



Article Info/Makale Bilgisi

✓Received/Geliş:21.06.2018 ✓Accepted/Kabul:03.01.2020

DOI:10.30794/pausbed.435451

Araştırma Makalesi/ Research Article

Birol, Y. E. (2020). "Doğal Gaz Arz Güvenliği Açısından Avrupa Birliği Ülkeleri Ve Türkiye Üzerine Karşılaştırmalı Bir Analiz" *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, sayı 38, Denizli, s. 231-247.

DOĞAL GAZ ARZ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİ VE TÜRKİYE ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR ANALİZ*

Yunus Emre BİROL**

Özet

Enerji arz güvenliği, enerji kaynakları açısından alıcı konumda olan ülkelerin enerji kaynakları açısından satıcı konumda olan ülkelere dış ticaret yoluyla güvenilir, kesintisiz ve güvenli bir şekilde enerji tedarik etmesidir. Bu çalışmada, enerji arz güvenliğinin ölçülmesi amacıyla literatürde kullanılan bir takım göstergeler yardımıyla 2015 yılı için AB ülkeleri ve Türkiye'nin doğal gaz arz güvenliğinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Doğal gaz ithalatında ülke çeşitliliği sağlama konusunda en başarılı ülkeler Almanya, Belçika, Fransa, Hollanda, İspanya ve İtalya'dır. Türkiye, AB ülkeleriyle karşılaştırıldığında doğal gaz arz güvenliği riskinin çok düşük olduğu ülkeler arasında yer almıştır. Doğal gaz ithalatını politik anlamda istikrarlı ülkelere sağlama konusunda en başarılı ülke Belçika'dır. AB ülkeleriyle karşılaştırıldığında Türkiye, doğal gaz arz güvenliği riskinin yüksek olduğu ülkeler arasında yer almıştır. Yurt içi üretime kıyasla ithal doğal gaza bağımlılık konusunda en başarılı ülke Hollanda olmuştur. Türkiye, AB ülkeleriyle karşılaştırıldığında doğal gaz arz güvenliği riskinin çok yüksek olduğu ülkeler arasında yer almıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Arz Güvenliği, Doğal Gaz Arz Güvenliği, Herfindahl-Hirschman Endeksi, Shannon Weiner Endeksi, Shannon Weiner-Neumann Endeksi.

A COMPARATIVE ANALYSIS ON THE EUROPEAN UNION MEMBER STATES AND TURKEY IN TERMS OF NATURAL GAS SUPPLY SECURITY

Abstract

Energy supply security means that the recipient countries in terms of energy resources supply reliable, uninterrupted and secure energy through foreign trade from the seller countries in terms of energy resources. In this study, with various indicators used in the literature to measure energy supply security, it is aimed to measure the natural gas supply security in the EU member states and Turkey for 2015. Belgium, France, Germany, Italy, the Netherlands and Spain are the most successful countries about country diversification in natural gas imports. Compared with EU member states, the risk of natural gas supply security of Turkey is very low. Belgium is the most successful country in terms of providing natural gas imports from stable countries in a political perspective. Compared with EU member states, Turkey is among the countries with a high risk of natural gas supply security. The Netherlands is the most successful country in terms of dependence of imported natural gas compared to domestic production. Compared with EU member states, the risk of natural gas supply security of Turkey is very high.

Keywords: Energy Supply Security, Natural Gas Supply Security, Herfindahl-Hirschman Index, Shannon Weiner Index, Shannon Weiner-Neumann Index.

* Bu çalışma, yazarın Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Ana Bilim Dalı'nda 21.07.2015 tarihinde kabul edilen "Avrupa Birliği Ülkelerinde ve Türkiye'de Enerji Ekonomisi: Karşılaştırmalı Bir Analiz" isimli doktora tezinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

** Dr. Öğr. Üyesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, SİVAS.
e-posta: yebirol@cumhuriyet.edu.tr (orcid.org/0000-0003-0557-3281)

1. GİRİŞ

Tarihsel süreçte ısınma, yemek pişirme ve kurutma gibi temel ancak ilkel olarak nitelendirilmesi mümkün olan bir takım ihtiyaçların karşılanmasında kullanılan enerji, günümüzde modern dünyanın çok çeşitli ve karmaşık ihtiyaçlar bütününe karşılayan önemli bir gereksinim haline dönüşmüştür. Enerji, Sanayi Devrimi ile başlayan süreçte ekonomik aktivitelerde ciddi bir dönüşüm yaşanmasıyla beraber küresel ekonomik sistemin en önemli girdisi haline gelmiştir. Küresel sistemin artan enerji ihtiyacının kesintisiz ve güvenli bir şekilde karşılanabilmesi için dünya üzerinde birçok noktada rezerv arama çalışmaları yürütülmüştür. Yeni rezervlerin keşfedilmesi ve enerji üretim faaliyetlerinin artmasıyla beraber, özellikle gelişmiş ülkelerin enerji gereksinimleri karşılanı hale gelmiştir. Ancak, ortaya çıkan bu durum çeşitli sorunları da beraberinde getirmiştir.

Her ne kadar ağırlıkları nispeten azalıyor olsa da yine de kısa vadede diğer enerji kaynaklarıyla tam olarak ikame edilmesi mümkün görünmeyen fosil kökenli enerji kaynakları (fosil yakıtlar), dünya enerji tüketiminde en büyük paya sahip olan enerji kaynakları olarak karşımıza çıkmaktadır. Fosil yakıtlar içerisinde en büyük paya sahip olan enerji kaynağı ise petroldür. Petrolün yanı sıra doğal gaz ve kömür de küresel sistemin enerji ihtiyacını karşılayan diğer fosil yakıtlardır. Sanayi Devrimi sonrasında dünyada, enerji rezervleri enerji gereksinimlerini karşılamayan gelişmiş ülkeler ve enerji rezervleri enerji gereksinimlerini aşan gelişmemiş ülkeler ortaya çıkmıştır. Fosil yakıtların dünya üzerinde dengeli dağılmamasından kaynaklanan bu durum enerji kaynaklarına yönelik küresel güç mücadelelerini gündeme getirmiştir. Bir yandan gelişmiş ülkeler diğer yandan küresel şirketler, kapitalist sistemin ihtiyaç duyduğu enerjinin kesintisiz ve uygun maliyetlerle tedarik edilebilmesi için zengin rezervlere sahip olan ülkeler üzerine aktif ve katı politikalar izlemeye başlamışlardır. Enerji kaynakları bakımından zengin rezervlere sahip olan ülkelerin bu potansiyellerine tezat bir şekilde gelişmemiş olmaları belki de maruz kaldıkları bu politikaların bir sonucu olarak yorumlanabilir.

Fosil yakıtlar, dünya enerji tüketimini karşılayan en önemli enerji kaynaklarıdır. Bununla beraber rezerv sorunu, çevre sorunu ve güvenlik sorunu olarak ifade edilebilen üç temel sorunu bünyelerinde barındırmaktadırlar. Yenilenemedikleri için bir gün tükenen fosil yakıtların olmaları, çevre kirliliğinin en önemli nedeni olmaları ve büyük oranda istikrarsız ülkelerin topraklarından çıkarılıyor olmaları fosil yakıtlara alternatif arayışlarını gündeme getirmiştir. Bu bağlamda fosil yakıtlara alternatif olabilecek enerji kaynaklarının rezerv sorununun olmaması yani yenilenebilir olması, çevre sorununun olmaması yani temiz olması ve güvenlik sorununun olmaması yani yerli olması büyük önem arz etmektedir. Gelişmiş ülkeleri fosil yakıtlara alternatif arayışına yönelten temel sebepler arasında rezerv ve çevre sorunu olmakla beraber güvenlik sorununun bu sorunlardan daha önemli bir faktör olarak algılandığını söylemek mümkündür. Enerji tedarikinde güvenlik sorunu arz ve talep açısından ele alınmaktadır. Net enerji ithalatçısı ülkeler için enerji arz güvenliği, net enerji ihracatçısı ülkeler için enerji talep güvenliği kavramları ön plana çıkmaktadır.

Enerji, birçok parçadan oluşan bir sistem olarak nitelendirilebilir. Bu sistem, ekonomik, politik ve teknolojik faktörlerin etkisi altındadır. Bu çalışmada enerji kavramı ekonomik ve politik yönü ile ele alınmakta ve enerji kaynaklarının kesintisiz, güvenli ve güvenilir bir şekilde tedarik edilmesi anlamına gelen enerji arz güvenliği üzerine karşılaştırmalı bir analiz yapılması amaçlanmaktadır. Çalışmanın kapsamını Avrupa Birliği (AB) üyesi ülkeler ve Türkiye oluşturmaktadır. Bu çalışmada ilk olarak enerji konusunda kavramsal çerçeve ortaya konulacak ardından enerji arz güvenliğine ilişkin literatürde yapılmış önceki çalışmalar özetlenecek ve son olarak farklı yöntemler kullanılarak enerji arz güvenliğine ilişkin karşılaştırmalı bir analiz yapılacaktır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Ekonomik faaliyetlerin temel girdisi olan enerji, küresel ekonomik sistemin en önemli unsuru olarak ifade edilebilir. Ateşin kullanılmaya başlamasıyla, ısınma ve yemek pişirme ihtiyaçlarını bu enerji kaynağıyla karşılayan insanlığı, günümüzde daha karmaşık ihtiyaçlar bütününe daha farklı enerji kaynaklarıyla karşılar hale gelmiştir. Bireysel düzeyde ulaşım, haberleşme, ısınma, beslenme gibi ihtiyaçların karşılanmasında kullanılan enerji, ülke ekonomilerinin kamu ve özel sektör düzeyinde üretim ve tüketim faaliyetlerinin karşılanmasında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

Enerji kavramı birçok bilim dalı tarafından çeşitli boyutlarıyla incelenmektedir. Kavramsal açıdan geniş ve önemli olması bu kavramın farklı yönleriyle ele alınmasına yol açmıştır. Bu çalışmada, enerji kaynaklarından doğal gaz kullanımının yol açtığı tedarik sorunlarının ekonomik ve politik sonuçlarının olacağı beklentisinden hareketle, bu enerji kaynağının ithalatının ülkelere yükleyeceği riskin analiz edilmesi planlanmaktadır. Çalışmanın bu kısmında enerji ile ilgili bir takım kavramların tanıtılması ve yapılacak analiz için kavramsal altyapının oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda enerji kaynakları, enerji politikası, enerji arz güvenliği, enerji verimliliği ve enerji çevre ilişkisi konuları ele alınacaktır.

2.1. Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları literatürde birincil-ikincil ve yenilenemez-yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere iki farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. Birincil enerji kaynakları herhangi bir işleme tabi tutulmadan doğrudan kullanılan enerji kaynaklarını, ikincil olanlar ise, birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesi sonucu elde edilen enerji kaynaklarını ifade etmektedir (Bahar, 2005: 36; Telatar, 1998: 150). Yenilenemez enerji kaynakları yeryüzünde kıt olan ve kendini yenilemeyen enerji kaynaklarını, yenilenebilir enerji kaynakları ise yeryüzünde bol bulunan ve tükenmesi mümkün olmayan enerji kaynaklarını ifade etmektedir. Yenilenemez enerji kaynakları stok, yenilenebilir enerji kaynakları ise akım enerji kaynakları olarak nitelendirilmektedir (Yücel, 1994: 6).

