

Sıvılaştırılmış Doğal Gaz İhracatının Kilit Oyuncuları: Bir Kümeleme Analizi

Başak Gül Akar¹

İlker İbrahim Avşar²

Özet

Sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG), son yıllarda küresel enerji ticaretinde önemli bir yer edinmiştir. LNG, doğal gazın sıvı hale getirilerek taşınabilirliğinin artırılması sayesinde, özellikle uzak mesafelerdeki ülkelere enerji tedariki sağlamak için kritik bir seçenek haline gelmiştir. Ülkeler açısından, LNG'nin ekonomik, güvenli ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak önemi giderek artmaktadır. Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler, LNG'yi enerji güvenliğini artırmak, ithalat bağımlılığını azaltmak ve çevresel hedeflere ulaşmak için stratejik bir araç olarak kullanmaktadır. Bu bağlamda yapılan bu araştırma, LNG ihracatındaki ülke kümelenmelerinin anlaşılmasının, küresel enerji dinamiklerini daha iyi kavrayabilmek için hayati bir katkı sağladığını ortaya koymaktadır. LNG ticaretine dair yapılan bu analizler, ülkelerin birbirleriyle olan ticaret ilişkilerini, enerji arz güvenliğini ve ekonomik etkileşimlerini derinlemesine incelemek adına önemli bir literatür boşluğunu doldurmaktadır. Sonuç olarak, yapılan analizler, Avustralya ve ABD'nin LNG ihracatında benzersiz bir konumda olduklarını göstermektedir. Bu bulgular, politika yapıcılarına LNG'nin uluslararası enerji pazarındaki stratejik rolünü daha iyi anlayarak, ihracat stratejilerinde çeşitlilik ve yerel enerji kaynaklarının değerlendirilmesi yönünde önerilerde bulunabilirler. Ayrıca, LNG ticaretinin daha sürdürülebilir hale getirilmesi adına çevresel ve ekonomik düzenlemelerin güçlendirilmesi gerektiği söylenebilir.

- 1 Assoc.Prof.Dr., Çukurova University, the Faculty of Kozan Business Administration, Adana, Türkiye. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7258-4402>
- 2 Assist. Prof. Dr., Korkut Ata University, Bahce V.S., Osmaniye, Türkiye. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2991-380X>

1.GİRİŞ

Doğal gazın uzun vadeli görünümü, fosil yakıtlar arasında en güçlü enerji türü olduğuna işaret etmektedir. Bununla birlikte, Uluslararası Doğal Gaz Ticaret Ağı'nda küresel ticaret kesintileri, büyük ihracatçıların arz miktarlarındaki dalgalanmalardan kaynaklanmaktadır ve ekonomilerin direnç ve toparlanma kapasiteleri kritik öneme sahiptir (Zhu ve ark., 2024). Son on yılda LNG için küresel talep iki katına çıkmış ve bu rolü nedeniyle de coğrafi olarak birbirinden uzak tedarikçiler ve müşteriler arasında esnek bir bağlantı sağladığı için LNG'nin küresel doğal gaz talebini karşılamada giderek daha önemli bir rol oynaması beklenmektedir (Vivoda, 2022). Ayrıca küresel karbon emisyonlarını azaltma çabaları kapsamında, sıvılaştırılmış doğal gaz temiz ve verimli bir enerji kaynağı olarak giderek daha fazla değer kazanmaktadır. Bu anlamda Chen ve ark. (2024), küresel açık deniz LNG ticaretinin büyümeye devam ettiğini, özellikle Avrupa ve Asya'nın ana pazarlar haline geldiğini ve bu pazarların payının %90'ını oluşturduğunu tespit etmişlerdir.

Casagrande ve Dallago (2025), LNG'nin yükselişinin ekonomik faktörlerden çok jeopolitik faktörler tarafından belirlendiği ve bu durumun kaya gazı devriminin Avrupa Birliği (AB)-Rusya ilişkilerine etkisine kadar uzandığını ifade etmektedir. Bununla birlikte, Rusya'nın Ukrayna'yı işgalinden bu yana, AB-Rusya gaz bağımlılığı temelden sarsılmıştır. Xiao ve ark. (2024)'ün çalışmalarının da doğruladığı üzere, Rusya-Ukrayna çatışması, LNG akışlarının yönünü ve hacmini etkilemiştir. LNG'ye büyük ölçüde bağımlı ülkeler, LNG alım terminallerini genişletmeye ve LNG tedarik stratejilerini çeşitlendirmeye öncelik vermelidir. Bu anlamda AB yetkililerinin Rusya'dan gaz bağımlılığını aşamalı olarak ortadan kaldırmak için büyük miktarlarda LNG ithal etme stratejisi uyguladığı görülmektedir. Ana stratejik hedefler, uygun fiyatlarla enerji tedarikini güvence altına almak ve ortak pazarı korumaktır (Sassi, 2025). Munasser ve ark. (2024)' ait çalışmada da Avrupa'da artan enerji talebi, Ukrayna'daki devam eden çatışma nedeniyle Rusya ile gerginleşen siyasi ilişkilerle birleşince, Avrupa kıtasının önümüzdeki yıllarda alternatif enerji kaynakları aramaya ve Rusya'dan doğal gaz ithalatına olan bağımlılığını azaltmaya yöneldiği belirtilmektedir. Sonuçlar, Katar'ın Avrupa Birliği'ne yönelik Rus gaz arzında %50'ye varan bir kesintiye karşılık verebilecek kapasiteye sahip olduğunu göstermektedir. Ancak boru hattı gazına kıyasla LNG'nin kolaylığı, piyasa oynaklığı ve LNG'ye özgü çeşitli maliyetler tarafından tehdit edilmektedir. Şu anda, LNG'nin büyük miktarda ithalatı enerji bağımlılığı ve maliyet sorununu çözmemiş, gaz arzı açığını tam olarak telafi etmemiş ve iklim gündeminin

