.

yapılan çalışmada ise yenilenebilir enerji üretiminin, gayri safi yurtiçi hasıla üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin mevcut olmadığı belirtilmiştir. Diğer taraftan, Özşahin vd. (2016) tarafından bu defa yenilenebilir enerji üretimi yerine tüketim değerleri alınarak bir çalışma yapılmıştır. Söz konusu çalışmada BRICS-T⁴ ülkeleri için 2000-2013 dönemi verileri ve panel-ARDL tekniği kullanılarak yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişki analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucu olarak yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında uzun dönem için pozitif yönlü bir ilişki olduğu belirtilmiştir.

Bunun yanında, yenilenebilir enerjiye dayalı yatırımların istihdama etkisine ilişkin çalışmalarda farklı sonuçlara ulaşıldığı dikkati çekmektedir. Örneğin Ağpak ve Özçiçek (2018) tarafından yenilenebilir enerji kullanımı ile istihdam arasında negatif ilişki bulunduğu belirtilmiş ve yenilenebilir enerjiye geçişin pozitif ve yüksek istihdam etkisinin garanti olmadığı vurgulanmıştır. Buna karşılık, Akdoğan (2018) ve Dinçer ve Karakuş (2020) tarafından yapılan çalışmalarda yenilenebilir enerji ile istihdam arasında ilişki olduğu belirtilmiştir. Akdoğan (2018) tarafından yenilenebilir enerji kaynaklarının işsizliğin çözümü için bir araç olarak kullanılabilmesi vurgulanmıştır. Bu çerçevede, kırsal kesimin şehirlere bağımlılığı azaltılarak ve sosyo-ekonomik yapısında iyileşme sağlanarak kırsal kalkınmaya katkı sağlanabileceği belirtilmiştir. Akdoğan (2018)'in vurguladığı gibi yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasıyla, ilgili diğer iş alanlarında da istihdam olanakları sağlanabilecektir. Karaca ve Eşgünoğlu (2016) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'nin 2012-2023 Strateji Eylem Planında yer alan 2023 hedeflerine ulaşılması halinde, yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan ilave yatırımlarla 359.662 kişiye doğrudan ve tam zamanlı istihdam sağlanacağı tahmin edilmiş ve kaynak türü dikkate alındığında toplam istihdama en fazla katkının 339.000 kişi ile hidroelektrik enerjisi yatırımlarından olacağı belirtilmiştir.

Ekşi vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, yenilenebilir enerjiye dayalı yatırımların sosyal kabul edilebilirliğinin klasik enerji üretim yatırımlarına göre daha fazla olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada, en düşük sosyal kabul oranının nükleer enerji yatırımları için olduğu belirtilmiş ve yatırımın yaşam alanına uzaklığı, doğal çevreye, insan sağlığına ve tarım alanlarına olumsuz etkilerinin bu konuda belirleyici faktörler olduğunun altı çizilmiştir. Ayrıca Stigka vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada, kırsal ve kentli kesim ile ana kara ve adada yaşayanların yenilenebilir enerjiye bakışının farklı olduğu vurgulanmıştır. Bu kapsamda, aynı yazar tarafından kırsal kesimin çevresel etkileri nedeniyle yenilenebilir enerji projeleri hakkında olumsuz görüşe sahip olduğu, kentli kesimin hava kirliliğini azaltıcı etkisi ve doğal yaşamın korunması bakımından yenilenebilir enerjiye sıcak baktıkları belirtilmiştir. Bununla birlikte, ada halkının ana karada yaşayanlara göre yenilenebilir enerjiye daha olumlu tavır takındığı belirtilmiştir. Arslan ve Uzun (2017) ise ilgili yatırımın bulunduğu bölgedeki halkın, elektrik üretim tesisi proje aşamasından işletme aşamasına kadar olan tüm sürece bir proje dahilinde dahil edilmesi gerekliliğine dikkat çekmiştir. Ceyhan (2019)'ın yaptığı çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarından tasarruflara doğru tek yönlü uzun dönemli pozitif bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının sosyal kabulü, yaygın kullanımı, toplumda çevre bilincinin gelişmesi ve bu gelişmelerin tetikleyebileceği diğer alanlardaki gelişmelerin bir bütün olarak ekonomiye katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Özetlemek gerekirse, Türkiye açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşmasıyla yerli kaynaklardan faydalanmaya öncelik verilebilir, bu şekilde toplam ithalat içinde enerji ithalatının payı düşürülebilir ve buna bağlı olarak dolaylı ve dolaysız istihdam artışı gerçekleşebilir.