Uzun zamandır yerin altında bulunan büyük canlı organizmalarının meydana getirdiği oluşumlar olarak nitelendirilen fosillerin yanması sonucu ısı enerjisi ortaya çıkmaktadır (Karaağaçlı ve Erden, 2008: 126). Bu nedenle, bu enerjiyi ortaya çıkaran oluşumlara fosil enerji kaynakları veya fosil yakıtlar adı verilmektedir. Petrol, doğal gaz ve kömür gibi hidrokarbon içeren doğal enerji kaynakları, fosil enerji kaynaklarıdır (Çalışkan, 2009: 298). Fosil yakıtlardan petrol en çok ulaştırma sektöründe, doğal gaz en çok ısınma ve endüstriyel faaliyetlerde ve kömür büyük ölçüde elektrik üretiminde kullanılmaktadır (Deal, 2006: 13).

Fosil yakıtların küresel enerji tüketimi üzerindeki ağırlığı devam ettiği sürece, enerji kaynakları bakımından istikrarsız ülkelere olan ithalat bağımlılığının ve enerji kaynaklı sera gazı salınımının artarak devam edeceği ve bu bağlamda enerji güvenliği ve iklim değişikliği konularının dünya gündemindeki önemini koruyacağı tahmin edilmektedir (Umbach, 2010: 1234). Dünya enerji tüketim yapısına bakıldığında enerji gereksiniminin çoğunlukla fosil yakıtlardan karşılandığı ve enerji tüketim yapısı bu şekilde devam ettiği takdirde fosil enerji rezervlerinin tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olduğu görülmektedir (Park vd., 2014: 106).

Fosil enerji kaynaklarının hızla tükenmesi ve bu yakıtların çevresel sorunlara yol açması, yenilenebilir enerji kaynaklarını gündeme getirmiştir. Çevreyi kirletmeyen ve fosil yakıtlar gibi tüketildikçe azalmayan hidrolik, jeotermal, güneş, rüzgâr, biyokütle, gelgit ve dalga enerjisi gibi enerji çeşitleri, yenilenebilir enerji kaynakları olarak kabul edilmektedir (Çalışkan, 2009: 298). Güneş, rüzgâr, hidrolik, dalga ve biyokütle enerjisinin temelinde güneş, jeotermal enerjinin temelinde yer ısı ve gelgit enerjisinin temelinde ay ve güneşin dünya üzerindeki çekim gücü bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları çevre dostu ve bol olmaları nedeniyle dünya çapında artan enerji talebini karşılama konusunda umut verici olarak dikkat çekmektedirler (Park vd., 2014: 106). Ancak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı zamanla artsa da, fosil enerji kaynaklarının yerini alması günümüz şartlarında mümkün görünmemektedir.

Nükleer enerji, uranyum gibi bir atoma ait çekirdeğin bir nötronu tuttuktan sonra füzyona uğraması, yani çeşitli parçalara ayrılması sonucu elde edilen bir enerji türüdür (Yücel, 1994: 263). 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizleri ile enerji konusunda sıkıntılar yaşayan gelişmiş ülkelerin nükleer enerjiye yönelmeleri bu enerji türünün popülerliğini arttırmıştır (Çalışkan, 2009: 307). Nükleer enerji; ekonomik performansı, çevreyi kirletme potansiyeli, radyoaktif atık depolama sorunları, kazalara karşı güvenliğinin sağlanamaması ve nükleer silah üretimi açısından bir basamak olması gibi kaygılar nedeniyle eleştirilmektedir (Köksal ve Civan, 2010: 119; Saygın vd., 2006: 10).

Hidrojen, evrenin en basit ve en fazla bulunan elementi olup renksiz, kokusuz, hafif ve zehirsiz bir gazdır. Hidrojen, bilinen tüm enerji kaynakları içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji potansiyeline sahip olan enerji kaynağıdır. 1 kilogram hidrojenin sahip olduğu enerji, 2,1 kilogram doğal gazın veya 2,8 kilogram petrolün sahip olduğu enerjiye eşittir (Ertürk vd., 2006: 339-340). Bol ve değerli bir enerji kaynağı olan hidrojen doğada serbest halde değil bileşik halde bulunmaktadır. Hidrojen en çok su içerisinde bulunmakta, su ise hidrojen ve oksijenden

meydana gelmektedir. Dolayısıyla, suyun elektrik veya yüksek sıcaklık yardımıyla ayrıştırılması sonucunda ortaya hidrojen ve oksijen çıkmaktadır (Atagündüz, 1992: 5). Bu nedenle hidrojen enerjisi elde edilirken geriye sadece saf su ve/veya su buharı kalmakta ve atmosfere zararlı bir gaz salınımı söz konusu olmamaktadır (Bayraç, 2010: 251).

Birincil enerji kaynakları vasıtasıyla üretilen ikincil enerji kaynakları arasında şüphesiz en önemlisi elektrik enerjisidir. Elektrik enerjisinin fosil, nükleer ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üretilmesi mümkündür. Fosil yakıtlar kullanılarak elektrik üretimi termik santraller vasıtasıyla yapılmaktadır. Termik santrallerde elektrik enerjisi çeşitli fosil yakıtlarının yakılması sonucunda ısıtılan suyun yüksek basınçlı buhar haline dönüştürülmesi ve oluşan buhar vasıtasıyla jeneratörlerin çok hızlı bir şekilde döndürülmesi suretiyle üretilmektedir (Goncaloğlu vd., 2000: 10). Nükleer santrallerde elektrik üretimi de termik santrallerdeki üretime benzer şekilde buhar gücü kullanılarak yapılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr, hidrolik, dalga ve gelgit enerjilerinde mekanik enerji, güneş enerjisinde fotovoltaiik enerji, jeotermal ve biyokütle enerjilerinde ise buhar gücü vasıtasıyla elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir.

2.2. Enerji Politikası

Enerji, yapısı itibarıyla birçok bilim dalı ile ilişki içerisindedir. Çok yönlü bir kavram olan enerjinin; üretim, tüketim ve ticaret süreçlerinin belirli bedeller üzerinde yapılıyor olması, enerjinin iktisat biliminin ilgi alanına girmesine yol açmıştır. Enerji, ekonomik bir değer olmasının yanı sıra sahip olduğu kritik önem nedeniyle ulusal ve uluslararası politik tartışmalara konu olmaktadır. Çünkü enerji, ekonomiden dış politikaya, siyasetten milli güvenliğe kadar birçok unsur tarafından belirlenmekte ve aynı zamanda bu unsurlar üzerinde belirleyici olmaktadır. Bu bağlamda, enerjinin ekonomi-politik bir kavram olarak değerlendirilmesiyle, enerji ekonomisi kavramının yanı sıra enerji politikası kavramı da gündeme gelmiştir (Birol, 2019: 42).

Enerji politikası dar bir tanımla enerjiye dönük kararların alınması ve bu kararların uygulanması şeklinde ifade edilebilirken, geniş bir tanımla, üretim ve tüketim anlamında enerjinin mevcut yapısının ortaya konulması, enerji açığının karşılanması, enerji fazlasının değerlendirilmesi ve enerji kaynaklarının verimli kullanılması süreçlerine yönelik kararları ve bu kararlara yönelik uygulamaları içeren politikalar bütünü olarak ifade edilebilir (Kaya, 2012: 270).

2.3. Enerji Arz Güvenliği

Enerji arz güvenliği, enerji tüketimi enerji rezervlerini aşan ülkelerin enerji rezervleri enerji tüketiminden fazla olan ülkelere dış ticaret yoluyla güvenilir, kesintisiz ve güvenli bir şekilde enerji tedarik etmesidir. Burada üç unsur karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; tedarik edilen kaynak ülkenin güvenilirliği, enerji kaynağının kesintisiz bir şekilde üretimi ve enerjinin satıcı ülkeden alıcı ülkeye güvenli bir şekilde taşınmasıdır.

Enerjide dışa bağımlılık, enerji arz güvenliğinin en önemli belirleyicisidir. Enerjide dışa bağımlılık, ekonomiye yük getirmesinin yanı sıra siyasi açıdan ülkelerin hareket kabiliyetini sınırlandıran bir unsur olarak ön plana çıkmaktadır. Enerji anlamında tüketici ülkelerin politik olarak istikrarsız ve az sayıda ülkeye bağımlı olmaları, bu ülkelerin enerji arz güvenliği tehdit eden bir durumdur (Umbach, 2010: 1231).

Enerji arz güvenliğinin sağlanması için önemli bir uygulama olan enerji çeşitlendirmesi; kaynak, tedarikçi ve güzergâh bazında yapılabilir (Bireselioğlu, 2012: 245). Bir ülkenin enerji tüketiminde kaynak, enerji ithalatında ise ülke ve güzergâh çeşitliliğini sağlaması, enerji kaynakları bakımından dışa bağımlılığın yol açtığı stratejik risklerin minimize edilmesi anlamında büyük önem taşımaktadır. Ayrıca enerji tasarrufu ve verimliliği politikalarının yanı sıra yenilenebilir enerji ve nükleer enerji gibi alternatif enerji kaynaklarının kullanımı ile yüksek enerji tüketiminin arz güvenliği üzerinde oluşturduğu baskı hafifletilebilir (Birol, 2019: 46).

2.4. Enerji Verimliliği

Enerji verimliliğinin genel anlamda enerji kaynağının üretim aşamasından tüketim aşamasına kadar olan süreçlerdeki mevcut enerji arzı ve talebinin iyileştirilmesine yönelik çabaların tümünü kapsadığı ifade edilebilir. Daha özel bir bakış açısıyla enerji verimliliği, kayıpların azaltılmasına ve atıkların değerlendirilmesine olanak

sağlayan teknolojik gelişmeler neticesinde enerji üretiminin düşürülmeden tüketiminin azaltılması şeklinde tanımlanabilir (Saatçioğlu ve Küçükaksoy, 2004: 28).

Enerji talebi, enerji verimliliğinin gelişmesine bağlı olarak azaltılabilir. Enerji verimliliği ise enerji tüketimini azaltan teknolojik gelişmeler ile artırılabilir. Dolayısıyla enerji verimliliği ile aynı miktarda mal veya hizmet üretmek ve tüketmek için daha az enerji talep edilmekte, böylece kıt olan enerji kaynaklarının daha etkin kullanımı söz konusu olmaktadır (Bertoldi vd., 2013: 526). Bu politikalar, enerji talebini karşılamak için yeni kaynaklar bulup yeni yatırımlar yapmaktan çok daha ucuz aynı zamanda çevreci bir çözüm olarak enerjide dışa bağımlılığın yol açtığı ekonomik ve politik risklerin ve enerji faaliyetlerinin çevre üzerine oluşturduğu olumsuz etkilerin azaltılmasına veya ortadan kaldırılmasına katkı sağlayabilir (Çalışkan, 2009: 308).

2.5. Enerji Çevre İlişkisi

Atmosfere yayılan karbondioksit (CO₂) gazının yaklaşık %80'i enerji üretimi, iletimi ve tüketimi faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 261). Enerji kaynaklı bilinen en yaygın kirlenme türü, fosil enerji kaynaklarının kullanımından kaynaklanmaktadır. Fosil yakıtlar çevre dostu olmadıkları için küresel ısınma, ozon tabakasının delinmesi ve iklim değişikliği gibi ciddi sorunlara yol açmaktadırlar (Park vd., 2014: 106).