güvenilirliğini tehdit etmektedir. Bu yönüyle LNG ithalatında dengelerin değişmemesi mümkün görünmemektedir (Vivoda, 2022).

Öte yandan, Avrupa Birliği'nin Rus gaz tedarikinden ayrılma kararının Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'ne Avrupa enerji piyasasında Rusya'nın yerini alma fırsatı sunduğu görülmektedir. Her ne kadar iletişim kanallarının yoğun olmadığı bulgusuna ulaşılmış olsa da istisnai bir durum olarak, 2014'te Rusya'nın Kırım'ı ilhak etmesi ve 2022'de Ukrayna'ya tam ölçekli işgaliyle başlayan dönemlerde görüşmelerin de önemli ölçüde arttığı gözden kaçırılmamalıdır (Hrabušajová ve Mišík, 2025).

Bunların dışında Kotagodahetti ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada sürdürülebilir bir gelecek kapsamında değerlendirilebilecek bir gelişmenin de Çin ve Kanada tarafından geldiği görülmektedir. Buna göre, Çin'deki kömür kullanımının Britanya Kolombiyası (BC) LNG tedarikiyle değiştirilmesi yoluyla Kanada ve Çin arasında Uluslararası Transfer Edilebilir Azaltım Çıktıları (Internationally Transferred Mitigation Outcomes-ITMOs) oluşturulma potansiyeli bulunmaktadır ve bu durum enerji üretim uygulamalarında kömürün LNG ile değiştirilmesi bağlamında, emisyonları azaltmak için umut verici bir yaklaşımdır. Küresel ve ulusal emisyon azaltma baskıları altında Çin, kömürden gaza geçiş stratejisi nedeniyle artan doğal gaz tüketimini karşılamak için LNG ithalatı için bir pazar oluşturmuştur. Öte yandan Zhu ve ark. (2023)'e ait çalışmada ise LNG ticaretinin kapsam ve ölçeğinin sürekli genişlemesiyle birlikte, küresel LNG ithalat rekabetinin giderek daha kapsamlı ve karmaşık hale geldiği ifade edilmekle birlikte, Japonya'nın en yoğun rekabete sahip ülke olmasına rağmen, rekabet modelindeki konumunun gerilediği; Çin'in ise diğer ithalatçılarla giderek daha yoğun bir rekabete girdiği ve rekabet modelindeki konumunun giderek daha önemli hale geldiği; ithalatçıların gayri safi yurt içi hasıla düzeyinin ve doğal gaz tüketiminin, ithalatçılar arasındaki rekabet yoğunluğunu artırırken, ithalatçıların doğal gaz üretiminin, siyasi riskin, teknoloji seviyesinin ve ithalatçılar arasındaki mesafenin ithalatçılar arasındaki rekabet yoğunluğunu engellediğini ortaya koyulmuştur.

Bu ve bunun gibi dengeleri koruma veya dengeleri değiştirme niyetinde olan LNG ticaret ortakları düşünülünce LNG ihracat ve ithalatında sıralamanın değişip değişmeyeceği de esasen ekonomi ve enerji gündemi için önem teşkil etmektedir. İşte mevcut çalışmamız da konuyu ihracat açısından ele alarak tam da bu sorunun yanıtı arama motivasyonu ile yola çıkmıştır.

Çalışmada bu haliyle LNG ticaretine yönelik özellikle de günceli yansıtma gayesiyle kapsamlı bir giriş bölümü sunulmakta, ardından LNG ihracat ve ithalatında belirleyici konumları ile hangi ülkelerin nasıl bir role

sahip olduğu sorgulanmakta ve bir kümeleme analizi ile de somut kanıtlar elde edilerek literatüre hem teorik hem de ampirik olarak katkı sunulması amaçlanmaktadır.

2.LNG İHRACAT VE İTHALATINA YÖN VERENLER

Asya-Pasifik LNG pazarı, özellikle Avustralya ve Kuzey Amerika'dan gelen önemli yeni arzlar ve son dönemdeki petrol fiyatlarındaki düşüşün yol açtığı LNG fiyatlarındaki düşüş eğilimi nedeniyle, şu anda önemli değişiklikler ve belirsizlikler yaşamaktadır. Kompas ve Che (2016), mevcut sosyo-ekonomik koşullar altında, Asya-Pasifik LNG ithalatının 2020 yılında 2013 yılına göre %49,1 ve 2030 yılında %95,7 artacağını öngörmüşler ve 2020 yılı tahmininde başarılı olmuşlardır. Toplam LNG ticaret değerinin 2030 yılında 199,0 milyar ABD dolarına çıkacağı tahmin edilmektedir. Bununla birlikte, LNG ticaretinin genişlemesinin temel kaynakları, büyük yeni ithalatçılar (Çin ve Hindistan) ve ihracatçılar (Avustralya ve ABD) tarafından yönlendirilmektedir.