⁴ Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye olmak üzere toplam 6 ülkeyi kapsamaktadır.

4.6. Verimlilik

Enerji verimliliği sürdürülebilir kalkınma için önemli bir etkiye sahip olup enerji politikasının en önemli bileşenlerinden biridir. Enerjinin verimli kullanılması ile maliyetlerin düşürülmesine, çevrenin korunmasına, sera gazı salımının azaltılmasına, sürdürülebilir enerji ve çevre anlayışına katkıda bulunulabilir (Erdoğan, 2020). Aslında enerji verimliliği ile sağlanan tasarruf, bir tür enerji kaynağı olarak ifade edilebilir. Bu nedenle, enerji verimliliğinin sağlanması ve iyileştirilmesi de bir stratejik hedef olarak görülmelidir. Doğan (2010)'ın ifadesiyle enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı, hizmet kalitesi, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılması olarak tanımlanabilir. Bu bağlamda, enerji politikası kapsamında yapılacak çalışmalar ile milli gelir başına düşen enerji miktarının azaltılması hedeflenmelidir.

Nitekim, 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanununun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerji kullanımında verimliliğin artırılması olarak sıralanmaktadır (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2020b). Söz konusu kanun; enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımda enerji verimliliğinin artırılması ve desteklenmesine, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına yönelik uygulanacak usul ve esasları kapsamaktadır.

Türkiye'nin ilk enerji verimliliği eylem planı olan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017-2023) 2/1/2018 tarihinde yürürlüğe girmiştir (ETKB, 2019). Bu plana göre 6 farklı sektörde 55 adet eylemin hayata geçirilmesi ile 2023 yılına kadar 10,9 milyar ABD Doları yatırım ile kümülatif olarak 23,9 milyon ton eşdeğer petrol enerji tasarrufu sağlanması beklenmektedir. Bu da 2023 yılında Türkiye'nin birincil enerji tüketiminde %14 oranında bir azalmaya karşılık gelmektedir. 2033 yılına kadar sağlanması beklenen tasarrufun karşılığı ise 30,2 milyar ABD Dolarıdır (ETKB, 2019).

Fosil yakıtların rezervlerinin sınırlı olması, çevreye olan etkileri, artan enerji talepleri gibi nedenler kıt kaynakların verimli üretilmesi, tüketilmesi ve tasarrufu ile enerji yoğunluğunun azaltılmasını gerektirmektedir (Çoban ve Kılınç, 2016; Sagbaş ve Başbuğ, 2018). Bir bütün olarak düşünüldüğünde, tüm bunlar kaynak tercihinde yenilenebilir enerjiye geçişin gerekli ve önemli olduğunu göstermektedir. Doğan (2010)'ın belirttiği gibi enerji verimliliğine ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ağırlık verilmesinin ekonomide orta ve uzun vadede pozitif katkı sağlaması beklenmektedir.

5. GENEL DEĞERLENDİRME

Enerji kaynaklarında kaynak türü ve temin yeri bakımından çeşitlendirme, enerji güvenliği, verimlilik, çevresel etki, sürdürülebilirlik ve rekabete dayalı bir piyasa için gereken koşulların oluşturulması enerji politikası tasarımının öncelikli konuları arasında gelmektedir. Günümüzde elektriğe olan talep arttıkça ülkelerin dışa bağımlılığını azaltma ve iklim krizi ile mücadelede yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi artmaktadır. Petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil kaynaklar ile karşılaştırıldığında, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının ülkelere bağlı olarak dünya genelinde son yıllarda arttığı görülmektedir. Bu gelişmelerin nedeni, esas itibarıyla dünya genelinde elektrik üretiminde fosil yakıtların payının halen yüksek olması ve ülkelerin elektrik üretiminde kaynak çeşitlendirmesine yönelmesi, fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması ve bu şekilde sera gazı salımının da azaltılmasıdır.

