



Avrupa Birliği Ülkelerinde Elektrik Talebinin Fiyat Esnekliğinin Modellenmesi: Hanehalkı Üzerine Bir Analiz

Filiz Daşkiran¹, Mümin Volkan Kale²

Öz

Avrupa Birliği (AB) üyesi ülkelerin farklı ekonomik, coğrafi ve iklimsel koşulları göz önünde bulundurulduğunda elektrik talebinin fiyatlara karşı olan duyarlılığı farklılık göstermektedir. Bu çalışma, Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde hanehalkı elektrik talebinin fiyat esnekliğini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda fiyat değişimlerinin hanehalkı elektrik tüketimi üzerindeki etkilerini tespit edebilmek amacıyla 27 AB ülkesi için 2012-2022 arası yıllık veriler kullanılarak elektrik enerjisi talebinin fiyat esnekliği panel veri analizi aracılığıyla tahmin edilmiştir. Ekonometrik analiz sonuçlarına göre uzun dönemde konut içi elektrik talebinin fiyat esnekliği -0.085 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu değer, elektrik talebinin fiyat değişimlerine karşı düşük duyarlılık gösterdiğini ortaya koymakla birlikte elektrik sektörünün yeniden yapılandırılmasına yönelik politikalarda yalnızca fiyat temelli düzenlemelerin etkin sonuçlar doğurmayacağını göstermektedir. Dolayısıyla, politika yapıcıların talep tarafının yönetimini daha bütüncül bir çerçevede ele alarak, enerji verimliliğini artırmaya yönelik teşvik mekanizmaları, tüketici davranışlarını dönüştürmeye yönelik bilinçlendirme programları ve özellikle düşük gelirli haneleri destekleyici sosyal politika araçları gibi tamamlayıcı önlemleri de dikkate almalarını gerektirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Talebin Fiyat Esnekliği, Avrupa Birliği, Panel Veri Analizi.

Modeling the Price Elasticity of Electricity Demand in European Union Countries: An Analysis of Household Behavior

Abstract

Given the varying economic, geographical, and climatic conditions across European Union (EU) member states, the responsiveness of electricity demand to price changes differs accordingly. This study seeks to analyze the price elasticity of household electricity demand within EU countries. In this context, to assess the impact of price changes on household electricity consumption, annual data from 27 EU countries spanning 2012 to 2022 were used. The price elasticity of electricity demand was estimated through panel data analysis. According to the results of the econometric analysis, the long-term price elasticity of residential electricity demand was found to be -0.085. This value indicates a low sensitivity of electricity demand to price changes, suggesting that price-based regulations alone may not yield effective outcomes in policies aimed at restructuring the electricity sector. Consequently, policymakers should adopt a more comprehensive approach to demand-side management, incorporating complementary measures such as incentive mechanisms to promote energy efficiency, awareness programs aimed at influencing consumer behavior, and social policy instruments designed to support low-income households.

Keywords: Price Elasticity of Demand, European Union, Panel Data Analysis.

¹ Sorumlu Yazar (Corresponding Author) Dr. Öğr. Üyesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi İ.İ.B.F. İktisat Bölümü, filizcls@mu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-1139-2794>

² Arş. Gör., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi İ.İ.B.F. Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, volkankale@mu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1478-4518>

Atıf/Cite as: Daşkiran, F., & Kale, M. V. (2025). Avrupa Birliği ülkelerinde elektrik talebinin fiyat esnekliğinin modellenmesi: Hanehalkı üzerine bir analiz. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2025, 43(3), 469-487.

© 2025 Hacettepe Üniversitesi.

EXTENDED ABSTRACT

Electricity plays a pivotal role in economic development and social well-being. Within this context, understanding the price responsiveness of household electricity consumption has become increasingly important, particularly against the backdrop of climate change, rising energy costs, and global sustainability commitments. Despite efforts to decarbonize energy systems and promote efficient consumption, electricity remains a non-substitutable good for many households. This study aims to empirically estimate the long-term price elasticity of residential electricity demand across the 27 European Union (EU) member states using panel data analysis for the 2012–2022 period. The selection of this time frame is motivated by data availability and consistency. The analysis is based on electricity price and household consumption data from Eurostat. Eurostat provides harmonized and complete data on household electricity prices and consumption across all EU member countries during these years.

A panel data analysis approach was employed to estimate the long-run price elasticity coefficient. The fixed effects model was selected, and the Driscoll-Kraay estimator was used to address econometric issues such as autocorrelation, heteroskedasticity, and cross-sectional dependence. In addition, the stationarity of the variables was tested using second-generation unit root tests (Pesaran CIPS) and the Levin, Lin & Chu test. The empirical model is specified in log-log form, enabling elasticity interpretation of the coefficient estimates. The dependent variable is the natural logarithm of household electricity consumption, while the independent variable is the natural logarithm of electricity prices expressed in Euro per kilowatt-hour. Unit root tests—Pesaran's CIPS and the Levin-Lin-Chu (LLC) test—confirm that consumption becomes stationary after first differencing, while price is stationary at level. Diagnostic tests suggest the presence of heteroskedasticity, serial correlation, and cross-sectional dependence, reinforcing the choice of the Driscoll-Kraay estimator.

The key result indicates a long-run price elasticity of -0.085, which implies that a 1% increase in electricity prices results in only a 0.085% decrease in household electricity consumption. This value indicates price increases lead to only a limited reduction in electricity consumption. This inelastic response aligns with prior studies focusing on the EU or OECD countries and reinforces the view that price signals alone are not strong enough to significantly alter consumption behavior in the short-to-medium term. Additionally, the low R^2 value of 6.5% suggests that price is only one among many determinants of household electricity consumption, with income levels, climate, appliance efficiency, population demographics, and cultural factors playing substantial roles.

The literature supports the general finding of low price sensitivity in household electricity demand. For instance, Azevedo et al. (2011) estimated long-run elasticities in the range of -0.21 to -0.25 for the EU, while Uzgören and Özer (2018) found an elasticity of -0.19 for the residential sector using data from 28 EU countries. Cserekllyei (2020) reported somewhat higher long-run elasticities between -0.53 and -0.56, while Pellini (2021), using country-level analysis, identified values ranging from -0.081 in the Netherlands to -0.803 in Ireland. These findings collectively confirm the structural inelasticity of electricity demand in European households, with variations attributable to national income levels, regulatory frameworks, energy efficiency policies, and climatic conditions. Moreover, some studies show that elasticity may vary not only across countries but also over time. For instance, Wang and Mogi (2017) observed changes in Japan's price elasticity over decades due to shifts in energy policy and market liberalization. Similarly, post-crisis periods such as the COVID-19 pandemic led to observable demand reductions—an effect that Haxhimusa and Liebensteiner (2021) linked to carbon pricing regimes further complicating the price-demand relationship.

These results suggest that reliance on price mechanisms alone is insufficient to effectively manage electricity demand in the EU. The low elasticity identified in this study has significant policy implications. First and foremost, it calls into question the effectiveness of price-based instruments in curbing electricity consumption, especially among residential users who may have limited capacity or willingness to adjust consumption patterns in response to price fluctuations. Electricity is often perceived as a necessity, and inelastic demand reflects consumers' reluctance or inability to reduce usage without access to substitutes, efficient technologies, or behavioral interventions. Thus, a comprehensive policy framework must extend beyond market-based mechanisms. It should include targeted subsidies or tax incentives to promote energy-efficient appliances, home insulation improvements, and smart metering systems. Furthermore,

public awareness campaigns can help reshape consumption habits, and demand response behavior. These efforts are particularly critical in addressing energy poverty, which disproportionately affects low-income households unable to invest in energy-saving technologies. Consequently, policies aimed at reducing electricity consumption and enhancing energy efficiency should incorporate a broader range of measures, including behavioral interventions, efficiency incentives, public awareness campaigns, and social support mechanisms. Socially inclusive policies are vital. Fulvimari et al. (2023) demonstrated that rising electricity prices in European Union countries in recent years have created a disproportionate financial burden, particularly on households in the lowest income bracket. In their study, they emphasized that rising prices increase the risk of energy poverty in this segment, where a larger proportion of household income must be allocated to energy expenditures, and negatively impact quality of life by complicating access to basic needs. To ensure equity, price reforms must be accompanied by compensatory mechanisms such as social tariffs, direct transfers, or tiered pricing structures designed to protect essential consumption levels while preserving incentives for efficiency. When compared with the existing literature, the estimated price elasticity coefficient in this study is consistently low, in line with previous studies conducted either EU-wide or on a country-by-country basis. This confirms that an inelastic electricity demand structure is a common trend within the residential sector.