Konu Avrupa için değerlendirildiğinde (Casagrande ve Dallago, 2025) ise 1990'larda Avrupa ulusal enerji piyasalarının serbestleştirilmesiyle birlikte, gaz fiyatlarının spot piyasalardaki rekabet yoluyla belirlenmeye başlandığı ve Hollanda Mülkiyet Devri Tesisi (Title Transfer Facility-TTF)'nin, doğal gaz için en önemli sanal ticaret platformu ve Avrupa'da gaz fiyatlarının ana referans noktası haline geldiği dikkati çekmektedir. Avrupa'da azalan gaz üretimi ile artan gaz tüketimi arasındaki farkın giderek büyümesi, serbestleştirme süreci Rusya'nın Avrupa'daki genişlemesini desteklemiş, enerji bağımlılığı sorununu daha da kötüleştirmiş ve AB'nin uluslararası enerji piyasalarına karşı kırılganlığını artırmıştır. Ancak Rusya'nın 2022'de Ukrayna'yı işgali, AB-Rusya ticaret ilişkilerini zayıflatmış ve gaz tedarikini tehlikeye atmıştır. AB tarafından alınan acil önlemler (MCM ve AB ülkeleri arasında dayanışma ve iş birliğinin teşvik edilmesi) dışında, asıl yenilik, LNG gazının büyük miktarda ithalatı ve LNG değer zincirine yapılan büyük yatırımlardır.

Sassi (2025)'nin ortaya koyduğu üzere, gayri resmî kurumların enerji güvenliğine verdiği önem ve Avrupa'nın enerji piyasaları üzerindeki etkisi küresel çapta yankı uyandırmaktadır. Pazar dengesizliklerini gidermek ve AB enerji politikasında olumsuz sonuçları önlemek için daha yakın iş birliği gereklidir. AB'nin enerji politikalarının istikrarı devam eden pazar/ticaret kurumlarına bağlı olduğundan, LNG ve kritik hammaddelerin temininde dengeli stratejiler için istenmeyen sonuçların önlenmesi hayati önem taşımaktadır. Zwickl-Bernhard ve Neumann (2024)'ın 2040 yılında küresel

LNG ticaretini kapsamlı bir şekilde inceleyerek, Avrupa'nın LNG ithalatçısı olarak üstlendiği acil rolü ortaya koymaya çalıştıkları araştırmalarında elde edilen bulgular, Avrupa'nın yalnızca iddialı sürdürülebilir senaryoda küresel LNG pazarında önemli bir rol oynadığını, ancak yüksek talep senaryosunda öneminin azaldığını göstermektedir. Avrupa'ya gönderilen LNG hacimleri incelendiğinde, Afrika'daki ihracatçıların talebi karşılamada önemli bir role sahip olduğu görülmektedir. Ancak, küresel LNG talebi arttıkça, ticarete gerçekten istikrarlı eğilimlerin veya modellerin ayırt edilebilirliği azalmaktadır. Uzun vadeli sözleşmelerin değeri gelecekte yeniden artabilir. Gelecekteki çalışmalar, sabit hacimlerde LNG ticaretine olanak tanıyan uzun vadeli sözleşmeleri içermelidir. Ayrıca, Avrupa için elde edilmiş olan LNG tedarik maliyetleri, Avrupa'nın enerji altyapısının sürdürülebilir geçişini optimize etmeyi amaçlayan büyük ölçekli enerji sistemi modelleri için değerli girdiler olarak görülebileceği ifade edilmektedir.

Vivoda (2025)'a ait beş büyük LNG ihracatçısı (Avustralya, Katar, ABD, Rusya ve Malezya) üzerinde odaklanan çalışma ise ihracatçılar arasında ve zaman içinde (2009–2021) LNG ihracatının çeşitlendirme düzeyini ve modellerini analiz etmekte ve karşılaştırmaktadır. Sonuçlar, bu dönemde beş ülkenin LNG ihracat portföylerinin giderek çeşitlendiğini göstermektedir. Özellikle, ABD ve Katar'ın LNG ihracatı en fazla çeşitlenen ihracat olmuştur. Buna karşılık, Avustralya ve Rusya'nın LNG ihracat portföylerinin çeşitlendirilmesi, 2009 ile 2021 arasında önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Avustralya'nın LNG ihracat portföyü ilk olarak “yoğunlaşmış” (2009-2012) durumundan “yüksek yoğunluklu” (2013) duruma geçtikten sonra, tekrar ‘yoğunlaşmış’ (2014-2015) duruma dönmüş ve ardından “ne yoğunlaşmış ne de çeşitlendirilmiş” (2016-2021) duruma geçmiştir.

3.YÖNTEM

Kümeleme analizinin temel amacı, veri setinde benzer özelliklere sahip alt gruplar oluşturarak verilerin daha anlamlı bir şekilde incelenmesini sağlamaktır. Aynı grupta yer alan veriler birbirine benzer özellikler taşıırken, farklı gruplarda yer alan veriler birbirinden farklı özellikler göstermektedir (Rahmafitria ve ark., 2024; Wang ve ark., 2024). Bu bağlamda, K-ortalamlar yöntemi güçlü ve yaygın olarak kullanılan bir kümeleme tekniği olarak öne çıkmaktadır (Bandyapadhyay ve ark., 2023).