Elektrik piyasasında tüketicilere sürekli, kesintisiz ve düşük maliyette elektrik tedariki, etkin işleyen bir piyasanın varlığına bağlı olup üretimden tüketiciye kadar uzanan piyasada her alanda

yeterli ve gerekli kalitedeki yatırımlar ile mümkün olabilecektir. Elektrik arzının sürekliliği için elektrik sisteminin yeterli miktarda yedekli olarak tasarlanması önem arz etmektedir. Bunun yanında, ithal edilen enerjinin tedarik risklerini azaltacak şekilde kaynak çeşitliliğine gidilmesi ve enerji türlerinin kendine özgü koşullarının analiz edilerek tüm senaryolara hazırlıklı olunması gerekmektedir. Düşük maliyetli elektrik ise elektrik üretim, dağıtım ve iletiminde en uygun maliyetlerin doğru hesaplanmasıyla mümkün olabilecektir. Bu nedenle, elektriğin üretim bölümünün planlanmasında kaynak tercihi kararı büyük önem arz etmektedir.

Elektrik üretimi yatırımlarında doğru yaklaşım, ülkenin genel enerji politikasına uyumlu ve bu politikanın dikkate alındığı bir planlama olacaktır. Üretim yatırımı planlamasında geleceğe yönelik belirsizliklerin oluşturabileceği sapmalar senaryo analizleri ile desteklenmelidir. Planlamanın başarısı büyük ölçüde üretim yatırımlarına ilişkin oluşabilecek olumsuz etkilerin yönetilmesi ile mümkün olabilecektir. Aksi takdirde, kaynak tercihinde öngörü hataları elektrik üretiminde yüksek maliyetlere ve arzın sektöre uğramasına, bunun sonucunda birçok sanayi dalında yerli şirketlerin rekabetçi yönden zayıflamalarına neden olabilecektir. Üretim sektörüne fazladan yatırım yapılması ve gereğinden fazla yedek kapasite tutulması üretim maliyetini, dolayısıyla elektrik fiyatını yükselteceğinden kaynak tercihi dolaylı yönden enflasyon üzerinde de etki oluşturabilir. Elektrik üretim yatırımlarında yanlış planlamayla piyasada oluşabilecek kararsız yapı ise cazip olmayan bir yatırım ortamı oluşmasına yol açabilir. Elektrik piyasasında yüksek finansman maliyetlerinin olduğu böyle bir yatırım ortamı, yatırımcılar açısından ek maliyet anlamına gelir. Bu durumun doğal yansıması olarak yatırımların toplam maliyeti artarak ilgili ürün ve hizmet fiyatındaki artışlar nihayetinde tüketiciye de yansıtılması durumuyla karşılaşılır. Bu itibarla, elektrik piyasasında üretim yatırımına yönelik planlamanın başarısı; düzenleme kurumu, ilgili kurum ve kuruluşlar arasındaki etkin koordinasyona büyük ölçüde bağlı olmaktadır.

Bu bağlamda, elektrik üretiminde kaynak tercihinin yönelik kararlarda dikkate alınması gerektiği düşünülen bazı hususlar aşağıda özet olarak sunulmuştur.

- Günümüzde mevcut durumda fosil kaynaklara ilişkin rezervlerin ihtiyaçları karşılayabilir olması, kabul edilebilir seviyedeki maliyet ile yeterli verim ve çeşitli kullanım alanlarının olması bu kaynakların sektörde kendine yer bulmasını sağlamaktadır. Diğer taraftan, fosil kaynakların çıkarılmaları ve kullanımları için küresel ölçekte yüksek tutarda yatırımlar yapılmıştır. Ancak çevresel kaygılar ile elektrik üretiminde değişim gerekliliği ortada olmasına rağmen kısa ve orta vadede politik, altyapı ve teknoloji gibi çeşitli nedenlerden bu kaynaklardan tamamen vazgeçilemeyeceği anlaşılmaktadır.
- Fosil kaynak rezervlerinin mevcut kullanım oranı dikkate alındığında, tükeneneğine ilişkin kaygılar ve bu kaynakların üretimden tüketime kadarki aşamalarda ortaya çıkan çevresel olumsuzluklar toplumları daha temiz, doğal ve süreklilik arz eden enerji kaynaklarına yöneltmektedir. Artan elektrik ihtiyacının karşılanabilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırmış ve bu kaynaklardan üretilen elektriğin toplam üretim içindeki payının artırılması hedefler arasına girmiştir. Bunun için yenilenebilir kaynaklara ilişkin yatırımların artması ve teknolojik açıdan bir takım engellerin ortadan kaldırılarak gelişme kaydedilebilmesi için devlet destekleri gerekli görülmektedir. Avrupa Birliği ülkeleri yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimini desteklemekte ve kendi enerji dengeleri içinde payını arttırmayı hedeflemektedir. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA)'nın 2020 yılı raporuna göre Avrupa Birliği'nin yenilenebilir enerji kapasite toplamı 2010 yılında toplam 264,7 GW iken, 2019 yılında 497,3 GW'a ulaşmış olup bu durum 2010 yılından 2019 yılına kadar kapasitede yaklaşık %88 oranında artışa karşılık