The study's findings also highlight the need for differentiated strategies across member states. For example, elasticity is typically higher in countries with warmer climates and lower per capita incomes, where discretionary usage (e.g., cooling) and price sensitivity may be greater. In contrast, in colder, wealthier nations, where electricity is used predominantly for heating and basic services, demand tends to be less elastic. Future research could benefit from a disaggregated approach, examining heterogeneity by region, climate zone, and income group.

Moreover, integrating additional variables such as household income, renewable energy usage, appliance saturation rates, and smart meter penetration would yield a more nuanced understanding of the drivers of electricity demand. Employing more advanced econometric techniques—such as structural equation modeling, quantile regression, or machine learning methods—could also help capture nonlinearities and interaction effects currently unaccounted for in linear panel models.

When compared with the existing literature, the estimated price elasticity coefficient in this study is consistently low, in line with previous studies conducted either EU-wide or on a country-by-country basis. This confirms that an inelastic electricity demand structure is a common trend within the residential sector. In conclusion, the low price sensitivity of household electricity demand in EU countries underscores the necessity of integrating alternative policy instruments to achieve sustainability objectives. Rising electricity prices may disproportionately affect low-income households, thereby increasing the risk of energy poverty. It is therefore essential that energy policy frameworks adopt multidimensional and socially inclusive approaches to ensure both effectiveness and equity.

In conclusion, this study provides empirical evidence that the long-run price elasticity of household electricity demand in EU countries is low, measured at -0.085. This result is consistent with prior literature and reflects the essential nature of electricity as well as limited short-term substitution possibilities for most households. Given these findings, policymakers should avoid over-reliance on price mechanisms and instead pursue a broader policy mix that includes regulatory, fiscal, and informational instruments aimed at encouraging sustainable consumption patterns and safeguarding vulnerable populations.

Effective demand-side management in the EU requires a multidimensional, socially inclusive approach. It must simultaneously address environmental goals, economic efficiency, and social equity. As electricity becomes increasingly central to decarbonization and digitalization, the challenge lies not just in supplying energy sustainably, but also in reshaping the way it is consumed—responsibly, efficiently, and equitably. This necessitates a systemic transformation in consumer behavior, regulatory frameworks, and infrastructure design. Collaborative efforts among policymakers, utility providers, and civil society will be essential to create resilient and adaptive energy ecosystems.

This research contributes to the literature by providing updated, EU-wide panel estimates using robust econometric methods that account for major panel data concerns. The use of the Driscoll-Kraay estimator enhances the credibility of the results, and the findings offer timely insights for policymakers navigating the complex terrain of energy

transition, economic resilience, and social justice. Future research that integrates behavioral data, disaggregated income effects, and technological adoption indicators could further refine our understanding of how households respond to price and non-price signals in electricity markets.

Another avenue for future inquiry lies in dynamic modeling. While this study estimates long-run elasticity, further research should explore short-run elasticities and adjustment speeds. The partial adjustment model or error correction frameworks may uncover important temporal asymmetries, shedding light on the lagged effects of price changes on consumption behavior. Additionally, incorporating time-varying parameters could help track how elasticity evolves in response to technological innovation, policy shifts, and macroeconomic shocks. Such approaches would allow for more precise identification of transitional dynamics and policy responsiveness across different phases of market adaptation. Dynamic modeling could also enhance the predictive power of elasticity estimates in times of economic instability or rapid technological change.

GİRİŞ

Enerji, toplumsal ilerleme ve kalkınma için önemli bir itici güçtür. Elektrik; ham kömür, ham petrol ve doğal gaz gibi doğrudan doğal dünyadan gelen birincil enerjiden dönüştürüldüğü anlamına gelen bir tür temiz ikincil enerjidir. Konut içi elektrik tüketim davranışında yapılan değişiklikler, konut içi enerji tasarrufunu etkili bir şekilde sağlayabilmektedir (Zhu vd., 2018, s.169).

Konut içi enerji tüketim miktarı, dünya genelindeki toplam enerji tüketiminin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Zhou ve Yang, 2016). 2022 yılında Avrupa Birliği (AB) ülkelerindeki konut içi elektrik tüketiminin toplam enerji tüketimi içerisindeki payı %25.1 olarak gerçekleşmiştir (Avrupa İstatistik Ofisi (Eurostat), 2022). Bu yüksek elektrik tüketimi doğal kaynakların aşırı kullanımı ve çevresel bozulmalar gibi ciddi çevre sorunlarına yol açabilmektedir. Bununla birlikte elektrik üretimi genellikle fosil yakıtlar başta olmak üzere karbon salınımı yapan kaynaklardan yapılır, bu da sera gazı emisyonlarına ve iklim değişikliğine neden olur. 2023 yılında Avrupa Birliği; Çin, ABD ve Hindistan'ın ardından küresel olarak elektrik üretim sürecinde 657 milyon ton CO₂ yayarak dördüncü sırayı almıştır. AB, en fazla CO₂ salınımında bulunan dört ülke arasında elektrik üretiminin %33'ünü fosil yakıtları kullanarak yapmıştır. 2000'lerin başında, AB'deki elektrik talebi ise yıllık ortalama %1.5 oranında artış göstererek yükseliş eğilimindeyken küresel mali krizden itibaren bu eğilim tersine dönmüş ve 2008 ile 2023 arasında yıllık ortalama %0.6'lık bir düşüş yaşanmıştır (Ember, 2024). Bu bağlamda enerji verimliliğini artırmak, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek ve bu doğrultuda hükümetler tarafından politikalar üretmek olumsuz etkilerin azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Elektrik talebi, politika yapımcılar ve elektrik şirketleri için büyük önem taşımaktadır. Farklı konutların enerji tüketim kalıpları, enerji kullanım kararlarının genellikle çeşitli faktörlerden etkilenmesi nedeniyle yüksek oranda farklılık göstermektedir. Ancak, konut içi enerji tüketimi büyük bir tasarruf potansiyeli barındırmaktadır (Zhou ve Yang, 2016). Örneğin konutlarda yaşayan hane halkları (tüketiciler), enerji verimli cihazların kurulumu, yemek pişirmek için doğalgaz gibi diğer enerji ikamelerinin kullanımı, günün bir bölümünde klimaların kapatılması vb. yoluyla elektrik tüketimini azaltarak enerji tasarrufu sağlayabilmektedir (Saha ve Bhattacharya, 2018).

Rekabet gücü ve iklim koşullarının elektrik üretimi ve tüketimi için daha da önemli hale gelmesiyle, hükümetler hem ekonomik büyüme ve kalkınma hem de politikalarını düzenlemek için elektrik fiyatları ve tüketiminin güvenilir tahminlerine giderek daha fazla ilgi duymaktadır. İyi tahminler için kilit nokta esneklik kavramıyla sentezlenen tüketicilerin fiyat değişikliklerine tepkisini anlamaktır (Auray vd., 2019). Elektrik fiyatlarında dalgalanmalarla karşı karşıya kalan tüketiciler, elektrik maliyetlerini düşürmek için talep profillerini değiştirebilir. Bu nedenle, tüketicilerin fiyat değişikliklerine nasıl yanıt vereceğinin tahmini önem arz etmektedir. Elektrik talebinin fiyat esnekliğinin güvenilir tahmini, politika yapımcıların elektrik sektörünün yeniden yapılandırılmasına yönelik politikalar üretmesinde ve daha etkili elektrik fiyatlandırma planları geliştirmesinde önemli bilgiler ortaya çıkarmaktadır. Aynı zamanda talebin fiyat esnekliği, enerjinin daha verimli kullanılmasını teşvik etmek için bir araç olarak fiyatlandırma politikalarının etkinliği hakkında yararlı bilgiler de içermektedir (Narayan vd., 2007). Ekonomik teori, diğer tüm faktörler sabit tutulduğunda enerji fiyatları arttıkça talep edilen enerji miktarının azalacağını ve tüketicilerin enerji talebinin, diğer birçok emtiaya olan talebe göre fiyat değişikliklerine daha az duyarlı olduğunu ileri sürmektedir. Tüketicilerin fiyat değişikliklerine olan duyarlılığı, talebin fiyat esnekliği olarak tanımlanmakta ve bir malın fiyatındaki yüzdelik değişime bağlı olarak talep edilen miktardaki yüzdelik değişimi ölçmektedir. Bu ölçüm bir malın tüketiciler için değerini ve ikamelerin durumunu yansıtmaktadır. Bu bağlamda fiyat esnekliği, fiyat oynaklığının hane halkı elektrik talebi üzerindeki etkisini nicel olarak ölçebilir. Fiyat esneklikleri genellikle negatif aralıktadır, bu noktada fiyatlar

