


Türkiye'de Elektrik Tüketimi ve Gelir Eşitsizliği İlişkisi: Genişletilmiş Doğrusal Olmayan ARDL (ANARDL) Yaklaşımı

Burhan Durgun¹ 

Türkiye'de Elektrik Tüketimi ve Gelir Eşitsizliği İlişkisi: Genişletilmiş Doğrusal Olmayan ARDL (ANARDL) Yaklaşımı	The Relationship between Electricity Consumption and Income Inequality in Türkiye: Augmented Non-Linear ARDL (ANARDL) Approach
Öz <p>Bu çalışmada elektrik tüketiminin gelir eşitsizliği üzerindeki asimetric etkisi Türkiye özelinde incelenmiştir. 1987-2021 döneminin ele alındığı analizlerde NARDL yaklaşımından faydalanılmıştır. Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisinin bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, ilişkini sağlamlığı genişletilmiş ARDL prosedürüyle doğrulanmıştır. Uzun dönem esneklikleri elektrik tüketimindeki negatif şokların eşitsizlik artırıcı etkisinin, elektrik tüketimindeki pozitif şokların eşitleyici etkisinden daha fazla olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlara göre elektrik tüketiminin artırılması gelir eşitsizliğini azaltmada faydalı bir araç olmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, elektrik kullanımının ve elektriğe erişimin kesintiye uğramaması sağlanmalıdır.</p>	Abstract <p>In this study, the asymmetric effect of electricity consumption on income inequality is analyzed for Türkiye. The NARDL approach was utilized in the analysis for the period 1987-2021. It is found that there is a long-run relationship between the variables. Furthermore, the augmented ARDL procedure confirms the strength and stability of the relationship. Long-run elasticities show that the inequality-enhancing effect of negative shocks in electricity consumption is greater than the equalizing effect of positive shocks in electricity consumption. According to these results, increasing electricity consumption is a useful tool to reduce income inequality. To this end, it must be ensured that the use of and access to electricity is not interrupted.</p>
Anahtar Kelimeler: Gelir Eşitsizliği, Elektrik Tüketimi, Enerji, Doğrusal Olmayan ARDL	Keywords: Income Inequality, Electricity Consumption, Energy, Non-Linear ARDL
JEL Kodları: O13, O15, Q43	JEL Codes: O13, O15, Q43

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı	Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.
Yazarların Makaleye Olan Katkıları	Yazarın makaleye katkısı %100'dür.
Çıkar Beyanı	Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

¹ Arş. Gör. Dr., Dicle Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, burhan.durgun@dicle.edu.tr

1. Giriş

Toplumsal barışı tehdit eden gelir dağılımındaki eşitsizliklerin nedenleri ve etkileri birçok araştırmacının ilgisini çekmektedir. İlk olarak gelir düzeyi ile ilişkilendirilen gelir eşitsizliği daha sonra farklı makroekonomik değişkenlerle analiz edilmiş ve konu hakkında geniş kapsamlı bir literatür oluşmuştur. Ekonomik göstergelerin yanında diğer sosyal bilimlerdeki göstergelerle de ilişkisi araştırmalara konu olan gelir eşitsizliği, sadece ülke bazında değil küresel çapta da sorunun derinleşmesinden dolayı son yıllarda literatürde geniş bir tartışma alanı bulmuştur. Gelişmenin ekonomik yönünü gösteren farklı göstergelerden sonra finansal gelişme, çevre kirliliği, kentleşme, dış ticaret, sağlık, doğrudan yabancı yatırımlar, beşerî sermaye, küreselleşme ve kurumsal kalite gibi göstergelerle de gelir eşitsizliğini ilişkilendiren çalışmaların sayısı artmaktadır (Stockhammer, 2017:3-4). Gelir eşitsizliğinin çevresel boyutu da olan enerji tüketimi ile ilişkisi de yeni çalışmaya başlanan konulardan biridir (Dong ve Hao, 2018: 219; Ghosh, 2019:4; Khan ve Heinecker, 2018:188). Enerji tüketim düzeyi aynı zamanda refahın bir belirleyicisi olduğu için toplumdaki gelir dağılımını etkilemesi muhtemeldir (Beaudreau, 2010; Narayan vd. 2008:2765).

Aydınlatma, ısıtma, ulaştırma, iklimlendirme vs. gibi günlük hayatın hemen her alanında kullanılan elektrik enerjisi, enerji tüketiminin kapsamlı bir göstergesidir. Üretim sürecinde temel girdi olarak kullanılmasından dolayı bir refah göstergesi olarak da görülebilmektedir. Elektrik tüketimi, geleneksel yakıtlar yoluyla temel talebin karşılanmasını ifade eden enerji tüketimine göre yaşam standartlarının iyileştirilmesi anlamında refah artışını daha iyi ölçebilmektedir (Wu vd., 2022). Elektrik tüketimi, üretim fonksiyonundaki rolüyle birlikte sosyo-ekonomik gelişmişliğin göstergesi olarak kabul edilen bir bileşendir (Jayanthi, 2021:106). Bu yüzden gelir eşitsizliği üzerinde de bir etkisi olması beklenmektedir.

Özellikle elektrik ve doğalgaz gibi temiz enerji hizmetleri işgücü verimliliğini, endüstriyel verimliliği ve çıktıda verimliliği artırmaktadır. Verimlilik artışıyla ekonomik büyümeye katkı sağlanmaktadır. Böylece hanehalkı gelirinde artış meydana gelirken yoksulluk oranı da azaltılabilmektedir (Aghaei ve Lin-Lawell, 2022:734). Elektrik penetrasyonundaki artışla daha yoksul kesimlerde artan verimlilik yoksul kesimlerin gelirden aldığı payda artış sağlar. Bu sayede gelir dağılımı adaletsizliğinde düzelme meydana gelebilir. Karbon emisyonunu arttıran petrol, kömür gibi enerji kaynaklarının yerine temiz enerjinin tercih edilmesi toplumun sağlık düzeyi üzerinde olumlu etki yapmaktadır. Zararlı emisyonların solunması sonucu yaşanabilecek iş kayıpları, hastalık ve ölümler işgücü verimliliğini azaltmaktadır.

Elektrik dağıtımı ve bunun diğer ekonomik değişkenlerle ilişkisi son zamanlarda araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Bunun nedeni, elektrifikasyonun yoksulluk ve gelir eşitsizliği sorununun çözümünde önemli bir rol oynayabileceğine dair farkındalığın artmasıdır (Jayanthi, 2021:104-105). Elektrik enerjisinin yaygın kullanımı ekonomik kalkınmanın sağlanmasında ve yoksulluk ile eşitsizliklerin azaltılmasında hayati öneme sahiptir (Bisaga vd. 2021:1). Elektrik, işlem maliyetlerini düşürerek yoksul kesimlerin varlıklarını değerlendirmelerine olanak tanıyabilmekte ve üretken fırsatlara erişim yoluyla endüstriyel kalkınmayı sağlayıp eşitsizlikleri azaltabilmektedir. Aynı zamanda elektriğe erişim eğitimde iyileşme, iş yaratma ve cinsiyet eşitliği yoluyla da kalkınmayı teşvik edebilmektedir (Sarkodie ve Adams, 2020a:2).

Gelir eşitsizliği ile elektrik tüketimi arasındaki ilişkinin analiz edilmesi politika yapıcılara enerji ve gelir dağılımı politikaları hakkında fikir sağlayabilmektedir. Aralarında tespit edilebilecek bir ilişki adil gelir dağılımı, enerji verimliliği, enerji korumacılığı veya enerji çeşitlendirmesine yönelik çeşitli politika araçlarının kullanımını teşvik edebilecektir. Değişkenler

arasında uzun dönem ilişkisinin varlığını gösteren ampirik kanıtlar elde edildiğinde politika yapımcılar gelir dağılımında adaleti sağlamak veya enerji verimliliğini arttırmak için bu ilişkiyi kullanabileceklerdir. Örneğin, elektrik tüketimindeki artışın gelir eşitsizliğini azalttığı tespit edildiğinde hükümetler gelir dağılımındaki adaleti sağlamak için elektrik enerjisinin kullanımını arttırmak isteyecektir. Tersi durumda yani elektrik tüketiminin gelir eşitsizliğini artırdığı sonucu elde edildiğinde karar alıcılar toplumdaki gelir farklarının artmaması için elektrik kullanımında tasarruf sağlayan ve verimlilik artırıcı politikalara ağırlık vereceklerdir. Üretimde temel girdi olarak kullanılan elektrik enerjisinin kullanımının doğrudan azaltılması hasıla düzeyini düşüreceğinden enerji korumacı politikalarla ziyade enerji verimliliğine yönelik politikaların uygulanması daha rasyonel olacaktır.

Elektrik tüketimi ile gelir eşitsizliği arasındaki nedensel ilişkilerin analiz edilmesi de politika yapımcılara faydalı fikirler verebilmektedir. Değişkenler arasında tek yönlü bir ilişki olabileceği gibi çift yönlü geri besleme etkisi de bulunabilmektedir. Elektrik tüketiminden gelir eşitsizliğine doğru nedensel bir ilişkinin varlığının doğrulanması adil gelir dağılımını sağlamada elektrik enerjisi tüketiminin bir araç olarak kullanılabilmesine olanak tanıyacaktır. Gelir eşitsizliğinin elektrik tüketimine neden olduğu tespit edildiğinde ise hükümetler gelir dağılımı politikalarını yeniden dizayn edebileceklerdir. Değişkenler arasında çift yönlü bir ilişki tespit edilmesi durumunda hem enerji hem de gelir dağılımı politikalarının eşgüdümlü bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Son olarak değişkenler arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı da tespit edilebilir. Enerji-eşitsizlik bağının kurulamadığı bu sonuç, hükümetlerin gelir dağılımı ve enerji politikalarını birbirinden bağımsız belirlemesine olanak tanıyabilmektedir.

Enerji-eşitsizlik konusu ile ilgili yapılmış çalışmalardan Türkiye özelinde sadece bir çalışma bulunmaktadır ve bu çalışmada da enerji tüketiminin temsilcisi olarak birincil enerji tüketimi kullanılmıştır. Ayrıca çalışmanın ampirik modellemesinde gelir eşitsizliği değil enerji tüketimi açıklanan değişken olarak alınmıştır (Arı, 2022). Bu bağlamda Türkiye özelinde elektrik tüketiminin gelir eşitsizliği üzerindeki etkisini araştıran herhangi bir çalışmanın tarafımızca tespit edilememiş olması çalışmanın şekillenmesinde motivasyon kaynağı olmuştur. Çalışmanın analizinde kullanılan ekonometrik yöntemler de çalışmaya özgünlük kazandıran bir başka husustur. Çalışmanın odak noktası refahla birlikte artan elektrik tüketiminin gelir dağılımındaki asimetrik etkisinin eşitleyici mi eşitsizlik yaratıcı mı ya da nötr mü olduğunun tahmin edilmesidir.