gelmektedir (IRENA, 2020). 2017 yılı için yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payı ise %30 olarak gerçekleşmiştir (IRENA, 2018).

- Enerji kaynaklarını büyük ölçüde ithal eden ülkelerin enerji alanında Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerine ivme kazandırması rekabet gücü ve ulusal güvenliğin sağlanması bakımından önemli görülmektedir. Bu yönde bilim ve teknolojinin desteklenmesi ve ayrıca sektörü destekleyici ve teşvik edici politikaların geliştirilmesinde fayda görülmektedir. Türkiye’de elektrik üretim yatırımlarının yönlendirilebilmesi için Ar-Ge, yatırım ve işletme dönemlerinde piyasa yapısı ile uyumlu teşvik mekanizmaları uygulanmaktadır. Ancak 31/12/2020 tarihi itibarıyla sona erecek olan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması (YEKDEM) bu alanda bir boşluğa neden olabileceğinden yenilenebilir kaynağa dayalı elektrik üretim tesislerinde üretilen elektriğin satışı için fiyat ve alım süresi yönünden garantiler sağlayan destekleme uygulamasının devam etmesi gerektiği düşünülmektedir (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2020a).
- Diğer kaynaklara alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynağının tercih edilmesiyle;
 - ✓ Elektrik üretiminde kaynak çeşitliliği sağlanmış olunur. Bu şekilde, belirli bir kaynağa bağımlı olmanın önüne geçilerek arz sürekliliği riski en aza indirilebilir ve enerji arzında meydana gelebilecek dalgalanmalar giderilebilir.
 - ✓ Fosil kaynak ithal eden ülkeler açısından gayri safi yurtiçi hasıla üzerinde pozitif bir etki görülür. Bu durum söz konusu ülkelerin daha yüksek büyüme hedefleri için yenilenebilir enerji yatırımlarına daha fazla odaklanmasını sağlayabilir.
 - ✓ Fosil kaynakların ithalatından kaynaklı maliyetler azalır.
 - ✓ Yeni istihdam alanlarının oluşması ile istihdama katkı sağlanabilir.
 - ✓ Fosil kaynak bakımından zengin olmayan ülkelerin orta ve uzun vadeli büyüme ve kalkınma planlarının gerçekleşmesine katkı sağlanabilir.
 - ✓ İklim krizi ile mücadele konusuna katkıda bulunulur.
 - ✓ Yoğun yerleşim yerlerinde görülen hava kirliliği sorununun ortadan kaldırılmasına katkı sağlanır.

Bunun yanında, Tablo 1’de ayrıntısı verildiği üzere, literatürde kaynak ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesi çerçevesinde, büyük ölçüde yenilenebilir enerji kaynağına dayalı çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Bu konuda diğer kaynaklara dayalı çalışmanın az olması dikkat çekmektedir. Diğer taraftan, kaynak tercihinin sosyal boyutuna ilişkin çalışma sayısının da az olduğunu belirtmekte fayda görülmektedir. Bu nedenle, tüm kaynak türünü kapsayan genel bir değerlendirme yapılırken dikkatli olunması gerektiği düşünülmektedir. Bu eksikliklerin ileride yapılacak akademik çalışmalar için birer araştırma konusu olabileceği hususunun altını çizmekte yarar görülmektedir.