Kümeleme analizlerinde zaman serisi verilerinin de kullanılabileceği çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur. Örneğin De La Guardia ve ark. (2024) çalışmalarında 2019-2023 dönemine ait zaman serisi verilerini kullanmışlardır. Benzer şekilde, bu araştırmada da 2021-2024 yılları arasındaki veriler zaman serisi yaklaşımıyla değerlendirilmiştir.

Çalışmada, Wits (2025) veri seti ile Weka 3.8.6 yazılımı kullanılmıştır. Kümeleme sürecinde uygulanan Basit K-ortalamalar (Simple K-means) algoritmasının parametreleri Tablo 1’de sunulmaktadır. Analizde kullanılan veri seti, 2021-2024 yılları arasında seçili ülkelerin LNG ihracat değerlerini (ABD doları cinsinden) kapsamaktadır.

Tablo 1. K-ortalamalar Küme Parametreleri

Küme modeli	Scheme: weka.clusterers.SimpleKMeans -init 0 -max-candidates 100 -periodic-pruning 10000 -min-density 2.0 -t1 -1.25 -t2 -1.0 -N 4 -A “weka.core.EuclideanDistance -R first-last” -I 500 -num-slots 1 -S 10
	Relation: WekaExcel
	Instances: 32
	Attributes: 5
	Year2021 Year2022 Year2023 Year2024

4. ANALİZ VE BULGULAR

Tablo 2, 2021-2024 yılları arasında LNG ihracat verilerine dayanan 32 ülkenin oluşturduğu kümelerin sayısını sunmaktadır. Yapılan analiz, ihracat verilerinin ABD doları cinsinden değerlendirildiği “Natural gas, liquefied” kategorisindeki verilere dayanmaktadır.

Tablo 2’ye göre, iki kümeden oluşan analizde iki ülke, diğerlerinden ayrılarak kendine özgü bir konumda yer almaktadır. Üç kümeden oluşan analizde ise ülkeler, 3, 2 ve 27 elemanlı olmak üzere üç farklı kümeye dağılmaktadır. Dört kümeden oluşan analize göre ise ülkeler, sırasıyla 5, 24, 2 ve 1 elemanlı gruplar halinde kümelenmiştir.

Tablo 2. Kümelerin Üye Sayıları

2 Elemanlı Küme				3 Elemanlı Küme			4 Elemanlı Küme		
	Atama	Sayı	Yüzde	Atama	Sayı	Yüzde	Atama	Sayı	Yüzde
Küme No 0	0	2	6%	0	3	9%	0	5	16%
Küme No 1	1	30	94%	1	27	84%	1	24	75%
Küme No				2	2	6%	2	2	6%
Küme No							3	1	3%

**Değerler yuvarlanmıştır.*

Tablo 3, LNG ihracatında ülkelerin oluşturduğu kümeleri göstermektedir. Bu çalışmada, üç farklı kümeleme analizi gerçekleştirilmiş olup, analizler iki, üç ve dört elemanlı gruplar şeklinde yapılmıştır. Her bir analizde, ülkelerin kümeler içindeki değişen konumları incelenmiştir.

İlk analiz, iki kümeden oluşan yapıda, Avustralya ve ABD'nin diğer ülkelerden belirgin bir şekilde ayrıldığını ortaya koymuştur. Benzer bir ayrışma, üç ve dört kümeden oluşan analizlerde de gözlemlenmiştir; bu analizler, Avustralya ve ABD'nin, LNG ihracatında 2021-2024 döneminde diğer ülkelerden benzersiz bir konumda olduğunu desteklemektedir. Bu bulgular, bu iki ülkenin LNG ihracatındaki stratejik üstünlüklerini ve küresel pazardaki farklılaşmalarını vurgulamaktadır.

Üç kümeden oluşan ikinci analizde ise Malezya, Nijerya ve Mısır, tıpkı Avustralya ve ABD örneğinde olduğu gibi ana gruptan ayrılmaktadır. Dördüncü kümeden oluşan üçüncü analizde ise kümelenmeler daha belirginleşmiştir. Bu analizde, Avustralya ve ABD'nin diğer ülkelerden tamamen farklılaştığı, Malezya'nın ise tek başına bir grup oluşturduğu gözlemlenmiştir. Malezya'nın LNG ihracatındaki performansı bu bağlamda dikkat çekici olup, sektördeki önemli aktörlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, ana gruptan ayrılan diğer ülkeler arasında Mısır, Nijerya, Norveç, Peru ve Suudi Arabistan yer almakta olup, bu ülkelerin LNG ihracatındaki gelişimlerinin sektördeki gelecekteki trendler açısından önemli olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak, LNG ithalatı yapan ülkeler, bilhassa ana gruptan ayrılan ülkelerin ihracat potansiyellerini ve stratejik konumlarını dikkatle izlemelidir.

