

YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ENERJİ GÜVENLİĞİNE ETKİSİ

Emre ÇITAK¹
Pınar Buket KILINÇ PALA²

ÖZET

Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerjiyle ilgili güvenlik sorunlarını ve tehditlerini azaltacağına dayalı birçok çalışma bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının uzun vadeli enerji güvenliğini sağladığına, sürdürülebilir büyümeyi tetiklediğine ve iklim değişikliğinin etkilerini hafiflettiğine dayalı görüşlerin sayısı bir hayli yüksektir. Yenilenebilir enerjinin enerji üretimindeki payının artmasının güvenlikle ilgili birtakım endişeleri sonlandırabileceği söylenebilir; ancak otomatik olarak bütün güvenlik sorunlarını ortadan kaldırabileceğini ileri sürmek de doğru olmayacaktır. Bunun yanı sıra yenilenebilir enerjinin ortaya çıkarabileceği yeni güvenlik tehditleri bulunmaktadır. Çalışmayla, yenilenebilir enerjinin, enerji güvenliği üzerindeki etkisinin analizinin yapılması hedeflenmiştir. Günümüzde yenilenebilir enerji kullanım oranı hâlâ yeterli değildir ve beklenen yükselme henüz gerçekleştirilememiştir. Ancak gelecekte bu oranın yükselmesi beklenmekte ve yenilenebilir enerjinin fosil yakıtlar üzerindeki enerji mücadelesinin azaltılmasında olumlu katkısının olması muhtemel görülmektedir. Diğer yandan yenilenebilir enerjinin ortaya çıkarabileceği çatışma alanlarına da dikkat çekilmelidir. Tükenebilir enerji kaynaklarının geleneksel riskleri; taşıma güvenliği, fiyat istikrarsızlığı, doğal afetler yenilenebilir enerji sistemlerinde daha farklı karşılık bulabilmektedir. Enerji güvenliği yaklaşımının bu noktada iki tarafla düşünülmesi söz konusudur. Birincisi yenilenebilir enerji sistemlerinin, geleneksel enerji kaynaklarının güvenlik sorunlarına verdiği çözüm önerileri nelerdir? İkincisi ise yenilenebilir enerjinin sahip olduğu teknolojik, coğrafi ve sürdürülebilirlik avantajlarının aslında gelecekte yeni güvenlik riskleri doğurup doğurmayacağıdır?

¹ Dr. Milli Eğitim Bakanlığı, emrecitakemre@gmail.com

² Araştırma Görevlisi, Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Uluslararası İlişkiler Bölümü, pinarkilinc@akdeniz.edu.tr ve pinar.pbk@gmail.com

EFFECT OF RENEWABLE ENERGY ON ENERGY SECURITY

ABSTRACT

There are plenty of studies that assume renewable energy sources diminish the number of security problems and relevant threats about energy. Many approaches support the idea that renewable energy sources provide long-term energy security, trigger sustainable growth and mitigate the negative impacts of climate change. It could be said that increasing percentage of renewable energy within energy generation is likely to be antidote to some concerns on security, but allocating that it can eliminate all the security problems will not reflect truth. Besides, there are new possible threats which can be produced by renewable energy systems. This study is intended to make an analysis of energy security with regard to renewable energy effect on it. Today, the usage rates of renewable energy is still low and it has not been realized its anticipated leap yet. In years to come, however, it is expected that the rates in question will rise, and the positive impact of renewable energy systems on a decrease in the number of struggles about fossil fuels could be possible. Even so, the new conflict areas, which renewable energy systems cause, need to be taken into account. The conventional disadvantages of non-renewable energy sources such as price instability and natural disasters can be reflected upon renewable energy systems in various and different ways. In this sense, the concept energy security (securitization) needs to be evaluated in a twofold approach: Firstly, what are the responses of renewable energy systems to the problems of non-renewable energy sources? Secondly, another question is whether the technological, geographical and sustainable advantages embedded in renewable energy systems are likely to cause new possible security threats or not in the future?

GİRİŞ

Hem ulusal hem de uluslararası gündemin en üst sıralarındaki konularından birini enerji başlığı oluşturmaktadır. Enerji yıllar içerisinde medeniyetle, gelişmişlikle, güçlü ekonomiyle ve modern toplumla özdeşleştirilmiş ve enerji kaynağına sahip olmak ya da enerjiye erişebilmek ülke politikaların temelinde yer almıştır. Sanayi devrimiyle birlikte kömürün giderek artan değeri ve de 19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın başlarında önce petrolün ardından da doğalgazın enerji üretiminin içine dâhil olması, enerjinin ve enerji siyasetinin enerji kaynakları çerçevesinde değerlendirilmesi sonucunu beraberinde getirmiştir.

Günümüze kadar gelen süreçte "geleneksel" olarak adlandırılan fosil kaynaklar enerji ihtiyacının büyük oranını karşılamışlardır. Fakat bu kaynakların her ülkede bulunmaması, erişilmelerinin ve iletilmelerinin yüksek maliyet gerektirmesi, rezervlerin giderek azalması ve çevreye verilen zararlar

nedenleriyle enerji üretiminde yeni kaynaklar gereksinimi ortaya çıkmıştır. Yenilenebilir olarak adlandırılan enerji türü, böylece enerji üretiminde fosil yakıtların alternatifi olarak gündeme gelmiştir. Tüm devletlerin enerji ihtiyaçlarının belirli bir kısmını kendi imkânlarıyla üretebilmeleri her zaman heyecanla karşılanmıştır fakat yenilenebilir enerji üretimi dünyanın geneline yayılamamış ve istenilen boyuta ulaşamamıştır. Yine de yakın ve orta vade gelecekte yenilenebilir enerjinin rolünün ciddi ölçüde artacağını söylemek yanlış olmayacaktır.

Geleneksel enerji kaynaklarının yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, enerji politikalarının her noktasında önemli bir etki yaratmaktadır. Enerji arzından fiyatlandırmaya, erişim ve ulaştırma maliyetlerinden ülkeler arası ilişkilere kadar pek çok alan enerji üretiminde seçilen kaynaktan etkilenmektedir. Şüphesiz ki bu etkinin en açık bir şekilde görüldüğü alan ise enerji güvenliğidir. Bu makale boyunca da dile getirileceği gibi çeşitli alt başlıklarla incelenen enerji güvenliğinin, yenilenebilir enerji alanındaki gelişmelerle birlikte değerlendirilmesi oldukça faydalı olacaktır. Yenilenebilir enerji, geleneksel enerji güvenliği anlayışında köklü değişimler yaratabilecek ve diğer taraftan da yeni riskleri gündeme getirebilecektir.

Bu çalışmanın; hem ülke politikalarında hem de uluslararası ilişkilerde önemli bir yeri olan enerji tartışmalarına katkı sağlaması beklenmektedir. Yoğunlukla geleneksel kaynaklara dayalı olan enerji üretiminde, yenilenebilir kaynakların payının artması enerji politikalarına yeni boyutlar kazandırmaktadır. Özellikle enerji güvenliği, yenilenebilir enerjideki gelişmelerden doğrudan etkilenmektedir. Bu bağlamda çalışma boyunca yenilenebilir enerji ve enerji güvenliği arasındaki ilişki incelenmeye çalışılacaktır. Yenilenebilir enerjinin geleneksel enerji güvenliği sorunlarının çözümündeki etkisinin yanı sıra, ortaya çıkabilecek yeni sorun ve tehditlere değinmesi bakımından bu makalenin literatürde önem arz etmesi düşünülmektedir. Yenilenebilir enerji sistemlerinin gelecekte ne ölçüde hayata geçirilebileceği ve yaygınlaştırılabileceği, geleneksel enerji güvenliği kavramının nasıl bir dönüşüme uğrayabileceği, yenilenebilir enerjinin enerji güvenliği sorunlarının çözümüne ne ölçüde katkı sağlayabileceği, yenilenebilir enerjinin yeni güvenlik sorunlarını da beraberinde getirip getirmeyeceği çalışmada irdelenecek temel noktalar olacaktır. Makalede öncelikle yenilenebilir enerji ve enerji güvenliğinin kavramsal incelemesi yapılacak, ardından yenilenebilir enerjinin enerji güvenliğine etkisi ele alınacaktır. Üçüncü başlık altında ise yenilenebilir enerjinin geleceği tartışılmaya çalışılacaktır.

1. KAVRAMSAL AÇIDAN YENİLENEBİLİR ENERJİ VE ENERJİ GÜVENLİĞİ

1.1. Yenilenebilir Enerji

Günlük hayatın her alanında enerjiye olan ihtiyaç tartışmaya mahal vermeyecek şekilde önem arz etmektedir. Enerji gündemini de şüphesiz ki enerjinin elde edilebileceği kaynaklar oluşturmaktadır. Kömürden nükleere, rüzgardan güneşe kadar geniş bir yelpazede enerji kaynaklarından bahsetmek mümkündür. Genel bir tanımlamayla birincil enerji kaynakları; geleneksel ve geleneksel olmayan enerji kaynakları ya da yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Birincil enerji kaynakları doğrudan doğadan çıkarılmakta veya elde edilmektedir.