Yukarıdaki hususlara ek olarak; Worthington ve Higgs (2017)’in belirttiği üzere, elektrik üretiminde kullanılan kaynak bileşimi ülkedeki elektrik fiyatlarını belirleyici bir role de sahiptir. Söz konusu yazarların Avustralya için yaptığı çalışmada, elektrik üretimi için kullanılan kaynak bileşiminin, elektrik fiyatları üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Söz konusu bulgu çerçevesinde, fiyatlar genellikle kahverengi ve siyah kömür kullanımıyla düşmekte, doğal gaz ve yenilenebilir teknolojilerin kullanımıyla da yükselmektedir.

Ancak yenilenebilir enerjiye yönelik teknolojinin gelişmesiyle yatırım ve üretim maliyetlerinin düşmesi, iklim krizi konusunda toplumun daha çevreci kaynaklara yönelme eğilimi, bu kaynaklara ilişkin sınırsız potansiyele sahip olunması gibi nedenlerle elektrik üretiminde kaynak türü olarak yenilenebilir kaynaklar gittikçe daha fazla tercih edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları ülkelerin elektrik arzına destek olma, ekonomik büyümesine katkı sağlama gibi yönleriyle de sürdürülebilir bir enerji politikasının önemli bir ayağını

oluşturmaktadır. Bu itibarla, bu kaynaklara yapılacak yatırımlar stratejik olarak ele alınmalı ve diğer kaynaklar ile rekabet edebileceği noktaya kadar desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

SONUÇ

Elektrik homojen bir ürün olmasına rağmen üretimi için çok farklı teknoloji ve girdi kullanılabilir. Bu nedenle, orta ve uzun vade için geliştirilen enerji politikalarında elektrik üretiminde kaynak tercihi her zaman önemli ve üzerinde çok yönlü düşünülmesi gereken bir konu olmaktadır. Söz konusu politikaların piyasanın ihtiyaçları doğrultusunda yönlendirilmesi ve bunun sonucunda çevre, enerji güvenliği ve verimlilik gibi konularda yaşanabilecek aksaklıkların da önüne geçilmesi önem arz etmektedir.

Elektrik üretiminde girdi olarak kullanılan kaynağın seçimini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Ancak bu çalışmada enerji-çevre ilişkisi ve insan sağlığı, tesis yeri seçimi, enerji kaynaklarının özellikleri, yenilenebilir enerji politikası, enerji güvenliği, ekonomik ve sosyal etkenler ile verimliliğin kaynak seçimine etkisi değerlendirilmiştir. Yenilenebilir enerji teknolojileri diğer kaynaklar ile karşılaştırıldığında göreceli olarak yeni ve gelişimi henüz tamamlanmamış teknolojilerdir. Bu nedenle, bu kaynakların elektrik üretiminde tercih edilmesi için teşvik mekanizmaları ile desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Sonuç itibarıyla, kaynak seçiminde tüm faktörlerin ve ilgili ülke ya da bölgenin özel durumunun dikkate alındığı bütüncül bir bakış açısıyla analiz yapılması yerinde olacaktır. Ancak kaynak seçiminde ilgili kaynağın çevreye etkisi ve fosil yakıtlarda dışa bağımlılık günümüzde ön plana çıkan unsurlar olmakta ve daha fazla gündemde yer almaktadır. Bu şekilde, az sayıda faktöre bağlı bakış açısının ilgililere karar aşamasında yeterli desteği sağlamayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, fosil enerji kaynakları depolanabilir ve kullanıma hazır olmaları nedeniyle arz güvenliği bakımından önümüzdeki süreçte de tercih edilen kaynak olma özelliğini koruyacağı düşünülmektedir. Mevcut teknoloji ve ekonomik gelişme dikkate alındığında, elektrik üretiminde bu kaynaklardan yakın zamanda tamamen vazgeçilmesinin zor olduğu anlaşılmaktadır. Ancak yer kabuğundaki rezerv değerleri ve tüketim hızları dikkate alındığında, gelecekte fosil kaynaklarda kaynak kıtlığı ile karşılaşılması kaçınılmaz görünmektedir. Türkiye gibi ihtiyaç duyduğu enerji kaynaklarının önemli kısmını ithal eden ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarını öncelikli olarak değerlendirmesinin, ekonomik açıdan faydalı olacağı gibi çevrenin korunması ve iklim krizi ile mücadele açısından da gerekli olduğu kanaatine varılmıştır.