Tablo 3. Kümeler ve Kümelere Atanan Ülkeler

2 Kümeli analiz		3 Kümeli Analiz			4 Kümeli Analiz				Ülke
0	1	0	1	2	0	1	2	3	<-- kümeye atandı
1	0	0	0	1	0	0	1	0	Avustralya
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Belçika
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Bosna Hersek
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Brezilya
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Çin
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Hırvatistan
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Dominik Cumhuriyeti
0	1	1	0	0	1	0	0	0	Mısır, Arap Cumhuriyeti
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Estonya
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Avrupa Birliği
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Finlandiya
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Fransa
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Almanya
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Hindistan
0	1	0	1	0	0	1	0	0	İtalya
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Kore, Cum.
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Litvanya
0	1	1	0	0	0	0	0	1	Malezya
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Namibya
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Hollanda
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Yeni Zelanda
0	1	1	0	0	1	0	0	0	Nijerya
0	1	0	1	0	1	0	0	0	Norveç
0	1	0	1	0	1	0	0	0	Peru
0	1	0	1	0	1	0	0	0	Suudi Arabistan
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Güney Afrika
0	1	0	1	0	0	1	0	0	İspanya
0	1	0	1	0	0	1	0	0	İsveç
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Tayland
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Trinidad ve Tobago
0	1	0	1	0	0	1	0	0	Birleşik Krallık
1	0	0	0	1	0	0	1	0	Amerika Birleşik Devletleri

5. TARTIŞMA VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Kompas ve Che (2016), Çin ve Hindistan'ın öncülüğünde, gelişmekte olan ithalatçıların payının 2030 yılına kadar yaklaşık %50'ye ulaşacağını öngörmektedir. Buna göre, Çin'in ithalatının 2020'de 53 metrik ton (Mt)'tan 2030'da 79,2 Mt'a, Hindistan'ın ithalatının ise 2015'te 16,0

Mt'tan 2030'da 58,6 Mt'a çıkacağı öngörülmektedir. Japonya, Güney Kore ve Tayvan gibi geleneksel tüketicilerin hakimiyetlerini sürdüreceği ve LNG ithalatının 2015'teki 53,9 milyar ABD dolarından 2030'da 99,5 milyar ABD dolarına yükseleceği tahmin edilmektedir. Yeni ithalatçıların, özellikle Çin ve Hindistan'ın rolü büyümektedir ve LNG ithalatının 2030 yılında 84,5 milyar ABD dolarına ulaşacağı hesaplanmaktadır. Bu ithalatın büyük kısmının ise Avustralya ve ABD tarafından karşılanacağı değerlendirilmektedir. Bu değişiklikler güç dinamiklerini değiştirecek ve petrolden LNG'ye geçişi vurgulayacaktır. Choi ve Heo (2017), Kuzeydoğu Asya ithalatçılarının değişen primler arasında pazarlık gücünü artırmak ve kaynakları çeşitlendirmek için koordinasyon içinde hareket etmeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Avrupa ve Asya'ya hizmet veren ABD ihracatı, özellikle Avrupa talebinin düşmesi durumunda pazar gücünü etkileyebilir. Kore, Japonya ve diğer ülkeler arasındaki iş birliği, pazar istikrarı için çok önemlidir. Vivoda (2022), ABD ve Katar gibi ihracatçıların, sözleşme türüne bakılmaksızın, büyük alıcıların payını %15'in altında tutarak ve en az 20 ülkeye ihracat yaparak çeşitlendirilmiş portföylerini korumaları gerektiğini belirtmektedir. Avustralya ve Malezya, çeşitlendirme konusunda coğrafi zorluklarla karşı karşıya, ancak Rusya'nın Ukrayna'yı işgali gibi jeopolitik olaylar, LNG ihracatını Avrupa'ya yönlendirebilecektir. Cui ve ark. (2025), Rusya-Ukrayna çatışması ve küresel enerji arzına ilişkin artan belirsizliklerin arka planında, uluslararası LNG ticaretinin giderek önem kazanan ağlara dayandığını ve son yıllarda, acil durumların ve jeopolitik risklerin sıklığının ülkelerin enerji tedarik zincirinde büyük zorluklarla karşılaşmasına neden olduğunu ve enerji güvenliğini sağlamak için yeni ticaret ortaklıkları kurmanın aciliyetini ortaya çıkardığını ifade etmektedir. Bu bağlamda birden fazla enerji ihraç eden ülke ile ticaret ilişkileri kurarak ve derinleştirerek tek bir tedarikçiye bağımlılığı azaltmak için çeşitlendirilmiş ithalat stratejileri güçlendirilmelidir. Örneğin, Avrupa ülkeleri, jeopolitik riskler arttığında tedarik kaynaklarını hızla ayarlayabilmek için Amerika Birleşik Devletleri, Katar ve Avustralya gibi gelişmekte olan tedarikçilerle iş birliğini genişletmelidir. Büyük ithalatçı ülkelerin ağ yoğunluğunu ve kümelenme katsayısını iyileştirerek riskleri çeşitlendirdiği ve tedarik zincirinin dayanıklılığını güçlendirdiği dikkate alındığında Sassi (2025)'nin çalışması da politika önerileri açısından önem taşımaktadır. Buna göre, daha fazla çeşitlendirme için Avustralya ve Malezya, en büyük pazar paylarını (Çin, Japonya) %40'ın altında tutmalı ve diğer Asya ithalatçılarına ihracatı genişletmelidir. Bu ilişkilerde önemli bir rol sahibi olduğu görülen Avrupa Komisyonu, LNG stratejilerinden en çok etkilenen Asya alıcılarıyla AB enerji diplomasisini yeniden değerlendirmeli ve AB'ye benzer piyasa odaklı ekonomilere sahip Japonya, Güney Kore ve