Geleneksel olarak adlandırılan birincil enerji kaynakları kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer yakıttan oluşurken su gücü, güneş enerjisi, rüzgar, biokütle enerji ve jeotermal ikinci grubu oluşturmaktadır.¹ Sanayi Devrim'i ile kömürün, 19. yüzyılın sonu ve 20. yüzyılın başlarında önce petrolün ardından da doğalgazın günlük yaşamın ve üretim sürecinin her aşamasında ihtiyaç duyulan enerjinin üretilmesi için kullanılmaya başlamalarıyla günümüzde hâlen devam eden fosil yakıtların egemenliğini başlamıştır. Süreç içerisinde enerjinin; modernliğin, gelişmenin, toplumsal kalkınmanın ve devlet gücünün önemli bir sağlayıcısı olarak görülmesi doğalgaz ve petrolün değerini her geçen gün artırmıştır. Fakat bu kaynakların dünyanın her yerinde bulunmaması, doğa tarafından yenilenememeleri ve insanlar tarafından geri dönüşüm sürecine sokulamamaları büyük bir sorunu oluşturmaktadır.² Ayrıca rezervleri tespit etmek için sürekli bir araştırmanın yapılmasının gerekliliği, elde edilen kaynağın çoğu zaman uzak yerlere taşınmasında yaşanan zorluk ve çevresel endişeler de fosil yakıtlara yönelik olumsuz bakışın nedenleri arasındadır. Fakat yine de fosil yakıtların enerji üretimindeki payı azalmamaktadır. Günümüzde birincil enerji ihtiyacında fosil yakıtların oranı %80'lerle ifade edilmektedir ve bu oran bundan 25 yıl önceki rakamlarla neredeyse aynıdır.³ Soğuk Savaş sırasında büyük ilerlemeler kaydedilen nükleer teknoloji sayesinde de nükleer enerji, bir kaynak olarak pek çok devlet tarafından benimsenmiştir. Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu verilerine göre günümüzde dünyada 438 adet işler hâlde ve 70 adet de yapım aşamasında olan reaktörün bulunması⁴ bu enerji türüne olan ilgiyi ortaya koymaktadır. Fakat toplam enerji üretiminde nükleer enerjinin payı önümüzdeki süreç içerisinde

¹ Yaşar Demirel, *Energy: Production, Conversion, Storage, Conservation, And Coupling*, Springer, Belin, 2012, ss.29.

² Paul G. Bradley, "Increasing Scarcity: The Case of Energy Resources", *The American Economic Review*, Cilt. 63, Sayı. 2, Mayıs 1973, ss.119-125.

³ Detaylı bilgi için bkz: *International Energy Agency, World Energy Outlook 2013*, IEA, Paris, 2013.

⁴ *International Atomic Energy Agency, Nuclear Power Reactors In the World, Reference Data Series No. 2*, IAEA, Viyana, 2015,s.10.

fosil kaynaklarla kıyaslanılmayacak düşük bir oranda, %6-8 aralığında değişecektir.⁵

Kömürün, petrolün, doğalgazın ve nükleer enerjinin; enerji üretiminin temel unsurları olmasına kaynak ve yeterli teknoloji sahibi olmayan ülkelerin takındıkları karşı tavır, 1970'lerdeki petrol krizinin ardından daha sert bir hâl almıştır. Ekonomilerin yüksek oranda petrole bağımlı olması büyük bir endişeye yol açmıştır. Ayrıca bir petrol sızıntısının ya da nükleer patlamanın neden olabileceği çevresel sorunlar net bir şekilde anlaşılmaya başlanmıştır. Ayrıca fosil yakıt rezervlerinin zamanla tükeneceği gerçeği de daha sık dillendirilmiştir. Böylece de bu kaynakların dışında enerji üretilebilecek yeni kaynakların bulunması yönünde yeni görüşler ortaya çıkmış ve yenilenebilir enerji gündeme gelmiştir. Yeni enerji görüşü alternatif ya da yenilenebilir enerji olarak tanımlanan kaynakların enerji üretiminde kullanılması temelinde ileri sürülmüştür. Fosil yakıtlara ya da nükleer enerjiye dayanmayan, uluslararası alanda krizlere yol açmayacak ve tükenebilir olmayan kaynakları enerji üretimine dâhil etme fikri bu dönemde öncelikle heyecanla karşılanmıştır; fakat petrol krizinin aşılmasıyla fiyatların tekrar aşağıya çekilmesi, yenilenebilir enerji için yeni bir teknolojinin geliştirilmesi gerekliliği ve geleneksel kaynaklardan büyük çıkar elde eden devlet ve şirketlerin baskısı nedeniyle bu heyecan ciddi bir sönüş yaşamıştır.⁶

Yenilenebilir enerjiye yakıştırılan geleneksel olmayan tanımlaması esasında önemli bir gerçeğin üzerini kapatmaktadır. Temelde dünyada ilk kullanılan enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynakları olmuştur. Kömürün ve petrolün enerji kaynağı olarak kullanımına dek güneş, su ve rüzgar gücü ulaşımdan beslenmeye kadar çeşitli amaçlarla kullanılmıştır. Bu nedenle de bu enerji kaynaklarının, fosil enerji kaynaklarına göre daha geleneksel olduğunu söylemek mümkündür. Fakat kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer enerji üretiminde birkaç yüzyıldır o denli yoğun olarak kullanılmışlardır ki yeni enerji kaynaklarına olan ihtiyaç gündeme gelene kadar güneş, rüzgar, su, jeotermal göz ardı edilmiştir.

Geleneksel anlamda enerji üretimi fosil kaynak temelli olagelmıştır. Fakat özellikle ekonomik yönden gelişmiş toplumlarda da dünyanın kaynaklarının ve biyosferin sürdürülebilir şekilde kullanılması yönündeki görüşlerin yükselmeye başlaması yenilenebilir enerjiyi gündeme getirmiştir.⁷ Yenilenebilir enerjinin fosil kaynaklara ve herhangi bir olumsuz durumda çok

⁵ Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2015: With Projections to 2040, EIA, U.S., Nisan 2015, s. 9.

⁶ Daniel Yergin, The Quest: Energy, Security and the Remaking of the Modern World, The Penguin Press, New York, 2011, s.13.

⁷ Rutger A. van Santen, "Renewable Catalytic Technologies- a Perspective", Catalysis for Renewables: From Feedstock to Energy Production, der. Gabriele Centi ve Rutger A. van Santen (der.), Wiley-VCH, Weinheim, 2007, s. 1.

ciddi sorunlara yol açabilen nükleer enerjiye öncelikle alternatif olabileceği, sonrasında da onların büyük oranda yerini alabileceği yönündeki görüşler giderek ağırlık kazanmaktadır. İstenilen noktalara henüz ulaşılmasa da, yenilenebilir enerjinin enerji üretimindeki payı ve bu bağlamdaki farkındalık zamanla artmaktadır. Örneğin; Dünya Enerji Konseyi (*World Energy Council*) verilere göre, yenilenebilir enerjinin birincil enerji tedarikindeki payı 1993'te %12'yken, 2011'de %13 olmuştur ve tahminlere göre bu oranın 2020'de %18'e çıkması beklenmektedir.⁸ Önceleri büyük oranda hidro güç çerçevesinde ele alınan ve diğer kaynakları tek bir başlıkta toplanan yenilenebilir enerji, günümüzde geniş bir kapsamda ele alınmaktadır. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarının kısaca tek tek tanıtılması yararlı olacaktır.

Binyıllarıdır yer küreye ısı ve ışık sağlayan güneş, sonsuz bir enerji kaynağı olarak bilinmektedir. Solar enerji olarak da bilinen güneş enerjisi, enerji üretimi için en bol miktarda yararlanılma imkânı olan ve doğrudan yararlanılabilen bir kaynak özelliğindedir. Güneşten dünyaya ulaşabilen ışınların sadece küçük bir kısmının bile enerjiye dönüştürülebilmesi insanlığın enerjiye olan ihtiyacına büyük oranda cevap verebilecektir. Bir yılda dünyaya gelen güneş ışınlarının enerji değerinin, yeryüzündeki kanıtlanmış ve kanıtlanmamış tüm fosil kaynaklardan ve nükleerden elde edilebilecek enerjiden daha fazla olduğu yönünde saptamalar bulunmaktadır. Güneş ışınlarının enerjiye dönüştürülmesi çok da zor olmayan bir uygulama olarak görülmektedir: Işınları enerjiye dönüştürülecek platformların kurulması ve elde edilen enerjinin depolanıp iletilmesi yeterli güneşlenme süresinden yararlanabilen her ülkenin yapabileceği bir faaliyettir.

Diğer bir yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgâr ise, hava akımlarının gücünden yararlanarak ortaya çıkarılan enerjinin çeşitli şekillerde kullanılmasını içermektedir. Dünyanın her noktasında şüphesiz ki rüzgârlar etkili olmaktadır; fakat rüzgârın enerjinin önemli bir kaynağı olarak görülmesi için belirli bir şiddette esmesi ve büyük oranda sürekli olması gerekmektedir. Bu tür özelliklere sahip yerlerde kurulan rüzgâr tribünleri ile ucuz bir şekilde enerji üretimi mümkün olmaktadır ve pek çok devlet son yıllarda enerji ihtiyacının önemli bir kısmını rüzgârdan üretmeye başlamışlardır. Özellikle Almanya, İspanya ve Danimarka gibi Avrupa ülkelerinin rüzgâr enerjisi konusunda attıkları adımlar diğer ülkelere yakından takip edilmektedir.⁹

Su gücü, en yaygın bilinen yenilenebilir enerji türünü oluşturmaktadır. Su gücü altında hidrolik enerji, dalga-gelgit enerjisi ve okyanus (ısı) enerjisi gibi başlıkları incelemek mümkündür. Hâlihazırda bir çok ülke hidrolik enerji başta olmak üzere sudan enerji üretseler de, dünyanın 3/4'ünün suyla kaplı olduğu düşünüldüğünde nehirlerden, denizlerden ve

⁸ World Energy Council, World Energy Resources: 2013 Survey, WEC, İngiltere, 2013, s. 8.