arttıkça talebin düştüğü veya tam tersine fiyatlar düştükçe talebin arttığı ifade edilebilir. Esnek ve inelastik şeklinde olabilen talebin fiyat esnekliği için aralıklar farklı olmaktadır. Esnek olmayan talebin aralığı mutlak değer içerisinde 0 ila 1 arasındayken esnek aralık 1'den büyük değerlerle başlamaktadır (Bernstein ve Griffin, 2006). Dolayısıyla bu çalışmada hane halkı elektrik talebini analiz etmek ve konut içi elektrik talebi esnekliğini etkileyen ana faktörleri daha iyi belirlemek için literatür taraması kapsamlı bir şekilde yapılmıştır. Literatür incelendiğinde elektrik talebinin fiyat esnekliğini ölçmeye yönelik çalışmaların genellikle tek ülke için analize tabi tutulduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışma ise günümüzde AB ülkelerinin tamamında konut içi elektrik talep esnekliğinin nasıl olduğunu hem ülke sayısının hem de zaman boyutunun olması nedeniyle tercih edilen panel veri analizi yardımıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Literatürde AB ülkelerinin tamamı için güncellenmiş verilere göre elektrik talebinin fiyat esnekliğini ölçen bir çalışmaya rastlanmamakla birlikte bu çalışma aynı zamanda panel veri analizine ilişkin temel varsayımların ihlallerini dikkate alarak Driscoll-Kraay tahmincisi kullanmakta ve böylece ampirik sağlamlığı yüksek bir yöntemsel çerçeve sunmaktadır. Bunun yanı sıra, elde edilen bulgular enerji fiyatlandırma politikalarının sınırlı etkisine ışık tutarak enerji yoksulluğu, verimlilik ve sürdürülebilirlik hedefleri açısından politika yapıcılara yönelik özgün çıkarımlar da sunmaktadır. Bu bağlamda makalenin geri kalanı kısmında literatür taraması, araştırma metodolojisi ve ulaşılabilecek ampirik sonuçlar ile bazı politik çıkarımlar yer almaktadır.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde ülke bazında enerji tüketimi ve enerji fiyatlarının talep esnekliğini ölçmeye yönelik olarak kısa ve uzun dönemde hem zaman serileri ile hem de panel veri analizi ile yapılmış çok sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Tablo 1'de özetlenen bu çalışmalarda ele alınan ülkeler, incelenen dönemler ve kullanılan yöntemler sunulmuştur. Bununla birlikte AB bütününde yapılmış çok az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Güncel verilerle yapılacak bu çalışmanın bir yandan eski sonuçlarla karşılaştırma yapma diğer yandan da mevcut durumu ortaya koyarak gelecekte uygulanacak politikalara fikir vermesi açısından etkili olacağı düşünülmektedir.

Bohi ve Zimmerman (1984), çalışmalarında Amerika için 1974 öncesini ele alarak konut için kısa ve uzun dönemde elektrik talebinin fiyat esnekliğini tahmin etmeye çalışmışlar ve talebin fiyat esnekliğini kısa dönemde -0.20, uzun dönemde ise -0.70 olarak bulmuşlardır. 1949-1993 yılları arası dönemde Amerika için yapılan bir çalışmada (Silk ve Joutz, 1997), esneklik katsayısı kısa dönemde -0.62 ve uzun dönemde -0.48 olarak hesaplanmıştır. Elektrik talebinin hata düzeltme modeli ile elde edilen kısa dönemde fiyat esnekliği, uzun dönemdeki tahminden sayısal olarak daha büyüktür, ancak anlamlı derecede farklı değildir. Maddala vd. (1997) tarafından Amerika için 21 yıllık (1970-1990) veriler kullanılarak panel analizi yardımıyla elektrik talebinin fiyat esnekliği kısa ve uzun dönem için hesaplanmıştır. Kısa dönemde -0.184 olan fiyat esnekliği, uzun dönemde -0.276 olarak bulunmuştur. 1990 yılı sonrası dönemde Amerika için benzer bir çalışma da Paul, Myers ve Palmer (2009) tarafından 1990-2006 yılları arası panel veri analizi kullanılarak yapılmıştır. Analizin sonucunda elektrik talebinin fiyat esnekliği 1990 yılı öncesi dönemde Maddala vd. (1997) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile benzerlik taşıyan bir şekilde kısa dönemde -0.13 ve uzun dönemde de -0.40 olarak tahmin edilmiştir. Amerika için yapılan bir başka çalışma ise Bernstein ve Griffin (2006) tarafından 1977-2004 yılları için yapılmış ve çalışmanın sonucunda konut sektörü için elektrik talebinin fiyat esnekliğinin kısa dönemde -0.24 ve uzun dönemde -0.32 olduğu saptanmıştır.

Liu (2004), OECD ülkelerindeki konut sektörü için 1978-1999 yılları arasındaki elektrik talebi fiyat esnekliğini dinamik panel veri analizini kullanarak tahmin etmiştir. Elde edilen sonuçlara göre

fiyat esnekliği kısa dönemde -0.030 ve uzun dönemde de -0.157 olarak hesaplanmıştır. OECD ülkeleri için benzer bir çalışma da 1978-2004 dönemi için aynı analiz kullanılarak Lee ve Lee (2010) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada ise uzun dönemde konut sektörünün elektrik talebinin fiyat esnekliği -0.19 olarak tahmin edilmiştir.

Narayan vd. (2007) yılında G7 ülkeleri için kısa ve uzun dönemde konutlarda elektrik talebinin fiyat esnekliğini hesapladıkları çalışmalarında, elektrik talebinin fiyat esnekliğini kısa dönemde de istatistiksel olarak anlamlı bulmuşlardır. Tek tek ülkeler için elde edilen sonuçlarla desteklendiğinde kısa dönemde fiyat esnekliği uzun dönemdeki fiyat esnekliğinden çok daha düşük çıkmıştır. Buna göre kısa dönemde elektrik fiyatlarındaki %1'lik bir artışın konutlardaki elektrik talebini %0,107 oranında azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Uzun dönemde elektrik talebinin fiyat esnekliği -1.450 ile -1.563 arasında hesaplanmıştır. Bu sonuçlar da elektrik fiyatında %1'lik bir artışın uzun dönemde konut elektrik tüketimini yaklaşık %1.5 oranında azalttığı anlamını taşımaktadır.

Azevedo vd. (2011), statik panel veri metodu yardımıyla hem Amerika hem de Avrupa Birliği ülkeleri için 1990-2004 yılları arasındaki verileri kullanarak bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmanın sonucunda elektrik talebinin uzun dönemde fiyat esnekliğinin Amerika için -0.21 ile -0.25 arasında, AB ülkeleri için ise -0.20 ile -0.21 arasında değişmekte olduğu tahmin edilmiş, bu sonuçların esnek olmayan değerler bulan önceki çalışmaların çoğunu doğruladığı ifade edilmiştir. Uzgören ve Özer (2018) tarafından yapılan çalışmada AB'de yer alan 28 ülke için 2005-2015 yılları arası sanayi ve konut sektörünün yıllık verileri kullanılarak elektrik enerjisi talebinin kısa ve uzun dönem esneklikleri panel veri analiziyle tahmin edilmiştir. Analiz sonucunda kısa dönemde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmazken uzun dönemde konut sektöründe elektrik talebinin fiyat esnekliği -0.19 olarak saptanmıştır. Saha ve Bhattacharya (2018)'de küresel düzeyde elektrik üretiminden en fazla CO₂ yayarak üçüncü sırada yer alan Hindistan için 2000-2014 arası 15 yıllık verileri panel analizi yardımıyla tahmin etmiş ve konut sektöründe uzun dönemde elektrik talebinin fiyat esnekliğini -0.49 olarak bulmuştur.

Romero-Jordán (2014) yılında İspanya için yaptıkları çalışmada 1998-2009 yılları arasındaki verileri kullanarak dinamik bir analiz yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda İspanya'da kısa dönem fiyat esnekliğini -0.26 ve uzun dönemde de -0.37 olarak hesaplamışlardır.

Wang ve Mogi (2017) çalışmalarında 1989-2014 yılları arası Japonya için hem sanayi hem de konut için elektrik talebinin fiyat esnekliğini tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmanın sonucunda 1989 yılı için -0.48 olarak hesaplanan esneklik değerinin, 1994 yılında -0.64'e yükseldiği ortaya konulmuştur. Japonya'da 1995 yılında elektrik düzenlemesinin başlamasıyla fiyat esnekliği bir miktar azalış göstermiştir. Buna göre 2007'de -0.72'den -0.61'e düşmüş, 2008-2010 arasında daha da düşerek 2010 yılında da -0.31 olmuştur. Fiyat esnekliği, 2011'deki Fukuşima Daiichi krizinden sonra artış göstermiş ve 2014'te -0.511 olarak gerçekleşmiştir. 2017 yılında Boogen vd. tarafından İsviçre için yapılan bir çalışmada elektrik talebinin fiyat esnekliği kısa dönemde -0.30 ve uzun dönemde ise -0.60 olarak bulunmuştur. Yine aynı yıl Silva vd. (2017) tarafından Portekiz için 1989-2010 yılları arasında panel veri analizi kullanılarak yapılan bir başka çalışmada orta/uzun dönemde talep esnekliği -0.766 olarak tahmin edilmiştir.