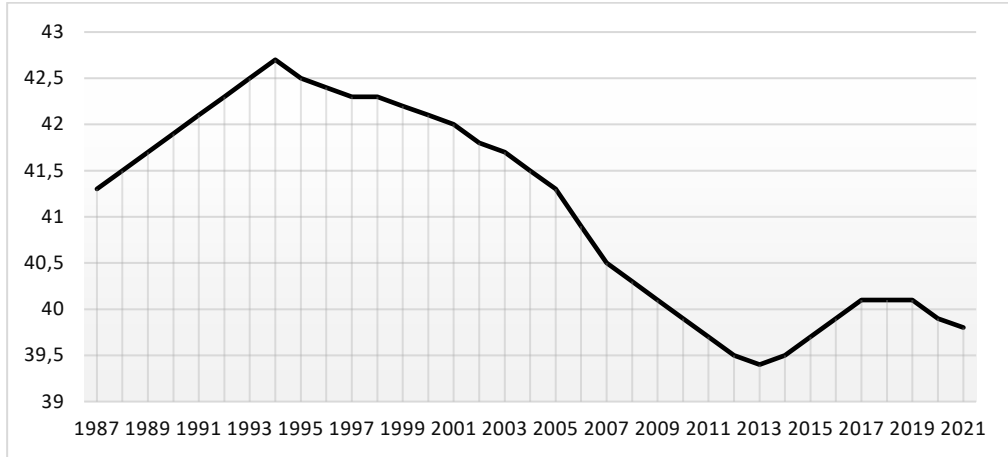
Bu çalışmada gelir eşitsizliğinin elektrik tüketimi tarafından belirlenebileceği varsayımı ekonometrik yöntemlerle analiz edilmiştir. Analizlerden önce konu ile ilgili verilerin zaman içinde ve karşılaştırmalı analizi yapılmış ve konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmaların özeti verilmiştir. Ampirik bölümde ise analizlerde kullanılan veriler ve yöntemler hakkında bilgi verilip elde edilen bulgular yorumlanmıştır. Sonuç kısmında ise analiz sonuçları tartışılmış ve uygun politika önerilerinde bulunulmuştur.

2. Türkiye’de Gelir Eşitsizliği ve Elektrik Tüketimi

Türkiye’nin gelir eşitsizliği ve elektrik tüketimi verilerinin zaman içinde ve karşılaştırmalı analizinin yapılması Türkiye’nin bu alandaki konumunun ve seviyesinin anlaşılmasına ve bu konuma ve seviyeye uygun politikalar önerilmesine olanak tanıyabilmektedir. Bu analizlere Türkiye’de gelir eşitsizliğinin zaman içindeki seyri ile başlanmıştır. Şekil 1’de Türkiye’de 1987-2021 yılları arasında ölçülen Gini katsayısı değerleri gösterilmektedir. Eşitsizlik katsayısı serinin ilk yıllarında artan daha sonra azalan son yıllarda ise dalgalı bir eğilim sergilemektedir. Her ne

kadar eşitsizlikte bir azalma görülse de Gini katsayısının yüksek sayılabilecek seviyede seyretmesi gelir dağılımı adaleti için olumsuz bir tablo sunmaktadır.

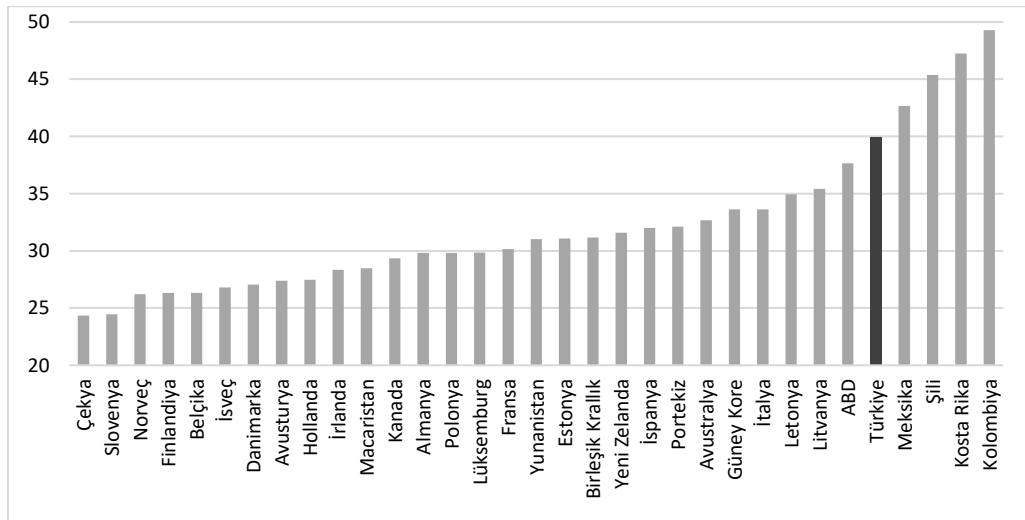
Şekil 1: Türkiye’de Gini Katsayısının Seyri (1987-2021)



Kaynak: Solt (2020).

Şekil 2’de OECD ülkelerinde 2020 yılına ait Gini katsayıları verilmiştir. En az eşitsizlik Çekya’da, en yüksek eşitsizlik ise Kolombiya’da ölçülmüştür. İlk iki sırada yer alan eski Doğu Bloku ülkelerini Kuzey Avrupa ülkeleri takip etmektedir. Son sıralarda ise Latin Amerika ülkeleri yer almaktadır. Türkiye’de gelir OECD ülkelerine göre sadece Latin Amerika ülkelerinden daha eşit dağılmaktadır. Genel olarak bakıldığında OECD ülkeleri içinde ortalamayı yukarı çeken bir ülke konumundadır. Bu şekil Türkiye’de toplumsal barışın tesisi için gelir farklılıklarını azaltmada daha etkin politikalar izlenmesi gerektiğini göstermektedir.

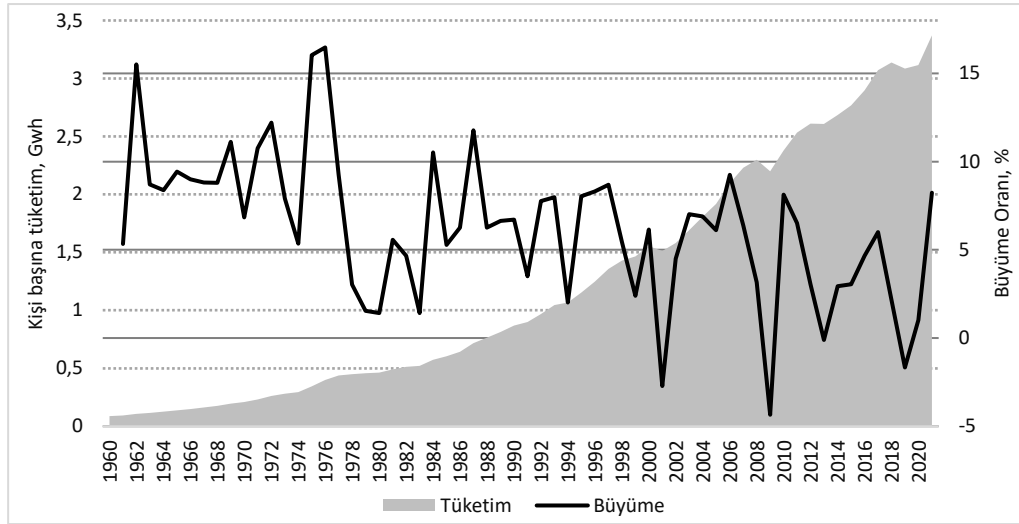
Şekil 2: Seçilmiş Ülkelerin 2020 Yılına Ait Gini Katsayıları



Kaynak: Solt (2020).

Şekil 3'te 1960-2021 döneminde Türkiye'de kişi başına elektrik tüketim miktarı ve tüketimdeki büyüme oranının seyri sunulmuştur. Genel olarak bir artış eğiliminin gözlemlendiği tüketimde bazı yıllarda da düşüşler yaşanmıştır. Tüketimdeki bu düşüşlerin yaşandığı yıllara bakıldığında kriz dönemlerinin daraltıcı etkisiyle elektrik talebinde meydana gelen azalmalardan kaynaklandığı görülmektedir. Bu durum elektrik tüketimindeki büyüme oranlarında da kendini göstermektedir. 1970'li yıllardaki petrol krizleri, 1994, 2001 ve 2008 krizlerinin, 2013 yılındaki toplumsal olayların ve 2018 yılındaki kur şokunun hasıla düzeyinde yarattığı daralmalar elektrik tüketiminde beklenen artışın olmamasına veya azalmasına neden olmuştur.

Şekil 3: Türkiye'de Kişi Başına Elektrik Tüketim Düzeyi ve Tüketimin Büyüme Oranı (1960-2021)



Kaynak: TEİAŞ (2023).

Son olarak Türkiye'de son yıllarda (2010, 2015 ve 2021) elektrik üretiminde kullanılan kaynakların paylarındaki değişimler incelenmiştir. Tablo 1'deki verilere göre 2021 yılında elektrik üretiminde en çok doğalgazdan yararlanılmaktadır. Doğalgazı sırasıyla kömür, yenilenebilir, hidroelektrik ve petrol izlemektedir. 2010 yılında elektrik üretiminin neredeyse yarısı doğalgaz kaynaklıyken bu pay zaman içinde düşmüştür. Kömürün payında biraz artış yaşanırken hidroelektrik santrallerinin payı üçte bir oranında düşmüştür. Petrolün çok az olan payı daha da azalmıştır. Yenilenebilir enerjiler ve atıklar ise 2010 yılında %2'nin altındayken 2021 yılında payını 10 kat arttırmıştır. İthal bir kaynak olan doğalgazın payının azalmasında kur şoklarının dış ticaret açığı üzerinde yarattığı baskı ve yenilenebilir enerji kaynaklarındaki büyük artış etkili olmuştur. Son yıllarda fosil yakıtlardan üretimin azalması yenilenebilir enerjilerin payının artması sürdürülebilir ekonomi vizyonunda olumlu gelişmelerdir. Yenilenebilir enerjilere olan talebin artması ve nükleer enerjinin sisteme dahil edilmesiyle fosil yakıtların paylarının daha da düşmesi beklenmektedir. Enerji talebinin yenilenebilir ve iç kaynaklardan karşılanması sayesinde ithalatın azalması yoluyla milli gelirden artış yaşanabilecektir. Bu gelir artışının düşük gelirli kesimlerin desteklenmesinde kullanılması gelir eşitsizliğini azaltıcı etkide bulunabilecektir. Ayrıca fosil yakıt kaynaklı çevreye zararlı emisyonların düşmesi, kaliteli sağlık imkanlarına erişimi kısıtlı olan düşük gelirli kesimlerin sağlık düzeylerini ve dolayısıyla verimliliklerini artırıcı etkide bulunabilecektir. Verimliliği artan bireylerin gelirlerinin de artması beklenmektedir.

Tablo 1: Türkiye’de Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynakların Payları (%)

Kaynak	2010	2015	2021
<i>Doğalgaz</i>	46,47	37,9	33,22
<i>Kömür</i>	26,06	29,09	30,89
<i>Hidroelektrik</i>	24,52	25,65	16,71
<i>Petrol</i>	1,03	0,85	0,08
<i>Yenilenebilir ve Atık</i>	1,91	6,51	19,1

Kaynak: TEİAŞ (2023).

Özetle Türkiye’de gelir eşitsizliği yaşanan küçük düzelmeye rağmen halen çok yüksek düzeydedir. Elektrik tüketiminde ise ekonomik daralma dönemlerinde duyarlılığın yüksek olduğu görülmüştür. Elektrik üretimi ithal kaynak oranının yüksek olmasından dolayı cari açığı artırıcı etki yapmaktadır. Ancak yenilenebilir enerjilerin payındaki artışlardan dolayı bu olumsuzluğun azalabileceği öngörülmektedir. Türkiye’nin elektrik tüketimi ve gelir eşitsizliği verilerinin analizi tamamlanmış ve konu ile ilgili yapılmış çalışmaların yer aldığı literatür taramasına geçilmiştir.