⁹ Hal Marcovitz, Can Renewable Energy Replace Fossil Fuels?, Reference Point Press, San Diego, 2011.

okyanuslardan elde edilebilecek enerji miktarı mevcut olandan fazla olması gerekmektedir. Tükenmeyecek bir kaynak olan suyun, enerji üretiminde daha etkin olarak kullanılması için gerekli teknolojinin geliştirilmesi ve enerji üretim sürecinde çevreye verilebilecek zararların asgariye indirilmesi gerekmektedir.

Diğer bir yenilenebilir enerji türü de yer kürenin altında çeşitli derinliklerde var olan, içerisinde çeşitli mineraller ve kimyasallar bulunan çekirdeğin sıcaklığıyla ısıtılmış su, buhar ve gazları içeren jeotermaldir. Hava koşullarından etkilenmemesi, doğrudan kullanılabilmesi, pek çok kullanım alanının bulunabilmesi, oldukça sürdürülebilir olması gibi nedenler jeotermal yenilenebilir enerji içinde farklı bir konuma koymaktadır. Mevcut teknoloji jeotermal kaynakların yer yüzüne ulaşabildiği/ulaştırılabildiği yerlerde jeotermal enerjinin üretilmesine imkân sağlamaktadır; fakat jeotermal teknolojinin gelecekte geliştirilmesi ile dünya enerji ihtiyacının büyük bir bölümünün jeotermalden sağlanması planlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kapsamında değerlendirilmesi gereken diğer bir başlık da biyokütle enerjisidir. Güneş enerjisini herhangi bir şekilde depolayan biyolojik maddeler ve atıklar biyokütle enerjisi üretimi için kullanılabilir. Biyokütle enerjisi dünya geneline en çok yayılmış yenilenebilir enerji türü olma özelliğindedir ve de önümüzdeki dönemlerde ısıtmadan elektrik üretimine, araç yakıtından mevcut petrokimya ürünlerinin üretilmesine kadar geniş bir yararlanma alanının olması beklenmektedir.

Dünya nüfusunun hızla artmaya devam etmesi ve ülkelerin gelişme yarışı enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün artırmaktadır. Ülkeler artan enerji gereksinimlerini karşılayabilmek için fosil yakıtlara ve nükleer enerjiye olan bağımlılıklarını azaltma yönünde politikalar geliştirmektedirler. Yalnızca fosil kaynak ithalatçısı ve nükleer teknoloji yoksunu ülkeler değil, petrol ve doğalgaz zengini ve de nükleer reaktörlere sahip olanlar da yenilenebilir enerjiye yönelik olumlu bir eğilim içindedirler. Bu nedenle de yenilenebilir enerjinin, enerji üretimindeki payının giderek artacağını ileri sürmek güç değildir. Her ne kadar güneş ve rüzgar enerjisinin hava koşullarına bağlı olması, jeotermal enerjiye dünyanın her yerinde ulaşılabilmesi, su gücünün büyük oranda hidroelektrikle sınırlı olarak ele alınması ve biyokütle enerjisinin istenilen düzeylere ulaşılabilmesi gibi nedenler yenilenebilir enerjiye yönelik olumsuz tavır geliştirenlerin temel savları arasındadır. Fakat enerji teknolojisindeki gelişmelerin gelecek yıllarda bu tür dezavantajları gidereceği beklenmektedir. Örneğin; güneşten sürekli olarak yararlanılabilmesi için uzaydan güneş enerjisi elde etmek ya da rüzgardan daha fazla yararlanılabilmesi için sabit rüzgar tribünleri yerine rüzgarı izleyebilecek hava araçlarını geliştirmek gibi önemli projeler hâlihazırda devam etmektedir. Bu tür projeler gerçekleştirildikçe ülkeler fosil kaynaklardan ve nükleer enerjiden hem ekonomik nedenler hem de çevresel endişeler nedeniyle

vazgeçebileceklerini ve de uluslararası alanda geleneksel enerji kaynakları üzerinde yaşanan pek çok mücadelenin sona ereceğini ileri sürmek işten bile değildir.

1.2 Enerji Güvenliği

Enerji güvenliği ulusal ve uluslararası zeminde 1900'lerden günümüze kadar varlığını sürdürmektedir ancak kavrama dayalı ortak bir görüş birliği oluşturulamamaktadır. Aslında enerji güvenliği; dinamik, zaman içerisinde koşullardan etkilenen ancak bazı temel noktalarını hiç kaybetmeden değişime uğrayabilen bir niteliğe sahiptir. Enerji teknolojisinde ortaya çıkabilecek yenilikler, iklim değişikliğine dayalı farkındalığın artması, sürdürülebilir enerji kaynaklarında yaşanacak artış enerji güvenliğinin yeniden biçimlenmesine neden olabilecek gelişmelerden sadece birkaçıdır. Yergin'in de ifade ettiği gibi enerji güvenliğinin birden fazla boyutu vardır. İlk olarak, fiziksel güvenlik; varlıkların, altyapının, tedarik zincirlerinin ve ticaret rotalarının korunması ve gerektiğinde hızla değiştirilip yenilenebilmesini ifade etmektedir. İkinci boyut enerjiye erişimin kritik niteliğidir. Üçüncü olarak ise enerji güvenliği, aksamalara, yer kayıplarına ve olağanüstü hollere eşgüdüm içinde karşılık vermeye, diğer taraftan arzın düzgün bir şekilde sürmesini sağlamaya yönelik ulusal politikalar ve uluslararası kurumlardan meydana gelen bir sistemdir. Enerji güvenliğinin dördüncü boyutu yatırımdır. Gelecekte ve ihtiyaç hâlinde yeterli arzı ve altyapıyı güvence altına almak için, yatırım ve geliştirmeye olanak tanıyan politikalar ve çalışma ortamı oldukça önemlidir.¹⁰

Enerji güvenliği denince, genelde bireylerin, tüketicinin enerji ihtiyaçlarının güvence altında olması, gerek toplumun, gerekse devletin ekonomik çıkarlarının iç ve dış tehditlere karşı korunması olgusu anlaşılmaktadır. Bilimsel literatürde enerji güvenliği kavramının hâlen net bir tanımı olmamakla birlikte, daha ziyade 'bulanık', 'zayıf', 'tanımlanması zor' ve 'birçok etkeni kapsayan' bir kavram olarak değerlendirilmektedir.¹¹ Enerji güvenliğinin, sadece enerji sistemlerinin tüketicilere uygun koşullar ve makul fiyatlarla enerji sağlamakla kalmayıp, ayrıca teknolojik, doğal, ekonomik, sosyo-politik ve jeopolitik nedenlerden dolayı oluşan kesintilere karşı koyabilecek bir sistem olması gerekmektedir.¹²

Kavram, Uluslararası Enerji Ajansı'na (*International Energy Agency-IEA*) göre: "enerjinin kesintisiz, yeterli miktarda, kabul edilebilir fiyattan, ekonomik büyümenin devamlılığını sağlayacak oranda, çevreci yollardan

¹⁰ Yergin, a.g.e., s. 269.

¹¹ Juozas Augutis, Linas Martišauskas, ve Ričardas Krikštolaitis, "Energy Mix Optimization From an Energy Security Perspective", *Energy Conversion and Management*, Cilt. 90, 2015, s. 301.

¹² Augutis, a.g.e., s. 301.

*temin edilmesi*¹³ olarak tanımlanmaktadır. IEA enerji güvenliği tanımlamasını uzun ve kısa dönemli olarak ayırmaktadır. Uzun dönemli enerji güvenliği politikaları, ekonomik kalkınmayı ve çevresel faktörleri destekleyecek enerji tedarik yatırımlarının yapılmasını, kısa dönemli enerji güvenliği ani arz/talep dengesizliğine en hızlı yanıt verebilecek enerji sistemlerine sahip olunmasını hedeflemektedir.¹⁴ Dünya Enerji Konseyi'nin enerji güvenliği tanımlaması, enerji sürdürülebilirliği üzerinden yapılmakta, üç ana unsura dayandırılmaktadır: Enerji güvenliği, enerji eşitliği ve çevresel sürdürülebilirlik. Bu üç hedef, kamu ve özel sektörden, hükümetler ve düzenleyicilerden, ekonomik ve sosyal faktörlerden, ulusal kaynaklardan, çevresel kaygılardan ve bireysel davranışlardan oluşan, karmaşık ve iç içe bağlantıları beraberinde getiren bir 'üçleme' (üç bilinmeyenli denklem) oluşturmaktadır.¹⁵

Uluslararası Stratejik Araştırmalar Kurumu (USAK) enerji güvenliği kavramını genel olarak dört ana sütun üzerinde tanımlamıştır: Mevcudiyet (*availability*), erişebilirlik (*accessibility*), hesaplılık (*affordability*) ve sürdürülebilirlik (*sustainability*). Mevcudiyet, enerji kaynaklarının var olup olmamasıyla ilintilidir ve bu başlık arz/talep güvenliği bağlamında önem kazanmaktadır. Erişilebilirlik, ihtiyaç duyanların bu kaynaklara rahatlıkla ulaşılabilmemesidir. Hesaplılık boyutu ikiye ayrılmaktadır. Talep edenin rekabetçi bir piyasa mekanizması içinde enerji kaynaklarını elde edebilmesi ve enerji kaynağı tedarikçisi için ekonomik kalkınma ve yeni yatırımlara olanak sağlayacak fiyat seviyesinde buluşulabilmesidir. Sürdürülebilirlik talep edilen enerjiye gerektiği sürece ve herhangi bir aksamayla karşılaşmadan ulaşılabilmesi anlamına gelmektedir.¹⁶ Geniş anlamda enerji güvenliğinin; enerji türleri, ekonomik büyüme, jeoekonomik ve jeopolitik güç dengeleri, güvenlik tehditleri, enerji altyapı sistemleri ile ilişkisi vardır ve enerji erişilebilirliği, fiyat, enerji altyapısı, çevre ve enerji verimliliği klasik enerji güvenliği unsurlarıdır. Diğer taraftan enerji güvenliği ithalatçı ülkelerin, tüketicilerin, enerji yoğun sanayinin, ihracatçı ve ana üretici ülkelerin, transit ülkelerin, petrol ve gaz şirketlerinin ve politika oluşturucuların etkisiyle çok yönlü bir kavram hâlini almaktadır (Şekil 1).