Cialani ve Mortazavi (2018), 1995-2015 verilerini kullanarak AB ülkelerinin konut kesiminde fiyat esnekliğini tahmin etmeye çalışmış ve dinamik panel veri analizi yardımıyla iki farklı model kullanarak kısa dönemde esneklik katsayısını -0.041 ile -0.044 ve uzun dönemde de -0.189 ile -0.302 olarak hesaplamıştır. Csereklyei (2020) ise 1996-2016 verilerini ele alarak AB ülkelerinde konut

kesiminin uzun dönem elektrik talebinin fiyat esnekliğini hesaplamış ve konut içi talebin fiyat esnekliğini uzun dönemde -0.53 ile -0.56 olarak tahmin etmiştir.

Auray vd. (2019), 2007-2015 yılları arasında AB üyesi Fransa için yaptıkları bir çalışmada elektrik talebinin fiyat esnekliğinin literatürle aynı doğrultuda sonuç sergilediğini ortaya koyarak uzun dönemde -0.80 olarak tahmin etmiştir. Pellini (2021), 12 AB üyesi ülkeyi (Avusturya, Belçika, Danimarka, Fransa, Almanya, İrlanda, İtalya, Hollanda, Portekiz, İspanya, İsveç ve İngiltere) ayrı ayrı ele alarak yaptığı çalışmada konut içi elektrik talebinin uzun dönem fiyat esnekliğini hesaplamıştır. Buna göre sonuçlar Almanya için -0.354, Avusturya için -0.760, Belçika için -0.295, Danimarka için -0.347, Fransa için -0.266, Hollanda için -0.081, İngiltere için -0.607, İrlanda için -0.803, İspanya için -0.699, İsveç için -0.668, İtalya için -0.155 ve Portekiz için de -0.755 olarak tahmin edilmiştir. Kostakis ve Lolos (2022), yine AB üyesi Yunanistan için yaptıkları bir çalışmada 2009-2018 yılı verilerinden yararlanmıştır. Panel veri analizi yardımı ile farklı modeller kurularak yapılan çalışmanın sonucunda kısa dönemde elektrik talebinin fiyat esnekliğinin ortalaması -0.48 ve uzun dönemli fiyat esnekliğinin ortalaması ise -0.80 olarak hesaplanmıştır. Aynı yıl Vesterberg tarafından bir başka AB üye ülkesi İsveç için konut içi elektrik talebinin fiyat esnekliği hesaplanmış ve uzun dönemde sonuç -0.48 şeklinde bulunmuştur. Idso vd. (2024), Norveç'te 2013-2023 yılları için hane halkının elektrik talebinin kısa dönem fiyat esnekliğini zaman serisi analizini kullanarak -0,087 olarak hesaplamıştır.

Literatür taraması sonucunda önceki çalışmaların genellikle tek bir ülke düzeyinde yapıldığı, AB özelinde hane halkının elektrik talebinin fiyat esnekliğini ölçen yapılmış çalışma sayısının ise sınırlı düzeyde olduğu göze çarpmaktadır. Bu bakımdan çalışmanın literatürdeki mevcut çalışmaları tamamlayıcı ve gelecekte yapılacak çalışmalara yol gösterici nitelikte olacağı düşünülmektedir. Bu noktada incelenen literatür aşağıda yer alan Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1: Konut İçi Elektrik Talebinin Fiyat Esnekliğine Yönelik Yapılmış Çalışmalar

Yazar/Yazarlar	Yıl	Ülke/Ülkeler	İncelenen Dönem	Yöntem	Kısa Dönem Fiyat Esneklik Katsayısı	Uzun Dönem Fiyat Esneklik Katsayısı
Bohi & Zimmerman	1984	ABD	1974 Öncesi	En Küçük Kareler Yöntemi	-0.20	-0.70
Silk & Joutz	1997	ABD	1949-1993	Eşbütünleşme Analizi	-0.62	-0.48
Maddala vd.	1997	ABD	1970-1990	Panel Veri Analizi	-0.184	-0.276
Liu	2004	OECD	1978-1999	Dinamik Panel Veri Analizi	-0.030	-0.157
Bernstein & Griffin	2006	ABD	1977-2004	Panel Veri Analizi	-0.24	-0.32
Narayan vd.	2007	G7	1978-2003	Panel Veri Analizi	-0.107	-1.450 ile -1.563
Paul vd.	2009	ABD	1990-2006	Panel Veri Analizi	-0.13	-0.40
Lee & Lee	2010	OECD	1978-2004	Panel Veri Analizi	-	-0.19
Azevedo vd.	2011	ABD & AB	1990-2004	Statik Panel Veri Analizi	-	ABD için -0.21 ile -0.25
Romero-Jordán	2014	İspanya	1998-2009	Kısmi Ayarlama Modeli	-0.26	-0.37
Wang & Mogi	2017	Japonya	1989-2014	Zamana Bağlı Değişen Parametrelili Model	-	-0.48 ile -0.511
Boogen vd.	2017	İsviçre	2006-2012	Panel Veri Analizi	-0.30	-0.60
Silva vd.	2017	Portekiz	1989-2010	Panel Veri Analizi	-	-0.766
Uzgören & Özer	2018	AB	2005-2015	Panel Veri Analizi	-	-0.19
Cialani & Mortazavi	2018	AB	1995-2015	Dinamik Panel Veri Analizi	-0.041 ile -0.044	-0.189 ile -0.302
Saha & Bhattacharya	2018	Hindistan	2000-2014	Panel Veri Analizi	-	-0.49
Auray vd.	2019	Fransa	2007-2015	AIDS Modeli	-	-0.80
Csereklyei	2020	AB	1996-2016	Panel Veri Analizi	-	-0.53 ile -0.56
Pellini	2021	AB (12 Ülke)	1975-2018	Otomatik Model Seçimi	-	-0.081 ile -0.803
Kostakis & Lolos	2022	Yunanistan	2009-2018	Panel Veri Analizi	-0.48	-0.80
Vesterberg	2022	İsveç	2012-2019	Sınırlı Bilgi Maksimum Olabilirliği (LIML) Tahmincisi	-	-0.34
Idso vd.	2024	Norveç	2013-2023	Zaman Serisi Analizi	-0.087	-

Tablo 1'deki çalışmalar yorumlanacak olursa, hanehalkının konutta kullandığı elektrik talebinin fiyat esnekliğinin kısa dönemde genellikle inelastik, uzun dönemde de inelastik ancak kısa döneme göre uzun dönemde daha esnek olduğu sonucuna varılmaktadır. Çalışmaların neredeyse tamamı kısa dönemde esnek olmayan talep ve uzun dönemde daha esnek talep şeklindeki teoriye