Çevre sorunlarının kümülatif bir yapıya sahip olması, bu sorunların göz ardı edilmesi halinde çözüm maliyetlerinin zamanla artması anlamına gelmektedir (Başol ve Gökalp, 1991: 48). Tükenecek olan fosil yakıtların başka enerji kaynakları ile ikame edilmesi mümkün iken, atmosferdeki sorunların telafi edilmesi mümkün olmayabilir. Günümüzde ülkeler, fosil yakıtların yol açtığı çevre sorunlarını azaltılması ve ortadan kaldırılması için yenilenebilir ve alternatif enerji kaynaklarına yönelmektedirler. Fosil yakıtlara göre daha temiz ve çevreci olan bu enerji kaynaklarının kullanımının artırılması için teşvik ve vergi indirim uygulamaları yaygınlaşmaktadır (Yaşar ve Eren, 2008: 85).

3. LİTERATÜR

Enerji arz güvenliği, bir kavram olarak yıllardan beri tartışılmakla beraber, bu kavramın ölçülmesine yönelik çalışmaların 2000'li yılların başından itibaren yoğunlaştığı görülmektedir. Konunun hassas ve birçok alanla ilintili olması enerji arz güvenliği konusunda genel kabul gören bir göstergenin oluşturulmasını güçleştirmektedir. Çalışmanın bu kısmında literatürde yapılmış olan bazı çalışmaların kullanılan veri ve yöntem açısından özetlenmesi amaçlanmaktadır. Aşağıda bu konuda yapılan çalışmaların öne çıkanları yer almaktadır.

Kendell (1998), enerji arz güvenliğinin petrol bağlamında ölçülmesi amacıyla bağımlılık ve kırılganlık ölçütleri belirlemiştir. Bağımlılık ve kırılganlık ölçütlerini fiziksel ve ekonomik boyut olmak üzere iki kısımda ele almıştır. Bağımlılığın fiziksel boyutu ürün arzında brüt petrol ithalatının payını; kırılganlığın fiziksel boyutu dünya petrol üretimi ve ithalatında köfez ülkelerinin payını, petrol stoklarının günlük arz durumunu, petrol dalgalanma (aşırı üretim) kapasitesi, ulaştırma sektöründe petrol kullanımını ve kişi başına petrol tüketimini; bağımlılığın ekonomik boyutu petrol ithalatının değerini ve petrol ithalat değerinin toplam ithalata yapılan harcamalar içerisindeki payını, kırılganlığın ekonomik boyutu GSYİH'nın dolar başına petrol tüketimini (petrol yoğunluğu) ve GSYİH'nın dolar başına petrol harcamalarını ifade etmektedir. Çalışmada, ABD'nin 1970/1975 yılından 2020 (projeksiyon) yılına kadar olan verileri ile yukarıda belirtilen göstergeler kullanılarak analiz yapılmış ve ABD'nin petrol arz güvenliği hakkında genel bir çerçeve ortaya konulmuştur.

von Hirschhausen ve Neumann (2003), enerji arz güvenliğinin doğal gaz sektörü özelinde ölçülmesine yönelik olarak yaptıkları çalışmalarında Shannon-Weiner Endeksi'nin modifikasyonu ile iki tür gösterge ortaya koymuşlardır. Shannon-Weiner-Neumann Endeksi adını verdikleri göstergelerden biri klasik Shannon-Weiner Endeksi'ne politik istikrarın, diğeri ise yerli üretimin katsayı olarak eklenmesiyle oluşturulmuştur. Çalışmada, ilk endeks ve ilk endeksin düzenlenmiş iki yeni formu ile ABD, Almanya, Belçika, Fransa, Hollanda, İngiltere, İspanya, İtalya, Japonya ve Türkiye'nin enerji arz güvenliği doğal gaz bağlamında endeks ve ülke bazında karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ayrıca AB'nin enerji arz güvenliği, boru hatları vasıtasıyla ve/veya LNG olarak doğal gaz ithalatı dikkate alınarak arz ve talep yönleriyle kapsamlı biçimde analiz edilmiştir.

Blyth ve Lefevre (2004), Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) bünyesinde yapılan enerji güvenliği ve iklim değişikliğinin etkileşimini konu alan çalışmalarında enerji güvenliğinin ölçülmesine yönelik olarak jeopolitik enerji güvenliği isimli bir gösterge belirlemişlerdir. Jeopolitik enerji güvenliği, enerji kaynağı açısından (petrol, doğal gaz ve kömür) tedarikçilerin yoğunluğu (Herfindahl-Hirschman Endeksi), politik istikrar (risk) düzeyi ve piyasa likiditesi verilerinin birbirleriyle çarpımı ile hesaplanan jeopolitik piyasa yoğunluklarının her bir enerji kaynağının toplam içerisindeki payları ile ağırlıklandırılması ve ulaşılan bu değerlerin toplanmasıyla elde edilmiştir. Çalışmada, isim belirtilmeyen dört ülkenin 2001 verileri ile 2010, 2020 ve 2030 senaryo verileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Jansen, vd. (2004), uzun dönem enerji arz güvenliği ölçütleri oluşturmayı amaçlayan çalışmalarında, Shannon-Weiner Endeksi temeline dayanan dört farklı gösterge ortaya koymuşlardır. Bu göstergeler sırasıyla enerji tedarikinde kaynakların çeşitlendirilmesi, ithal edilen enerji kaynakları açısından ithalatın çeşitlendirilmesi, enerji kaynağına sahip bölgelerdeki uzun vadeli politik istikrar ve enerji kaynağına sahip bölgelerdeki rezervlerin tükenmesidir. Bu dört gösterge, klasik Shannon-Weiner Endeksi formülüne dört farklı amaç doğrultusunda hesaplanan katsayıların eklenmesi suretiyle oluşturulmuştur. Çalışmada 1995 yılı baz alınmış ve küresel ekonomi, transatlantik piyasalar, güçlü Avrupa ve bölgesel topluluklar adı altında dört farklı senaryo uygulanarak OECD'nin Avrupa ülkelerinin enerji arz güvenliğine ilişkin 2030 yılı tahminlerine yer verilmiştir.

Asya Pasifik Enerji Araştırma Merkezi (APERC) tarafından (2007), Asya-Pasifik Ekonomik İşbirliği Forumu (APEC) üyesi ülkelerin enerji güvenliklerinin değerlendirildiği çalışmada ilk olarak, enerji güvenliği konseptinin 4A'sı olarak ifade edilen enerji kaynaklarının kullanılabilirliği (availability), mevcut engellere karşın erişilebilirliği (accessibility), çevresel açıdan kabul edilebilirliği (acceptability) ve yatırım maliyetinin karşılanabilirliği (affordability) konularında söz konusu ülkelerin mevcut durumları incelenmiştir. Ardından enerji talebinin çeşitlendirilmesi, (birincil enerji kaynaklarının tüketim yoğunluğu ile ağırlıklandırılmış) net enerji ithalat bağımlılığı, karbonsuz yakıt portföyü, (birincil enerji kaynağı olarak petrolün tüketim yoğunluğu ile ağırlıklandırılmış) net petrol ithalat bağımlılığı ve Orta Doğu petrolüne ithalat bağımlılığı olmak üzere beş gösterge ile APEC üyesi ülkelerin enerji güvenliği açısından durumları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Son olarak petrol arz riski ve petrol arz dengesi olmak üzere iki başlık halinde sınıflandırılan göstergeler yardımıyla petrol bağımlılığı en yüksek olan seçilmiş APEC üyesi ülkelerin petrol arz güvenliği konusundaki durumları değerlendirilmiştir. Burada kullanılan petrol arz riski göstergeleri kişi başına petrol tüketimi, petrol talep esnekliği, petrol ithalatının ekonomik riski, politik istikrar riski ve rafineri altyapı kapasitesi; petrol arz dengesi göstergeleri yurt içi kaynak kapasitesi, enerji yoğun olmayan sanayi yapısı ve acil durum petrol stoklarıdır.

Costantini, vd. (2007), petrol ve doğal gaz için bağımlılık ve kırılganlık açısından enerji arz güvenliğinin ölçülmesi amacıyla yönelik, fiziksel ve ekonomik boyutları olan çeşitli göstergeler üzerine çalışmışlardır. Bağımlılığın fiziksel boyutunun tespiti için net petrol ve doğal gaz ithalatının toplam birincil enerji arzı içindeki payı ve Avrupa petrol ve doğal gaz ithalatının dünya petrol ve doğal gaz ithalatı içindeki payı; kırılganlığın fiziksel boyutunun tespiti için ticaret ve üretimde ağırlıklaşma dereceleri, Shannon-Weiner (Çeşitlilik) Endeksi, taşımacılıkta kullanılan petrolün payı, doğal gazdan üretilen elektriğin payı ve kişi başına petrol ve doğal gaz kullanımı; bağımlılığın ekonomik boyutunun tespiti için petrol ve doğal gaz ithalatının değeri ve kırılganlığın ekonomik boyutunun tespiti için GSYİH'nin dolar başına petrol ve doğal gaz tüketimi göstergeleri belirlenmiştir. Çalışmada, petrol ve doğal gaz için 2008-2025 (senaryo) ve 2030 (senaryo) yılları verileri kullanılarak OECD'nin Avrupa ülkelerinin enerji arz güvenliği bakımından durumları analiz edilmiştir.

Scheepers, vd. (2007), AB için enerji arz güvenliği standartlarını belirlemeyi ve bu doğrultuda enerji arz güvenliğini ölçmeyi amaçlayan çalışmalarında iki farklı gösterge ortaya koymuşlardır. Bu göstergeler, Arz/Talep Endeksi (Supply/Demand Index, S/D Index) ve Kriz Kapasite Endeksi (Crisis Capability Index, CC Index) olarak belirlenmiştir. Orta ve uzun dönem için enerji arz güvenliğini değerlendirmek için oluşturulan Arz/Talep Endeksi, nihai enerji talebini (sanayi, konut, üçüncül, ulaşım), enerji dönüşümü ve ulaşımını (elektrik, doğal gaz, ısı, ulaşım yakıtları) ve birincil enerji kaynaklarının arzını (petrol, doğal gaz, kömür, nükleer, yenilenebilir, diğer) dikkate almaktadır. Kısa vadeli ve aniden çıkan durumlar karşısında enerji arz güvenliğini değerlendirmek için oluşturulan Kriz Kapasite Endeksi, beklenmedik arz kesintileri ve bu kesintilerin potansiyel etkileriyle (Risk Assessment, RA) bu etkileri yönetme ve hafifletme kabiliyetini (Mitigation Assessment, MA) dikkate almaktadır. Çalışmada, 2005 ve

2020 (senaryo) yılları verileri kullanılarak 27 AB ülkesinin karşılaştırması yapılmıştır. Ayrıca Arz/Talep Endeksi'nin 2/3'ü, Kriz Kapasite Endeksi'nin 1/3'ü alınarak genel bir enerji arz güvenliği endeksi önerilmiştir.