¹³ What is Energy Security?,

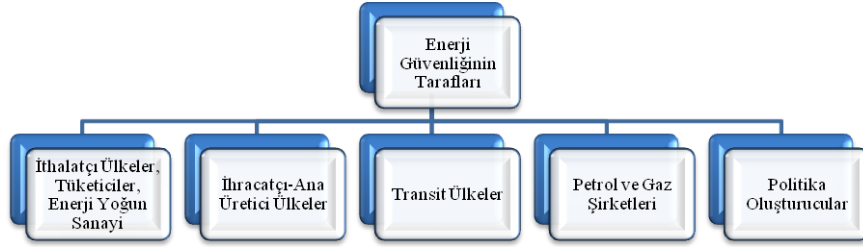
<http://www.iea.org/topics/energysecurity/subtopics/whatisenergysecurity/>, 10 Nisan 2015.

¹⁴ What is Energy Security?,

<http://www.iea.org/topics/energysecurity/subtopics/whatisenergysecurity/>, 10 Nisan 2015.

¹⁵ World Energy Trilemma, <https://www.worldenergy.org/work-programme/strategic-insight/assessment-of-energy-climate-change-policy/>, 20. Haziran 2015.

¹⁶ Detaylı bilgi için bkz: Uluslararası Strateji Araştırmaları Kurumu, Kritik Enerji Altyapısı Güvenliği Projesi Sonuç Raporu, No 3, USAK, Ankara, 2011.

Şekil 1: Enerji Güvenliğinin Tarafları¹⁷

Bu noktada enerji güvenliğinin farklı ülkeler ve taraflar için farklı anlamları olduğu söylenebilir. Enerji kaynakları ithalatına bağımlı olan Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinde ‘arz güvenliği’ kritik nitelik taşırken; Rusya gibi ekonomisi enerji ihracatına bağlı olan ülkelerde ‘talep güvenliği’ önem kazanmaktadır. Winzer’in de ifade ettiği üzere; kimileri için enerji güvenliğinin amacı, dar gelirli enerji fiyatlarındaki dalgalanmalardan korumaktır. Kimileri ise, ekonomiyi, kriz dönemlerinde yaşanan enerji fiyatlarındaki artışa rağmen, enerji hizmetlerindeki arz kesintilerinden korumanın önemini vurgulamaktadır. Bazıları için enerji güvenliğinin amacı, nükleer enerjide artan güvenlik riskine nazaran, yakıtların güvenilir olarak sağlanmasıdır. Diğerleri ise, enerji güvenliğini, kazaların ve nükleer yaygınlaşmanın getirdiği tehlikelerin azaltılması ile ilişkilendirmekte ve nükleer sanayinin yaygınlaşmasını enerji güvenliği için potansiyel bir tehdit olarak algılamaktadır.¹⁸ Enerji güvenliği kapsamında değinilmesi gereken diğer bir husus kavram iki ayrı unsur barındırmaktadır. Bunlardan birincisi enerji ve bir diğeri güvenliktir. Güvenlik kısmı enerji arama, geliştirme, üretim, iletişim, çevrim, dağıtım, pazarlama ve tüketim aşısındaki tesislere yönelik her türlü güvenlik tehdidine karşı alınacak koruma tedbirlerini içerirken, enerji ağırlıklı yapılan tanımlar, yukarıda değinilen, enerjinin bulunabilirliğine, erişebilirliğine ve kabul edilebilirlik (kaliteli ve çevre dostu) olması üzerinde durmaktadır.¹⁹

¹⁷ Yazar tarafından hazırlanmıştır.

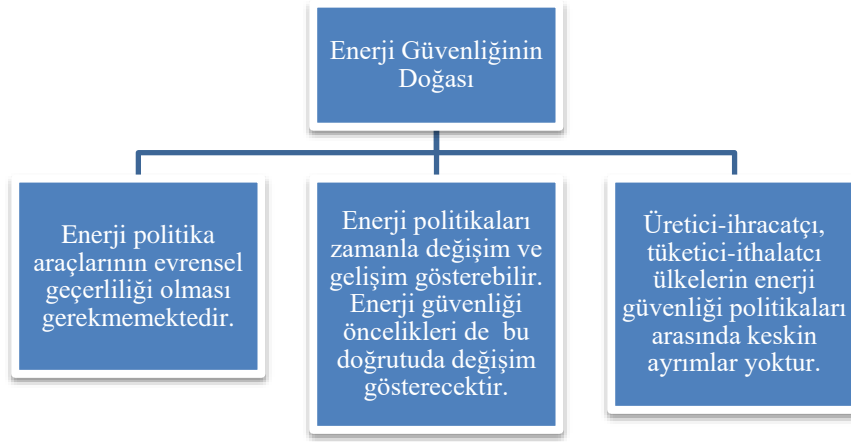
¹⁸ Christian Winzer, “Conceptualizing energy security”, Energy Policy, Cilt. 46, 2012, s. 36.

¹⁹ Çağdaş Dedeoğlu, “NATO’s Energy Security Agenda and US Strategy”, Enerji ve Diplomasi, Cilt. 1, Sayı 1, 2015, s. 84. Volkan Ş. Ediger, “Enerji Arz Güvenliği ve Ulusal Güvenlik Arasındaki İlişki” SAREM Enerji Arz Güvenliği, SAREM Yayınları, Ankara, 2007, ss. 2-3.

2. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN, ENERJİ GÜVENLİĞİNE ETKİSİ

Dünya nüfusunun 2030 yılında bugün tükettiğinden %45 daha fazla enerjiye ihtiyacı olacağı düşünülmektedir; fakat yeni enerji üretiminin artan talebi karşılayabileceğine dayalı endişeler gün geçtikçe yükselmektedir.²⁰

Şekil 2: Enerji Güvenliğinin Doğası²¹



Ülkelerin enerji politikaları ve risk kontrol mekanizmaları çeşitlilik göstermektedir, hatta bir ülkenin kendi içindeki bölgelerinde bile enerji politikaları farklılık gösterebilir. Arzın çeşitlendirilmesi, kaynaklar ve talep, stoklama güvenliğinde iyileştirme, enerji verimliliği (talep kontrol), fiyat belirleme ve enerji üretim araçlarının ve dağıtımının bir kuruluş tarafından sahiplenilmesi (*vertical integration*) çeşitlilik gösteren risk yönetim politikalarından bazılarıdır.²² Bu açıdan baktığımızda yenilenebilir enerjinin güvenliğine dayalı yaklaşımlar da çeşitlilik göstermektedir. Enerji güvenliğinin doğasının üç karakteristik özelliği vardır (Şekil 2). Uluslararası Enerji Güvenliği raporuna göre; enerji politikaları araçlarının, enerji

²⁰ Gal Luft ve Anne Korin, “Energy Security: In the Eyes of the Beholder”, Energy Security Challenges for the 21st Century: A Reference Handbook, der. Gal Luft ve Anne Korin, Santa Barbara Praeger Security International, Kaliforniya, 2009, ss. 1-2.

²¹ Tablo yazar tarafından Energy Charter Secretariat. “International Energy Security: Common Concept for Energy Producing, Consuming and Transit Countries” raporundan faydalanılarak hazırlanmıştır. Detaylı bilgi ve raporun tamamı için bkz: “International Energy Security: Common Concept for Energy Producing, Consuming and Transit Countries”, http://www.encharter.org/fileadmin/user_upload/Publications/International_Energy_Security_2015_ENG.pdf, 20 Nisan 2015.