Tayvan gibi büyük LNG ithalatçılarıyla koordinasyonu iyileştirmelidir. Çin ve Hindistan ile iş birliği yapmanın ise daha zorlu olmasına karşın gerekli olduğu ve daha düşük fiyatlar ve güvenilir arzın onların çıkarlarına hizmet ettiği belirtilmektedir. Wang ve ark. (2022) bu bağlamda Çin'in LNG ithalat fiyatının uluslararası ham petrol fiyatlarından ziyade yerel piyasa bilgilerinden daha fazla etkilenme eğiliminde olduğunu dile getirmektedir. ABD veya Avrupa gaz piyasalarının etkileriyle karşılaştırıldığında, Çin'in LNG ithalat fiyatı, benzer fiyatlandırma mekanizmalarına atfedilebilen Japon mevkiadaşının etkilerine daha duyarlı olduğu ve doğal gaz arzının güvence altına alınması için çaba sarf edilirken, aynı zamanda iç doğal gaz piyasasının serbestleştirilmesi ve piyasalaştırılması yönünde daha fazla çaba sarf edilmesi gereği vurgulanmıştır.

Casagrande ve Dallago (2025)'nin ise spot piyasaların oynaklığı, LNG'ye özgü çeşitli maliyetler ve nihai fiyatın belirlenmesinde enerji tedarikçilerinin rolü de dikkate alındığında, LNG'nin boru hattı gazına kıyasla ekonomik avantajının şüpheli olduğu vurgusu dikkat çekicidir. Son olarak, LNG, işlenmesi ve taşınması için çok fazla enerji gerektiren bir fosil yakıttır. Sürekli artan LNG akışını sağlamak için gerekli olan devasa altyapıya yapılan yatırımlar, 2050 yılına kadar iklim nötrlüğü hedefiyle çalışmaktadır. Buna rağmen, Avrupa yetkilileri enerji krizini çözmeyi ve yeşil geçişi öncelikle enerji talebinde önemli bir azalma yoluyla gerçekleştirmeyi ummaktadır. Dijital geçişin kendisi devasa enerji kaynakları ve veri merkezleri gerektirdiği ve ağır sanayinin sürekli ve sürdürülebilir bir enerji akışı olmadan yapamayacağı düşünüldüğünde, bu hedefe ulaşmak zor olabilir. Liu ve ark. (2025) bu bağlamda politika yapıcılar için LNG tedarikinde çeşitlendirme ve dayanıklılık stratejileri önceliklendirilmesi gereği üzerinde durmaktadırlar. Topluluk yapısındaki değişikliklerde de açıkça görülen LNG ticaret akışlarının hızlı evrimi, bölgesel çatışmalar altında istikrarlı operasyonlara olanak tanıyan esnek rota tasarımlarını gerektirmektedir. Ulusal veya bölgesel düzeylerde, karar vericiler tedarik kaynaklarını çeşitlendirmeli ve herhangi bir ülkeye veya rotaya aşırı bağımlılıktan kaçınmak için altyapı ithal etmelidir.

Bu anlamda Zwickl-Bernhard ve Neumann (2024)'nın Afrika'daki LNG ihracatçılarının Avrupa'nın arzında önemli bir rol oynadığını ve ithalat maliyetlerinin düşürülmesinde kilit bir rol üstlendikleri vurgusu dikkate değerdir. Küresel LNG talebindeki dalgalanmalar, istikrarlı ticaret modellerini bulanıklaştırmış ve uzun vadeli sözleşmelerin önemini artırmış olabilir. Bazı ihracatçılar, arz fazlası olan bir pazarda rekabet gücünü korumak için bu sözleşmelere güvenebilir, bu da ithalatçıların daha ucuz uzun vadeli seçenekler yerine ekonomik faydalar sağlayan daha kısa süreli sözleşmeleri tercih etmesine neden olabilir.

Öte yandan Yu ve ark. (2025)'nin çalışmasının da işaret ettiği üzere LNG, küresel enerji piyasasında önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, bölgesel ve uluslararası LNG ticaretinin karmaşık ve sürekli değışen yapısı nedeniyle, LNG nakliye ağıının optimizasyonundan kaynaklanan emisyon azaltımını doğru bir şekilde tahmin etmek zordur. LNG nakliye ağıının optimize edilmesi, gereksiz yakıt tüketimini azaltabilir ve verimliliği sağlarken emisyonları en aza indirebilir. Bu anlamda Gilbert ve Sovacool (2018), ABD'nin sıvılaştırılmış doğal gazın önemli bir ihracatçısı olmaya hazırlanırken, doğal gazını önemli bir ihracat hedefi olan Asya'ya ihraç etmesinin sera gazı emisyonları üzerindeki etkisine nispeten az dikkat çekildiğini ortaya koymaktadır. İlgili çalışma, ABD LNG'sinin olası kullanımlarını ve Asyalı ithalatçılar için ülkeye özgü emisyon profillerini dikkate alan sınırlı bir senaryo yaşam döngüsü yaklaşımının LNG ihracatının belirsiz ancak potansiyel olarak büyük küresel iklimsel sonuçlara sahip olduğunu göstermektedir. Bir öneri olarak, metan sızıntısının en aza indirilmesi ve LNG'nin azaltılmış iç tüketimden sağlanması ve LNG'nin elektrik üretiminde öncelikli olarak kömürün yerini alması durumunda politika yapıcıların LNG ihracatını faydalı bir iklim azaltma tekniği olarak kullanabileceği ifade edilmektedir. Yine Gilbert ve Sovacool (2017)'a ait başka bir çalışmada da ABD'nin Çin, Japonya, Hindistan ve Güney Kore'ye ihracatının iklim üzerindeki etkilerinin büyük ölçüde değışebileceği tespitinde bulunulmuş ve bununla birlikte ABD'nin doğal gazını diğer ülkelere iklim dostu bir şekilde ihraç etmek istiyorsa, bu ülkelerin emisyonlarını azaltmak için teknik kapasiteye ve uluslararası yükümlölüklerle sahip olması gereği üzerinde durulmuştur.