3. Literatür

Gelir eşitsizliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ilk olarak Kuznets (1955) araştırmıştır. Kuznets, ekonomik büyümenin ilk dönemlerinde gelir dağılımında eşitsizliğin arttığını, sonraki dönemlerde ise büyümeyle birlikte gelir eşitsizliğinin azaldığını ileri sürmektedir. Ters-U hipotezi olarak literatüre giren bu hipotez farklı ülke ve ülke grupları için sıkça test edilmiştir. Literatürde ters-U hipotezinin doğrulandığı, düz-U şekilli bir ilişki olduğu veya doğrusal bir ilişkinin tespit edildiği çalışmaların yanı sıra gelir düzeyi ile gelir eşitsizliğinin ilişkisiz bulunduğu çalışmalar da bulunmaktadır. Paukert (1973), Ahluwalia (1976), Barro (2000), Bahmani-Oskooee ve Gelan (2008), Desbordes ve Verardi (2012), Scholl ve Klasen (2018), Van der Weide ve Milanovic (2018), Islam ve McGillivray (2019) literatürde Kuznets hipotezini test eden çalışmalardan bazılarıdır.

Gelir eşitsizliğinin belirleyicilerinin tespit edilmesinde ekonomik büyümeden sonra çeşitli değişkenler kullanılmıştır. Rodgers (1979), Flegg (1982), Wilkinson (1992), Macinko vd. (2004), Rambotti (2015), ve Zhang ve Awaworyi-Churchill (2020) sağlık göstergeleriyle; Mincer (1958), Becker ve Chiswick (1966), Bourguignon ve Morrisson (1990), Castelló-Climent ve Doménech (2008), Park (2017) ve Nie ve Xing (2019) eğitim göstergeleriyle; Magnani (2000), Drabo (2011), Hao vd. (2016), Wolde-Rufael ve Idowu (2017), Bhattacharya (2020) ve Bonnefond vd. (2021) çevre göstergeleriyle gelir eşitsizliğini ilişkilendirmişlerdir.

Enerji ekonomisi literatürü incelendiğinde ise enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisinin genel olarak araştırıldığı ancak zaman içinde başka değişkenlerin de modellere dahil edildiği görülmüştür. Kraft ve Kraft (1978)’in ekonomik büyüme ile enerji tüketimi ilişkisini araştırdıkları çalışma bu konudaki öncü çalışmadır. Birincil enerji tüketiminin yanı sıra doğalgaz, elektrik, kömür, petrol, yenilenebilir ve nükleer enerji tüketimi de enerji ekonomisi araştırmalarında kullanılan çeşitli enerji tüketimi göstergelerindedir.

Enerji tüketiminin gelir eşitsizliği ile ilişkisini inceleyen çalışmalar bu alanda yeni bir literatür oluşmasını sağlamıştır. Özellikle son yıllarda artan ilgiyle konuya farklı bakış açıları kazandırılmıştır. Ampirik literatürde yer alan çalışmalar ve bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar aşağıda özet bir şekilde verilmiştir.

Apergis (2015), 1998-2013 döneminde OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji üretiminin gelir eşitsizliği üzerindeki etkisini GMM yöntemiyle incelemiştir. Bulgular, yenilenebilir enerji üretiminin gelir eşitsizliğini artırdığını göstermiştir. Bu sonuç hem toplam hem de alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ayrı ayrı yapılan modellemelerde doğrulanmıştır. Dong ve Hao (2018), 1996-2013 döneminde Çin'deki eyalet verilerini kullanarak kırsal-kent gelir eşitsizliği ile elektrik tüketimi ilişkisini GMM yöntemiyle araştırmışlardır. Çalışmada bu ilişkinin gelir düzeyine bağlı olduğunu görülmüştür. Ekonomide büyüme yaşandığı zaman gelir eşitsizliği kişi başına elektrik tüketimini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca kentleşme, sanayileşme ve dış ticaret de kişi başına elektrik tüketiminin artmasına yardımcı olmaktadır. Ghosh (2019), 1970-2015 döneminde Birleşik Krallık'ta gelir eşitsizliği, enerji tüketimi, kamu harcamaları ve yatırımların karbon emisyonu üzerindeki etkisini çeşitli zaman serisi yöntemleriyle incelemiştir. Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi doğrulanmıştır. Hane düzeyinde adil enerji tüketimi için gelir eşitsizliğini azaltmak gerekmektedir. Ayrıca gelir eşitsizliğinin negatif asimetric etkisi pozitif etkiden daha yüksektir.

Sarkodie ve Adams (2020b), 46 Sahra altı Afrika ülkesinde 1990-2017 döneminde elektriğe erişim, gelir eşitsizliği, yönetim ve insani gelişme endeksi arasındaki bağlantıları panel veri yöntemleriyle analiz etmişlerdir. Çalışma bulguları, gelir eşitsizliğinin elektriğe erişimi olumsuz, gelir düzeyi ve insani gelişme endeksinin ise olumlu etkilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca iyi yönetimin gelir eşitsizliğini azalttığı ve gelir eşitsizliğindeki artışın insani gelişmeyi olumsuz etkilediği görülmüştür. Topcu ve Tugcu (2020), 23 gelişmiş ülkede 1990-2014 döneminde yenilenebilir enerji kullanımının gelir eşitsizliğine etkisini sistem GMM ve dinamik ortak ilişkili etkiler yöntemleriyle araştırmışlardır. Her iki tahmin edici de yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın gelir eşitsizliğini azalttığını ortaya koymuştur. Uzar (2020), 43 ülkede 2000-2015 yılları arasında gelir eşitsizliği ile yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisini panel ARDL yöntemiyle araştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre gelir eşitsizliğindeki düşüşler yenilenebilir enerji tüketimini olumlu etkilemektedir. Bu sonuç adil gelir dağılımı ve yüksek çevre kalitesi hedeflerinin aynı anda sağlanmasına olanak tanımaktadır.

Liu vd. (2020), 2000-2016 döneminde 33 Kuşak ve Yol Girişimi ülkesinde gelir eşitsizliğinin enerji verimliliği üzerindeki doğrusal olmayan etkisini panel tobit regresyon yöntemiyle araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre, genel olarak gelir eşitsizliği ile enerji verimliliği arasında ters-U şekilli bir ilişki bulunmaktadır. Ülke gruplarına ayrıştırıldığında ise yüksek gelirli ülkelerde U şeklinde, orta ve düşük gelirli ülkelerde ise ters-U şeklinde bir ilişki bulunduğu görülmüştür. Churchill vd. (2021), 1990-2016 döneminde 17 ülke için gelir eşitsizliği ile yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmanın bulgularına göre 1995-2002 yılları arasında değişkenler arasında negatif ancak 2010 yılından itibaren pozitif dönen bir ilişki bulunmaktadır. Asongu ve Odhiambo (2021), 39 Sahra altı Afrika ülkesinde 2004-2014 yılları arasında finansal gelişme, gelir eşitsizliği ve yenilenebilir enerji tüketimi ilişkilerini GMM ve kantil regresyon yöntemleriyle araştırmışlardır. GMM sonuçları finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimini artırdığını gelir eşitsizliğinin ise bu etkiyi ortadan kaldırdığını göstermiştir. Kantil regresyon sonuçları ise GMM sonuçlarının sadece yenilenebilir enerji tüketim dağılımının alt dilimlerinde geçerli olduğunu ortaya koymuştur.

Sehrawat (2021), 1970-2014 döneminde Hindistan'da beşerî sermaye ve gelir eşitsizliğinin enerji talebi üzerindeki asimetric etkilerini araştırmıştır. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin tespit edildiği çalışmaya göre, beşerî sermaye enerji tasarrufu yoluyla yüksek gelir farkı ise kısıtlı erişim nedeniyle enerji talebini azaltmaktadır. Asimetric analiz ise gelir

eşitsizliğindeki sadece pozitif şokun enerji talebine neden olduğunu göstermiştir. Tan ve Uprasen (2021), 1990-2015 döneminde 5 ASEAN ülkesinde yenilenebilir enerji tüketimi ile gelir eşitsizliği ilişkisini panel ARDL ve doğrusal olmayan panel ARDL yöntemleriyle araştırmışlardır. Yazarlara göre gelir eşitsizliğinin azaltılması yenilenebilir enerji tüketimini teşvik etmektedir. Asimetrik etki sonuçları ise, gelir eşitsizliğindeki artışın yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde eşitleyici şoka göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Acheampong vd. (2021), 1990-2017 döneminde 166 ülke için enerjiye erişilebilirliğin gelir eşitsizliği üzerindeki etkisini iki aşamalı GMM yöntemiyle araştırmışlardır. Çalışmanın bulguları elektriğe erişimin küresel gelir eşitsizliğini azalttığını, modern ve temiz enerjiye erişimin ise küresel gelir eşitsizliğini artırdığını göstermiştir. Ayrıca elektriğe, modern ve temiz enerjiye erişimle birlikte kırsal ve kentsel elektrifikasyonun küresel gelir eşitsizliğini azaltmak için eğitim ve ekonomik büyüme ile etkileşime girdiği sonucuna varılmıştır.

Zhao vd. (2021), Çin'de 2005-2017 döneminde 30 ilde gelir eşitsizliği ile doğalgaz tüketimi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Sistem GMM yönteminin kullanıldığı çalışmada gelir eşitsizliği ile doğalgaz tüketimi arasında ters-U şeklinde bir ilişki bulunmuştur. Çalışmadaki nedensellik analizine göre Çin'in merkez bölgesinde doğalgaz tüketiminden gelir eşitsizliğine doğru tek yönlü, doğu ve batı bölgelerinde ise çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Adom vd. (2021), 1991-2017 yılları arasında 51 Afrika ülkesi için ekonomik büyüme ile enerji verimliliği ilişkisini gelir eşitsizliği bağlamında GMM yöntemiyle araştırmışlardır. Çalışma bulgularına göre enerji verimliliği ekonomik büyümeyi teşvik etmekte fakat gelir eşitsizliği bu etkiyi azaltmaktadır. Yang, Li vd. (2022), Çin'de 2005-2018 döneminde 30 il bazında kentsel gaz (doğalgaz, kömür gazı ve sıvılaştırılmış petrol gazı) tüketiminin gelir eşitsizliği üzerindeki etkisini panel sabit etkiler modeliyle araştırmışlardır. Çalışma bulgularına göre, artan gaz tüketimi gelir eşitsizliğini azaltmaktadır. Kentsel alandaki gaz (sıvılaştırılmış petrol gazı hariç) penetrasyonundaki artış kır-kent arasındaki gelir eşitsizliğini azaltmaktadır. Ayrıca bu eşitleyici etki daha yüksek ekonomik seviyede daha belirgindir.

Ongo Nkoa vd. (2022), 36 Afrika ülkesinde elektriğe erişimin Afrika'daki iç çatışmalara etkisini gelir eşitsizliği bağlamında incelemişlerdir. 1990-2017 dönemi ele alınarak uygulanan panel veri analizlerinde elektriğe erişimin iç çatışma riskini azalttığı ve gelir eşitsizliğinin bu etkiyi desteklediği görülmüştür. Arı (2022), Türkiye'de 1989-2018 döneminde gelir eşitsizliği, finansal gelişme, yatırım düzeyi ve ekonomik büyümenin birincil enerji tüketimi üzerindeki etkisini Bayer-Hanck yöntemi ile incelemiştir. Çalışma bulgularına göre enerji tüketimi ile gelir eşitsizliği arasında uzun dönemli bir ilişki veya nedensel bağlantı bulunmamaktadır. Lee vd. (2022), 68 ülke için 2001-2018 döneminde kullanılabilirlik, erişilebilirlik, geliştirilebilirlik ve kabul edilebilirlik olmak üzere dört boyutta değerlendirilen enerji güvenliğinin gelir eşitsizliği üzerindeki etkisini dinamik panel eşik modeliyle incelemişlerdir. Çalışmanın bulguları enerji güvenliğinin gelir eşitsizliği üzerinde ters-U şeklinde bir etkisi olduğunu göstermiştir. Kalkınmanın ilk aşamalarında enerji güvenliği gelir dağılımını bozarken belli bir gelişmişlik düzeyinden sonra daha eşitleyici bir etken haline gelmektedir.