²² Energy Charter Secretariat, a.g.r.

politikalarının her sütunu için evrensel geçerliliği olması gerekmektedir.²³ Bazı araçların çalışması, sadece bir enerji güvenliği sütunu içindir; ancak diğerlerine her zaman olumlu veya olumsuz etkileri olmayabilir. Örneğin; enerji arz güvenliğini sağlama adına Artık Bölgesi'nde (Kuzey Kutbu'nda) yeni deniz yollarının açılması enerji güvenliğinin sağlanmasındaki sütunlardan küresel ısınmayı ve çevreci yaklaşımları karşılamaktadır. Bir diğer açıdan, yenilenebilir enerji kaynaklarının en büyük özellikleri, karbondioksit emisyonlarını azaltarak çevrenin korunmasına yardımcı olmaları, yerli kaynaklar oldukları için enerjide dışa bağımlılığın azalmasına katkıda bulunmalarıdır. Ancak örneğin güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etmek, üretim miktarının net hesaplanamaması, kış aylarında kullanışlı olmayışı ve elde edilen enerjinin depolanmasındaki sorunlar nedeniyle ekonomik bulunmayabilmektedir. Teknolojik gelişmeler, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, artan enerji talebi enerji politikalarında ki değişime neden olabilmektedir. Bu doğrultuda değişen risk ve tehditlere göre enerji güvenliği politikaları oluşturulacaktır. Örneğin, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik artan ilgi, bir takım değişen faktörlerle ilişkilendirilebilir. Petrol fiyatlarındaki dalgalanma, yabancı enerji kaynaklarına bağımlılık ve karbon salınımların çevresel sonuçlarına ilişkin yakın zamanlarda ortaya çıkan kaygıların hepsi, günümüzde söz konusu olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik ilgiye katkıda bulunan faktörlerdir.²⁴ Son olarak, enerji politikalarında ülkeler birbirlerine bağımlıdır ve bu nedenle enerji güvenliği politikaları arasında da keskin ayrımlar bulunmamaktadır. Bu noktada yenilenebilir enerjilerin kullanımının ülkeler arasındaki karşılıklı enerji bağımlılığını düşüreceği, dolayısıyla enerji güvenliği politikalarının doğasını değiştireceği düşünülmektedir. Nitekim enerjinin temininde, güvenliğinde ve iklim değişikliğinde temel çözümlerden biri olarak görülen yenilenebilir enerji, enerji güvenliğinin doğasında kendine sağlam bir yer edinmiştir. Örneğin Hinrichs-Rahlwes'ın yaptığı değerlendirmeye göre: Yenilenebilir enerjiyi günümüz dünyasının sorunlarına yönelik en iyi çözüm olarak değerlendirmiştir ve katkılarını üç maddede özetlemiştir:

1. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için uzun vadeli enerji güvenliği sağlar.
2. Geleceğe yönelik yüksek miktarda iş olanağı sağlaması ile sürdürülebilir bir büyümeyi tetikler.
3. Kendine özgü yeni teknolojilerin gelişimi ile iklim değişikliğinin etkilerinin hafifletilmesine yardımcı olur.²⁵

²³ Energy Charter Secretariat, a.g.r.

²⁴ Nicholas Apergis ve James A. Payne, "Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from a Panel of OECD Countries", *Energy Policy*, Cilt. 38, 2009, s. 656.

²⁵ Rainer Hinrichs-Rahlwes, "Renewable Energy: Paving the Way Towards Sustainable Energy Security Lessons Learnt from Germany", *Renewable Energy*, Cilt. 49, 2013, ss. 10-14.

Ancak enerji güvenliğine yenilenebilir enerjinin katkısından ziyade, yenilenebilir enerji kaynaklarının güvenlik boyutunun değerlendirilmesi ve barındırdıkları tehdit, avantaj unsurlarının incelenmesi gerekmektedir. Bu açıdan, klasik enerji güvenliği unsurları, enerji erişilebilirliği (*energy availability*), altyapı (*infrastructure*), fiyat (*energy prices*), toplumsal etkiler (*societal effects*) ve çevre (*environment*) alt başlıklarında yenilenebilir enerjilerin güvenlik unsurlarının incelenmesi bizleri klasik değerlendirmelerden ayıracaktır.

İlk olarak, enerji erişilebilirliği başlığı altında yenilenebilir enerjilerin enerji arz ve talep güvenliği değerlendirilecektir. Enerjinin erişilebilirliği ve enerji çeşitliliği, yenilenebilir enerjiye karşı önemli bir politik yönlendirici unsurdur. İlk değerlendirmeye göre, yenilenebilir enerjideki büyüme, genel olarak teknoloji portföyüne (*technology portfolio*) ve ayrıca coğrafi kaynaklar bakımından enerji çeşitliliğine katkıda bulunmaktadır. Yenilenebilir enerjilerin kullanımı yakıt ithalatını azaltabilecek ve bir dereceye kadar ekonomiyi fosil yakıt ücreti artışları ve dalgalanmalarından koruyabilecektir.²⁶ Yenilenebilir enerji kaynaklarından sürdürülebilir bir şekilde faydalanıldığı sürece yenilenebilir enerji kaynakları ile uzun vadede enerji tedarikinin sürdürülmesi mümkündür. Ancak, yenilenebilir enerjinin uygulanabilir bir şekilde yayılmasına ilişkin ne gibi sonuçların ortaya çıkabileceğine dayalı bilgiler henüz çok az belirgindir. Yenilenebilir enerji kaynakları iklim koşulları ile doğrudan ilişkilidir ve bu nedenden iklim değişikliğinin yenilenebilir enerji kaynaklarını fosil yakıtlara nazaran daha yoğun bir şekilde etkilemesi muhtemel görülmektedir. Örneğin yenilenebilir enerjiyi etkileyebilecek faktörlerden bazıları sıcaklık, rüzgar hız dağılımı, bulutluluk ve hidrolojik döngüdeki değişikliklerdir.²⁷

Bunların yanı sıra, yenilenebilir enerjinin çeşitlilik üzerindeki etkisi tartışmalıdır. Hızlı bir gelişme temposu ile yenilenebilir enerji hala ağırlıklı enerji kaynağı olmanın uzağındadır. Pazara giriş maliyetinin düşük olduğu yenilenebilir enerji yatırım süresince çeşitliliğin artması beklenmektedir. Ancak yenilenebilir enerjinin, enerji sistemlerinde yaygın hale gelmesiyle çeşitlilik avantajları azalacaktır. Bu açıdan, çeşitli yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki denge önemli olacaktır.²⁸ Son olarak arz güvenliği sadece arz talep arasındaki dengeye bağlı değildir. Enerji sağlayıcısı konumundaki ülkelerin içinde buldukları politik istikrarsızlıklar, toplumsal hareketler, enerji yolları üzerinde yükselen terör tehditleri, enerji taşıma güzergâhlarının güvenliğini ve sürekliliğini sarsabilmektedir. Johansson'ın ifade ettiği üzere; mevcut petrol ve doğal gaz pazarları birkaç egemen

²⁶ Renewable Energy, <http://www.iea.org/aboutus/faqs/renewableenergy/>, 10 Haziran 2015.

²⁷ Bengt Johansson, "Security Aspects of Future Renewable Energy Systems: A Short Overview", Energy, Cilt. 61, 2013, s. 601.

²⁸ Johansson, a.g.m., s. 601.

tedarikçi ülke tarafından belirlenmektedir ve bu yığılmanın gelecekte daha da fazla artması beklenmektedir. Bu durum, söz konusu pazarların, bu ülkelerde gerçekleşen olaylar ve ulaşım hatlarındaki (doğal veya çatışma kaynaklı) aksaklıklardan ciddi bir şekilde etkilenmesine neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasıyla birlikte bu egemenlik ve bu ülkelere olan bağımlılığın azalması diğer bir muhtemel sonuçtur.²⁹

Fiyat, enerji güvenliğinin en geleneksel tanımlamalarında yer alan diğer bir ögedir. Enerji fiyatlarına yenilenebilir enerjinin etkisine dayalı birden fazla yaklaşım bulunmaktadır. İlk olarak yenilenebilir enerji yatırımlarının yükselmesinin uluslararası pazarlardaki petrol ve doğal gaz fiyatlarını da dalgalandırması beklenmektedir.³⁰ Diğer bir yaklaşım, 2000'lerde enerji fiyatlarında yaşanan yükselmenin yenilenebilir enerji sektörünün hızla büyümesini ve destek görmesini sağlamasına dayalı görüşlerdir. Bu süreçte yenilenebilir enerji ile klasik enerji arasındaki maliyet uçurumu daralmış ve yatırım oranlarını yükseltmiştir.³¹ Örneğin Bolinger ve Wiser raporlarına göre ABD'de rüzgar enerjisinin proje maliyeti, 1985-2005 yılları arasında kilowatt elektrik enerjisi başına yaklaşık %40 oranında düşmüştür.³²

Farklı bir yaklaşım, ekonomik büyümede enerjinin rolünü ve yenilenebilir enerjinin etkisini incelemektedir. Biyofiziksel ve ekolojik görüşe göre enerji, gelirin belirlenmesinde önemli bir rol oynar ve dolayısıyla da enerji kullanımına yoğun bir şekilde bağımlı olan ekonomiler de enerji tüketimindeki değişikliklerden önemli ölçüde etkilenir.³³ Yenilenebilir enerjinin güvenliği için, gerçekleştirilen yatırımların ekonomik refahı desteklemesi ve ödenebilirliği birlikte sağlayabilmesi gerekmektedir. Bu noktada devletlerin yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı teşvikleri önem kazanmaktadır. Fiyat tarifesi garantisi yasalarıyla başlatılan uygulamalar modern yenilenebilir enerji sanayi yaratılmasında ekonomik dayanak oluşturmaktadır.³⁴

Enerji güvenliği perspektiflerinden biri olan elastikiyetin (*resilience*) ana disiplini ekonomidir.³⁵ Yapılan araştırmalara göre yenilenebilir enerji, enerji elastikiyetini (*ekonomisini*) iki yolla kuvvetlendirmektedir. Birinci

²⁹ Johansson, a.g.m., s. 601.

³⁰ Nicholas Apergis ve James A. Payne, "Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from a Panel of OECD Countries", *Energy Policy*, Cilt. 38, 2009, s. 656.

³¹ Yergin, a.g.e.,s. 547.

³² Scott Victor Valentine, "Emerging Symbiosis: Renewable Energy and Energy Security", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Cilt. 15, 2011, s. 4576.