Açıklama

Bu çalışma, Hüseyin Akgül tarafından 2019 yılında Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunda tamamlanan “*Elektrik Üretiminde Kaynak Tercihleri*” başlıklı uzmanlık tezi baz alınarak hazırlanmış ve daha kapsamlı literatür taramasıyla geliştirilmiştir.

KAYNAKÇA

- Acar, B., Selçuk, O. ve Daştan, S.A. (2019). The merit order effect of wind and river type hydroelectricity generation on Turkish electricity prices. *Energy Policy*, 132, 1298-1319.
- Ağaçbiçer, G. (2010). Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye ekonomisine katkısı ve yapılan swot analizler (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ağpak, F. ve Özççek, Ö. (2018). Bir istihdam politikası aracı olarak yenilenebilir enerji. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(2), 112-128.
- Akdoğan, D. A. (2018). Yenilenebilir enerjide kamu politikaları ve Türkiye (Basılmamış Doktora Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Akella, A.K., Saini, R.P. ve Sharma, M.P. (2009). Social, economical and environmental impacts of renewable energy systems. *Renewable Energy*, 34, 390-396.
- Akkoyun, T. (2020). Türkiye'nin günümüz doğu akdeniz politikaları. *Journal of Humanities and Tourism Research*, 10(2), 414-431.
- Akusta, E. ve Cergibozan, R. (2020). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümenin çevre üzerinde etkisi: Türkiye örneği. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, 15(54), 429-461.
- Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: 1990-2017 Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 223-242.
- Arslan, F. ve Uzun, A. (2017). Yenilenebilir enerji yatırımlarının sosyal kabul boyutu. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 51, 95-116.
- Ayan, T.Y. ve Pabuşçu, H. (2013). Yenilenebilir enerji kaynakları yatırım projelerinin analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3), 89-110.
- Bayraç, H.N. ve Özarslan, B. (2018). Biyokütle enerjisi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ampirik bir analizi: Türkiye örneği. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(17), 1-17.
- Behmand, F. ve Percebois, J. (2016). Wind power feed-in impact on electricity prices in Germany 2009-2013. *The European Journal of Comparative Economics*, 13(1), 81-96.
- Bekar, N. (2020). Yenilenebilir enerji kaynakları açısından Türkiye'nin enerji jeopolitiği. *Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi*, 3(1), 37-54.
- Berk, İ. ve Torun, E. (2019). Testing merit-order effect in Turkey's electricity market: The effect of wind penetration on day-ahead electricity prices. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 19(1), 133-156.
- Brown, M. A. ve Sovacool, B. K. (2011). *Climate change and global energy security*, Cambridge: The MIT Press.
- Can, H. (2017). Yenilenebilir enerjinin makroekonomik etkileri: Türkiye örneği (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Ceyhan, S., Peçe, M.A. ve Kamacı, A. (2019). Yenilenebilir enerji kaynakları ile yurtiçi tasarruflar arasındaki ilişki: Türkiye örneği. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(19), 83-97.
- Çalışkan, Ş. (2009). Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılık ve enerji arz güvenliği sorunu. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25, 297-310.
- Çınar, S. ve Yılmaz, M. (2015). Yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicileri ve ekonomik büyüme ilişkisi: Gelişmekte olan ülkeler örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1), 55-78.
- Çıtak, E. ve Pala, P. B. K. (2016). Yenilenebilir enerjinin enerji güvenliğine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(25), 79-102.
- Çoban, O. ve Kılınç, N. Ş. (2016). Enerji kullanımının çevresel etkilerinin incelenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 33, 589-606.
- Dışkaya, S.K. (2017). Türkiye'nin enerji güvenliğinde yenilenebilir enerji etkisinin politik ekonomi perspektifi. *Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi*, 5(2), 129-150.
- Diñer, H. ve Karakuş, H. (2020). Yenilenebilir enerji yatırımları ile istihdam arasındaki ilişkinin belirlenmesi: G7 ülkeleri üzerine ekonometrik bir analiz. *İstatistik ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 1(1), 40-49.
- Doğan, B. (2010). Enerji tüketimi - ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği (1980-2008) (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ekşi, A., Kantarlı, A.C., Yalçın, F.A. ve Kirazlı, G. (2019). Enerji yatırımlarında sosyal kabulü etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi. *Strategic Public Management Journal*, 5(10), 63-77.