uygundur. Dolayısıyla Tablo 1’de yer alan ABD odaklı çalışmalardan elde edilen esneklik katsayıları uzun dönemde birbirine yakındır. Örneğin, ABD’ye yönelik Maddala vd. (1997), Bernstein ve Griffin (2006), Paul vd. (2009), Azevedo vd. (2011) tarafından yapılan çalışmaların panel veri analizinde uzun dönemde sonuçlar yaklaşık -0.2 ile -0.4 arasında değişmektedir. Liu (2004) ile Lee ve Lee (2010) tarafından OECD ülkeleri için yapılan çalışmalarda uzun dönem katsayıları birbirine yakın bir şekilde -0.15 ve -0.19 arasında bulunmuştur. 2000’li yıllarda AB ülkeleri için yapılan panel veri analizi sonucu elde edilen esneklik katsayıları da genelde uzun dönemde yaklaşık -0.2 ile -0.6 aralığında yoğunlaşmaktadır. Bu bağlamda Azevedo vd. (2011)’de -0.25, Uzgören ve Özer (2018)’de -0.19, yine (2018)’de Cialani ve Mortazavi (2018) -0.19 ile -0.30 aralığında ve Cserekyei (2020)’de -0.53 ile -0.56 aralığında değişen katsayıları tahmin etmişlerdir. AB üyesi olan Portekiz, Fransa ve Yunanistan gibi ülkelerden elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında Silva vd. (2017), Auray vd. (2019), Kostakis ve Lolos (2022) tahminler benzer büyüklükte ve ortalama -0.80 olarak çıkmıştır ve bu katsayı da talebin düşük duyarlılığını vurgulamaktadır. Tablo 1’de yer alan bazı çalışmalar ise belirgin şekilde farklı sonuçlar vermiştir. Silk ve Joutz (1997) tarafından ABD verileri alınarak yapılan çalışmada kısa dönem fiyat elastikiyeti (-0.62), uzun dönem fiyat elastikiyetinden (-0.48)’den daha büyük bulunmuştur. Bu durum yaygın görüşün tersine kısa dönemde talebin uzun döneme kıyasla daha yüksek bir fiyat esnekliği gösterdiğini ortaya koymaktadır. Narayan, Smyth ve Prasad (2007)’de G7 ülkeleri için yaptıkları panel veri analizinin sonucunda kısa dönemde çok küçük bir duyarlılık (-0.10) tahmin ederken buna karşın uzun dönemde olağandışı yüksek bir duyarlılık (yaklaşık -1.45 ile -1.56) saptamıştır. Ayrıca Pellini (2021) tarafından AB üyesi 12 ülke için ayrı ayrı yapılan çalışma ise çok geniş bir aralıkta katsayıları (-0.08 ile -0.80) hesaplamıştır. Bu çerçevede, Tablo 1’de sunulan çalışmalardan elde edilen elektrik talebinin fiyat esnekliği katsayılarının; kullanılan metodoloji, veri setlerinin kapsamı, model varsayımları, örneklem yapısı, ülkelerin gelir düzeyleri, iklim koşulları, tüketim alışkanlıkları, enerji piyasalarının yapısal özellikleri ve enerjiye erişim oranı gibi etkenler nedeniyle hem benzer hem de farklı sonuçlar sergilediği ifade edilebilir.

2. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

Avrupa Birliği ülkelerinde hane halkı elektrik talebinin fiyatlara karşı duyarlılığını analiz etmeyi amaçlayan bu çalışma, söz konusu esnekliğin ekonometrik yöntemlerle nicel olarak belirlenmesini hedeflemektedir. Fiyat esnekliğinin düzeyi, AB’nin enerji politikalarının çevresel sürdürülebilirlik, arz güvenliği ve verimlilik gibi hedeflerine ulaşmadaki rolünü anlamak açısından temel bir göstergedir. Bu çerçevede, Avrupa Birliği ülkelerinde hane halkı elektrik talebinin fiyat esnekliğini tahmin etmeye yönelik ekonometrik analizler gerçekleştirilmiş ve bu analizlerde panel veri yöntemi kullanılmıştır.

2.1. Yöntem ve Veri Seti

Panel veri analizi, zaman (T) ve yatay kesit (N) boyutlarından oluşan ve veri setinde yer alan değişkenler arasındaki ilişkiyi güçlü bir şekilde analiz etmeye olanak tanıyan istatistiki bir yöntemdir. Panel veri analizi ile değişkenlerin sadece zaman içerisindeki değişimi değil, aynı zamanda yatay kesitler arasındaki etkileşimi de dikkate alınarak, daha yüksek örneklem büyüklüğüyle birlikte daha tutarlı sonuçlar elde edilebilmektedir (Baltagi, 2005; Hsiao, 2003). Aynı zamanda verilerin hata terimleri ile değişkenler arasında bir korelasyon bulunması durumunda oluşacak sapmalı tahminlerin, uygun tahminci kullanımı ile önüne geçilebilmekte ve elde edilen tahminler gerçeğe daha yakın sonuçlar verebilmektedir (Hsiao, 2007). Panel veri setleri, tüm zaman dilimlerinde ve tüm yatay kesit birimleri için gözlemlerin eksiksiz biçimde bulunması durumunda dengeli; bazı zaman veya birimlerde gözlem eksikliği olması durumunda ise dengesiz panel veri yapısını oluşturmaktadır (Johnston ve Dinardo, 1997). Panel veri setinin dengeli olması

durumunda, eksiksiz veri söz konusu olması nedeniyle dengesiz panel veri analizine kıyasla daha tutarlı sonuçlar elde edilmektedir (Xaisongkham ve Liu, 2024). Panel veri analizine ilişkin ekonometrik model aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 X_{1i,t} + \dots + \beta_k X_{ki,t} + u_{i,t} \quad (1)$$

i : Yatay kesit birimlerini

t : Zaman birimini

β_0 : Sabit terimi

$\beta_{1,2,3\dots k}$: Bağımsız değişkenlere ilişkin tahmin katsayılarını

$X_{1,2,3\dots k}$: Bağımsız değişkenleri ve

u : Hata terimini ifade etmektedir.

Bu çalışmada yatay kesit olarak 27 Avrupa Birliği üye ülkesi yer almakta olup, ele alınan dönem 2012-2022 yılları ile sınırlandırılmıştır. Bu dönemin tercih edilmesinin temel gerekçesi, Eurostat veri tabanında Avrupa Birliği ülkelerine ait konut bazlı elektrik tüketimi ve elektrik fiyatı verilerinin eksiksiz ve düzenli bir şekilde sağlandığı en güncel zaman aralığını temsil etmesidir. Böylece hem analizde kullanılan verilerin tutarlılığı korunmuş hem de verilerin tüm birimler için aynı zamanı kapsamaları sağlanarak, analizin etkinliğinin sınırlandırılmaması açısından dengeli panel veri seti oluşturulmuştur. Tablo 2’de çalışmanın analizinde yer alan bağımlı ve bağımsız değişkenler yer almaktadır. Çalışmada bağımlı değişken olarak hanehalkı yıllık elektrik tüketim miktarı ve bağımsız değişken olarak para birimi Euro cinsinden elektrik fiyatları kullanılmıştır. Söz konusu veriler Avrupa İstatistik Ofisi’nin (Eurostat, 2024) veri tabanından elde edilmiştir. Ekonometrik analizler ise Stata 14.1 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Parametre tahmininin sağlamlılığını artırmak için panel veri analizi yeterli düzeyde örneklem büyüklüğüne dayanmalıdır (Uzgören ve Özer, 2018). Bu doğrultuda çalışmada zaman aralığı (T = 11), ülke sayısı (N = 27) ve gözlem sayısını (n = 297) şeklinde belirlenmiştir.

Çalışmada kurulan basit doğrusal regresyon modeli logaritmik formda aşağıdaki denklemle ifade edilebilmektedir:

$$\log miktari,t = \beta_0 + \beta_1 \log fiyat_{i,t} + u_{i,t} \quad (2)$$

Tablo 2: Değişkenlere Yönelik Tanımlamalar

Kısaltmalar	Değişken Adı	Birim	Kaynak
logfiyat	Elektrik birim fiyatının doğal logaritması	Kilowatt/Saat biriminin Euro cinsinden fiyatları	EUROSTAT
logmiktari	Hanehalkı tarafından yıllık tüketilen elektrik miktarının doğal logaritması	1000 TEP	EUROSTAT

2.2. Bulgular

Panel veri analizi yöntemi ile oluşturulan modelin uzun dönem parametrelerinin sağlıklı bir şekilde tahmin edilebilmesi için uygun tahmincilerin belirlenebilmesi amacıyla bazı ön testler uygulanmıştır. Öncelikle klasik modelin geçerliliği ve birim-zaman etkilerinin varlığı F testi ile sınanmıştır. Daha sonra sabit ve rassal etkiler arasından birini tercih edebilmek için Hausman testi

uygulanmıştır. Ardından panel veri varsayımları test edilmiş, veri seti ve ön bulgulara uygun birim kök testi seçilerek değişkenlerin durağanlığı sınanmış ve varsayımdan sapmalara karşı dirençli tahminciler seçilerek, oluşturulan modelin uzun dönem parametreleri tahmin edilmiştir.

Tablo 3: Tahminciler Arasında Seçim ve Etkinliği Bozan Varsayımların Test Sonuçları

Testler	H ₀ Hipotezi	Test Değeri	Sonuç
F Testi	Birim ve zaman etkileri sıfıra eşittir.	p=0.000	Klasik model geçerli değildir.
Hausman Testi	Parametreler arasındaki fark sistematik değildir.	p=0.040	Sabit etkiler modeli geçerlidir.
Değiştirilmiş Wald Testi	$\sigma_i^2 = \sigma^2$ Tüm i'ler için	p=0.000	Heteroskedasite sorunu söz konusudur.
Yerel En İyi Değişmez Testi	Korelasyon katsayısı 0'a eşittir.	Durbin-Watson: 0.474 Baltagi-Wu: 0.743	Otokorelasyon sorunu söz konusudur.
Pesaran Yatay Kesit Bağımlılığı Testi	Yatay kesit bağımlılığı yoktur.	p=0.000	Yatay kesit bağımlılığı sorunu söz konusudur.