Gnansounou (2008), sanayileşmiş 37 ülke üzerine 2003 yılı verileri ile yaptığı çalışmada çeşitli değişkenler kullanarak bir enerji kırılganlık endeksi (energy vulnerability index) oluşturmuş ve söz konusu ülkeleri karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmada kullanılmak üzere GSYİH'nin enerji yoğunluğu (toplam birincil enerji arzının GSYİH'ya oranı), petrol ithalat bağımlılığı (net petrol ithalatının toplam birincil enerji arzına oranı), doğal gaz ithalat bağımlılığı (net doğal gaz ithalatının toplam birincil enerji arzına oranı), birincil enerji arzının CO₂ içeriği (CO₂ emisyon miktarının GSYİH'ya oranı), net elektrik ithalatı ve elektrik üretiminde farklı kaynakların payları ile hesaplanmış elektrik arz kırılganlığı ve ulaşımda kullanılan yakıtların türleri ve bunların piyasa payları ile hesaplanmış ulaşım yakıtlarının çeşitsizliği göstergeleri belirlenmiştir. Bu göstergelerin bir kısmının yüksek bir kısmının ise düşük değerler alması yüksek riski ifade ettiğinden, göstergeler arasındaki uyumsuzluğun giderilmesi ve söz konusu göstergelerin en düşük riskli ülke '0' ve en yüksek riskli ülke '1' değerini alacak şekilde konumlandırılması için minimum ve maksimum değerler dikkate alınarak endeks değerleri oluşturulmuş ve endeks değerlerinin korelasyon ilişkileri incelenmiştir. Ardından her bir ülke için hesaplanan endeks değerlerinin kareli ortalaması alınarak genel bir enerji kırılganlığı endeksi önerilmiştir. Son aşamada 37 ülkenin hesaplanan enerji kırılganlık endeksleri tek değişkenli kümeleme analizi yardımıyla düşük kırılgan, orta kırılgan ve yüksek kırılgan olmak üzere üç farklı risk grubunda sınıflandırılmıştır. Ayrıca analiz edilen her ülkenin enerji kırılganlık endeksi içerisinde yukarıda ifade edilen beş göstergenin ağırlıkları hesaplanarak ülkelerin enerji kırılganlıkları üzerinde hangi göstergelerin belirleyici olduğu ortaya konulmuştur.

Gupta (2008), net petrol ithalatçısı olan 26 ülke üzerine 2004 yılı verileri ile yaptığı çalışmada çeşitli değişkenler kullanarak bir petrol kırılganlık endeksi (oil vulnerability index) oluşturmuş ve söz konusu ülkeleri karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmada kullandığı göstergeler arz riski ve piyasa riski olmak üzere iki başlık halinde sınıflandırmıştır. Arz riski göstergeleri, yurt içi petrol rezervlerinin toplam yurt içi petrol tüketimine oranı, jeopolitik petrol piyasası yoğunlaşma riski (politik risk verileri ile modifiye edilmiş Herfindahl-Hirschman Endeksi) ve piyasa likiditesi (dünya petrol ithalatının belirli bir ülkenin net petrol ithalatına oranı); piyasa riski göstergeleri, kişi başına GSYİH (GSYİH'nin nüfusa oranı), petrol yoğunluğu (petrol tüketiminin GSYİH'ya oranı), milli gelir içerisinde petrolün maliyeti (net petrol ithalatının GSYİH'ya oranı) ve petrolün payı (petrol tüketiminin toplam birincil enerji tüketimine oranı) olarak belirlenmiştir. Bu göstergelerin bir kısmının yüksek bir kısmının ise düşük değerler alması yüksek riski ifade ettiğinden, göstergeler arasındaki uyumsuzluğu gidermek ve göstergeleri en düşük riskli ülke '0' ve en yüksek riskli ülke '1' değerini alacak şekilde konumlandırmak için minimum ve maksimum değerler dikkate alınarak endeks değerleri oluşturulmuştur. Hesaplanan endeks değerlerinin öncelikle korelasyon ilişkileri incelenmiş ardından vektörleri ile ilişkilendirilmek suretiyle ağırlıklı ortalamaları alınarak genel bir petrol kırılganlık endeksi önerilmiştir. Son aşamada 26 ülkenin hesaplanan petrol kırılganlık endeksleri tek değişkenli kümeleme analizi yardımıyla en az kırılgan, az kırılgan, fazla kırılgan ve en fazla kırılgan olmak üzere dört farklı risk grubunda sınıflandırılmıştır. Ayrıca yukarıda ifade edilen yedi göstergenin analize konu olan her ülkenin petrol kırılganlık endeksi içerisindeki ağırlıkları hesaplanarak ülkelerin petrol kırılganlıkları üzerinde hangi göstergelerin belirleyici olduğu ortaya konulmuştur.

Kruyt, vd. (2009), enerji güvenliği kavramının önemine rağmen enerji arz güvenliğinin ölçülmesinde kullanılan genel kabul görmüş bir ölçüt bulunmadığından hareketle literatürde uzun dönem enerji arz güvenliğinin ölçülmesi noktasında öne çıkan göstergeleri basit ve toplu göstergeler olmak üzere iki başlık halinde incelemişlerdir. Basit göstergeler, kaynak tahminleri, rezervlerin üretime oranları, çeşitlilik göstergeleri, ithalat bağımlılığı, politik istikrar, enerji fiyatları, ortalama varyans portföy teorisi, sıfır karbon yakıtların payları, piyasa likiditesi ve talep yanlı göstergeler; basit göstergeler yardımıyla elde edilen toplu göstergeler ise Shannon tabanlı endeksler¹, IEA'nın enerji güvenliği endeksi², Arz/Talep (S/D) Endeksi³, ödeme istekliliği ve petrol kırılganlık endeksidir⁴. İncelenen göstergeler, enerjinin kullanılabilir olması (jeolojik), erişilebilir olması (jeopolitik), karşılanabilir olması (ekonomik) ve kabul edilebilir olması (çevresel ve sosyal) boyutlarıyla ele alınmış⁵ ve söz konusu göstergeler ifade

1 Bkz. Jansen vd. (2004).

2 Bkz. Blyth ve Lefevre (2004).

3 Bkz. Scheepers vd. (2007).

4 Bkz. Gupta (2008).

5 Bkz. APERC (2007).

edilen bu dört boyut içerisinde sınıflandırılmıştır. Çalışmada, yukarıda ifade edilen basit ve toplu göstergelerden bazıları seçilmiş ve Batı Avrupa ülkeleri üzerine 2050 yılına kadar olan iki farklı senaryo (orta düzey varsayımlar ve sıkı iklim değişikliği politikası) verileri kullanılarak kapsamlı bir analiz yapılmıştır.

Le Coq ve Paltseva (2009), 24 AB üyesi ülkenin enerji politikalarına etki eden belirli risk unsurlarını dikkate alarak, söz konusu ülkeleri kısa dönem enerji arz güvenliği açısından karşılaştırmalı olarak incelemeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda Riskli Dış Enerji Arzı (REES) ve AB'nin Maruz Kaldığı Riske Olan Katkısı (CERE) olmak üzere iki endeks oluşturulmuş ve bu endeks formülü petrol, doğal gaz ve kömür için ayrı ayrı uygulanmıştır. Riskli Dış Enerji Arzı, bir enerji kaynağı için ithalat ülke çeşitliliği (toplam net ithalat içerisinde ülkelerin payları), ithalat yapılan ülkelerdeki politik risk⁶, ithal edilen enerji kaynağının taşıma riski (ithalat yapılan ülkeler ile aradaki mesafe) ve olası enerji kesintilerinin ülke ekonomisine etkileri (bir enerji kaynağının tüketiminde o enerji kaynağının tüketiminin ve net ithalatının payları) gibi unsurları içermektedir. AB'nin Maruz Kaldığı Riske Olan Katkısı ise Riskli Dış Enerji Arzı formülü ile petrol, doğal gaz ve kömür için hesaplanan toplam endeks değerleri içerisinde her bir ülkenin paylarını ifade etmektedir. Buradan hareketle iki endeksin sonuç itibarıyla birbirini tamamladığı söylenebilir. Çalışmada, enerji arz güvenliğine ilişkin elde edilen bulgular AB enerji politikası açısından tartışılmıştır.

Cabalu (2010), net doğal gaz ithalatçısı olan 7 Asya ülkesi (Çin, Güney Kore, Hindistan, Japonya, Singapur, Tayland ve Tayvan) üzerine 2006 ve 2008 yılı verileri ile yaptığı çalışmada çeşitli değişkenler kullanarak bir doğal gaz arz güvenliği endeksi (gas supply security index) oluşturmuş ve söz konusu ülkelerin doğal gaz kırılganlığını karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmada kullanılmak üzere doğal gaz yoğunluğu (doğal gaz tüketiminin GSYİH'ya oranı), net doğal gaz ithalat bağımlılığı (net doğal gaz ithalatının toplam birincil enerji tüketimine oranı), yurt içi doğal gaz üretiminin yurt içi toplam doğal gaz tüketimine oranı ve jeopolitik risk (Shannon-Weiner-Neumann) olmak üzere dört farklı gösterge belirlenmiştir. Bu göstergelerin bir kısmının yüksek bir kısmının ise düşük değerler alması yüksek riski ifade ettiğinden, göstergeler arasındaki uyumsuzluğun giderilmesi ve söz konusu göstergelerin en düşük riskli ülke '0' ve en yüksek riskli ülke '1' değerini alacak şekilde konumlandırılması için minimum ve maksimum değerler dikkate alınarak endeks değerleri düzenlenmiştir. Ardından, her bir ülke için hesaplanan endeks değerlerinin kareli ortalamaları alınarak genel bir doğal gaz arz güvenliği endeksi önerilmiştir.

Jewell (2011), Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) bünyesinde yapılan çalışmada enerji güvenliği açısından IEA ülkelerinin karşılaştırılması amacıyla kısa dönem enerji güvenliği modeli oluşturmuştur. Oluşturulan model, ithal enerjiye dayalı dış faktörleri ve ulusal sınırlar içerisinde enerji üretimi, dönüşümü ve dağıtımını ile ilgili iç faktörleri ve bu faktörlerin risk ve elastikiyet unsurlarını içermektedir. Buradan hareketle söz konusu modelin ham petrol, petrol ürünleri, doğal gaz, kömür, biyokütle ve atık, biyoyakıtlar, hidrolik enerji ve nükleer enerji açısından iç risk, iç elastikiyet, dış risk ve dış elastikiyet olmak üzere dört temel faktör üzerine inşa edildiği görülmektedir. Çalışmada, 2010 yılına kadar olan veriler kullanılarak oluşturulan kısa dönem enerji güvenliği modeli ile IEA ülkeleri her bir enerji kaynağı için iç ve dış faktörler açısından düşük, orta ve yüksek risk ve elastikiyet durumları dikkate alınarak sınıflandırılmış ve bu bağlamda ulaşılan sonuçlar karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Martchamadı ve Kumar (2012), 1986-2030 yıllarını kapsayan 45 yıllık dönem için Tayland'ın enerji güvenliği üzerine kapsamlı bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada; enerji talebi, enerji kaynaklarının kullanılabilirliği, çevresel kaygılar, enerji piyasası ve enerji fiyatı/maliyeti/harcamaları başlıkları altında 19 gösterge yardımıyla Tayland'ın enerji güvenliği analiz edilmiştir. 1986-2009 dönemi için enerji güvenliği açısından Tayland'ın mevcut durumunun ortaya konulması ve 2010-2030 dönemi için kabul edilen 'yüksek ekonomik büyüme ve en düşük maliyet', 'düşük karbon toplumu' ve 'mevcut politika' senaryolarından Tayland'a yüksek enerji güvenliği ve düşük enerji kırılganlığı sağlayan seçeneğin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan analiz ile uzun vadede enerji güvenliği noktasında Tayland için en ideal senaryonun düşük karbon toplumu seçeneği olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Şimşek (2012), enerji ithal eden seçilmiş 22 OECD ülkesinin 2010 yılı verileri ile yaptığı çalışmada, çeşitli göstergeler kullanarak söz konusu ülkelerin enerji kırılganlığındaki mevcut durumlarını karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmada, petrol ve doğal gaz bağımlılığı açısından ithalat yapılan ülke paylarını (ülke paylarının kareleri toplamını) dikkate alan Herfindahl-Hirschman Endeksi ve İran'dan yapılan petrol ithalatının toplam petrol

6 The Political Risk Services verileri.

ithalatı içindeki payı kullanılmıştır. Herfindahl-Hirschman Endeksi, enerji ithalatının daha çok ülkeye dağıtıldığı durumlarda düşük, daha az ülkeye dağıtıldığı durumlarda ise yüksek bir değer almıştır.