Elektrik Üretiminde Kaynak Tercihini Etkileyen Faktörlere İlişkin Bir Değerlendirme

- EPA, United States Environmental Protection Agency (2018). Global greenhouse gas emissions data. 3 Ağustos 2020 tarihinde <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data> adresinden erişildi.
- Erdoğan, S. (2020). Enerji, çevre ve sera gazları. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(1), 277-303.
- Erdoğan, S., Dücan, E., Şentürk, M. ve Şentürk, A. (2018). Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine ampirik bulgular. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(2), 233-246.
- ETKB, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2019). Enerji verimliliği. 17 Ağustos 2020 tarihinde <http://www.enerji.gov.tr> adresinden erişildi.
- ETKB, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2020). Dünya ve Türkiye enerji ve tabii kaynaklar görünümü. 17 Ağustos 2020 tarihinde <https://www.enerji.gov.tr> adresinden erişildi.
- Frank, S., Mario, R. ve Massimo, G. (2007). The merit-order effect: a detailed analysis of the price effect of renewable electricity generation on spot market prices in Germany. Fraunhofer ISI, Karlsruhe, Working Paper Sustainability and Innovation, No. S7/2007.
- Gedik, Ö. T. (2015). Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları ve çevresel etkileri (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Görez, T. ve Alkan, A. (2005). Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları ve hidroelektrik enerji potansiyeli. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 19-21 Ekim 2005, Mersin.
- Gözen, M. (2020). Enerji alanında farklı algılanabilen seçilmiş bazı kavramlar üzerine düşünceler. Uzman Gözüyle Enerji, Enerji Uzmanları Derneği Yayını, 3(16), 9-14.
- Güner, E. D. ve Turan, E. S. (2017). Yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel iklim değişikliği üzerine etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 3(1), 48-55.
- Gürbüz, A. (2009). Enerji piyasaları içinde yenilenebilir enerji kaynaklarının yeri ve önemi. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük.
- Hatipoğlu, E. (2019). Enerji güvenliği, güvenlik yazıları serisi, No.44. 18 Haziran 2019 tarihinden <https://trguvenlikportali.com> adresinden erişildi.
- IEA, International Energy Agency (2017). Renewable energy. 5 Eylül 2020 tarihinde www.iea.org adresinden erişildi.
- IRENA, International Renewable Energy Agency (2018). Renewable energy and jobs annual-review 2017. 5 Haziran 2018 tarihinde www.irena.org adresinden erişildi.
- IRENA, International Renewable Energy Agency (2020). Renewable energy statistics 2020. 6 Eylül 2020 tarihinde www.irena.org adresinden erişildi.
- Karabulut, B. (2016). Enerji güvenliğine küresel ölçekte bir bakış. Savunma Bilimleri Dergisi, 15(1), 31-54.
- Karaca, C. ve Eşgünoğlu, M. (2016). Türkiye’nin 2023 yılı yenilenebilir enerji yatırım hedeflerinin işsizliğe etkisi. ICOMEP 2016, International Congress of Management Economy and Policy, Proceedings Book. 25 Ekim 2020 tarihinde https://www.researchgate.net/publication/311563126_Turkiye'nin_2023_Yili_Yenilenebilir_Enerji_Yatirim_Hedeflerinin_Issizlige_Etkisi adresinden erişildi.
- Kaya, F. ve Kaya, S. (2017). Türkiye’de artan rüzgar enerji kullanımının Avrupa Birliği ile karşılaştırmalı bir şekilde değerlendirilmesi, Sobider, Sosyal Bilimler Dergisi, 4(14), 363-380.
- Keskinkılıç, S. (2019). Yenilenebilir enerji - ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). Karaman: Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Maciejowska, K. (2020). Assessing the impact of renewable energy sources on the electricity price level and variability - A quantile regression approach. Energy Economics, 85, 10.