Tablo 3'te, tahminciler arasında seçim yapmak ve panel veri analizinde etkinliği bozan varsayımları analiz etmek için kullanılan testler ve sonuçları yer almaktadır. Klasik modelin geçerliliğini sınamak amacıyla yapılan F testi sonucuna göre "birim ve zaman etkileri sıfıra eşittir" şeklinde kurulan H₀ hipotezi reddedilmiş, en az bir etkinin olduğu ve klasik modelin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Sabit etkiler ve rassal etkiler arasında seçim yapabilmek için Hausman testi uygulanmış ve "parametreler arasındaki fark sistematik değildir" şeklinde kurulan H₀ hipotezi reddedilerek sabit etkiler modelinin daha geçerli sonuçlar vereceği bulgusuna ulaşılmıştır. Tahminciler arasında seçim yapmak için gerekli testlerin uygulanmasının ardından, panel veri analizinde etkinliği bozan varsayımlar test edilmiştir. Değişen varyans sorununun varlığını test etmek amacıyla Değiştirilmiş Wald Testi uygulanmış ve modelde varyansın birimlere göre farklılık gösterdiği dolayısıyla heteroskedasite sorununun bulunduğu tespit edilmiştir. Otokorelasyon sorununun varlığını sınamak amacıyla Yerel En İyi Değişmez Testi uygulanmış ve Durbin-Watson ve Baltagi-Wu test istatistiklerinin 2'den önemli ölçüde küçük olması nedeniyle modelde bir otokorelasyon sorununun bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak yatay kesit bağımlılığının sınanması amacıyla N>T durumunda daha doğru sonuçlara ulaşmayı sağlayan Pesaran (2004) Yatay Kesit Bağımlılığı testi uygulanmış (Yerdelen Tatoğlu, 2021) ve modelde birimler arası korelasyon sorununun bulunduğu tespit edilmiştir.

Panel veri analizinde durağan olmayan verilerle analiz yapmak, "sahte regresyon" adı verilen sapmalı sonuçlara neden olabilmektedir. Bu nedenle uzun dönem parametreleri tahmin edilirken, değişkenlerin birim kök içerip içermediği, yani durağanlığının test edilmesi gerekmektedir. Birim kök testleri "birinci kuşak birim kök testleri" ve "ikinci kuşak birim kök testleri" olarak ikiye ayrılmaktadır. Birinci kuşak birim kök testleri, yatay kesit bağımlılığının bulunmadığı durumlarda daha doğru sonuçlar verirken; yatay kesit bağımlılığının bulunması durumunda ise ikinci kuşak birim kök testleri ile etkin sonuçlar elde edilebilmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2012). Bu amaçla, çalışmada kullanılan veri setinin birimler arası korelasyona sahip olduğu göz önünde bulundurulduğunda, ikinci kuşak birim kök testlerinden "Pesaran (2007) CIPS Panel

Birim Kök Testi” kullanılması uygun görülmüştür. Değişkenlerin durağanlık düzeylerine ilişkin bulguları desteklemek amacıyla STATA 14.1 yazılımında Levin, Lin ve Chu (LLC) birim kök testi, yatay kesit bağımlılığını gidermeye yönelik olarak “demean” komutu aracılığıyla gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 4: Pesaran CIPS Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	Olasılık	Sonuç
logmiktar	-1.841	-2.070	-2.170	-2.340	-0.570	0.284	Seri durağan değildir.
dlogmiktar	-2.290	-2.100	-2.220	-2.440	-2.327	0.010	Seri durağandır.
logfiyat	-2.101	-2.070	-2.170	-2.340	-1.799	0.036	Seri durağandır.

Tablo 5: Levin, Lin ve Chu (LLC) Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	t-stat	Olasılık	Sonuç
logmiktar	-0,587	0,2786	Seri durağan değildir.
dlogmiktar	-13,484	0,0000*	Seri durağandır.
logfiyat	-3,065	0,0011*	Seri durağandır.

*Her iki birim kök testi için H_0 : Seriler durağan değildir.

Tablo 4 ve 5’te panel veri analizinde kullanılan değişkenlere ait birim kök testi sonuçları yer almaktadır. Buna göre “logmiktar” değişkeni için uygulanan birim kök testi sonuçlarına göre değişkenin düzeyde birim kök içerdiği, ancak birinci farkı alındığında (dlogmiktar) durağan hale geldiği görülmektedir. “logfiyat” değişkeni için uygulanan birim kök testi sonuçlarına göre ise değişkenin birim kök içermediği ve düzeyden durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada yapılan tahminci seçimi ve etkinliği bozan varsayımların belirlenmesi için yapılan testler sonucunda sabit etkiler modelinin geçerli olduğu ve aynı zamanda modelde otokorelasyon, değişen varyans ve yatay kesit bağımlılığı sorunlarının bulunduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla uzun dönemli parametrelerin doğru bir şekilde tahmin edilmesi amacıyla söz konusu tüm varsayımdan sapmalar altında dahi geçerli sonuçlar verebilen (Yerdelen Tatoğlu, 2021) Driscoll-Kraay (1998) sabit etkiler tahmincisi kullanılmıştır.

Tablo 6: Driscoll-Kraay Standart Hatalar Sabit Etkiler Tahmincisi Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	T-İstatistik Değeri	Olasılık
logfiyat	-0.085	0.017	-5.020	0.001
Sabit Terim	-0.145	0.034	-4.260	0.002

$R^2=0,065$

Prob>F=0,0007

Tablo 6’daki sonuçlara göre log fiyat ve sabit terim değişkenleri için tahmin edilen uzun dönem parametreleri istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna göre Avrupa Birliği ülkelerinde elektrik birim fiyatında meydana gelen %1’lik bir artış, elektrik talebinde %0.085 oranında bir azalışa yol açmaktadır. Log fiyat değişkeni için tahmin edilen parametrenin mutlak değer olarak 0 ile 1 arasında olması, elektrik talebi fiyat esnekliğinin inelastik bölgede yer aldığını göstermektedir. Başka bir ifadeyle, elektrik talebi fiyat değişimlerine karşı sınırlı bir düzeyde tepki vermektedir.

Dolayısıyla bu durum fiyatlardaki artışların talep üzerinde yine sınırlı bir azaltıcı etkide bulunduğunu ortaya koymaktadır. Model tahmininden elde edilen R^2 değerine göre AB ülkelerindeki elektrik talebinde meydana gelen değişmelerin yaklaşık %6.5'lik bir kısmı fiyat değişimleri tarafından açıklanmaktadır. Böylesi sınırlı düzeyde bir R^2 değerinin, elektrik talebinin fiyat haricinde; gelir düzeyi, mevsimsel koşullar, elektriğe olan bağımlılık ve hane halkı nüfusu gibi pek çok faktörden etkilendiği göz önünde bulundurulduğunda, beklenen bir durum olduğu şeklinde ifade edilebilir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tüketicilerin elektriğe olan talebi kısa dönemde fiyat değişikliklerine nispeten duyarsız olmasına rağmen uzun dönemde fiyat değişikliklerine daha duyarlı hale gelmektedir. Elektriğe olan talep kısa dönemde genellikle esnek değildir, çünkü enerji fiyatları değiştiğinde bir tüketicinin ana seçenekleri; termostatı ayarlamak, daha az ışık yakmak veya daha verimli ampuller kullanmak gibi enerji tüketen cihazları nasıl kullanacağını değiştirmek veya diğer mallara olan harcamaları azaltmaktır. Uzun dönemde ise tüketiciler farklı bir enerji kaynağı kullanabilmekte veya daha verimli cihazlar satın alabilmektedir. Bu nedenle, fiyat esneklikleri uzun dönemde esnek olmayan aralıktan ziyade esnek aralığa doğru geçiş eğilimi göstermektedir (Bernstein ve Griffin, 2006).

Konut içi enerji tüketim davranışını anlamak ve değiştirmek, enerji verimliliğini artırmanın ve enerji tasarrufunu teşvik etmenin etkili yolları olarak kabul edilmektedir (Zhou ve Yang, 2016). Bu doğrultuda yapılan çalışmada 2012 ve 2022 arası dönem için Eurostat'tan (2024) elde edilen elektrik birim fiyatı ve yıllık tüketim miktarı kullanılarak 27 AB üyesi ülkenin konutlardaki elektrik talebine ilişkin esneklik katsayısı panel veri analizi yardımıyla tahmin edilmiştir. Yapılan panel veri analizinin sonuçlarına göre konut içi elektrik talebinin fiyat esnekliğinin uzun dönemde birden küçük çıkması (-0.085), AB ülkelerinde elektrik talebin esnek olmadığını göstermektedir. Bu nedenle, elektrik fiyatlarındaki bir artış konutta kullanılan elektrik talebi üzerinde düşük bir etki yaratmaktadır. Bu tahmin sonucu, elektriğin zorunlu bir ihtiyaç olduğunu ve bu yüzden konut sektöründeki elektrik talebinin yalnızca fiyat düzenlemeleriyle kontrol edilemeyeceği anlamını taşımaktadır (Vesterberg, 2022). Dolayısıyla politika yapıcılar yalnızca fiyat mekanizmasına dayalı düzenlemeler yerine, enerji verimliliğini artırmaya yönelik teşvikler, tüketici davranışlarını değiştirecek bilinçlendirme kampanyaları ve özellikle düşük gelirli haneleri destekleyici sosyal politika araçlarıyla talep tarafı yönetimini daha bütüncül bir yaklaşımla ele almalıdır.