Cherp ve Jewell (2014), enerji güvenliği konsepti üzerine yaptıkları çalışmada, enerji güvenliğinin 4A'sı olarak ifade edilen kullanılabilirlik (availability), erişilebilirlik (accessibility), kabul edilebilirlik (acceptability) ve karşılanabilirlik (affordability) yaklaşımına⁷ alternatif olarak enerji güvenliğini 'hayati enerji sistemlerinin düşük kırılabilirlik' (low vulnerability of vital energy systems) yaklaşımı⁸ ile ele almışlardır. Bu yaklaşım, risk ve dayanıklılığın bir kombinasyonu olarak kırılabilirlik ve hayati enerji sistemleri ile kritik sosyal fonksiyonlar arasındaki bağlantıları dikkate alarak enerji güvenliğini açıklamayı amaçlamıştır. Hayati enerji sistemleri, sektörel ve coğrafi sınırlarla açıklanmıştır. Hayati enerji sistemlerinin sektörel sınırları birincil enerji kaynakları, nihai kullanım, taşıyıcılar ve altyapı; coğrafi sınırları ise ulusal, bölgesel ve küresel ölçek olarak sınıflandırılmıştır. Hayati enerji kaynaklarının kırılabilirlikleri, riske maruz kalma ve dayanıklılık ile açıklanmıştır. Hayati enerji kaynaklarının riske maruz kalma anlamında kırılabilirlikleri, doğa (fiziksel veya ekonomik ve kısa dönemli şoklar ve uzun dönemli gerilmeler) ve köken (kasıtlı eylemler, doğal ve teknik faktörler ve öngörülemez faktörler), dayanıklılık anlamında kırılabilirlikleri ise esneklik ve çeşitlilik olarak sınıflandırılmıştır.

4. UYGULAMA

Bir ülkenin enerji ihtiyacını tek bir ülkeden karşılaması, o ülkede ve/veya enerji nakil güzergâhlarında meydana gelebilecek olumsuz durumların alıcı ülkeyi bir enerji kriziyle karşı karşıya getirebileceğinden, tedarik kanallarının çeşitlendirilmesi suretiyle riskin dağıtılmasıyla enerji arz güvenliği tehdidinin azaltılması sağlanabilir. Aynı şekilde bir ülkenin enerji ihtiyacını bir veya az sayıda enerji kaynağından karşılamak yerine çok sayıda enerji kaynağından dengeli bir biçimde karşılaması da riskin dağıtılmasına katkı sağlayabilir. Enerji arz güvenliğini olumsuz etkileyen risklerin ölçülmesi noktasında Herfindahl-Hirschman Endeksi ve Shannon-Weiner Endeksi olarak ifade edilen göstergeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu endeksler ülke çeşitliliği hakkında bilgi vermekle beraber, ithalat yapan ülkelerdeki yerli üretim ve ithalat yapılan ülkelerdeki mevcut risk hakkında bilgi vermemektedirler. Bir ülkenin enerji arz güvenliğinin, enerjide bağımlı olduğu ülkelerden ithal ettiği enerji kaynaklarının boyutu ile yerli üretimin payının ve ölçülebilir bir risk unsurunun ilişkilendirilmesi konusunda kullanılan önemli bir gösterge olarak Shannon-Weiner-Neumann Endeksi ön plana çıkmaktadır. Ayrıca literatürde Herfindahl-Hirschman Endeksi'nin politik risk verileri ile ilişkilendirilmiş formuna da rastlanmaktadır. Görüldüğü üzere, yukarıda ifade edilen her bir gösterge enerji arz güvenliğinin belirli noktalardan ölçmekte, dolayısıyla her bir göstergenin kendine has avantajları bulunmaktadır.

Enerji arz güvenliğinin AB ülkeleri ve Türkiye'deki mevcut durumunu ölçmeyi ve elde ettiği sonuçları karşılaştırmalı olarak analiz etmeyi amaçlayan bu çalışma için öncelikle literatürdeki çalışmalar incelenmiş olup, buradan hareketle çalışmada literatürde yaygın olarak kullanılan ve yukarıda ifade edilen göstergelerinin kullanılmasına ve bu göstergelerin kullanılmasında doğal gaz kullanımının dikkate alınmasına karar verilmiştir. Çalışmada 2015 yılı verileri kullanılmış olup 2015 yılı için doğal gaz ithalatında ülke payları verilerine ulaşamayan Avusturya için 2013 yılı verileri dikkate alınmıştır. Bu verilerden doğal gaz ithalatı, bu ithalatın gerçekleştirildiği ülke payları ve toplam doğal gaz arzı içerisinde yurt içi üretimin payı verileri AB'nin resmi istatistik kurumu olan Avrupa İstatistik Ofisi'nden (Eurostat), ithalat yapılan ülkelerdeki ülke riskini temsil eden politik istikrar verileri ise Dünya Bankası istatistik veri tabanından sağlanmıştır. Çalışmanın bu kısmında analizde kullanılacak yöntemlerin tanıtılması ardından uygulama sonuçlarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

4.1. Metodoloji

Bu çalışmada, enerji arz güvenliğinin ölçülmesinde kullanılan bir takım endeksler yardımıyla AB ülkelerinin sıralanması ve Türkiye'nin bu ülkeler ile karşılaştırıldığında sırasının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda çeşitli yöntemler kullanılarak ülkelerin endeks değerleri hesaplanacaktır. Ayrıca analize konu olan ülkeler, hesaplanan endeks değerleri açısından kümeleme analizi⁹ yardımıyla¹⁰ risk değeri açısından dört grupta sınıflandırılacaktır. Çalışmada kullanılacak yöntemler aşağıda özetlenmiştir.

7 Bkz. APERC (2007).

8 Bkz. Jewell vd. (2014).

9 K-Means Kümeleme Algoritması kullanılmıştır.

10 Bkz. Gnansounou (2008); Gupta (2008).

Herfindahl-Hirschman (HH) Endeksi, enerji arz güvenliğinin sayısal olarak ölçülmesi noktasında kullanılan önemli ölçütlerden biridir. Bu endeks esas itibarıyla enerji sektörü için geliştirilmemiş olmamakla beraber, enerji sektörüne uygulanarak dönemler ve ülkeler arası karşılaştırma yapılması olası hale getirilmiştir. Bu endeks, bir ülkenin dışarıdan tedarik ettiği bir enerji kaynağının (i) farklı ülkelerden alınan miktarlarının (n) toplam ithalat içerisindeki oranlarının (p_i) veya bir ülkenin (i) enerji tüketimi içerisinde yer alan farklı enerji kaynaklarının (n) toplam tüketim içerisindeki oranlarının (p_i) karelerinin toplanması ile elde edilmektedir (WEC, 2008: 8). Burada ölçülmek istenen bir ülkenin enerji ithalatında ülke çeşitliliğini veya bir ülkenin enerji tüketiminde kaynak çeşitliliğini ne düzeyde sağladığıdır. Bu göstergenin formüle edilmiş hali aşağıdaki gibidir. Söz konusu göstergenin düşük (veya yüksek) olmasıyla enerji arz güvenliği riskinin de nispeten düşük (veya yüksek) olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

HH Endeksi, enerji bağımlılığı noktasında ülke çeşitliliğini ölçmeyi amaçlayan önemli bir gösterge olarak literatürde kullanılsa da, bir ülkenin enerji ihtiyacının ne kadarını kendi kaynaklarıyla karşıladığı, enerji ithalatının cari açık ve GSYİH üzerine etkisi ve ithal edilen enerjinin etkin kullanımı gibi konularda bilgi vermemektedir (Şimşek, 2012: 89-90). Örneğin bir enerji kaynağının tüketiminde çok düşük düzeyde dışa bağımlı olan bir ülkenin, bu ithalatında yalnızca bir ülkeye bağımlı olması HH Endeksi'nin yüksek olmasına yol açsa da, mevcut durumun enerji arz güvenliği açısından kayda değer bir risk teşkil ettiğini söylemek güçtür. Bunun için, hesaplanan HH Endeks değerlerinin enerji bağımlılığı değerleriyle karşılaştırılması büyük önem arz etmektedir.

Enerji arz güvenliğinin sayısal olarak ölçülmesinde kullanılan önemli ölçütlerden bir diğeri Shannon Çeşitlilik (Shannon Diversity) Endeksi'dir. Bu göstergenin ilk formu Shannon-Weiner (SW) Endeksi olarak kullanılmış ve yukarıda ifade edilen HH Endeksi gibi enerji ithalatında ülke paylarının ve enerji tüketiminde enerji kaynaklarının paylarının hesaplanması amaçlanmıştır (Jansen vd., 2004: 18). Elde edilen sonuçlar HH Endeksi ile hemen hemen aynıdır. Ancak bu endeksin daha hassas bir ölçüm yaptığı söylenemez. SW Endeksi, bir ülkenin dışarıdan tedarik ettiği bir enerji kaynağının (i) farklı ülkelerden alınan miktarlarının (n) toplam ithalat içerisindeki oranlarının (p_i) veya bir ülkenin (i) enerji tüketimi içerisinde yer alan farklı enerji kaynaklarının (n) toplam tüketim içerisindeki oranlarının (p_i) bu oranların doğal logaritmaları ($\ln p_i$) ile çarpımlarının toplanmasıyla elde edilmektedir.

Daha sonraları von Hirschhausen ve Neumann (2003) tarafından enerji ithal edilen ülkelerdeki risk durumu ve yerli üretimin payı dikkate alınarak söz konusu formül iki formda yeniden düzenlenmiştir. Shannon Weiner-Neumann (SWN) Endeksi olarak ifade edilen bu göstergenin ilk formülü, bir ülkenin dışarıdan tedarik ettiği bir enerji kaynağının farklı ülkelerden alınan miktarlarının toplam ithalat içerisindeki oranları (p_i) ve bu oranların doğal logaritmaları ($\ln p_i$) ile enerji ithal edilen ülkedeki politika riskini (0-100 arası) temsil eden sayısal değerlerin (r_i) çarpımlarının toplamı ile; ikinci formülü, bir ülkenin dışarıdan tedarik ettiği bir enerji kaynağının farklı ülkelerden alınan miktarlarının toplam ithalat içerisindeki oranları (p_i) ve bu oranların doğal logaritmaları ($\ln p_i$) çarpımları toplamının o ülkedeki söz konusu enerji kaynağı arzının yerli üretimdeki (%) payı ($1+g_i$) ile çarpımı ile elde edilmektedir.