Gardezi ve Chaudhry (2022), 69 gelişmekte olan ülke özelinde 1996-2018 yılları arasında küreselleşme, enerji tüketimi ve gelir eşitsizliği ilişkilerini incelemişlerdir. Sistem GMM yönteminin kullanıldığı ve küreselleşmenin ekonomik, politik ve sosyal yönlerinin de modele dahil edildiği çalışmanın temel bulgularına göre, gelir eşitsizliği küreselleşmeden pozitif olarak etkilenmekte ve enerji tüketimi gelir eşitsizliğini negatif olarak etkilemektedir. Aghaei ve Lin-Lawell (2022), İran'da 1989-2018 döneminde büyüme, enerji tüketimi, eşitsizlik ve yoksulluk

bağlantılarını incelemişlerdir. Elde edilen bulgulara göre gelir eşitsizliğindeki düşüş, büyüme, yoksulluğun azaltılması ve enerjiye erişim için faydalı olmaktadır. Eşitsizlik hasıla düzeyini doğrudan olumsuz etkileyebileceği gibi enerji tüketimini düşürmesi yoluyla dolaylı olarak olumsuz etkileyebilmektedir. Aynı durum, yoksulluk için de geçerlidir. Ayrıca enerji tüketimindeki artış, milli geliri arttırıp, eşitsizliği ve yoksulluğu azaltmaktadır. Dong vd. (2022), Çin’de 2004-2017 döneminde 30 ile ait verilerle enerji verimliliğinin gelir eşitsizliği ve enerji yoksulluğu üzerindeki etkisini sistem GMM yöntemiyle araştırmışlardır. Çalışmada enerji verimliliğindeki ilerlemelerin hem gelir eşitsizliğini hem de enerji yoksulluğunu azaltabileceği bulunmuştur. Ayrıca teknolojik devrim ve yeşil inovasyonla enerji verimliliğinin katkısı arttırılarak gelir eşitsizliği ve enerji yoksulluğu daha da aşağı seviyelere çekilebilmektedir.

Sharma ve Rajpurohit (2022), Hindistan’da 1980-2016 döneminde yenilenebilir enerji tüketimi ile gelir eşitsizliği ilişkisini NARDL yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre gelir eşitsizliğindeki artış yenilenebilir enerji tüketimini azaltmaktadır. Beşerî sermaye ve gelir düzeyinin yenilenebilir enerji tüketimine etkisi ise pozitifdir. Sonora (2022), 1990-2018 periyodunda 144 ülke için enerji tüketimi ile gelir eşitsizliği ilişkisini panel veri yöntemleriyle incelemiştir. Değişkenler arasında negatif yönlü bir ilişkinin tespit edildiği çalışmaya göre, daha fazla enerji kullanımı en üstteki %10’luk dilimin gelirden aldığı payı azaltırken en düşük %40’lık dilimin payını arttırmaktadır.

Yang, Ramos-Meza vd. (2022), 1991-2020 periyodunda 20 OECD ülkesi için ticari açıklık, petrol fiyatları, karbon emisyonu, ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji tüketimine etkisini panel veri yöntemleriyle araştırmışlardır. Çalışmanın bulgularına göre, karbon emisyonu haricindeki değişkenler yenilenebilir enerji tüketimi ile pozitif ilişkilidir. Nedensellik analizi gelir eşitsizliği ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Xu ve Zhong (2023), 2000-2019 yılları arasında 108 ülkede gelir eşitsizliği ile enerji tüketimi bağlantısını dijitalleşme bağlamında araştırmışlardır. Sistem GMM yönteminin kullanıldığı çalışmada gelir eşitsizliğinin enerji tüketiminde artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Dijitalleşmedeki gelişim, dijital altyapı ve uygulamalar ve becerilerdeki ilerlemeler bu etkiyi frenlemektedir.

Literatürde farklı enerji çeşitlerinin tüketim düzeyleri ile gelir eşitsizliği ilişkisini inceleyen çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde ağırlıklı olarak aralarında negatif yönlü bir ilişki bulunduğu raporlanmıştır. Bunun yanında değişkenler arasında herhangi bir ilişki olmadığını (Arı, 2022), doğrusal olmayan bir ilişki olduğunu (Liu vd., 2020; Churchill vd., 2021; Zhao vd., 2021; Lee vd., 2022) ve pozitif yönlü bir ilişki olduğunu tespit eden çalışmalar (Apergis 2015; Yang, Ramos-Meza vd., 2022; Xu ve Zhong, 2023) da bulunmaktadır. Enerji-eşitsizlik konusunda çeşitli ülke ve ülke grupları özelinde yapılan araştırmalarda bir fikir birliği sağlandığı söylenememektedir. Son yıllarda incelenmeye başlanan bu ilişkinin yönü ülke yapısı, gelişmişlik düzeyi, gelir eşitsizliğinin derinliği ve enerji tüketim yapısından kaynaklı olarak değişkenlik arz edebilmektedir.

4. Veri ve Yöntem

Türkiye’de elektrik tüketiminin gelir eşitsizliği üzerindeki etkisinin incelendiği bu çalışmanın ampirik bölümünde zaman serisi yöntemlerine başvurulmuştur. Çalışma ikincil veri kaynaklarına dayanmaktadır. Elektrik tüketimi verileri TEİAŞ istatistiklerinden, gelir eşitsizliği verileri ise SWIID 9.4 veri tabanından alınmıştır (Solt, 2020). SWIID veri tabanında Türkiye için kullanılabilir veri 1987 yılından itibaren başladığı için analiz dönemi 1987-2021 arasındaki 35 yıllık gözlemlerle sınırlandırılmıştır. Elektrik tüketimi değişkeni kişi başına Gwh cinsinden elektrik

tüketimi verileriyle, gelir eşitsizliği değişkeni ise Gini katsayısı verileriyle temsil edilmektedir. Gelir eşitsizliği *lgini*, elektrik tüketimi değişkeni *lelc* olarak gösterilmektedir. Modelde işgücü verimliliği (*gpwhi*), brüt sabit sermaye oluşumu (*gcf*) ve kentleşme (*urb*) kontrol değişkenleri olarak eklenmiştir. Gelir eşitsizliği ve elektrik tüketimi değişkenleri doğal logaritmaları alınarak modele dahil edilmiştir. Kontrol değişkenlerinde logaritmik dönüşüm yapılmamıştır. Kullanılan değişkenlere ilişkin ayrıntılar Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2: Kullanılan Değişkenlerin Ölçüt ve Kaynakları

Değişken	Tanım	Birim	Kaynak
<i>lelc</i>	Elektrik Tüketimi	Kişi Başına (Gwh)	TEİAŞ
<i>lgini</i>	Gelir Eşitsizliği	Gini Katsayısı (0-100)	SWIID 9.4
<i>gpwhi</i>	İşgücü Verimliliği	Çalışılan saat başına GSYİH, Endeks	OECD
<i>gcf</i>	Brüt Sabit Sermaye Oluşumu	GSYİH %’si	Dünya Bankası
<i>urb</i>	Kentleşme Oranı	Kentsel nüfus/Toplam Nüfus	Dünya Bankası

Gelir eşitsizliğinin bağımlı değişken olarak alındığı araştırmanın fonksiyonel (1) ve ekonometrik (2) modeli şu şekildedir:

$$lgini=f(lelc, gpwhi, gcf, urb) \quad (1)$$

$$lgini_t = \alpha_0 + \alpha_1 lelc_t + \alpha_2 gpwhi_t + \alpha_3 gcf_t + \alpha_4 urb_t + u_t \quad (2)$$

Modelde α_0 , otonom katsayısı α_1 , açıklayıcı değişkenin katsayısını, α_2 , α_3 , α_4 kontrol değişkenlerinin katsayısını ve u_t ise hata terimini göstermektedir. α_1 , α_2 , α_3 , α_4 katsayılarının pozitif olması gelir eşitsizliğinde artışı, negatif olması ise gelir eşitsizliğinde azalışı ifade etmektedir. Kurulan modeli test etmek için kullanılacak yöntemleri tanıttıktan sonra elde edilen bulgular değerlendirilmiştir. Öncesinde zaman serisi yöntemlerinden durağanlık ve eşbütünlük analizi hakkında bilgi verilmiştir.

4.1. ADF Birim Kök Testi

Dickey ve Fuller (1981) tarafından DF (1979) testinin geliştirilmesiyle elde edilen ADF testi yüksek mertebeden otoregresif süreçlerin varlığı durumunda kullanılmaktadır. Sınamanın sabit terimsiz-trendsiz, sabit terimli ve sabit terimli-trendli olmak üzere üç farklı modeli bulunmaktadır. En geniş modeli $\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$ şeklindedir. Sınamaya ait hipotezler $H_0: \delta = 0$ (seri birim köklü), $H_1: \delta < 0$ (seri durağan) şeklindedir. Sınamaya ait kritik değerler MacKinnon (1996) çalışmasında yer almaktadır. Hesaplanan test istatistiğinin mutlak değeri ilgili kritik tablo değerinin mutlak değerinden büyükse sıfır hipotezi reddedilmektedir.

4.2. Esnek Fourier ADF Birim Kök Testi (Flexible Fourier ADF - FFADF)

Analiz döneminde yaşanmış yapısal değişimler zaman serilerindeki durağanlığı veya durağan olmama durumunu etkileyebilmektedir. Enders ve Lee (2012) bir veya birden fazla yapısal değişimin düşük frekanslı Fourier fonksiyonlarıyla yakalanabileceğini ifade etmişlerdir. Geliştirdikleri test deterministik terimin Fourier fonksiyonu ile ifade edildiği Dickey-Fuller (1979) tipi bir regresyon modeli içermektedir. Sınama Fourier LM testi ile DF-GLS birim kök testlerinin tamamlayıcısı olarak görülebilmektedir (Enders ve Lee, 2012:196). k frekans sayısı, t trend terimi, T örneklem boyutu ve sinüs ile kosinüs regresyondaki diğer deterministik bileşenleri göstermek üzere sınamanın regresyon modeli $\Delta y_t = \rho y_{t-1} + c_1 + c_2 t + c_3 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + c_4 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + e_t$ şeklindedir. Enders ve Lee’ye (2012:197-198) göre sınamanın

gerçekleştirilebilmesi için ilk aşamada, 1 ile 5 arasında değer alabilen k 'nın, uygun frekans sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Kalıntı kareler toplamını minimum yapan k değeri uygun frekans sayısının belirlendiği model olarak dikkate alınmaktadır. Sonraki aşamada bu testin kullanımının doğru olup olmadığına karar verebilmek için belirlenen model üzerinden sinüs ve kosinüs terimlerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına bakmak gerekmektedir. Bunun için kullanılan hipotezler $H_0: c_3 = c_4 = 0$ (anlamsız/ klasik ADF kullanılmalı) ile $H_1: c_3 \neq c_4 \neq 0$ (en az birisi anlamlı/ esnek Fourier kullanılmalı) şeklindedir. Elde edilen $F(k)$ test istatistiği için kritik değerler Enders ve Lee'nin (2012) çalışmasında yer almaktadır. Hesaplanan test istatistiği ilgili kritik tablo değerinden büyükse sıfır hipotezi reddedilmektedir. Trigonometrik terimlere ait sıfır hipotezinin reddedilmesiyle son aşamaya geçilerek esnek Fourier birim kök testi uygulanmaktadır. Sınamaya ait hipotezler $H_0: \rho = 0$ (seri birim köklü), $H_1: \rho < 0$ (seri durağan) şeklindedir. Elde edilen test istatistiği için kritik değerler Enders ve Lee'nin (2012) çalışmasında yer almaktadır. Hesaplanan test istatistiğinin mutlak değeri ilgili kritik tablo değerinden büyükse sıfır hipotezi reddedilmektedir.