³³ Jian-Hai Yuan, Jian-Gang Kang, Chang-Hong Zhao ve Zhao-Guang Hu, "Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from China at both Aggregated and Disaggregated Levels", *Energy Economics*, Cilt. 30, 2008, s. 3078.

³⁴ Yergin, a.g.e.,s. 542.

³⁵ Aleh Cherp ve Jessica Jewell, "The Three Perspectives on Energy Security: Intellectual History, Disciplinary Roots and the Potential for Integration", *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Cilt. 3, 2011, ss. 5-6.

beklenen sonuç, yenilenebilir enerji teknolojisinin, tükenbilir enerji kaynaklarının teknolojik altyapılarında meydana gelebilecek aksamaların ve terörist saldırıların ulusların elektrik şebekeleri üzerindeki olumsuz etkisini düşürmesidir.

Örneğin, herhangi bir rüzgar enerji tribününde meydana gelebilecek patlamanın veya aksamanın, kömür santralinde meydana gelebilecek patlamadan daha az zararı olacağı dolayı hesaplamalar bulunmaktadır. İkinci olarak yenilenebilir enerjinin petrol gelirleri akışının yönünü değiştirmesi beklenmektedir. Petrol gelirlerinin politik istikrarsız bölgelerdeki yerel girişimcilere doğru akışıyla oluşan finansal kaynaktan terörist grupların faydalanma oranının düşmesi öngörülmektedir. Yapılan araştırmalarda, tükenbilir yakıt teknolojisinin yarattığı iş imkanına nazaran örneğin rüzgar enerjisinin çok daha fazla yüksek standartta iş imkanına olanak sağlayacağı belirtilmektedir.³⁶

Yenilenebilir enerjinin çeşitlilik-fiyat ilişkisi incelenmesine geçmeden önce belirtilmelidir ki; çeşitlilik, sistemin fiyat değişikliklerine karşı savunmasızlığını azaltmada önemlidir. Çeşitli enerji kaynaklarına yönelik fiyatların pazar ile ilişkisinin nasıl olduğu, çalışma alanının (ülke, endüstri, hane) dalgalanan fiyatlara karşı ne kadar savunmasız olduğu ile ilişkilidir. Yenilenebilir enerji fiyatlarının, küresel fosil yakıt fiyatlarının izlemesi muhtemeldir ve belli bir ulusal ekonomi üzerindeki etkileri de yükselen fiyatlara ilişkin servet aktarımının ülke içinde mi kaldığı yoksa ihracat ülkelerine mi aktarıldığına bağlı olarak değişiklik gösterecektir.³⁷ Bu noktada yenilenebilir enerji sisteminin fiyat değişiklikleriyle başa çıkması veya bu değişikliklere adapte olabilmesi bakımından iki taraflı bir inceleme gerektirir. Birincisi yenilenebilir enerji kaynaklarının fiyatları ve gelir dağılımları üzerinden gerçekleşirken, diğeri küresel fosil yakıt piyasasında meydana gelebilecek etkileri kapsamaktadır.

Diğer bir taraftan yenilenebilir enerjinin altyapı güvenliği iki kısımda incelenebilir. Gelişmiş ve yükselen ekonomilerde yenilenebilir enerji ile teknik verimlilik arasındaki ilişkiyi inceleyen bir araştırmaya göre yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın teknik verimliliği de artırdığı öne sürülmüştür. Gelişmiş ekonomilere kıyasla, enerji talebindeki en hızlı artış yükselen ekonomilerde gerçekleşmektedir. Enerji talebi ve karbondioksit salınımında en büyük artış bu ülkelerde gerçekleşeceğinden yenilenebilir enerji kullanımının artırılması da yükselen ekonomiler için daha fazla önem taşınması beklenmektedir.³⁸ Yenilenebilir enerji altyapısı, enerji üretimi ile tüketimine ilişkin mevcut yaklaşımların sınırlarının üstesinden gelmesi ve

³⁶ Scott Victor Valentine, a.g.m.,s. 4576.

³⁷ Johansson, a.g.m.,s. 601.

³⁸ Perry Sadorsky, "Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies", Energy Policy, Cilt 37, 2009, ss. 4021-4028.

enerji sektörünün modernleştirilmesine daha fazla katkıda bulunmasıyla, en uygun seçeneklerden biri olarak değerlendirilmektedir.³⁹ Bunun sonucu olarak artan yenilenebilir enerji kullanımıyla söz konusu olabilecek gerginlik riski; yeni teknolojilere sahip olma, gelişme sürecinde yerel gruplaşmaların yer alması ve gelir dağılımına bağlı olarak yükselecektir. Daha ufak ölçekli yenilenebilir teknolojilerin daha geniş yerel yatırımcı gruplarının pazara girebilmesini sağlayacağından mevcut fosil yakıtı sistemlerine nazaran daha iyi bir duruma gelmesi beklenmektedir. İlginin gittikçe arttığı yeni alanlardan yenilenebilir enerjiden faydalanmaya yönelik temel sistemlerde kullanılacak az bulunan materyallere ilişkin artan talep ve bu kaynakların çoğunun birkaç ülkede toplanması olası çatışma sebeplerinden biri olarak görülmektedir.⁴⁰

Enerji güvenliğinin toplumsal boyutunda toplumun her kesiminin enerjiye sağlıklı ve uygun fiyat üzerinden erişebilmesi yer almaktadır. Sürdürülebilirlik ve çevre, enerji güvenliğinde genellikle birlikte değerlendirilen unsurlardır. Çevre faktörünün enerji güvenliği planlamalarında daha fazla yer almasıyla, küresel ısınmaya ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına yönelik çalışmalar yükselmiştir. İklim değişikliği sorununun üstesinden gelinmesi bakımından yenilenebilir enerji kaynakları son derece önemli görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları enerji verimliliğini artırabilmektedir ve CO2 salınımının azaltılmasına yönelik olumlu etkileri bulunan güvenilir, maliyeti etkin bir teknoloji olarak görülmektedir.⁴¹ Diğer taraftan en büyük çevresel riskin bulunduğu yenilenebilir enerji kaynaklarından baraj güvenliğinin önemli bir sorun teşkil ettiği hidrolik enerji santralleridir. Hidrojen patlayıcı özelliğe sahiptir. Bu nedenle, kaza riski taşımaktadır ve düşman saldırıları bakımından olası bir hedef niteliğine sahiptir. Çevrecilik ve yenilenebilir enerji özellikle 2000'lerde siyasi bir güç olarak da kendini kabul ettirmiştir. Özellikle, güneş enerjisinin olduğu gibi, geniş coğrafi alanları yayılma, temiz olma, kolayca taşınıp kurulabilme avantajlarıyla dikkat çekmektedir. Ancak depolama malzemeleri için uygun değildir. Diğer taraftan rüzgar enerjisi türbinlerin sesli çalışmalarıyla, yerleşim merkezlerinin yakın çevresinde ve hassas vahşi yaşam alanlarında uygun bulunmamaktadır. Son olarak jeotermal enerji, okyanus enerjisi ve su enerjisi ekolojik değişikliklere neden olabilmektedir, canlıların doğal yaşam alanlarını etkileyebilmektedir.

³⁹ Kamil Kaygusuz, Ömer Yüksek ve Ahmet Sari, "Renewable Energy Sources in the European Union: Markets and Capacity", Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, Cilt. 2, Sayı. 1, 2007, ss. 19-29.

⁴⁰ Johansson, a.g.m., s. 602.

⁴¹ Kaygusuz, Yüksek ve Sari, a.g.m., ss. 19-29.

3. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN GELECEĞİ VE ENERJİ GÜVENLİĞİ

Dünya nüfusu hızla artmaya devam etmektedir. 2000 yılında 6.1 milyar olan dünya nüfusu, Birleşmiş Milletler (BM) ortalama tahminlerine göre 2050 yılında 9.6 milyara ulaşacaktır.⁴² Bu denli bir artış beraberinde büyük sorunları olduğu kadar enerjiye olan dengesiz-aşırı talebi de getirecektir. Öyle ki British Petroleum (BP) Energy Outlook 2035 rakamlarına göre 2035 yılına kadar birincil enerji tüketimi de %37 oranında artacaktır.⁴³ Böylesi bir artış da şüphesiz ki daha çok enerji kaynağı tüketilmesini gerektirecektir. Nüfus artışı ve ülkelerin gelişme yönündeki amansız mücadeleleri dikkate alındığında, fosil yakıtların daha kaç yıl dünyaya yeteceği düşünülmesi gereken bir noktadır. Ayrıca petrol ve doğalgaz rezervlerindeki azalmanın ekonomi mantığı gereği fiyat yükselmelerine sebep olacağını da tahmin etmek güç değildir. Daha fazla enerji ihtiyacı ve azalan kaynaklar da, uluslararası alanda enerji çekişmeleri ve ülke içi sorunların yaşanmasını tetikleyecektir. Ayrıca fosil kaynak sahibi olmayan ülkelerin fosil yakıt ithalatına ayırdıkları bütçenin artması, gelecekte ülke ekonomilerini derinden etkileyen bir neden olacaktır. Bunun yanı sıra hâlihazırda fosil kaynak ihracatçısı olan ve ekonomileri büyük oradan bu gelire bağlı olan devletler için de kaynaklarının önce azalması sonrasında da tükenmesi büyük bir endişe kaynağıdır. Geleneksel bir enerji kaynağı olarak görülen nükleer enerji de, son olarak 2011 yılında Japonya yaşanan 9.0 şiddetindeki depreminden etkilenen Fukuşima Nükleer Santrali'ndeki elektrik kesilmeleri, su baskını, radyasyon sızıntısı, kısmi patlamalar ve erimelerle birlikte tekrardan tartışma gündemine oturtuldu. Doğal felaketler, savaş ve terörist saldırılar ya da teknik nedenlerle olabilecek herhangi bir nükleer patlamanın insan ve doğa hayatında yol açabileceği zarar; enerji üretiminde oldukça faydalı olan nükleerin esasında büyük bir tehlikeyi barındırdığını göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Bu nedenlerle de geleceğin enerji ihtiyacına cevap verebilmek ancak geleneksel enerji kaynakları dışında kalan kaynakların oyuna daha etkin biçimde girmeleri ve yeni kaynakların da bulunmasıyla mümkün olabilecektir. Çoğunlukla fosil yakıtlar ve nükleer enerji kapsamında ele alınan enerji güvenliği de şüphesiz ki yeni kaynaklar temelinde yeni bir tanımlamaya ihtiyaç duyacaktır.