Eurostat'tan elde edilen son 11 yıllık verilerle yapılan panel veri analizinin sonucunda elde edilen talebin fiyat esneklik katsayısının (-0.085)<1 olması sonuçların mevcut literatürle genel olarak tutarlı seyrettiğini göstermektedir. Hem genel olarak AB ülkelerinin tamamıyla hem de ayrı ayrı AB üyesi ülkelerin özelinde yapılan literatür taramasındaki çalışmalarla ile kıyaslandığında elde edilen bu tahminin uzun dönemde Azevedo vd. (2011), Romero-Jordan (2014), Silva vd. (2017), Uzgören ve Özer (2018), Cialani ve Mortazavi (2018), Auray vd. (2019), Csereklyei (2020), Pellini (2021) ve Kostakis ve Lolos'un (2022) çalışmalarıyla benzerlik taşıdığı saptanmıştır. Ayrıca ülke veya zaman boyutunda değerlendirildiğinde, genel eğilimlerin birbirine yakın olduğu göze çarpmaktadır. Ulusal düzeyde, örneğin Portekiz (Silva vd. 2017), Fransa (Auray vd., 2019) ve Yunanistan (Kostakis ve Lolos, 2022) için yapılan analizlerde uzun dönemde -0.76 ve -0.80 gibi daha yüksek duyarlılıklar gözlenmiştir. Bunun aksine AB genelinde yapılan çalışmalarda ise (Cialani ve Mortazavi, 2018; Uzgören ve Özer, 2018) yaklaşık -0.19 gibi düşük bir uzun dönem esnekliği tahmin edilmiştir. Ayrıca Csereklyei (2020) tarafından yine AB geneli için yapılan çalışmanın sonucu ise -0.53 ile -0.56 olarak bulunmuştur. Dönemsellik açısından, 1970–1990 aralığı verisi kullanan ilk çalışmalar (Bohi ve Zimmerman, 1984; Maddala vd., 1997; Silk ve Joutz, 1997) ile 2000 sonrası dönemi inceleyen diğer

çalışmalar genellikle benzer büyüklüklerde sonuçlar elde etmiştir. Bu durum da zaman içinde elektrik talebinin fiyat esnekliğinin esasen aynı kaldığına işaret etmektedir.

AB ülkeleri için elde edilen uzun dönemli esneklik katsayısının düşük olması, enerji verimliliği ve talep yönetimi politikaları açısından zorluk yaratabilir. Çünkü Avrupa Yeşil Mutabakatının hayata geçirilmesi için enerji tüketiminin azaltılması ve enerji tasarrufu sağlanması gereklidir (European Commission, 2024). Eğer elektrik fiyatları yükselirse, tüketiciler bu artışlara çok fazla tepki vermeyecek, dolayısıyla elektrik tüketimi çok az düşecektir. Bu durum da enerji verimliliği yatırımlarını ve daha verimli enerji kullanımına yönelik davranış değişikliklerini teşvik etmede daha az başarı anlamına gelecektir.

Elektrik fiyatlarının artması, fiyat esnekliğinin düşük olduğu ortamlarda daha fazla sosyal ve ekonomik gerilim yaratmaktadır. AB’de Fulvimari vd. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada özellikle düşük gelirli hanelerin enerji kaynaklı enflasyon nedeniyle daha fazla zarara uğradıkları ortaya çıkmıştır. Bu durum, gelir dağılımında eşitsizliklere yol açmakla birlikte enerji yoksulluğu gibi sorunları da beraberinde getirmektedir.

Haxhimusa ve Liebensteiner (2021) tarafından 16 AB ülkesi için yapılan bir çalışmada Covid-19 döneminde elektrik talebinin %19 ve karbon emisyonlarının da buna bağlı olarak saatte %34 oranında azaldığı ortaya konulmuştur. Bu bağlamda elektrik talebinin fiyatlara duyarsız olması, enerji sektöründeki karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik politika ve önlemleri zorlaştırabilir. Fiyatlar yükseldiğinde bile talep azalmadığından, karbonsuz enerjiye geçiş için teşvik edici fiyat mekanizmaları daha az etkili olabilir. Bu da AB’nin iklim hedeflerine ulaşmasını daha karmaşık hale getirebilir.

AB’nin elektrik fiyatlarına duyarlı olmayan talep yapısı, hükümetlerin enerji politikalarını ve stratejilerini gözden geçirmelerini gerekli kılmaktadır. Düşük esneklik, talep tarafında etkin müdahaleler için daha fazla inovasyon ve regülasyon gereksinimini olduğunu göstermektedir. Örneğin, hükümetler düşük tüketim zamanlarında enerji kullanımı veya konutların enerji verimliliğini artırmak için basit araçların kullanımı, cihaz değişimi, ısı pompalarının kurulumu gibi olumlu davranışlar için teşvik, bina verimliliğinin optimizasyonu için bina yenileme/yeniden inşası için finansman desteği, enerji tasarrufunu artırmak için enerji kampanyaları, sosyo-ekonomik açıdan dezavantajlı gruplara yönelik fiyat sübvansiyonları ve vergi indirimleri uygulamalıdır (European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators, (ACER), 2023).

Literatürdeki yapılmış çalışmaların büyük çoğunluğu ve bu çalışmanın elde ettiği sonuçlar, AB ülkeleri için fiyattan ziyade daha etkili bir elektrik enerji politikasının oluşturulması gerektiğini ortaya çıkarmıştır. AB’nin yürüttüğü enerji politikaları incelendiğinde, sürdürülebilirlik, verimlilik, rekabet gücü ve elektrik arz güvenliği unsurları ön planda tuttuğu ve yenilenebilir enerji yatırımlarını artırmak, fosil yakıtlardan temiz enerjiye geçişi sağlamak ve enerji verimliliğini yükseltmek için kapsamlı stratejiler uyguladığı göze çarpmaktadır (T.C. Dışişleri Bakanlığı AB Başkanlığı, 2024). Bu stratejiler bağlamında yenilenebilir enerji kaynaklarının halihazırda AB’deki elektriğin %38’ini ürettiği ve bu oranın 2025 yılının sonuna kadar %50’nin üzerine çıkacağı öngörülmektedir (Busch vd., 2023).

AB, enerji politikalarında önemli ilerlemeler kaydetmiş olsa da daha sürdürülebilir ve etkin bir enerji tüketiminin düzenlenmesi için daha fazla adım atılması gerektiği düşünülmektedir. Yenilenebilir enerji altyapısının güçlendirilmesi, fosil yakıtlardan bağımsızlaşma çabalarının hızlandırılması, enerji verimliliğinin artırılması için daha etkili düzenlemeler ve sosyal eşitsizliklerin azaltılması, AB’nin enerji alanındaki dönüşümünü daha başarılı hale getirebilecektir.

Son olarak mikroekonomik düzeyde ele alındığında tüketicilerin gelir düzeyleri, tüketim alışkanlıkları ve yaşam tarzları gibi faktörler de fiyat esnekliğini etkileyebilmektedir. Bu bağlamda AB konut içi elektrik tüketiminde, hanehalkı gelir düzeyinin ve farklı gelir gruplarının da dahil edildiği gelecekte yapılacak çalışmalar hanehalkı elektrik talebinin fiyat esnekliğini etkileyen unsurları daha ayrıntılı analiz edebilmek amacıyla farklı metodolojik yaklaşımları (örneğin yapısal eşitlik modelleri, panel nedensellik testleri, makine öğrenmesi teknikleri) içerecek şekilde geliştirilebilir. Ayrıca gelir düzeyine, iklimsel koşullara veya bölgesel farklılıklara göre ayrıştırılmış analizler ile esnekliğin demografik ve mekansal boyutları derinleştirilebilir. Bununla birlikte, yenilenebilir enerji kullanımı, enerji verimliliği göstergeleri ve akıllı sayaç kullanımının da modele dahil edilerek alternatif bağımsız değişkenlerle analizlerin zenginleştirilmesi, hanehalkı elektrik talebinin belirleyicilerini daha kapsamlı bir şekilde ortaya koymaya ve enerji politikalarının etkinliğini daha sağlıklı değerlendirmeye imkan tanıyacaktır.