4.3. NARDL Yaklaşımı

Elektrik tüketimi sürekli artış gösteren bir değişken değildir. Küresel veya ülke içinde gerçekleşen olaylardan kaynaklanan düşüşler de meydana gelebilmektedir. Bu durumda kümülatif artışların (pozitif şoklar) veya kümülatif düşüşlerin (negatif şoklar) değişkenler üzerindeki etkileri yön ve anlamlılık açısından farklı olabilmektedir. Bu bağlamda çalışmada yer alan gelir eşitsizliği ile elektrik tüketimi değişkenleri arasındaki eşbütünlüme ve asimetrik bağlantıları inceleyebilmek için doğrusal olmayan ARDL sinamasından yararlanılmıştır. Shin vd. (2014) tarafından geliştirilen asimetrik yöntem açıklayıcı değişkenlerin pozitif ve negatif kısmi toplam ayrıştırılmalarını dikkate alarak bağımsız değişkenin asimetrik etkisini bağımlı değişken üzerinde ölçmeye imkân sağlamaktadır. Sınama aynı zamanda hem uzun dönem hem de kısa dönem asimetrik etkileri gösterebilmektedir. Klasik ARDL sinamasında olduğu gibi burada da değişkenler farklı düzeyde $I(0)$ ve/veya $I(1)$ durağanlık sergileyebilmektedir.

Çalışmadaki değişkenlere göre sinamanın asimetrik uzun dönem modeli,

$$lg\ i\ ni_t = \beta^+ lelc_t^+ + \beta^- lelc_t^- + u_t$$

$lg\ i\ ni_t$ ve $lelc_t$ birinci mertebeden durağan değişkenler

β^+ ve β^- asimetrik uzun dönem katsayıları

$lelc_t^+ = \sum_{j=1}^t \Delta lelc_j^+ = \sum_{j=1}^t \max(\Delta lelc_j, 0)$ $lelc_t$ bağımsız değişkeninin pozitif değişimlerin kısmi toplamı

$lelc_t^- = \sum_{j=1}^t \Delta lelc_j^- = \sum_{j=1}^t \min(\Delta lelc_j, 0)$ $lelc_t$ bağımsız değişkeninin negatif değişimlerin kısmi toplamı şeklindedir.

Çalışmadaki değişkenlere göre kısıtsız hata düzeltme modeli,

$$\Delta lg\ i\ ni_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p-1} \alpha_{1i} \Delta lg\ i\ ni_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} (\omega_{1i}^+ \Delta lelc_{t-i}^+ + \omega_{1i}^- \Delta lelc_{t-i}^-) \\ + \sum_{i=0}^{q-1} \omega_{2i} \Delta gpwhi_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} \omega_{3i} \Delta gcf_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} \omega_{4i} \Delta urb_{t-i}$$

$$+ \alpha_3 lg\ i\ ni_{t-1} + \alpha_4 lelc_{t-1}^+ + \alpha_5 lelc_{t-1}^- + \alpha_6 gpwhi_{t-1} + \alpha_7 gcf_{t-1} + \alpha_8 urb_{t-1} + \varepsilon_i$$

şeklindedir.

Sınamanın hipotezleri,

$$H_0: \frac{-\alpha_4}{\alpha_3} = \frac{-\alpha_5}{\alpha_3} \text{ uzun dönemde simetrik etki vardır}$$

$$H_1: \frac{-\alpha_4}{\alpha_3} \neq \frac{-\alpha_5}{\alpha_3} \text{ uzun dönemde asimetrik etki vardır}$$

$$H_0: \omega_{1i}^+ = \omega_{1i}^- \text{ kısa dönemde simetrik etki vardır}$$

$$H_1: \omega_{1i}^+ \neq \omega_{1i}^- \text{ kısa dönemde asimetrik etki vardır}$$

$$H_0: \omega_{1i}^+ = \omega_{1i}^- \text{ her } i \text{ için ve } H_0: \frac{-\alpha_4}{\alpha_3} = \frac{-\alpha_5}{\alpha_3} \text{ kısa ve uzun dönemde (ortak) simetrik etki vardır}$$

$$H_1: \omega_{1i}^+ \neq \omega_{1i}^- \text{ her } i \text{ için ve } H_1: \frac{-\alpha_4}{\alpha_3} \neq \frac{-\alpha_5}{\alpha_3} \text{ kısa ve uzun dönemde (ortak) asimetrik etki vardır}$$

Burada hesaplanan test istatistikleri 1 serbestlik derecesi ile χ^2 dağılımına tabi olup hesaplanan değer tablo değerinden büyükse sıfır hipotezleri reddedilmektedir. Eşbütünlüğe bakılabilmesi için dönemlerin en az birinde asimetrik etkinin tespit edilmesi gerekmektedir.

Eşbütünlüğe sınaması için hipotezler,

$$H_0: \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 0 \quad \text{eşbütünlüğe yoktur}$$

$$H_1: \alpha_3 \neq \alpha_4 \neq \alpha_5 \neq 0 \quad \text{eşbütünlüğe vardır şeklindedir.}$$

Bu sınama için kullanılan test istatistiği Pesaran vd. (2001)'ne önerilen F test istatistiği olup hesaplanan değer kritik değerleri oluşturan alt ve üst sınırın konumuna göre kıyaslanmaktadır. Hesaplanan değer üst sınır değerinden büyükse sıfır hipotezi reddedilmektedir.

4.4. Genişletilmiş ARDL (AARDL) Prosedürü

Genişletilmiş ARDL sınır testi hem bağımlı hem de bağımsız değişkenlerin I(0) ve /veya I(1) olabildiği durumlara uygulanabilmektedir. İlk aşamada bütünlüğe seviyesi tespit edilerek durağanlık için I(2) olmama şartının sağlanması gerekmektedir. Sonraki aşamada uygun model seçimi için optimal gecikme uzunluğunun tespit edilmesi gerekmektedir.

Teste ait model,

$$\Delta Y = c_0^1 + \gamma_{yy}^1 Y_{t-1} + \gamma_{yx.x}^1 X_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \psi_{y,i}^1 \Delta Y_{t-i} + \sum_{j=1}^{q-1} \psi_{x,j}^1 \Delta X_{t-j} + \omega^1 \Delta X_t + \sum_{k=1}^r \delta_k^1 D_{t,k}^1 + u_t^1$$

şeklindedir.

Eşbütünlüğün tespiti için üç farklı test uygulanmaktadır. Bunlar, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin gecikmeli değerlerini dikkate alan genel F testi, sadece bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerini dikkate alan t testi ve sadece bağımsız değişkenin gecikmeli değerlerini dikkate alan F testi şeklindedir.

Bu testlere ait hipotezler,

$$\text{genel F testi için } H_0 = \gamma_{yy} = \gamma_{yx.x} = 0, H_1 = \text{herhangi biri } \gamma_{yy}, \gamma_{yx.x} \neq 0$$

$$t \text{ testi için } H_0 = \gamma_{yy} = 0, H_1 = \gamma_{yy} \neq 0$$

$$F \text{ testi için } H_0 = \gamma_{yx.x} = 0, H_1 = \gamma_{yx.x} \neq 0 \text{ şeklinde ifade edilmektedir.}$$

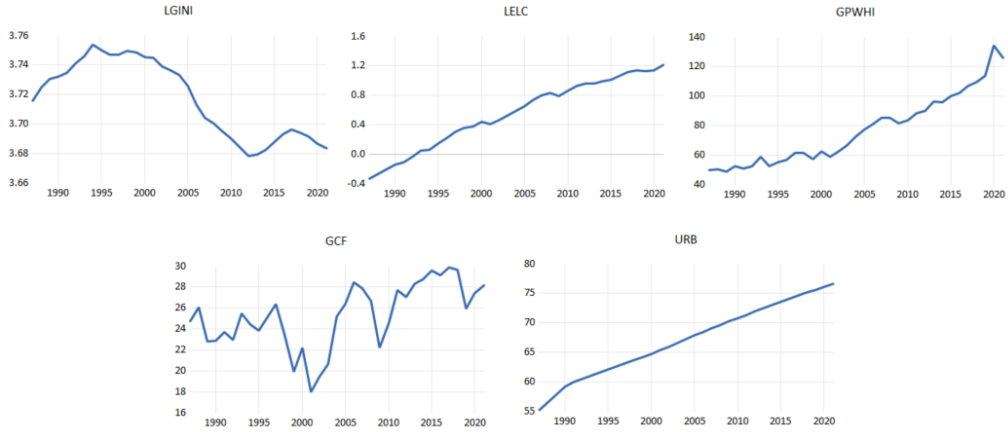
Genel F testine ait kritik değerler gözlem sayısına göre Pesaran vd. (2001) ya da Narayan'dan (2005) elde edilebilmektedir. t testine ait kritik değerler Pesaran vd. (2001)'den elde edilebiliyorken F testine ait kritik değerler Sam vd.'nden (2019) elde edilebilmektedir. Üç sınamanın da sıfır hipotezinin reddedilmesi güçlü eşbütünlüğün varlığını göstermektedir.

Ancak bazen genel F testi anlamlıyken t ve F testleri farklı çıkabilmektedir. Bu durum iki farklı bozulma durumuna (dejenere durum) yol açabilmektedir. Birinci bozulma durumu bağımlı değişkenin gecikmeli değerinden (bağımlı değişkenin gecikmeli değeri anlamsızken bağımsız değişkenin gecikmeli değeri anlamlıdır) kaynaklanmaktayken ikinci bozulma durumu bağımsız değişkenin gecikmeli değerinden (bağımlı değişkenin gecikmeli değeri anlamlıyken bağımsız değişkenin gecikmeli değeri anlamsızdır) kaynaklanmaktadır. Dejenere durumlardan en az birinin tespit edilmesi halinde güçlü eşbütünleşme ilişkisinin varlığından söz edilememektedir.

5. Analiz Sonuçları

Değişkenleri temsil eden verilerin yapısı hakkında ön bilgi edinmek için serilerin grafik analizi ve tanımlayıcı istatistiklerine bakmak gerekmektedir. Korelasyon matrisi ise seriler arasındaki muhtemel bir ilişki ve bu ilişkinin yönü konusunda bir fikir verebilmektedir. İlk olarak serilerin grafik analizi (Şekil 4) incelendiğinde Gini katsayısı ve brüt sabit sermaye oluşumu serilerinin dalgalı, kişi başına elektrik tüketimi, işgücü verimliliği ve kentleşme oranı serilerinin ise genel olarak yukarı yönlü bir seyir izlediği görülmektedir.