Yenilenebilir enerjinin kısa vadede fosil yakıtların yerine geçmesini beklemek doğru olmayacaktır. 2035 yılına kadar fosil yakıtların birincil enerji tüketimindeki payının ancak %80'lere düşmesi yönündeki tahminler⁴⁴, önümüzdeki dönemde yine fosil yakıt merkezli enerji değerlendirmelerinin

⁴² United Nations, World Populations Prospects The 2012 Revisions: Highlights and Advances Tables, New York, 2013, s. 1.

⁴³ British Petroleum, BP Energy Outlook 2035, Şubat 2015, s. 11.

⁴⁴ British Petroleum, *a.g.r.*, s.15.

etkin olacağını göstermektedir. Geleneksel enerji kaynakları üzerinden dönen büyük bir ekonomi ve bu doğrultuda büyük kâr elde eden çıkar odakları bulunmaktadır. Geleneksel enerjinin araştırılması, çıkarılması, ulaştırılması, pazarlanması, uygun altyapı ve tesislerin yapılması gibi faaliyetlerden fayda sağlayan pek çok devlet ve de şirket bulunmaktadır. Fosil kaynakların ve nükleer enerjinin üzerinde oluşan sektörden sadece kaynak sahibi ülkeler değil teknoloji sahibi pek çok gelişmiş ülke de yararlanmaktadır. Devletlerin yanı sıra enerji sektöründe faal olan çok uluslu şirketin de enerji politikaları üzerinde ciddi bir söz hakkı vardır. Forbes 2015 En Büyük Şirketler listesinin ilk 50 basamağında 8 şirket fosil enerji sektöründedir.⁴⁵ Bu gerçekler ışığında yenilenebilir enerjinin, enerji üretimine hâkim olması ve fosil kaynakların popülerliğinin azalması sancısız bir süreç olmayacaktır. Ayrıca fosil ve nükleer enerjinin her aşaması için hâlihazırda geliştirilmiş teknoloji bulunmaktadır. Her ne kadar yenilenebilir kaynaklardan günümüzde pek çok ülke enerji üretse de, yenilenebilir teknolojinin alması gereken uzun bir yol bulunmakta ve bu doğrultuda büyük yatırımların yapılması gerekmektedir. Bu ve benzeri nedenler, fosil kaynakların ve nükleer enerjinin ilk tercih sebebi olma özelliğini devam ettirecektir. Fakat bu durumunun sürdürülebilir olmadığı gerçeği, önümüzdeki dönemde enerji üretiminde geleneksel kaynakların dışındaki arayışların daha kapsamlı olması gerektiğini ortaya koymaktadır ve yenilenebilir enerjinin de insan hayatında daha fazla yer alacağını ileri sürmek mümkündür. Böylece de geleceğin enerji politikalarının da bu duruma paralel şekilde oluşturulması gerekecektir. Enerji politikaları içerisinde önemli bir başlığı oluşturan enerji güvenliğinin de bu bağlamda geleneksel sınırlarından ötesinde yeni bir anlayışla ele alınması gerekmektedir.

Yenilenebilir enerjinin enerji üretiminde payının artmasının, enerji güvenliği açısından şüphesiz ki gelecekteki en önemli etkisi kaynaklara sahip olmak için uluslararası alanda verilen mücadelelerin, bölgesel gerilimlerin ve ülke içi güç savaşlarının azalacak olmasıdır. Ortadoğu gibi petrol ve doğalgaz bakımından oldukça zengin olan bölgeler, kaynaklara sahip olma ya da enerji projelerinde yer alma adına savaşlara kadar varan mücadelelere, büyük güçlerin dışarıdan müdahalelerine ve de pastadan pay almak isteyen uluslararası şirketlerin rekabetlerine sahne olmaktadır. Bu nedenle de yenilenebilir enerjinin daha öne çıkması hem bu olumsuz durumları azaltacak hem de enerji mücadelesinden zarar gören devlet ve şirketlerin önüne yeni bir seçenek çıkarabilecektir.

Yeni güvenlik anlayışı içerisinde ekonomi güvenliği önemli bir yer tutmaktadır. Ülkelerin ekonomilerinin güvenliği düşünülürken, ekonomi enerji ilişkisi hesaba katılması gereken bir unsurdur. Fosil enerji kaynakları;

⁴⁵ The World Biggest Public Companies: 2015 Rankings, 2015, <http://www.forbes.com/global2000/list/#tab:overall>, 15 Haziran 2015.

kaynak sahibi ülkeler için ekonomilerini güçlendiren bir kalemken, ithalatçı ülkeler için önemli bir gider durumundadır fakat yine de ekonomik gelişmenin devamı için bu kaynakların akışının sürekliliği önemlidir. Günümüzde enerji arzının sürekliliği hem tedarikçi hem de ithalatçı ülkeler tarafından enerji güvenliğinin vazgeçilmez bir başlığı olarak görülmektedir. Fakat yenilenebilir enerjinin enerji piyasalarına hâkim olduğu bir ortamda, enerji arzıyla ilgili sorunların da azalacağını öngörmek mümkündür. Mevcut durumda arz güvenliği ekonomik gelişmeleri için enerji kaynağı ithal eden ülkeler nezdinde daha önemliyken, bu ülkelerin fosil yakıtlara olan ihtiyacının gelecekte azalmasıyla birlikte enerji kaynaklarını iletebilmek ihracatçı ülkeler için daha önemli olacaktır.

Enerji güvenliği ile yenilenebilir enerji ilişkisi kapsamında tartışılması gereken diğer bir konu da çevre güvenliğinin nasıl etkileneceği üzerinedir. Fosil yakıtların çıkarılmasından tüketilmesine kadar her aşamasında çevreye verilen zararlar ve nükleer tesislerin gerçek ve potansiyel çevresel tehditleri oldukça önemli bir sorundur. Geleneksel enerjiye nispeten yenilenebilir enerjiyi çevre dostu olarak tanımlamak mümkündür. Rüzgar, güneş ve su gibi doğanın bir parçası olan kaynaklardan elde edilen enerjinin temiz enerji olarak geleneksel kaynakların önüne konulması, yenilenebilir enerjinin genel kabulünü daha da artıracaktır. Çernobil'de yaşanan gibi nükleer kazaların, 2010 Meksika Körfezi'nde meydana gelen petrol sızıntısı gibi olayların, kaya gazı aramalarındaki yer altı suların kirlenmesi ve doğalgaz boru hatlarının patlamasıyla oluşan hava kirlenmesi gibi durumların yaşanmadığı bir dünya şüphesiz ki daha temiz ve yaşanılabilir olacaktır. Bu nedenle de enerji güvenliği kapsamındaki çevre faktörü endişelerin toplandığı bir başlık olmaktan çıkacaktır. Fakat yine de yenilenebilir enerjinin çevresel konularda tamamen zararsız olduğunu iddia etmek de yanıltıcı olacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretilme aşamasında çevre açısından birtakım olumsuz sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, hidroelektrik santrallerinin yapılması sırasında nehirlerin yataklarına ve çevredeki ormanlara ciddi zararlar verilebilmektedir. Ya da İzlanda örneğinde görüldüğü üzere, jeotermal enerji üretilirken dikkatli olunmazsa yeraltı sularını tükenebilmektedir ya da yeterli filtreleme yapılmazsa zehirli gazlar atmosfere karışabilmektedir. Ayrıca da biokütle enerji kaynaklarının üretilebilmesi için yer açma girişimleri önemli bir sorunu teşkil etmektedir. Önemli bir biokütle kaynak olan şeker kamışının üretilmesi için Amazon ormanlarının kesilmesi üzerinde düşünülmesi gereken bir örnektir.⁴⁶ Bunların yanında rüzgar tribünlerinin de bölgede uçan kuşların ölümlerine sebep olduğu ve canlı yaşamına tehdit oluşturabileceği bilinmektedir. Daha fazla su gücünden yararlanılacak, daha fazla biokütle enerji kaynağına ihtiyaç

⁴⁶ Hal Marcovitz, a.g.e.,s. 31.

uyulacak ve daha fazla jeotermal kuyusu kazılacak gelecekte, enerji güvenliğinin çevresel boyutu daha kapsamlı düşünülmelidir.