İlk formülde ölçülmek istenen bir ülkenin bir enerji kaynağının ithalatında bağımlı olduğu ülkelerdeki politik istikrar durumunun enerji arz güvenliği üzerindeki etkisinin ve bu bağlamda ilgili ülkenin enerji ithalatını istikrarlı ülkelere ne düzeyde dağıttığının belirlenmesidir. Bu göstergenin en önemli bileşeni olarak risk unsurunu temsil eden politik istikrar verisi ifade edilebilir. Bu değişken, göstergenin ortaya koyacağı sonuç üzerinde doğrudan etkilidir. Şöyle ki, risk unsuru olarak alınacak değişkenin yüksek (veya düşük) olması politik istikrarın yüksek (veya düşük) olmasını veya politik riskin düşük (veya yüksek) olmasını ifade etmektedir. Bu durum hesaplanan gösterge değerlerinin yorumlanması noktasında belirleyici olmaktadır. Bu çalışmada risk unsurunu temsilen politik istikrar verileri kullanılacağından söz konusu göstergenin yüksek olmasının tercih edilen bir durum olduğu ifade edilebilir. İkinci formülde, ithalat paylarından gelen risk faktörünün yurt içi üretim değerine göre ülkelere tahsis edilmesi amaçlanmıştır. Yani, enerji arz güvenliği değerinin bir nevi ülkeye göre ayarlanması söz konusudur. Burada kullanılacak olan yurt içi üretimin toplam enerji arzı içerisindeki payının aslında ele alınan enerji kaynağı açısından enerji bağımlılığının (net enerji ithalatının yurt içi enerji tüketimine oranı) dışında kalan (1-enerji bağımlılığı) yani ele alınan enerji kaynağında bağımlı olunmayan kısmı temsil ettiği söylenebilir. Bu iki formülün üstün yanları olmakla beraber bu iki formun bir araya getirilmesi çok daha hassas ve güçlü bir ölçümü mümkün kılabilir.

SWN Endeksi'nin en önemli dezavantajı, HH Endeksi ve SW Endeksi'nde olduğu gibi enerji ithalatı içerisinde ülke paylarını dikkate almasına karşın, birincil enerji tüketimi içerisinde analize konu olan enerji kaynağının ağırlığının ve birincil enerji arzı içerisinde bu enerji kaynağının ithalatının payının dikkate alınmamasıdır. Yani bir enerji kaynağına minimum düzeyde bağımlı olan bir ülkenin enerji tedarikinde bir ülkeye bağımlı olması enerji arz güvenliği açısından riskin yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Ancak, belki de o enerji kaynağı söz konusu ülke için olmazsa olmaz bir enerji kaynağı değildir. Bu nedenle, hesaplanan HH ve SW Endeks değerleri gibi SWN Endeks değerlerinin de enerji bağımlılığı değerleriyle karşılaştırılması büyük önem arz etmektedir. Ayrıca birincil enerji tüketimi içerisinde yer alan enerji kaynaklarının oransal dağılımı dikkate alınarak hesaplanan HH ve SW Endeks değerlerinin düşük (yani riskin düşük) olması için oransal dağılımın dengeli olması gerekmektedir. Ancak ithal kaynaklarla karşılaştırıldığında yerli kaynakların kullanımının artması arzulanan bir durum olmasına rağmen, burada dengenin bu kaynaklar lehine bozulması risk değerini yükseltmektedir. Bu açıdan bakıldığında yerli kaynakların risk değerine katkısının negatif katsayı ile ele alınması gerçekçi bir değere ulaşılmasına katkı sağlayabilir. Kısaca, enerji arz güvenliğini enerji kaynaklarının çeşitliliği bağlamında inceleyen yaklaşımların üstün yanları olmakla beraber eksik yönleri de bulunmaktadır. Bu durum, konunun hassasiyeti ve öneminden kaynaklanmaktadır.

4.2. Bulgular

Yukarıda açıklanan yöntemler kullanılarak AB ülkeleri ve Türkiye'nin doğal gaz ithalatı bağlamında enerji arz güvenliği verileri hesaplanmıştır. Hesaplanan veriler Herfindahl-Hirschman (HH), Shannon-Weiner (SW) ve iki form halinde Shannon Weiner-Neumann (SWN) endeks değerlerinden oluşmaktadır. Ülkelere ilişkin endeks değerlerinin yanı sıra endeks bakımından ülke sıralamaları ve endeks verileri dikkate alınarak hesaplanan kümeleme analizi sonuçları da aşağıdaki tablolarda yer almaktadır. Kümeleme analizinde ülkeler, enerji arz güvenliği riskinin çok düşük (1), düşük (2), yüksek (3) ve çok yüksek (4) olduğu ülkeler şeklinde dört gruba ayrılmıştır.

Tablo 1'de HH ve SW endeks değerleri görülmektedir. HH ve SW endeks değerleri doğal gaz ithalatında ülke çeşitliliğini esas almaktadır. Önemli göstergeler olarak literatürde enerji arz güvenliğinin ölçülmesinde kullanılan bu endekslerin tam bir ölçüm yaptığını ve net bir değer ortaya koyduğunu söylemek güçtür. Bu durum, enerji arz güvenliği konusunun geniş kapsamlı olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 1: HH ve SW Endeks Değerleri

ÜLKELER	HH			SW		
	Endeks	Sıra	Küme	Endeks	Sıra	Küme
Almanya	0,86	5	1	1,06	8	2
Avusturya*	0,70	15	3	0,47	15	3
Belçika	0,29	2	1	1,34	5	1
Birleşik Krallık	0,47	10	2	0,96	10	2
Bulgaristan	1,00	20	4	0,00	20	4
Çekya	0,99	19	4	0,01	19	4
Danimarka	0,72	17	3	0,46	17	3
Estonya	1,00	20	4	0,00	20	4
Finlandiya	1,00	20	4	0,00	20	4
Fransa	0,31	3	1	1,54	2	1
GKRY**	-	-	-	-	-	-
Hırvatistan	0,44	9	2	0,94	11	2
Hollanda	0,39	6	1	1,22	6	2
İrlanda	1,00	20	4	0,00	20	4
İspanya	0,39	7	1	1,35	4	1
İsveç	1,00	20	4	0,00	20	4

İtalya	0,27	1	1	1,69	1	1
Letonya	1,00	20	4	0,00	20	4
Litvanya	0,71	16	3	0,46	16	3
Lüksemburg	0,59	13	2	0,61	14	3
Macaristan	1,00	20	4	0,00	20	4
Malta**	-	-	-	-	-	-
Polonya	0,59	14	2	0,64	13	3
Portekiz	0,49	11	2	0,97	9	2
Romanya	0,82	18	3	0,32	18	3
Slovakya	1,00	20	4	0,00	20	4
Slovenya	0,54	12	2	0,74	12	3
Yunanistan	0,43	8	2	1,11	7	2
Türkiye	0,36	4	1	1,38	3	1

Not: * 2013 yılı ithalat payı dikkate alınmıştır. ** ithalat yoktur.

Tablo 1’de yer alan veriler incelendiğinde doğal gaz ithalatında ülke çeşitliliği sağlama konusunda riski dağıtan en başarılı ülkeler Almanya, Belçika, Fransa, Hollanda, İspanya ve İtalya’dır. Bu ülkelerden en iyi değere sahip olan ülke İtalya olmuştur. Doğal gaz arz güvenliği açısından ülke çeşitliliği sağlama konusunda en başarısız ülkeler ise Bulgaristan, Çekya, Estonya, Finlandiya, İrlanda, İsveç, Letonya, Macaristan ve Slovakya’dır. Bu ülkeler doğal gaz ihtiyaçlarını tek bir ülkeden karşılamaktadırlar. Doğal gaz ithalatında İrlanda Birleşik Krallık’a, İsveç Danimarka’ya, diğer ülkeler ise Rusya’ya bağımlıdırlar. Türkiye, AB ülkeleriyle karşılaştırıldığında doğal gaz tedariki bakımından enerji arz güvenliği riskinin çok düşük olduğu ülkeler arasında yer almıştır.

Tablo 2’de SWN 1 ve SWN 2 endeks değerleri görülmektedir. SWN 1 ve SWN 2 endeks değerleri doğal gaz ithalatında ülke çeşitliliğinin yanı sıra ithalat yapılan ülkelerdeki politik istikrar ve ithalat yapan ülkelerdeki yurt içi üretim payı verilerini dikkate almaktadır. Bu açıdan bakıldığında HH ve SW endeks değerlerine kıyasla SWN endeks değerlerinin nispeten daha hassas bir ölçüm yaptığı söylenebilir. Bununla beraber, bu endeks değerlerinin geliştirilmesiyle daha kapsamlı göstergelerin elde edilmesi ve daha hassas ölçümlerin yapılması mümkün olabilir.

Tablo 2: SWN 1 ve SWN 2 Endeks Değerleri

ÜLKELER	SWN 1			SWN 2		
	Endeks	Sıra	Küme	Endeks	Sıra	Küme
Almanya	65,02	7	2	11,58	9	3
Avusturya*	30,56	14	3	13,49	8	3
Belçika	106,80	1	1	2,28	12	4
Birleşik Krallık	77,25	3	2	56,15	4	2
Bulgaristan	0,00	22	4	0,00	23	4
Çekya	1,10	19	4	0,08	19	4
Danimarka	35,02	10	3	68,33	3	2
Estonya	0,00	22	4	0,00	27	4
Finlandiya	0,00	22	4	0,00	26	4
Fransa	82,72	2	2	3,86	11	4
GKRY**	-	-	-	-	-	-
Hırvatistan	74,50	5	2	69,43	2	2
Hollanda	68,16	6	2	166,02	1	1
İrlanda	0,00	21	4	0,00	22	4
İspanya	60,79	8	2	5,54	10	4

İsveç	0,00	20	4	0,00	25	4
İtalya	75,41	4	2	17,91	7	3
Letonya	0,00	22	4	0,00	24	4
Litvanya	29,99	15	3	0,60	18	4
Lüksemburg	26,92	16	3	0,97	17	4
Macaristan	0,00	22	4	0,00	20	4
Malta**	-	-	-	-	-	-
Polonya	32,24	13	3	18,54	6	3
Portekiz	33,10	12	3	1,17	15	4
Romanya	17,27	18	3	31,92	5	3
Slovakya	0,00	22	4	0,00	21	4
Slovenya	35,56	9	3	1,03	16	4
Yunanistan	23,79	17	3	1,22	14	4
Türkiye	33,42	11	3	1,52	13	4

Not: * 2013 yılı ithalat payı dikkate alınmıştır. ** İthalat yoktur.