Şekil 4: Serilerin Grafik Analizi



Serilerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 3'te verilmiştir. 35 yıllık gözlemden oluşan serilerin tümü normal dağılım sergilemektedir. Analiz döneminde Gini katsayısının en düşük değeri 2012 yılında en yüksek değeri 1994 yılında gözlenmiştir. Elektrik tüketimi ise 1987 yılında en düşük, 2021 yılında en yüksek seviyededir. Son olarak değişkenler arasındaki korelasyon matrisi incelenmiş ve tüm korelasyonların anlamlı olduğu görülmüştür. Gelir eşitsizliği ile elektrik tüketimi arasında negatif ve yüksek korelasyon bulunmaktadır. Gelir eşitsizliğinin kontrol değişkenleriyle korelasyonları da negatiftir. Diğer değişkenler arasındaki korelasyonlar pozitifdir. Brüt sabit sermaye oluşumunun diğer değişkenlerle korelasyonları korelasyon matrisindeki en düşük korelasyonlardır.

Tablo 3: Tanımlayıcı İstatistikler ve Korelasyon Matrisi

	<i>lgini</i>	<i>lelc</i>	<i>gpwhi</i>	<i>gcf</i>	<i>urb</i>
<i>lgini</i>	1				
<i>lelc</i>	-0,7714***	1			
<i>gpwhi</i>	-0,8355***	0,9233***	1		
<i>gcf</i>	-0,6864***	0,5607***	0,6698***	1	
<i>urb</i>	-0,7846***	0,9928***	0,9463***	0,5638***	1
Ortalama	3,7173	0,5485	76,8224	25,2910	67,1066
Medyan	3,7246	0,5921	72,7993	25,5247	67,2250
Maksimum	3,7538	1,2153	134,3163	29,8571	76,5690
Minimum	3,6783	-0,3311	48,5917	17,9503	55,2610
Std. Sapma	0,0262	0,4696	23,7655	3,0776	6,0622
Çarpıklık	-0,1107	-0,3276	0,6679	-0,4838	-0,1413
Basıklık	1,3998	1,8564	2,4672	2,5375	1,9306
Jarque-Bera	3,8057	2,5331	3,0159	1,6771	1,7842
Olasılık	0,1491	0,2818	0,2214	0,4323	0,4098

Not: ***, %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Değişkenler arasındaki muhtemel uzun dönem ilişkisini sınavabilmek için değişkenlerin durağanlık seviyelerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Tablo 4'te ADF ve FFADF birim kök testleri bulguları yer almaktadır. Serilerin grafik analizine göre, elektrik tüketimi, işgücü verimliliği ve kentleşme serilerinde belirgin bir trend bulunduğu ancak Gini katsayısı ve brüt sabit sermaye oluşumu serilerinde dalgalı bir seyir olduğu görüldüğünden dolayı elektrik tüketimi, işgücü verimliliği ve kentleşme serileri için sabitli ve trendli modeli, Gini katsayısı ve brüt sabit sermaye oluşumu serileri için ise sabitli modeli kullanmak daha uygun olacaktır. Deterministik bileşene göre uygun sonuçlar kalın yazılmıştır.

Tabloda ADF ve FFADF bulguları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. FFADF test istatistiklerinin kullanılabilmesi için F kısıt testinin anlamlı olması gerekmektedir. Sabitli modelde *lgini*'nin seviye ve birinci fark değeri ile *gcf*'nin seviye değeri için; sabitli ve trendli modelde ise *lgini*'nin ve *urb*'nin seviye değeri için yapılan birim kök testinde F kısıt testi anlamlı olduğu için FFADF istatistiklerine güvenmek daha doğru olacaktır.

Sabitli modelde *lgini* hem ADF hem de FFADF testine göre seviyesinde birim köklü olup farkı alındığında durağan hale gelmektedir. Yine sabitli modelde *gcf* ADF testine göre seviyesinde birim köklü iken FFADF testine göre seviyesinde durağandır. Sabitli ve trendli modelde, *lelc* ADF testine göre birinci farkında durağan olurken FFADF testinde ikinci farkında durağan olmaktadır. *gpwhi* ADF testine göre seviyesinde birim köklü iken birinci farkında durağandır. Son olarak *urb* hem ADF hem de FFADF testine göre seviyesinde durağandır.

Test sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, *lgini*, *lelc* ve *gpwhi*'nin birinci farkında durağan, *gcf* ve *urb*'nin seviyesinde durağan olduğu görülmektedir. Modelde ikinci farkında durağan seri bulunmadığı ve bağımlı değişkenin I(1) sürecine tabi olduğu tespit edilmiştir. Böylece seriler arasındaki asimetrik bağlantıların ve uzun dönem ilişkilerinin tespitinde kullanılacak NARDL testi için gerekli ön koşul sağlanmıştır.

Tablo 4: ADF ve FFADF Birim Kök Testleri Sonuçları

Test		ADF		FFADF			Sonuç
Model	Değişken	t-İst.	Olasılık	Frekans	F Kısıt Test İst.	FFADF Test İst.	
Sabit	<i>Igini</i>	-0,9378	0,7632	1	9,2082**	-1,2384	I1
	$\Delta Igini$	-2,6597*	0,0918	2	8,4568*	-3,2773**	
	<i>Ielc</i>	-2,2662	0,1882	4	3,1295	-2,8945*	I1
	$\Delta Ielc$	-4,7472***	0,0006	4	1,6700	-4,2439***	
	<i>gpwhi</i>	2,1531	0,9999	5	3,0145	2,4532	I1
	$\Delta gpwhi$	-7,1126***	0,0000	5	2,2457	-7,4111***	
	<i>gcf</i>	-2,0175	0,2783	1	11,7608***	-4,2276**	I0
	Δgcf	-6,1940***	0,0000	4	4,2045	-5,0667***	
	<i>urb</i>	-0,8330	0,7959	1	5,5656	0,9403	I1
	Δurb	-4,9449***	0,0003	5	1,4649	-0,8552	
Sabit ve Trend	<i>Igini</i>	-2,2809	0,4321	2	7,9346*	-3,2759	I2
	$\Delta Igini$	-2,5589	0,3001	1	6,0121	-3,1707	
	<i>Ielc</i>	-1,4161	0,8379	1	4,7931	-3,5505	I1
	$\Delta Ielc$	-5,1895***	0,0010	4	2,4589	-3,1471	
	<i>gpwhi</i>	-2,1084	0,5229	1	1,9372	-1,8240	I1
	$\Delta gpwhi$	-8,0332***	0,0000	5	3,1893	-8,6863***	
	<i>gcf</i>	-2,7584	0,2214	4	5,7550	-3,2230	I1
	Δgcf	-6,1383***	0,0001	4	4,0461	-4,9555***	
	<i>urb</i>	-5,1791***	0,0010	1	29,8970***	-6,0019***	I0
	Δurb	-4,6531***	0,0040	5	0,0816	-4,1878**	

Not: Sabitli modelde F kısıt testi için kritik değerler %10, %5 ve %1 için sırasıyla 6,35, 7,58 ve 10,35'tir. Sabitli ve trendli modelde F kısıt testi için kritik değerler %10, %5 ve %1 için sırasıyla 7,78, 9,14 ve 12,21'dir. FFADF istatistiği için kritik değerler her bir frekans için Enders ve Lee'nin (2012:197) çalışmasında yer almaktadır. *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisi doğrusal olmayan ARDL yöntemiyle araştırılmıştır. Analiz sonuçları özet olarak Tablo 5'te sunulmuştur. İlk olarak modelin diagnostik testlerine bakılmıştır. Bulgulara göre, (Tablo Panel A) hata terimleri normal dağılmakta (Jarque-Bera Normallik Testi), otokorelasyon (Breusch-Godfrey LM Testi), değişen varyans sorunu (Breusch-Pagan-Godfrey Değişen Varyans Testi) ve model spesifikasyon hatası (Ramsey RESET Testi) bulunmamaktadır. Daha sonra bağımsız değişkenler ve bağımlı değişken arasında kısa ve uzun dönemde asimetrinin bulunup bulunmadığına ilişkin sonuçlar yer almaktadır. Elektrik tüketimi modele asimetric olarak kontrol değişkenleri ise simetric olarak dahil edilmiştir. Panel B'deki sonuçlara göre uzun dönem asimetri testi anlamlıdır. Uygun model seçiminde *Ielc* değişkeninin gecikme uzunluğu 0 olarak tespit edildiği için kısa dönemde asimetri tahmin edilememektedir. Bu bulgulara göre, elektrik tüketimi ile gelir eşitsizliği arasında uzun dönemde asimetric ilişki bulunmaktadır. Eşbütünlüşme ilişkisinin analiz edildiği Panel C'deki bulgulara göre hesaplanan test istatistiği %5 kritik değerinin üst sınırının sağında olduğu için değişkenler arasında eşbütünlüşme ilişkisinin bulunduğu sonucuna varılmaktadır.

Panel D'de yer alan uzun dönem esneklikleri incelendiğinde elektrik tüketiminin hem pozitif hem de negatif şoklarının anlamlı olduğu görülmüştür. Elektrik tüketimindeki %1'lik pozitif şok Gini katsayısını %0,10 azaltmakta, %1'lik negatif bir şok ise %0,60 arttırmaktadır. Kontrol

değişkenlerinden işgücü verimliliğindeki ve brüt sabit sermaye oluşumundaki artış gelir eşitsizliğini azaltırken kentleşmedeki artış gelir eşitsizliğini artırmaktadır. Kontrol değişkenlerinde en büyük etki kentleşmede, en düşük etki ise işgücü verimliliğindedir.

Kısa dönem dinamiklerinin yer aldığı Panel E’de yer alan kısa dönemde meydana gelen sapmaların uyarlanma hızını gösteren hata düzeltme teriminin katsayısı beklendiği gibi negatif ve anlamlı çıkmıştır. Buna göre, kısa dönemde meydana gelen sapmaların %34’ü izleyen dönemde düzelerek uzun dönem denge değerine yaklaşmaktadır. Kısa dönemde değişkenlerin etkileri anlamsızdır. Ancak değişkenlerin bir gecikmeli değerleri anlamlıdır. Ayrıca kısa dönem etkilerinin şiddeti daha düşük olmaktadır.

Tablo 5: NARDL (2, 0, 2, 2, 0) Sonuçları

Panel A: Tanısal Testler				
Test	Test İstatistiği	Olasılık		
<i>Jarque-Bera Normallik Testi</i>	0,1213	0,9412		
<i>Breusch-Godfrey LM Testi</i>	3,3193	0,1902		
<i>BPG Değişen Varyans Testi</i>	10,0882	0,5225		
<i>Ramsey RESET Testi</i>	0,1125	0,7408		
Panel B: Asimetri Testi				
F İstatistiği		Olasılık		
Uzun Dönem	7,8077	0,0109		
Panel C: Eşbütünleşme Testi				
F İstatistiği	k	Kritik Değerler	I0	I1
4,6409	5	10%	2,508	3,763
Narayan (2005)		5%	3,037	4,443
		1%	4,257	6,040
Panel D: Uzun Dönem Katsayıları				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
<i>lelc⁺</i>	-0,1048	0,0598	-1,7523	0,0943
<i>lelc⁻</i>	0,6015	0,1650	3,6461	0,0015
<i>gpwhi</i>	-0,0008	0,0004	-2,1191	0,0462
<i>gcf</i>	-0,0017	0,0007	-2,3121	0,0310
<i>urb</i>	0,0108	0,0062	1,7392	0,0966
Panel E: Kısa Dönem Analizi				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
<i>ect(-1)</i>	-0,343994	0,05859	-5,8715	0,0000
<i>Δlgini(-1)</i>	0,670933	0,08520	7,8749	0,0000
<i>Δgpwhi</i>	-0,000003	0,00009	-0,0355	0,9720
<i>Δgpwhi(-1)</i>	0,000541	0,00012	4,6526	0,0001
<i>Δurb</i>	0,001722	0,00502	0,3431	0,7343
<i>Δurb(-1)</i>	-0,008817	0,00483	-1,8251	0,0795
<i>c</i>	1,109594	0,18905	5,8695	0,0000

Not: Uygun modelin belirlenmesinde düşük gözlem aralığı ve fazla değişken kullanımından dolayı maksimum gecikme sayısı "2" olarak girilmiştir.