- Mevzuat Bilgi Sistemi (2020a). Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanun. 3 Ağustos 2020 tarihinde <https://www.mevzuat.gov.tr> adresinden erişildi.
- Mevzuat Bilgi Sistemi (2020b). Enerji verimliliği kanunu. 10 Eylül 2020 tarihinde <https://www.mevzuat.gov.tr> adresinden erişildi.
- Nersesian, R. L. (2016). *Energy economics: markets, history, and policy*. New York: Routledge.
- Özçakmak, E. (2016). *Impact of wind energy generation on wholesale electricity prices in Turkish electricity markets (Master Thesis)*. Tweente: The University of Tweente, Netherlands.
- Özer, Y. E. (2016). Türkiye'nin yenilenebilir ve temiz enerji konusunda ABD, Çin ve Avrupa Birliği ile karşılaştırmalı analizi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 137-155.
- Özkul, Ö. B. (2010). 21. yüzyılda enerji güvenliği, *Stratejik Öngörü Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 15-16, 49-61.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M. ve Gerçeker, M. (2016). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: BRICS-T ülkeleri üzerine panel ARDL analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(4), 111-130.
- Pamir, N. (2017). *Enerjinin iktidarı, güncellenmiş ve genişletilmiş 3. Baskı*. İstanbul: Hayykitap.
- Paraschiv, F., Erni, D. ve Pietsch, R. (2014). The impact of renewable energies on EEX day-ahead electricity prices. *Energy Policy*, 73, 196-210.
- Rahman, Z.U, Khattak, S., Ahmad, M. ve Khan, A. (2020). A disaggregated-level analysis of the relationship among energy production, energy consumption and economic growth: Evidence from China. *Energy*, 194, article 116836.
- Sagbaş, A. ve Başbuğ, B. (2018). Sürdürülebilir kalkınma ekseninde enerji verimliliği uygulamaları: Türkiye değerlendirmesi. *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 1(2), 43-50.
- Sevim, C. (2012). Küresel enerji jeopolitiği ve enerji güvenliği. *Journal of Yasar University*, 26(7), 4378-4391.
- Smil, V. (2017). *Energy and civilization, a history*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Stigka, E.K., Paravantis, J.A. ve Mihalakakou, G.K. (2014). Social acceptance of renewable energy sources: A review of contingent valuation applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, 100-106.
- Şirin, S.M. ve Yılmaz, B.N. (2020). Variable renewable energy technologies in the Turkish electricity market: Quantile regression analysis of the merit-order effect. *Energy Policy*, 144, 1-15.
- TPAO, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (2017). *Türkiye Petrolleri 2017 yılı ham petrol ve doğal gaz sektör raporu*. 4 Nisan 2020 tarihinde <http://www.tpao.gov.tr> adresinden erişildi.
- Tuğrul, B. (2017). Enerji güvenliği ve ulusal güvenlik ilişkisi. Tolga Sakman (Ed.) *Devlet doğasının değişimi: Güvenliğin sınırları (ss.583-594)*. İstanbul: Tasam Yayınları.
- Uyanık, S. (2018). The future role of renewables in Turkey's electricity supply security. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(5), 89-96.
- Ürün, E. ve Soyu, E. (2018). Türkiye'nin enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları üzerine bir değerlendirme. *Sosyal Bilimler Dergisi, özel sayı*, 31-45.
- WEC, World Energy Council (2019). *Energy trilemma index*. 2 Temmuz 2019 tarihinde <https://www.worldenergy.org> adresinden erişildi.
- Worthington, A.C, ve Higgs, H. (2017). The impact of generation mix on Australian wholesale electricity prices. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 12(3), 223-230.
- Varınca, K. ve Gönüllü, M. T. (2006). Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının çevresel olumlu etkileri. *VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, Isparta*.
- Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 33-54.

Elektrik Üretiminde Kaynak Tercihini Etkileyen Faktörlere İlişkin Bir Değerlendirme

- Yılmaz, O. (2015). Yenilenebilir enerjiye yönelik teşvikler ve Türkiye (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yi-Chong, X. (2006). China's energy security. *Australian Journal of International Affairs*, 60(2), 266.
- Yücel, F. B. (1994). Enerji ekonomisi. İstanbul: Febel Limited Şirketi.
- Zweifel, P., Praktiknjo, A. ve Erdmann, G. (2017). *Energy economics, theory and applications*. Berlin: Springer International Publishing AG.