Tablo 2’de yer alan verilere göre doğal gaz ithalatını politik anlamda istikrarlı ülkelerden sağlama konusunda (SWN 1) en başarılı ülke Belçika’dır. Belçika’nın ardından riskin düşük olduğu ülkeler Fransa, Birleşik Krallık, İtalya, Hırvatistan, Hollanda, Almanya ve İspanya olarak sıralanmıştır. Doğal gaz tedarikini politik anlamda istikrarlı ülkelerden karşılama konusunda başarısız olan yani doğal gaz arz güvenliği açısından çok yüksek risk taşıyan ülkeler ise Bulgaristan, Çekya, Estonya, Finlandiya, İrlanda, İsveç, Letonya, Macaristan ve Slovakya’dır. Bu ülkeler aynı zamanda HH ve SW endeks değerleri açısından da başarısız olan ülkelerdir. AB ülkeleriyle karşılaştırıldığında Türkiye, doğal gaz tedarikini istikrarlı ülkelerden sağlama konusunda enerji arz güvenliği riskinin yüksek olduğu ülkeler arasında yer almıştır.

Şu ana kadar açıklanan HH, SW ve SWN 1 endeks değerlerinde doğal gaz ithalat bağımlılığı dikkate alınmamıştır. Yani enerji arz güvenliği açısından çok yüksek düzeyde riskli ülkelerin doğal gaz ithalatlarının boyutu veya yurt içi üretimlerinin payı göz ardı edilmiştir. Bu endeksin üstesinden gelmek için SWN 2 endeks değeri oluşturulmuştur. Tablo 2’de ortaya konulan SWN 2 değerileme göre doğal gaz tedariki konusunda enerji arz güvenliği riskinin en düşük olduğu ülke Hollanda olmuştur. Hollanda’nın ardından riskin düşük olduğu ülkeler Hırvatistan, Danimarka ve Birleşik Krallık olarak sıralanmıştır. Doğal gaz ithalatı olmayan 2 AB ülkesi dışında kalan 26 AB ülkesinin 17’si doğal gaz arz güvenliği açısından bu endekse göre çok yüksek risk taşımaktadır. Bu durum, AB ülkelerinin doğal gaz ithal bağımlılıklarının çok yüksek yani yerli rezerv miktarlarının çok düşük olmasından kaynaklanmaktadır. HH, SW ve SWN 1 endeks değeri açısından en başarısız ülkeler olan Bulgaristan, Çekya, Estonya, Finlandiya, İrlanda, İsveç, Letonya, Macaristan ve Slovakya, SWN 2 endeks değeri açısından da en başarısız ülkelerdir. Bu ülkelerin yanı sıra bu ülkelere en iyi endeks değerlerine sahip olmalarına karşın Belçika, Fransa, İspanya, Litvanya, Lüksemburg, Portekiz, Slovenya ve Yunanistan gibi ülkeler de doğal gaz arz güvenliği açısından çok yüksek risk taşıyan diğer ülkelerdir. Türkiye, bu gösterge bakımından AB ülkeleriyle karşılaştırıldığında doğal gaz tedarikinde enerji arz güvenliği riskinin çok yüksek olduğu ülkeler arasında yer almıştır.

5. SONUÇ

İnsanlığın en temel gereksinimlerinden biri olan enerji, gerek ekonomik gerek politik gerekse teknik açıdan üzerinde önemle durulan konuların başında gelmektedir. Temel düzeydeki ihtiyaçlardan günümüzün modern ve karmaşık ihtiyaçlarına kadar çeşitli ekonomik faaliyetlerin temel girdisi olarak kullanılan enerjinin elde edilmesinde kullanılan klasik yakıtlar, fosil enerji kaynaklarıdır. Her ne kadar bu enerji kaynakları barındırdığı bir takım sorunlar nedeniyle eleştiriliyor olsa da, bugünkü dünya enerji tüketim yapısı itibarıyla bu enerji kaynaklarının başka bir enerji kaynağı ile tam olarak ikame edilmesi mümkün görünmemektedir. Bu bağlamda, dünya enerji tüketimi içerisinde fosil yakıtların ağırlığında önemli düzeyde bir azalma beklenmemektedir.

Enerji kaynaklarının yeryüzünde dengesiz bir şekilde dağılması bazı ülkelerin ihtiyacından daha fazla, bazı ülkelerin ise ihtiyacından daha az enerji kaynağına sahip olmasına yol açmıştır. Ortaya çıkan bu durum satıcı yani net enerji ihracatçısı ülkeler ile alıcı yani net enerji ithalatçısı ülkelerin bir araya geldiği enerji piyasasını ortaya çıkarmış ve enerji kaynaklarını dış ticaretin konusu haline getirmiştir. Kendine has özellikleri ve ürün yapısının kritik önemi sebebiyle enerji piyasası diğer piyasalara kıyasla bir takım farklılıklara sahip bir piyasa olarak ön plana çıkmaktadır. Enerji kaynaklarının dünya üzerinde dengesiz dağılımı enerji piyasasında belirli ülkelerin söz sahibi olmasına ve enerji gereksinimini kendi rezervleri ile karşılayamayan ülkelerin enerji tedariki anlamında bu ülkelere bağımlı olmasına neden olmuştur. Bu durum ise dış ticaret ile enerji kaynaklarının üretildiği ülkelere tüketildiği ülkelere taşınmasının yanı sıra satıcı ülkelerdeki risklerin ve istikrarsızlıkların da alıcı ülkelere taşınmasına yol açmış ve enerji arz güvenliği kavramını gündeme getirmiştir.

Enerji arz güvenliği kavramı doğası gereği büyük oranda fosil yakıt kullanımından kaynaklanmaktadır. Bununla beraber, fosil yakıt kullanımı tükenen rezervler ve yol açtığı çevresel sorunlar bağlamında da tartışılmaktadır. Enerji arz güvenliği, yerli olmayan kaynakların kullanımı noktasında karşılaşılan kavramdır ve enerji kaynaklarının güvenilir kaynaklardan güvenli ve kesintisiz bir şekilde tedarik edilmesini ifade etmektedir. Buradan hareketle, enerji arz güvenliği kavramının uluslararası ticarete konu olan tüm enerji kaynakları ile ilişkili olduğunu söylemek mümkündür. Uluslararası ticarete konu olan enerji kaynakları ise petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlardır. Bu enerji kaynakları özleri itibarıyla fosil kökenli olmakla beraber yapı olarak bir takım farklılıklara sahiptirler. Bu farklılıklar adı geçen enerji kaynaklarının üretim, tüketim, ticaret ve çevresel etkilerine yansımaktadır.

Bu çalışmada enerji arz güvenliği kavramı fosil bir yakıt olan doğal gaz bağlamında incelenmiştir. Doğal gaz, diğer fosil yakıtlara kıyasla özellikle üretildiği yerden tüketildiği yere taşınması noktasında çeşitli teknik ve ekonomik zorlukları olan bir enerji kaynağıdır. Bu enerji kaynağının taşınmasında karadan boru hatları ve denizden tankerler tercih edilmektedir. Deniz taşımacılığında doğal gazın tankerlere sıvılaştırılarak yüklenmesi ardından taşıma işi bittikten sonra tekrar gaz haline getirilmesi işlemi teknik açıdan zor ve ekonomik açıdan pahalı bir işlemdir. Bu nedenle doğal gaz tedarikinde coğrafi konum elverişli ise ilk olarak boru hatları ile taşıma tercih edilmektedir. Boru hatları ile doğal gaz tedarikinde özellikle boru hatlarının güvenliğinin sağlanması konusunda bir takım zorluklar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca boru hatları coğrafi konum itibarıyla satıcı ve transit ülkelere avantaj sağlarken alıcı ülkelere tek veya az sayıda ülke bağımlılık anlamında dezavantaj sağlamaktadır.

Enerji arz güvenliğinin ölçülmesi amacıyla kullanılan bir takım göstergeler bulunmakta, ancak bu kavramın kapsamının genişliği ve çok farklı unsurların etkisi altında olması nedeniyle bu konuda genel kabul görmüş bir ölçüt bulunmamaktadır. Bununla beraber, son zamanlarda enerji arz güvenliğinin ölçülmesine yönelik çalışmalarda artış görülmektedir. Bu çalışmada enerji arz güvenliğinin ölçülmesinde kullanılan ölçütlerden bazıları seçilmiş ve bu ölçütler doğal gaz arz güvenliğinin analiz edilmesinde kullanılmıştır. Kullanılan göstergelerden Herfindahl-Hirschman (HH) ve Shannon-Weiner (SW) endeksleri ile doğal gaz tedarikinde ülke çeşitliliği, Shannon-Weiner-Neumann Endeksi'nin ilk formu (SWN 1) ile ülke çeşitliliğinin yanı sıra doğal gaz ithalatı yapılan ülkenin politik istikrar durumu, ikinci formu (SWN 2) ile ülke çeşitliliğinin yanı sıra doğal gaz ithalatı yapan ülkenin yurt içi üretiminin payı başka bir deyişle dışa bağımlılığı dikkate alınmıştır. Yapılan analizde AB ülkeleri ve Türkiye'nin 2015 yılı için doğal gaz bağımlılığı açısından enerji arz güvenliğinin boyutu ifade edilen bu göstergeler bağlamında incelenmiştir. Analiz edilen ülkelerin doğal gaz tüketiminde büyük oranda dışa bağımlı olmaları bu ülkelerin seçilmesinde etkili olmuştur.

Yapılan analiz sonuçlarına göre HH ve SW endekslerinde başarılı olan ülkeler doğal gaz tedarikini farklı ülkelere yayarak riski dağıtmaktadırlar. SWN Endeksi'nin ilk formunda başarılı olan ülkeler doğal gazı politik anlamda istikrarlı ülkelere sağlamaktadırlar. SWN Endeksi'nin ikinci formunda başarılı olan ülkeler ise ithal doğal gaza bağımlılık konusunda diğer ülkelere kıyasla daha iyi durumdadırlar. Analiz sonuçlarına göre doğal gaz arz güvenliği açısından son sıralarda yer alan ülkelerin enerji tedarikinde ülke çeşitliliği sağlama, istikrarlı ülkelere enerji satın alma ve söz konusu enerji kaynağına bağımlı olma konularında başarısız oldukları söylenebilir.

AB ülkeleri açısından doğal gaz tedarikinde en büyük risk Rusya'ya olan bağımlılıktır. AB'nin doğal gaz ithalatında Rusya'nın önemli bir paya sahip olması, Rus enerji şirketlerinin Avrupa enerji piyasasındaki faaliyetleri,

AB'ye son katılan ve coğrafi açıdan Rusya'ya yakın olan bazı ülkelerin büyük oranda bazı ülkelerin ise tamamen Rus doğal gazına bağımlı olmaları ve AB'ye ulaşan tüm boru hatlarının Rus topraklarından geçiyor olması, AB'nin enerji arz güvenliği için tehdit oluşturan en önemli konulardır. Batı ile Rusya arasındaki çıkar çatışmaları ve bu bağlamda Rusya'nın geçmiş yıllarda enerjiyi politik bir araç olarak kullanmaktan çekinmemesi, AB'nin enerji politikası açısından Rusya'nın önemli bir belirleyici unsur olmasına yol açmıştır. Bu olumsuzluklara rağmen AB, diğer fosil yakıtlara kıyasla daha temiz olması nedeniyle Rusya menşeli doğal gaz tüketimini tercih etmektedir.