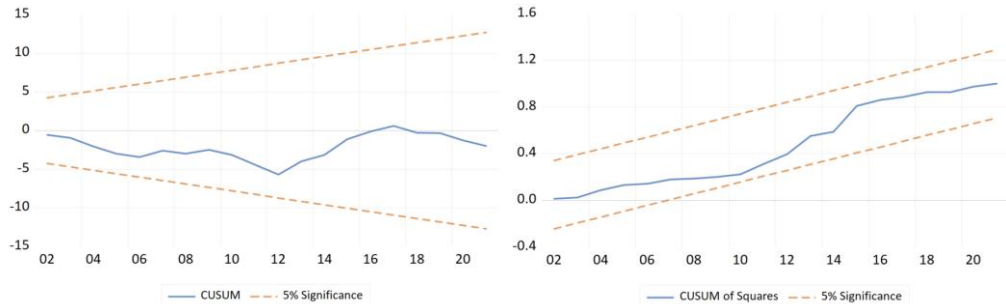
NARDL testine Sam vd. (2019)'nin AARDL prosedürü de uygulanmış ve bulgular Tablo 6'da verilmiştir. Modelin tümüne uygulanan F testi bulguları Tablo 5'te verilmiştir. Bağımlı değişkene uygulanan t testi sonuçlarına göre hesaplanan değer %5 üst kritik değerinin sağında yer almaktadır. Bağımsız değişkenlere uygulanan F istatistiği ise %5 kritik değerinin sağında yer almaktadır. Bu sonuçlara göre modelde dejenere durum söz konusu değildir. Değişkenler arasında güçlü eşbütünleşme ilişkisi bulunmaktadır.

Tablo 6: AARDL Sonuçları

t İstatistiği	k	Kritik Değerler	I0	I1
-4,7587	5	10%	-2,57	-3,86
Pesaran vd. (2001)		5%	-2,86	-4,19
		1%	-3,43	-4,79
F İstatistiği	k	Kritik Değerler	I0	I1
5,3432	5	10%	2,07	3,67
Sam vd. (2019)		5%	2,59	4,40
		1%	3,70	6,15

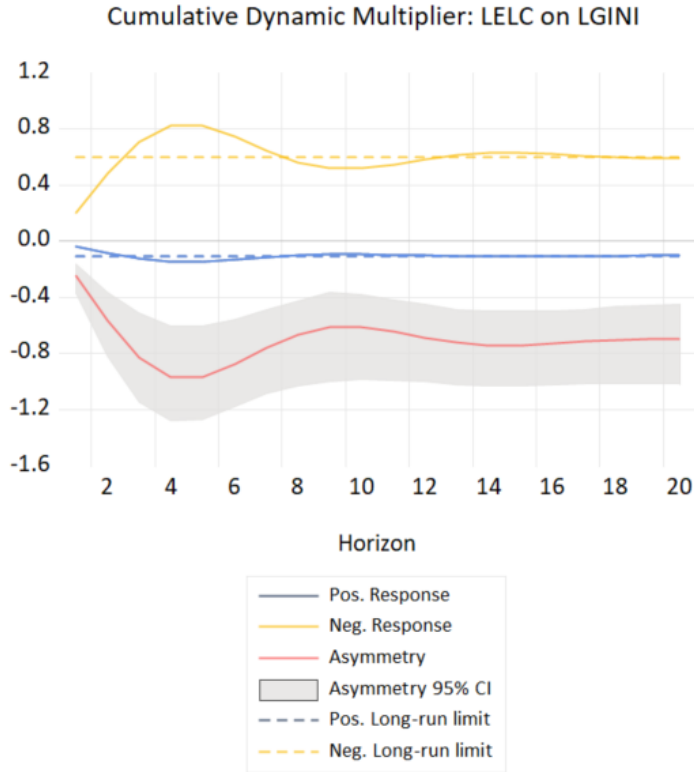
Doğrusal olmayan ARDL modelinin uzun dönem katsayılarında sistematik ve ani değişimlerin olup olmadığını gösteren CUSUM ve CUSUMQ testleri sonuçları Şekil 5'te yer almaktadır. Hata terimine ait eğriler güven aralığında bulunduğu için modele yapay değişken eklemeye gerek bulunmamaktadır. Bu durumda katsayıların kararlı olduğuna karar verilmiştir.

Şekil 5: CUSUM ve CUSUMQ Testleri Sonuçları



Bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki marjinal etkisi, kümülatif dinamik çarpan grafiğiyle incelenebilmektedir. Bu grafik aynı zamanda bu marjinal etkilerin ve asimetrinin kaç dönem sonra istikrarlı hale geldiğini göstermektedir. Grafik aynı zamanda asimetrik ilişkinin anlamlılığını görsel olarak sunabilmektedir. Şekil 6'da bu çalışmanın modeli için oluşturulan kümülatif dinamik çarpan grafiği yer almaktadır. Grafiğe göre elektrik tüketiminde meydana gelen negatif bir şokun gelir eşitsizliğini arttırıcı etkisi 17. dönemden sonra istikrara kavuşmaktadır. Sarı eğri 17 dönem sonra eğri uzun dönem etki değerini gösteren kesikli sarı çizgiyle çakışmaktadır. Etki büyüklüğü daha düşük olan pozitif şokun eğrisi (mavi eğri) ise uzun dönem etki değeriyle 12. dönemde çakışmaktadır. Asimetri eğrisi (kırmızı eğri) kritik sınırlar içinde seyretmektedir. Pozitif ve negatif şoklar istikrara kavuştuğunda asimetri eğrisi de yatay hale gelmektedir. Asimetri eğrisinin kritik sınırları 0 eksenini kesmediği için asimetrinin anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır.

Şekil 6: Kümülatif Dinamik Çarpan Grafiği



Analizlerden elde edilen sonuçların literatürdeki bazı çalışmaların sonuçlarıyla benzerlikleri bulunmaktadır. Çalışmanın ampirik bulguları Gardezi ve Chaudhry (2022), Aghaei ve Lin-Lawell (2022), Sonora'nın (2022) toplam enerji tüketimindeki; Topcu ve Tugcu'nun (2020), yenilenebilir enerji tüketimindeki ve Yang, Li vd. (2022)'nin doğalgaz tüketimindeki artışların gelir eşitsizliğini azalttığını gösteren bulguları ile paralellik göstermektedir.

6. Sonuç

Elektrik tüketiminin gelir eşitsizliği üzerindeki asimetrik etkisinin araştırıldığı bu çalışmada Türkiye'nin 1987-2021 dönemi verileri kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan değişkenlerin durağanlıkları ADF ve Esnek Fourier ADF yöntemleriyle sınanmıştır. Uzun dönem ilişkilerinin analizi için doğrusal olmayan ARDL testine başvurulmuştur. Elde edilen bulgular değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermiştir. Uzun dönemli ilişkinin sağlamlığı genişletilmiş ARDL prosedürüyle doğrulanmıştır. Kısa dönem dinamikleri analiz edilip hata düzeltme mekanizmasının çalıştığı tespit edilmiştir. Uzun dönem esneklikleri incelendiğinde gelir eşitsizliği üzerinde elektrik tüketimindeki negatif şokun etkisinin pozitif şokun etkisinden daha büyük olduğu görülmüştür. Buna göre elektrik tüketimindeki birikimli negatif şokların eşitsizlik yaratıcı etkisi elektrik tüketimindeki birikimli pozitif şokların eşitleyici etkisinden daha fazladır.

Modeldeki kontrol değişkenlerinden işgücü verimliliğinin işaretinin negatif çıkması çalışılan saat başına üretilen GSYİH'deki artışın eşitleyici etkisi olduğunu göstermektedir. Aynı şekilde

üretim sürecinde işgücünün verimliliğini arttıran sermaye stoğundaki artışlar da gelir dağılımını düzeltici etki yaratmaktadır. Kentleşme oranındaki artışlar ise kırsal ile kentsel alanlardaki gelir farklarının açılmasına neden olarak gelir eşitsizliğini arttırmaktadır.

Elde edilen sonuçlara göre, elektrik tüketiminin arttırılması gelir eşitsizliğini azaltmada faydalı bir araç olmaktadır. Gelir dağılımı adaletini sağlamayı amaçlayan politika yapıcılar elektrik tüketim düzeyini yükseltmede istekli olacaklardır. Aynı zamanda elektrik tüketiminde meydana gelebilecek negatif bir şok gelir eşitsizliğini arttırabileceği için elektrik kullanımının ve elektriğe erişimin kesintiye uğramaması sağlanmalıdır.

Elektrik tüketiminin arttırılabilmesi için elektrik üretiminde de herhangi bir kısıntı veya kesintinin yaşanmaması sağlanmalıdır. Bunun için Türkiye’de enerji arz güvenliğinin sağlanması, elektrik üretiminde ithal kaynakların payının azaltılması ve yenilenebilir enerji yatırımlarının arttırılmasına yönelik adımlar atılmalıdır. Elektrik tüketiminin arttırılması enerji verimliliğini de gündeme getirmektedir. Çıktı başına harcanan enerji miktarının düşürülmesiyle hasıla düzeyinde meydana getirilecek artı değer düşük gelirli kesimlerin refahını yükseltmede kullanılması gelir eşitsizliğini azaltabilecektir. Elektrik tüketiminde negatif bir şok yaratmadan enerji kullanımında verimliliğin sağlanması gelir eşitleyici bir politika olabilecektir. Bu durumda hasıla düzeyi yükseltilirken gelir eşitsizliği de düşürülebilecektir.

Elektrik tüketiminin eşitleyici etkisinin arttırılması veya bu etkinin azaltılmaması için ek politikalara da ihtiyaç duyulmaktadır. En başta elektriğe erişimin maksimum düzeye çıkarılması gerekmektedir. Özellikle kırsal alanların ve düşük gelirli kesimlerin kesintisiz bir şekilde elektriğe erişimi sağlanmalıdır. Elektriğin kesintisiz olarak sağlanması kırsal alanlarda yaşayanların refahını, yaşam kalitesini ve verimliliğini yükseltebilecektir. Ayrıca neredeyse tamamı kırsal alanda yapılan tarımsal üretimin düşmemesi ve yüksek verimli olması için kesintisiz elektrik erişiminin sağlanması gerekmektedir. Elektrik enerjisinin ulaşımdaki payının arttırılması da gelir dağılımını düzenleyici etki yapacaktır. Toplu taşımada raylı sistemlerin ve elektrikli araçların oranının arttırılması gelir eşitsizliğini azaltmanın yanında çevrenin korunmasına yardımcı olacaktır. Sürdürülebilir kalkınma açısından tehdit oluşturan çevresel bozulma ve eşitsizlik sorunlarının bu sayede kazan-kazan stratejisiyle ele alınabilmesinin yolu açlabilecektir.