6.SONUÇ

LNG, enerji tedarikinde önemli bir dönüşüm yaratarak, dünya genelindeki ülkeler için stratejik bir öneme sahip olmuştur. Geleneksel enerji taşıma yöntemlerinin ötesine geçen LNG, özellikle enerji güvenliğini sağlamak ve dışa bağımlılığı azaltmak isteyen ülkeler için kritik bir alternatif sunmaktadır. Ayrıca, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada da önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, LNG'nin küresel enerji ticaretindeki artan etkisi, her geçen gün daha fazla ülke tarafından dikkatle izlenmektedir.

Bu çalışmada yapılan analizler, LNG ihracatındaki ülke kümelenmelerini inceleyerek, enerji piyasalarının dinamiklerini anlamada değerli bir katkı sağlamaktadır. Ülkelerin LNG ticaretindeki yerlerini anlamak, ekonomik, ticari ve jeopolitik ilişkileri daha derinlemesine analiz etmeye olanak tanımaktadır. Literatürde LNG'nin küresel ticaret ilişkileri üzerindeki etkisi üzerine yapılan bu tür araştırmalar, enerji piyasalarında görülen değışimlerin daha iyi anlaşılmasına olanak verir.

Analizler, özellikle Avustralya ve ABD'nin LNG ihracatında benzersiz bir konumda olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 3). Bu bulgular, politika yapıcılarının küresel LNG ticaretindeki fırsatları daha etkili bir şekilde değerlendirebilmeleri için önemlidir. Bu çerçevede, enerji stratejilerinin çeşitlendirilmesi, yerel kaynakların etkin kullanımı ve çevresel düzenlemelerin güçlendirilmesi, LNG ticaretinin sürdürülebilirliğini artırmak için önerilen önemli politika adımlarıdır.

Etik Bildirim

Bu araştırma, açık kaynaklardan elde edilen ikincil veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, insan ya da hayvan verileri kullanılmamış olup, yalnızca kamuya açık ve erişilebilir veri kaynakları kullanılmıştır. Bu nedenle, araştırma için etik kurul izni gerekmemektedir. Kullanılan veriler, ilgili veri sağlayıcılarının belirlediği standartlara uygun olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın amacı, mevcut verilerin analiziyle belirli bir konuya dair bilimsel bir katkı sağlamak olup, herhangi bir etik sorun teşkil etmemektedir.

Fon Desteği Bildirimi

Bu araştırma, herhangi bir dış fon desteği almadan, tamamen bağımsız olarak yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan tüm kaynaklar ve veriler, açık erişim veri tabanlarından temin edilmiştir ve araştırma süreci tamamen araştırmacının kendi kaynaklarıyla finanse edilmiştir. Araştırma sürecinde herhangi bir kamu, özel sektör veya başka bir finansal destek sağlayıcı kurumdan maddi veya teknik yardım alınmamıştır. Bu nedenle, çalışmada herhangi bir fon desteğinin etkisi veya çıkar çatışması söz konusu değildir.

Yazar Katkıları Formu

Bu çalışmanın yazım sürecine katkıda bulunan yazarlar ve her bir yazarın katkılarını aşağıda belirtilmiştir:

Birinci yazar: Giriş bölümünü, kavramsal çerçeveyi ve araştırma ile ilgili diğer bölümleri yazmıştır. Araştırmanın teorik temelleri ve literatür taraması ile ilgili içeriklerin hazırlanmasında ana katkıyı sağlamıştır.

İkinci yazar: Verilerin analizi ve sonuçların yazımıyla sorumluydu. Verilerin işlenmesi, analiz edilmesi ve bulguların yorumlanması süreçlerinde aktif rol almış, sonuç kısmının yazımını tamamlamıştır.