Türkiye'nin, doğal gaz ithalatında ülke çeşitliliğini sağlama konusunda AB ülkeleri ile karşılaştırıldığında başarılı olduğu söylenebilir. Türkiye'nin bu başarısında coğrafi konumunun etkisi büyüktür. Türkiye, doğal gaz tüketiminde dışa bağımlı olmasına karşın zengin rezervlere sahip ülkelere komşu olması nedeniyle Rusya'ya alternatif olarak İran ve Azerbaycan'dan doğal gaz tedarik edebilmektedir. Yine de ithal doğal gaza bağımlılığın çok yüksek düzeyde olması ve Batı ile arasında çıkar çatışmaları olan İran'dan doğal gaz satın alınması, Türkiye'nin enerji arz güvenliği açısından risk teşkil eden unsurlardır. Bununla beraber zengin enerji kaynaklarına sahip net enerji ihracatçısı konumunda olan ülkelerle sahip oldukları rezervlerin enerji gereksinimlerini karşılamadığı net enerji ithalatçısı konumundaki ülkeler arasında doğal bir geçiş noktası olması, enerji koridoru olarak Türkiye'nin önemini her geçen gün arttırmaktadır. Bu durumun gelecekte Türkiye'nin enerji arz güvenliğine olumlu yönde katkı yapması beklenmektedir. Ayrıca enerji koridoru olmasının ekonomik ve siyasi açıdan Türkiye'ye bir takım avantajlar sağlaması da kuvvetle muhtemeldir.

AB ülkeleri ve Türkiye'nin doğal gaz arz güvenliği risklerini azaltmak için enerji tüketiminde kaynak, enerji tedarikinde ülke ve güzergâh çeşitliliğini sağlama büyük önem arz etmektedir. Böylece riskin dağıtılması sağlanacaktır. Enerji tüketiminde kaynak çeşitliliğinin sağlanması, enerji tüketiminde az sayıda enerji kaynağının ağırlıkta olması yerine çok sayıda enerji kaynağının dengeli düzeyde olmasını içermektedir. Ayrıca fosil yakıtlara alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının ve nükleer enerjinin kullanılması enerji arz güvenliğinin sağlanması noktasında söz konusu ülkelere katkı sağlayabilir. Enerji tedarikinde ülke çeşitliliğinin sağlanması, bir enerji kaynağının az sayıda satıcıdan alınması yerine çok sayıda satıcıdan alınmasını ifade etmektedir. Enerji tedarikinde güzergâh çeşitliliğinin sağlanması, bir enerji kaynağının az sayıda hat yerine çok sayıda hat vasıtasıyla alıcı ülkeye taşınması anlamına gelmektedir.

Çalışmada kullanılan yöntemlerin kendilerine has üstünlükleri olmakla beraber eksik oldukları noktalar da bulunmaktadır. Bu nedenle, yöntemler açısından karşılaştırma yapılabilmesi için farklı yöntemler bir arada kullanılmıştır. Bu çalışmanın, doğal gaz arz güvenliği konusunda AB ülkelerinin incelenmesi ve Türkiye'nin bu ülkelere kıyasla konumunun belirlenmesi noktasında alternatif yöntemler kullanılması ile ülke ve yöntem açısından karşılaştırmalı bir analiz ortaya koyması ve bu bağlamda literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- APEREC (2007). *A Guest for Energy Security in 21st Century: Resources and Constraints*, APERC Institute of Energy Economics, Tokyo, Japan.
- Atagündüz, G. (1992). "Temiz Enerji Teknolojileri", *Ekoloji*, 1/3, 3-7.
- Bahar, O. (2005). "Türkiye'de Enerji Sektörü Üzerine Bir Değerlendirme", *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14, 35-59.
- Başol, K. ve Gökalp, M. F. (1991). "Ekonomi ile Çevre Sorunları Arasındaki İlişkilere Bir Bakış-I", *Ekoloji*, 1/1, 44-48.
- Bayraç, H. N. (2010). "Enerji Kullanımının Küresel Isınmaya Etkisi ve Önleyici Politikalar", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11/2, 229-260.
- Bertoldi, P., Rezessy, S. ve Oikonomou, V. (2013). "Rewarding Energy Savings rather than Energy Efficiency: Exploring the Concept of a Feed-In Tariff for Energy Savings", *Energy Policy*, 56, 526-535.
- Biresselioğlu, M. E. (2012). "NATO'nun Değişen Enerji Güvenliği Algısı: Türkiye'nin Olası Konumu", *Uluslararası İlişkiler*, 9/34, 227-252.
- Birol, Y. E. (2019). *Avrupa Birliği Enerji Arz Güvenliği Politikası*, 1. Baskı, Kriter Yayınevi, İstanbul.
- Blyth, W. ve Lefevre, N. (2004). *Energy Security and Climate Change Policy Interactions: An Assessment Framework*, IEA Information Paper, International Energy Agency, Paris, France.
- Cabalu, H. (2010). "Indicators of Security of Natural Gas Supply in Asia", *Energy Policy*, 38/1, 218-225.
- Cherp, A. ve Jewell, J. (2014). "The Concept of Energy Security: Beyond the Four As", *Energy Policy*, 75, 415-421.
- Costantini, V., Gracceva, F., Markandya, A. ve Vicini, G. (2007). "Security of Energy Supply: Comparing Scenarios from a European Perspective", *Energy Policy*, 35/1, 210-226.
- Çalışkan, Ş. (2009). "Türkiye'nin Enerjide Dışa Bağımlılık ve Enerji Arz Güvenliği Sorunu", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25, 297-310.
- Çukurçayır, M. A. ve Sağır, H. (2008), "Enerji Sorunu, Çözümleri ve Alternatif Enerji Kaynakları", *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20, 257-278.
- Deal, W. F. (2006). "Energy Perspectives: Another Look at Fossil Fuels", *The Technology Teacher*, 65/8, 10-14.
- Ertürk, O., Yıldırım, A., Uygur, E., Kuru, F. ve Kartaloğlu, E. (2006). "Enerji Kaynağı Olarak Hidrojen ve Temiz Enerjilerin AB Muktesebatı ve Uyum Sürecindeki Yeri", *10. Enerji Kongresi*, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, İstanbul, 337-345.
- Gnansounou, E. (2008). "Assessing the Energy Vulnerability: Case of Industrialised Countries", *Energy Policy*, 36/10, 3734-3744.
- Goncaloğlu, B. İ., Ertürk, O. ve Ekdal, A. (2000). "Termik Santrallerle Nükleer Santrallerin Çevresel Etki Değerlendirmesi Açısından Karşılaştırılması", *Ekoloji*, 9/34, 9-14.
- Gupta, E. (2008). "Oil Vulnerability Index of Oil-Importing Countries", *Energy Policy*, 36/3, 1195-1211.
- Jansen, J. C., van Arkel, W. G. ve Boots, M. G. (2004). *Designing Indicators of Long-Term Energy Supply Security*, ECN-C--04-007, Energy Research Centre of the Netherlands, <https://www.ecn.nl/publicaties/PdfFetch.aspx?nr=ECN-C--04-007>, (12.06.2018).
- Jewell, J. (2011). *The IEA Model of Short-Term Energy Security (MOSES): Primary Energy Sources and Secondary Fuels*, Working Paper, International Energy Agency Paris, France.
- Jewell, J., Cherp, A. ve Riahi, K. (2014). "Energy Security Under De-Carbonization Scenarios: An Assessment Framework and Evaluation Under Different Technology and Policy Choices", *Energy Policy*, 65, 743-760.
- Karaağaçlı, M. ve Erden, O. (2008). "Hedef Sıfır Yokoluş ve Kirlilik Açısından Sürdürülebilir Enerji-Çevre İlişkilerinde Eğitim ve Kamuoyu Bilinci Gereksinimi", *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, Su Vakfı ve İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 121-130.
- Kaya, İ. S. (2012). "Uluslararası Enerji Politikalarına Bir Bakış: Türkiye Örneği", *Türkiye Barolar Birliği Dergisi*, 102, 269-288.

- Kendell, J. M. (1998). *Measures of Oil Import Dependence*, EIA Department of Energy, <http://www.eia.gov/oiaf/archive/issues98/oimport.html>, (12.06.2018).
- Köksal, B. ve Civan, A. (2010). "Nükleer Enerji Sahibi Olma Kararını Etkileyen Faktörler ve Türkiye için Tahminler", *Uluslararası İlişkiler*, 6/24, 117-140.
- Kruyt, B, van Vuuren, D. P., de Vries, H. J. M. ve Groenenberg, H. (2009). "Indicators for Energy Security", *Energy Policy*, 37/6, 2166-2181.
- Le Coq, C. ve Paltseva, E. (2009). "Measuring the Security of External Energy Supply in the European Union", *Energy Policy*, 37/11, 4474-4481.
- Martchamadol, J. ve Kumar, S. (2012). "Thailand's Energy Security Indicators", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16/8, 6103-6122.
- Park, S. R., Pandey, A. K., Tyagi, V. V. ve Tyagi, S. K. (2014). "Energy and Exergy Analysis of Typical Renewable Energy Systems", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 105-123.
- Saatçioğlu, C. ve Küçükaksoy, İ. (2004). "Türkiye Ekonomisinin Enerji Yoğunluğu ve Önemli Enerji Taşıma Projelerinin Ekonomiye Etkisi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11, 20-41.
- Saygın, H., Küpeli, T., Küçükşahin, A. ve Demir, A. (2006). "Güvenlik Boyutunda Nükleer Enerjinin Sorunları ve Türkiye", *Stratejik Araştırmalar Enstitüsü Güvenlik Stratejileri Dergisi*, 2/3, 7-20.
- Scheepers, M., Seebregts, A., de Jong, J. ve Maters, H. (2007). *EU Standards for Energy Security of Supply: Updates on the Crisis Capability Index and the Supply/Demand Index Quantification for EU-27*, ECN-E-07-004/CIEP, Energy Research Centre of the Netherlands and Clingendael International Energy Programme, <https://www.ecn.nl/docs/library/report/2007/e07004.pdf>, (12.06.2018).
- Şimşek, N. (2012). "Türkiye'nin Enerji Kırılganlığı: Petrol ve Doğalgaz Güvenliği Politikası", *Stratejik Düşünce*, Mayıs, 85-91.
- Telatar, E. (1998). "Türkiye'de Enerji Sektörü", *Türkiye Ekonomisi Sektörel Analiz*, (Ed: A. Şahinöz), Turhan Kitabevi, Ankara, 147-166.
- Umbach, F. (2010). "Global Energy Security and the Implications for the EU", *Energy Policy*, 38/3, 1229-1240.
- von Hirschhausen, C. ve Neumann, A. (2003). "Security of (Gas) Supply: Conceptual Issues, Contractual Arrangements, and the Current EU Situation", *INDES Workshop*, <https://www.ecn.nl/fileadmin/ecn/units/bs/INDES/indes-ch.pdf>, (12.6.2018).
- WEC(2008). *Europe's Vulnerability to Energy Crises*, https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB_Europes_Vulnerability_to_Energy_Crisis_2008-WEC.pdf, (12.6.2018).
- Yaşar, B. ve Eren, Ö. (2008). "Türkiye'de Tarım Sektöründe Kullanılan Petrodizelin Çevresel Etkileri ve Biyodizel Alternatifiyle Karşılaştırılması", *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, Su Vakfı ve İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 83-90.
- Yücel, F. B. (1994). *Enerji Ekonomisi*, 1. Baskı, Febel Ltd. Şti, İstanbul.

Bu makale için 23.05.2021 tarihinde bir düzeltme yayımlandı.