Yenilenebilir enerjinin enerji üretimine hâkim olması, geleneksel enerji güvenliğinin en önemli riskleri olan market istikrarsızlığı, teknik sorunlar ve de terörist saldırılardan doğal afetlere kadar geniş yelpazede ele alınan fiziksel tehditler ⁴⁷ üzerinde kurulu olan yapısını derinden etkileyecektir. Fosil ve nükleer kaynakların yerini büyük oranda yenilenebilir enerjinin almasıyla birlikte enerjiyle ilgili risklerin, tehditlerin ve güvenlik sorunlarının büyük ölçüde azalacağını veya yeniden tanımlanacaklarını ileri sürmek mümkündür; fakat enerjiyle ilgili güvenlik sorunlarının bitmesini beklemek yanıltıcı olacaktır. Çünkü büyük miktarda kâr marjının döndüğü ve ülkelerin kalkınmasının bağlı olduğu enerji sektörü üzerindeki çekişmenin bitmeyeceği aşıkardır. Asıl olan soru ise yenilenebilir enerjinin, gelecekte yeni güvenlik riskleri doğurup doğurmayacağıdır. Ülkeler arasında yolculuk yapan nehirlerin, kıyıdaş devletlerin etrafını çevirdiği denizlerin ve okyanusların su gücünün kullanım hakları daha yüksek perdeden seslendirilmeye başlanabilecek; güneşlenme süresinin uzun olduğu ve rüzgarın istenilen güçte estiği bölgeler gözde yerler hâline gelebilecek ve hatta bu yerler üzerinde günümüzde petrol ve doğalgaz sahaları üzerindeki benzer şekilde çatışmalar yaşanabilecek, enerji şirketleri jeotermal enerjiye ulaşabilmek için çevresel endişeleri bir kenara bırakarak para temelli politikalarla dünyanın merkezine ulaşmaya çalışabilecekler, biokütle yakıtlar üretme uğrunda büyük bir yarış başlayabilecektir. Bu gibi ihtimaller ışığında, yenilenebilir enerjinin geleneksel enerji güvenliği sorunlarını azaltacağı fakat beraberinde yeni riskleri getirebileceği yönünde bir çıkarım yapmak mümkündür.

SONUÇ

Enerjiye olan ihtiyacın vazgeçilmez ve sürekli olması ilk akıllara gelen sorunun enerjinin hangi kaynaktan üretileceğiyle ilgilidir. Kömürden güneşe, odundan petrole kadar geniş bir yelpazede bulunan enerji kaynaklarına sahip olmak ya da onlara en makul yollardan ulaşabilmek tüm ülkeler için politikaların üst sıralarında yer almaktadır. Geleneksel enerji kaynakları olarak nitelenen fosil yakıtlar ve nükleer enerjinin beraberinde bir takım ekonomik, siyasî, askerî, çevresel ve toplumsal güvenlik sorunları barındırması yenilenebilir enerjiye yönelik yakın bir ilgiyi ortaya çıkarmıştır ve bu eğilimin gelecekte de artarak sürmesi oldukça doğaldır. Fakat yenilenebilir enerjinin yakın ya da orta vadede enerji üretiminin başat aktörü olabileceğini ve fosil yakıtların tahtını elden alabileceğini öne sürmek aşırı iyimserlik olacaktır. Yine de yenilenebilir enerjinin enerji üretimindeki payının giderek artması

⁴⁷ International Energy Agency, Contributions of Renewables to Energy Security, Nisan 2007, s. 13.

enerji sosyolojisinden enerji hukukuna, enerji ticaretinden enerji güvenliğine kadar enerjinin tüm alanlarını derinden etkileyecektir.

Makalede bahsedildiği üzere yenilenebilir enerjinin, enerji güvenliği üzerindeki etkisi dikkate değerdir. Günümüzün enerji güvenliği anlayışı temelde fosil kaynaklara ulaşma, bununla ilgili teknoloji geliştirme, herhangi bir nedenden kaynaklanacak teknik sorunlardan kaçınma, geleneksel enerji kaynaklarının çevre üzerindeki etkisi üzerine kuruludur. Fakat yenilenebilir enerjinin enerji üretimindeki payının artmasıyla birlikte geleneksel enerji güvenliği anlayışında önemli olarak görülen pek çok konu önemsizleşirken, göz ardı edilen ve bugün var olmayan bazı konular ajandaya girecektir. Şüphesiz ki fosil kaynaklar ve nükleer enerji üzerinden tanımlanan güvenlik sorunlarının, tehditlerinin ve risklerinin azalması uluslararası barışın sağlanması açısından oldukça önemlidir ve yenilenebilir enerjiye bu bağlamda ciddi bir önem atfedilmesi gerekmektedir. Fakat yenilenebilir enerjinin daha yaygın ve farklı şekillerde kullanılmasıyla ortaya çıkabilecek güvenlik sorunlarına yönelik şimdiden önlemlerin alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Apergis, N. ve Payne, J.,“Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from a Panel of OECD Countries”, *Energy Policy*, Cilt. 38, 2009,ss. 656-660.
- Augutis, J., Martišauskas, L. ve Krikštolaitis, R.,“Energy Mix Optimization From an Energy Security Perspective”, *Energy Conversion and Management*, Cilt. 90, 2015, ss. 300-314.
- Bradley, P. G., "Increasing Scarcity: The Case of Energy Resources", *The American Economic Review*, Cilt. 63, Sayı. 2, Mayıs 1973, ss.119-125.
- British Petroleum, *BP Energy Outlook 2035*, Şubat 2015.
- Cherp, A. ve Jewell, J.,“The Three Perspectives on Energy Security: Intellectual History, Disciplinary Roots and the Potential for Integration”, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Cilt. 3, 2011, ss. 1-11.
- Dedeoğlu, Ç., “NATO’s Energy Security Agenda and US Strategy”, *Enerji ve Diplomasi*, Cilt. 1, Sayı 1, 2015, ss. 80-97.
- Demirel, Y., *Energy: Production, Conversion, Storage, Conservation, And Coupling*, Springer, Berlin, 2012.
- Ediger, V.Ş., “Enerji Arz Güvenliği ve Ulusal Güvenlik Arasındaki İlişki” *SAREM Enerji Arz Güvenliği*, SAREM Yayınları, Ankara, 2007.

- Energy Charter Secretariat , “International Energy Security: Common Concept for Energy Producing, Consuming and Transit Countries”, http://www.encharter.org/fileadmin/user_upload/Publications/International_Energy_Security_2015_ENG.pdf, 20 Nisan 2015.
- Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2015: With Projections to 2040, U.S. Energy Information Administration, Nisan 2015.
- Forbes, The World Biggest Public Companies: 2015 Rankings, 2015, <http://www.forbes.com/global2000/list/#tab:overall>, 15 Haziran 2015.
- Hinrichs-Rahlwes, R., “Renewable Energy: Paving the Way Towards Sustainable Energy Security Lessons Learnt from Germany”, Renewable Energy, Cilt. 49, 2013, ss. 10-14.
- International Atomic Energy Agency, Nuclear Power Reactors In the World, Reference Data Series No. 2, Viyana, 2015.
- International Energy Agency, What is Energy Security?, <http://www.iea.org/topics/energysecurity/subtopics/whatisenergysecurity/>, 10 Nisan 2015.
- International Energy Agency, Renewable Energy, <http://www.iea.org/aboutus/faqs/renewableenergy/>, 10 Haziran 2015.
- International Energy Agency, World Energy Outlook 2013, IEA Publications, Paris, 2013.
- International Energy Agency, Contributions of Renewables to Energy Security, Nisan 2007.
- Johansson, B. “Security Aspects of Future Renewable Energy Systems:A Short Overview”, Energy, Cilt. 61, 2013, ss. 598-605.
- Kaygusuz, K., Yüksek, Ö. ve Sari, A., “Renewable Energy Sources in the European Union: Markets and Capacity”, Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, Cilt. 2, Sayı. 1, 2007, ss. 19-29.
- Luft, G. ve Korin, A “Energy Security: In the Eyes of the Beholder”, Gal Luft ve Anne Korin (der.) Energy Security Challenges for the 21st Century: A Reference Handbook, Santa Barbara Praeger Security International, Kaliforniya, 2009.
- Marcovitz, H., Can Renewable Energy Replace Fossil Fuels?, Reference Point Press, San Diego, 2011.
- Sadorsky, P., “Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies”, Energy Policy, Cilt 37, 2009, ss. 4021-4028.
- Uluslararası Strateji Araştırmaları Kurumu, Kritik Enerji Altyapısı Güvenliği Projesi Sonuç Raporu, No 3, Ankara, 2011.

- United Nations, World Populations Prospects The 2012 Revisions: Highlights and Advances Tables, New York, 2013.
- Yergin, D., The Quest: Energy, Security and the Remaking of the Modern World, The Penguin Press, New York, 2011.
- Valentine, S.V., "Emerging Symbiosis: Renewable Energy and Energy Security", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Cilt. 15, 2011, ss. 4572– 4578.
- van Santen, R. A., "Renewable Catalytic Technologies- a Perspective", Gabriele Centi ve Rutger A. van Santen (der.), Catalysis for Renewables: From Feedstock to Energy Production, Wiley-VCH, Weinheim, 2007.
- Winzer, C., "Conceptualizing energy security", Energy Policy, Cilt. 46, 2012, ss. 36-48.
- World Energy Council, "World Energy Trilemma", <https://www.worldenergy.org/work-programme/strategic-insight/assessment-of-energy-climate-change-policy/>, 20 Haziran 2015.
- World Energy Council, World Energy Resources: 2013 Survey, İngiltere, 2013.
- Yuan, J., Kang, J., Zhao, C. ve Hu, Z., "Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from China at both Aggregated and Disaggregated Levels", Energy Economics, Cilt. 30, 2008, ss. 3077–3094.