YAZAR BEYANI

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Yazar Katkıları

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkıda bulunmuştur.

Çıkar Çatışması

Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Auray, S., Caponi, V., & Ravel, B. (2019). Price elasticity of electricity demand in France. *Economics and Statics*, 513, 91-103. <https://doi.org/10.24187/ecostat.2019.513.2002>
- Azevedo, I. M. L., Morgan, M. G., & Lave, L. (2011). Residential and regional electricity consumption in the U.S. and EU: how much will higher prices reduce CO₂ emissions? *The Electricity Journal*, 24(1), 21-29. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2010.12.004>
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. 3rd Edition, John Wiley & Sons.
- Bernstein, M. A., & Griffin, L. (2006). Regional differences in the price-elasticity of demand for energy. 23 Ekim 2024 tarihinde <https://www.osti.gov/biblio/877655> adresinden alınmıştır.
- Bohi, D. R., & Zimmerman, B. (1984). An update on econometric studies of energy demand behavior. *Annual Reviews Energy*, 9, 105-154. <https://doi.org/10.1146/annurev.eg.09.110184.000541>
- Boogen, N., Datta, S., & Filippini, M. (2017). Dynamic models of residential electricity demand: Evidence from Switzerland. *Energy Strategy Reviews*, 18, 85-92. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2017.09.010>

- Busch, S., Kasdorp, R., Koolen, D., Mercier, A., & Spooner, M. (2023). The development of renewable energy in the electricity market. *European Economy Discussion Papers*, 187, 1-50.
- Cialani, C., & Mortazavi, R. (2018). Household and industrial electricity demand in Europe. *Energy Policy*, 122, 592-600. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.060>
- Cserekyei, Z. (2020). Price and income elasticities of residential and industrial electricity demand in the European Union. *Energy Policy*, 137, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111079>
- Driscoll, J. C., & Kraay, A. C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *Review of Economics and Statistics*, 80(4), 549-560. <https://doi.org/10.1162/003465398557825>
- Ember. (2024). Global electricity review 2024. 24 Ekim 2024 tarihinde <https://ember-energy.org/app/uploads/2024/05/Report-Global-Electricity-Review-2024.pdf> adresinden alınmıştır.
- European Commission. (2024). European Union energy policy. 18 Kasım 2024 tarihinde https://energy.ec.europa.eu/index_en adresinden alınmıştır.
- European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators, (ACER). (2023). Energy retail and consumer protection 2023 market monitoring report. 17 Kasım 2024 tarihinde https://www.acer.europa.eu/sites/default/files/documents/Reports/2023_MMR_Energy_Retail_Consumer_Protection.pdf adresinden alınmıştır.
- Eurostat. Energy use in EU households in 2022 lowest since 2016. 24 Ekim 2024 tarihinde [https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20240605-2-~:text=Households, or the residential sector,renewables and biofuels \(22.6%25\)](https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20240605-2-~:text=Households, or the residential sector,renewables and biofuels (22.6%25)) adresinden alınmıştır.
- Eurostat. Electricity prices and quantities. 07 Ekim 2024 tarihinde <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/database> adresinden alınmıştır.
- Fulvimari A., Temursho U., Vaitkeviciute A., & Weitzel M. (2023). Economic and distributional effects of higher energy prices on households in the EU. 11 Kasım 2024 tarihinde <https://data.europa.eu/doi/10.2767/49249> adresinden alınmıştır.
- Hsiao, C. (2003). *Analysis of panel data*. 2nd Edition, Cambridge University Press.
- Hsiao, C. (2007). Panel data analysis – advantages and challenges. *Test*, 16(1), 1-22. <https://doi.org/10.1007/s11749-007-0046-x>
- Haxhimusa, A., & Liebensteiner, M. (2021). Effects of electricity demand reductions under a carbon pricing regime on emissions: lessons from Covid-19. *Energy Policy*, 156, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112392>
- Idso, J., Nesse, J. G. & Larsen, Q. H. (2024). The short-term price elasticity, temperature elasticity, and wind speed elasticity of electricity: A case study from Norway. *Sustainability*, 16(3321), 1-21. <https://doi.org/10.3390/su16083321>
- Johnston, J., & Dinardo, J. (1997). *Econometric methods*. New York: McGraw-HiU.

- Kostakis, I., & Lolos, S. (2022). Residential demand for electricity: empirical evidence from Greece using Pseudo-Panels. *Energy, Ecology and Environment*, 7, 51-69. <https://doi.org/10.1007/s40974-021-00225-2>
- Lee, C. C., & Lee, J. D. (2010). A panel data analysis of the demand for total energy and electricity in OECD countries. *Energy Journal*, 31(1), 1-24. <https://doi.org/10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol31-No1-1>
- Liu, G. (2004). Estimating energy demand elasticities for OECD countries. *Statistics Norway*, 373, 1-27.
- Maddala, G. S., Trost, R. P., Li, H., & Joutz, F. (1997). Estimation of short-run and long-run elasticities of energy demand from panel data using shrinkage estimators. *American Statistical Journal of Business & Economic Statistics*, 15(1), 90-100. <https://doi.org/10.1080/07350015.1997.10524691>
- Narayan, P. K., Smyth, R., & Prasad, A. (2007). Electricity consumption in G7 countries: A panel cointegration analysis of residential demand elasticities. *Energy Policy*, 35, 4485-4494. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.03.018>
- Paul, A., Myers, E., & Palmer, K. (2009). A partial adjustment model of U.S. electricity demand by region, season and sector. *Resource for the Future Discussion Paper*, Paper No. 08-50, 1-24. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1372228>
- Pellini, E. (2021). Estimating income and price elasticities of residential electricity demand with autometrics. *Energy Economics*, 101, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105411>
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *Empirical Economics*, 1240(1), 1. <https://doi.org/10.1007/s00181-020-01875-7>
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312. <https://doi.org/10.1002/jae.951>
- Romero-Jordán, D., Peñasco, C., & del Río, P. (2014). Analysing the determinants of household electricity demand in Spain: an econometric study. *Electrical Power and Energy Systems*, 63, 950-961. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2014.06.005>
- Saha, D., & Bhattacharya, R. N. (2018). An analysis of elasticity of electricity demand in West Bengal, India: Some policy lessons learnt. *Energy Policy*, 114, 591-597. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.12.035>
- Silk, J. I., & Joutz, F. L. (1997). Short and long-run elasticities in US residential electricity demand: A co-integration approach. *Energy Economics*, 19, 493-513. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(97\)01027-X](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(97)01027-X)
- Silva, S., Soares, I., & Pinho, C. (2017). Electricity demand response to price changes: The Portuguese case taking into account income differences. *Energy Economics*, 65, 335-342. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.05.018>
- T.C. Dışişleri Bakanlığı AB Başkanlığı. (2024). Fası 15: enerji. 15 Kasım 2024 tarihinde https://www.ab.gov.tr/fasil-15-enerji_80.html - :~:text=Avrupa Birliği'nin (AB),sürdürülebilir, rekabetçi ve güvenli arzıdır adresinden alınmıştır.

- Uzgören, E., & Özer, P. (2018). Avrupa Birliği ülkelerinde sanayi ve konut sektörü elektrik enerjisi talebinin fiyat esnekliği tahmini. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(4), 39-58. <https://doi.org/10.21180/iibfdkastamonu.415056>
- Vesterberg, M. (2022). The long-run price elasticity of residential electricity demand in Sweden. 03 Kasım 2024 tarihinde https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4028707 adresinden alınmıştır.
- Wang, N., & Mogi, G. (2017). Industrial and residential electricity demand dynamics in Japan: how did price and income elasticities evolve from 1989 to 2014?. *Energy Policy*, 106, 233-243. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.03.066>
- Xaisongkham, S., & Liu, X. (2024). Institutional quality, employment, FDI and environmental degradation in developing countries: evidence from the balanced panel GMM estimator. *International Journal of Emerging Markets*, 19(7), 1920-1939. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-10-2021-1583>
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2012). *İleri panel veri analizi: Stata uygulamalı*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2021). *Panel veri ekonometrisi*. Genişletilmiş 6. Baskı, İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Zhou, K., & Yang, S. (2016). Understanding household energy consumption behavior: The contribution of energy big data analytics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 810-819. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.001>
- Zhu, X., Li, L., Zhou, K., Zhang, X., & Yang, S. (2018). A meta-analysis on the price elasticity and income elasticity of residential electricity demand. *Journal of Cleaner Production*, 201, 169-177. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.027>