Kaynaklar

- Bandyapadhyay, S., Fomin, F. V., Golovach, P. A., Lochet, W., Purohit, N., & Simonov, K. (2023). How to find a good explanation for clustering? *Artificial Intelligence*, 322, 103948. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2023.103948>.
- Casagrande, S., & Dallago, B. (2025). The economic and geostrategic role of LNG in EU energy transition. *Structural Change and Economic Dynamics*, 74, 387-404. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2025.04.002>.
- Choi, G., & Heo, E. (2017). Estimating the price premium of LNG in Korea and Japan: The price formula approach. *Energy Policy*, 109, 676-684. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2017.07.033>
- Cui, W., Wu, D., Huang, Q., & Yang, S. (2025). The dynamic evolution mechanism of liquefied natural gas trade dependency networks: International implications of the Russia-Ukraine conflict. *Sustainable Futures*, 9, 100730. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2025.100730>.
- De La Guardia, L., de Miranda, J. H., & dos Santos Luciano, A. C. (2024). Assessment of irrigation water use for dry beans in center pivots using ERA5 Land climate variables and Sentinel 2 NDVI time series in the Brazilian Cerrado. *Agricultural Water Management*, 305, 109128. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.109128>.
- Gilbert, A.Q., & Sovacool, B.K. (2017). US liquefied natural gas (LNG) exports: Boom or bust for the global climate? *Energy*, 141, 1671-1680. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.11.098>.
- Gilbert, A.Q., & Sovacool, B.K. (2018). Carbon pathways in the global gas market: An attributional lifecycle assessment of the climate impacts of liquefied natural gas exports from the United States to Asia. *Energy Policy*, 120, 635-643. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.05.063>.
- Hrabušajová, M., & Mišík, M. (2025). The market will save the day: White house narratives on liquefied natural gas exports to the European Union. *Energy Research & Social Science*, 127, 104197. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.104197>.
- Kompas, T., & Che, T.N. (2016). A structural and stochastic optimal model for projections of LNG imports and exports in Asia-Pacific. *Heliyon*, 2(6), e00108. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2016.e00108>.
- Kotagodahetti, R., Hewage, K., Karunathilake, H., Prabatha, T., Krishnan, H., Kasumu, A.S., Bryant, T., & Sadiq, R. (2022). Liquefied natural gas exports from Canada to China: An analysis of internationally transferred mitigation outcomes (ITMO). *Journal of Cleaner Production*, 347, 131291. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131291>.
- Liu, M., Liu, Y., Wong, C.W.Y., Lai, K., & Tu, E. (2025). The impacts of geopolitics on global Liquefied Natural Gas (LNG) shipping network: Evi-

- dence from two geopolitical events. *Ocean & Coastal Management*, 267, 107706. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2025.107706>.
- Munasser, M.M.A., Alnouri, S.Y., & Benamor, A. (2024). The assessment of LNG export scenarios for Qatar in the European Gas Market. Editor(s): Flavio Manenti, Gintaras V. Reklaitis, Computer Aided Chemical Engineering, Elsevier, 53, 253-258. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-28824-1.50043-0>.
- Rahmafitria, Putro, H. P. H., Rosyidie, A., Dirgahayani, P., Setiyorini, P. D. S., & Nurazizah, G. R. (2024). Navigating Conservation Access: Unraveling Ignorant Tourist Behavior and Typologies in Komodo National Park. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika (Journal of Tropical Forest Management)*, 30(2), 237–245. <https://doi.org/10.7226/jtfm.30.2.237>.
- Sassi, F. (2025). The (Un)Intended consequences of power: The global implications of EU LNG strategy to reach independence from Russian gas. *Energy Policy*, 198, 114494. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2025.114494>.
- Vivoda, V. (2022). LNG export diversification and demand security: A comparative study of major exporters. *Energy Policy*, 170, 113218. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113218>.
- Wang, T., Qu, W., Zhang, D., Ji, Q., & Wu, F. (2022). Time-varying determinants of China's liquefied natural gas import price: A dynamic model averaging approach, *Energy*, 259, 125013. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125013>.
- Wang, Z., Shi, X., Yang, H., Yu, B., & Cai, Y. (2024). Automatic Extraction and Cluster Analysis of Natural Disaster Metadata Based on the Unified Metadata Framework. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 13(6), 201. <https://doi.org/10.3390/ijgi13060201>.
- Weka, Weka is open-source machine learning software issued under the GNU General Public License. <https://ml.cms.waikato.ac.nz/weka>.
- Wits (2025). World Integrated Trade Solution, <https://wits.worldbank.org>
- Xiao, R., Xiao, T., Zhao, P., Zhang, M., Ma, T., & Qiu, S. (2024). Structure and resilience changes of global liquefied natural gas shipping network during the Russia–Ukraine conflict. *Ocean & Coastal Management*, 252, 107102. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2024.107102>.
- Yu, H., Wu, W., Zhang, X., Fang, Z., Fu, X., Xu, L., & Liu, J. (2025). Optimization-based global liquefied natural gas shipping network management for emission reduction. *Ocean Engineering*, 321, 120366. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2025.120366>.
- Zhu, K., Hao, L., & Zhao, Y. (2023). Research on the evolution and influence mechanism of international liquefied natural gas import competition pattern. *Journal of Cleaner Production*, 414, 137602. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137602>.

- Zhu, M., Dong, P., Ju, Y., & Fu, Z. (2024). Assessing economies' resilience of international liquefied natural gas trade network in the presence of the ripple effect. *Energy*, 313,133491. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.133491>.
- Zwickl-Bernhard, S., & Neumann, A. (2024). Modeling Europe's role in the global LNG market 2040: Balancing decarbonization goals, energy security, and geopolitical tensions. *Energy*, 301, 131612. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.131612>.