Kaynakça

- Acheampong, A. O., Dzator, J.; Shahbaz, M. (2021), "Empowering the Powerless: Does access to Energy Improve Income Inequality?", *Energy Economics*, Vol. 99: 105288.
- Adom, P. K., Agradi, M.; Vezzulli, A. (2021), "Energy Efficiency-Economic Growth Nexus: What is the Role of Income Inequality?", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 310: 127382.
- Aghaei, M.; Lin-Lawell, C. Y. C. (2022), "Energy, economic Growth, Inequality, and Poverty in Iran", *The Singapore Economic Review*, Vol. 67, No. 02: 733-754.
- Ahluwalia, M. S. (1976), "Inequality, Poverty and Development", *Journal of Development Economics*, Vol. 3, No. 4: 307-342.
- Apergis, N. (2015), "Does Renewables Production Affect Income Inequality? Evidence from an International Panel of Countries", *Applied Economics Letters*, Vol. 22, No. 11: 865-868.
- Arı, A. (2022), "Gelir Eşitsizliği ve Enerji Tüketimi İlişkisi: Türkiye Örneği", *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C. 20, S. 02: 236-244.
- Asongu, S. A.; Odhiambo, N. M. (2021), "Inequality, Finance and Renewable Energy Consumption in Sub-Saharan Africa", *Renewable Energy*, Vol. 165: 678-688.
- Bahmani-Oskooee, M.; Gelan, A. (2008), "Kuznets Inverted-U Hypothesis Revisited: A Time-Series Approach Using US Data", *Applied Economics Letters*, Vol. 15, No. 9: 677-681.
- Barro, R. J. (2000), "Inequality and Growth in a Panel of Countries", *Journal of Economic Growth*, Vol. 5, No. 1: 5-32.
- Beaudreau, B. C. (2010), "On the Methodology of Energy-GDP Granger Causality Tests", *Energy*, Vol. 35, No. 9: 3535-3539.
- Becker, G.; Chiswick, B. (1966), "Education and the Distribution of Earnings", *The American Economic Review*, Vol. 56, No. 1-2: 358-369.
- Bhattacharya, H. (2020), "Environmental and Socio-economic Sustainability in India: Evidence from CO2 Emission and Economic Inequality Relationship", *Journal of Environmental Economics and Policy*, Vol. 9, No. 1: 57-76.
- Bisaga, I., Parikh, P., Tomei, J.; To, L. S. (2021), "Mapping synergies and trade-offs between energy and the sustainable development goals: A case study of off-grid solar energy in Rwanda", *Energy Policy*, Vol. 149, 112028.
- Bonnefond, C., Clement, M.; Yan, H. (2021), "Income Inequality and Environmental Quality in China: a Semi-parametric Analysis Applied to Provincial Panel Data", *Post-Communist Economies*, Vol. 33, No. 5: 541-565.
- Bourguignon, F.; Morrisson, C. (1990), "Income Distribution, Development and Foreign Trade", *European Economic Review*, Vol. 34, No. 6: 1113-1132.
- Castelló-Climent, A.; Doménech, R. (2008), "Human Capital Inequality, Life Expectancy and Economic Growth", *The Economic Journal*, Vol. 118, No. 528: 653-677.
- Churchill, S. A., Ivanovski, K.; Munyanyi, M. E. (2021), "Income Inequality and Renewable Energy Consumption: Time-varying Non-Parametric Evidence", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 296: 126306.
- Desbordes, R.; Verardi, V. (2012), "Refitting the Kuznets Curve", *Economics Letters*, Vol. 116, No. 2: 258-261.
- Dickey, D. A.; Fuller, W. A. (1979), "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, No. 366a: 427-431.
- Dickey, D. A.; Fuller, W. A. (1981), "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Econometrica*, Vol. 49, No. 4: 1057-1072.

- Dong, K., Dou, Y.; Jiang, Q. (2022), "Income Inequality, Energy Poverty, and Energy Efficiency: Who Cause Who and How?", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 179: 121622.
- Dong, X. Y.; Hao, Y. (2018), "Would Income Inequality Affect Electricity Consumption? Evidence from China", *Energy*, Vol. 142: 215-227.
- Drabo, A. (2011), "Impact of Income Inequality on Health: Does Environment Quality Matter?", *Environment and Planning A*, Vol. 43, No. 1: 146-165.
- Enders, W.; Lee, J. (2012), "The flexible Fourier form and Dickey-Fuller type unit root tests", *Economics Letters*, Vol. 117, No. 1: 196-199.
- Flegg, A. T. (1982), "Inequality of Income, Illiteracy and Medical Care as Determinants of Infant Mortality in Underdeveloped Countries", *Population Studies*, Vol. 36, No. 3: 441-458.
- Gardezi, M. A.; Chaudhry, I. S. (2022), "Globalization and Energy Consumption: Empirical Implications for Income Inequality in Developing Countries", *Review of Economics and Development Studies*, Vol. 8, No. 2: 111-125.
- Ghosh, S. (2019), "Environmental Pollution, Income Inequality, and Household Energy Consumption: Evidence from the United Kingdom", *Journal of International Commerce, Economics and Policy*, Vol. 10, No. 02: 1950008.
- Hao, Y., Chen, H.; Zhang, Q. (2016), "Will Income Inequality Affect Environmental Quality? Analysis Based on China's Provincial Panel data", *Ecological Indicators*, Vol. 67: 533-542.
- Islam, M. R.; McGillivray, M. (2019), "Wealth Inequality, Governance and Economic Growth", *Economic Modelling*. In Press, Corrected Proof. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.06.017>
- Jayanthi, R. (2021), "The Effect of Electricity Development in Indonesia on Poverty and Income Inequality", *Jurnal Ekonomi Pembangunan: Kajian Masalah Ekonomi dan Pembangunan*, Vol. 22 No.1: 104-116.
- Khan, F.; Heinecker, P. (2018), "Inequality and Energy: Revisiting the Relationship Between Disparity of Income Distribution and Energy Use from a Complex Systems Perspective", *Energy Research & Social Science*, Vol. 42: 184-192.
- Kraft, J.; Kraft, A. (1978), "On the Relationship Between Energy and GNP", *Journal of Energy and Development*, Vol. 3: 401-403.
- Kuznets, S. (1955), "Economic Growth and Income Inequality", *The American Economic Review*, Vol. 45, No. 1: 1-28.
- Lee, C. C., Xing, W.; Lee, C. C. (2022), "The Impact of Energy Security on Income Inequality: The Key role of Economic Development", *Energy*, Vol. 248: 123564.
- Liu, Z., Zhang, H., Zhang, Y. J.; Qin, C. X. (2020), "How Does Income Inequality Affect Energy Efficiency? Empirical Evidence from 33 Belt and Road Initiative Countries", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 269: 122421.
- Macinko, J. A., Shi, L.; Starfield, B. (2004), "Wage Inequality, the Health System, and Infant Mortality in Wealthy Industrialized Countries, 1970-1996", *Social Science & Medicine*, Vol. 58, No. 2: 279-292.
- Mackinnon, J. G. (1996), "Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests", *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 11, No. 6: 601-618.
- Magnani, E. (2000), "The Environmental Kuznets Curve, Environmental Protection Policy and Income Distribution", *Ecological Economics*, Vol. 32, No. 3: 431-443.
- Mincer, J. (1958), "Investment in Human Capital and Personal Income Distribution", *Journal of Political Economy*, Vol. 66, No. 4: 281-302.
- Narayan, P. K. (2005), "The Saving and Investment Nexus for China: Evidence from Cointegration Tests", *Applied Economics*, Vol. 37, No. 17: 1979-1990.

Narayan, P. K., Narayan, S.; Prasad, A. (2008), "A Structural VAR Analysis of Electricity Consumption and Real GDP: Evidence from the G7 countries", *Energy Policy*, Vol. 36, No. 7: 2765-2769.

Nie, H.; Xing, C. (2019), "Education Expansion, Assortative Marriage, and Income Inequality in China", *China Economic Review*, Vol. 55: 37-51.

Ongo Nkoa, B. E., Tekam Oumbe, H., Ngnouwal Eloundou, G.; Asngar Mamadou, T. (2022), "Impact of Access to Electricity on Internal Conflicts in Africa: Does Income Inequality Matter?", *African Development Review*, Vol. 34, No. 3: 395-409.

Park, K. H. (2017), "Education, Globalization, and Income Inequality in Asia", ADBI Working Paper, No. 732, Asian Development Bank Institute (ADBI), Tokyo.

Paukert, F. (1973), "Income Distribution at Different Levels of Development: Survey of Evidence", *International Labour Review*, Vol. 108, No. 3: 97-126.

Pesaran, M. H., Shin, Y.; Smith, R. J. (2001), "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships", *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 16, No. 3: 289-326.

Rambotti, S. (2015), "Recalibrating the Spirit Level: An Analysis of the Interaction of Income Inequality and Poverty and Its Effect on Health", *Social Science & Medicine*, Vol. 139: 123-131.

Rodgers, G. B. (1979), "Income and Inequality as Determinants of Mortality: An International Cross-Section Analysis", *Population Studies*, Vol. 33, No. 2: 343-351.

Sam, C. Y., McNown, R.; Goh, S. K. (2019), "An Augmented Autoregressive Distributed Lag Bounds Test for Cointegration", *Economic Modelling*, Vol. 80: 130-141.

Sarkodie, S. A.; Adams, S. (2020a), "Electricity access and income inequality in South Africa: evidence from Bayesian and NARDL analyses", *Energy Strategy Reviews*, Vol. 29, 100480.

Sarkodie, S. A.; Adams, S. (2020b), "Electricity Access, Human Development Index, Governance And Income Inequality in Sub-Saharan Africa", *Energy Reports*, Vol. 6: 455-466.

Scholl, N.; Klasen, S. (2018), "Re-Estimating the Relationship between Inequality and Growth", *Oxford Economic Papers*, Vol. 71, No. 4: 824-847.

Shrawat, M. (2021), "Modelling the Nexus between Human Capital, Income Inequality, and Energy Demand in India: New Evidences from Asymmetric and Non-linear Analysis", *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 28, No. 3: 3632-3643.

Sharma, R.; Rajpurohit, S. S. (2022), "Nexus between Income Inequality and Consumption of Renewable Energy in India: a Nonlinear Examination", *Econ Change Restruct*, Vol. 55: 2337-2358.

Shin, Y., Yu, B.; Greenwood-Nimmo, M. (2014), "Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multipliers in a Nonlinear ARDL framework", *Festschrift in honor of Peter Schmidt: Econometric Methods and Applications*, 281-314.

Solt, F. (2020), "Measuring Income Inequality Across Countries and Over Time: The Standardized World Income Inequality Database", *Social Science Quarterly*, Vol. 101, No. 3: 1183-1199. SWIID Version 9.4, November 2022.

Sonora, R. J. (2022), "A Panel Analysis of Income Inequality and Energy Use", *Contemporary Economic Policy*, Vol. 40, No. 1: 83-97.

Stockhammer, E. (2017), "Determinants of the Wage Share: A Panel Analysis of Advanced and Developing Economies", *British Journal of Industrial Relations*, Vol. 55, No. 1: 3-33.

Tan, Y.; Uprasen, U. (2021), "Carbon Neutrality Potential of the ASEAN-5 countries: Implications from Asymmetric Effects of Income Inequality on Renewable Energy Consumption", *Journal of Environmental Management*, Vol. 299: 113635.

TEİAŞ, (2023), Türkiye Elektrik Üretim ve İletim İstatistikleri, <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> (Erişim: 19.03.2023).

Topcu, M.; Tugcu, C. T. (2020), "The Impact of Renewable Energy Consumption on Income Inequality: Evidence from Developed Countries", *Renewable Energy*, Vol. 151: 1134-1140.

Uzar, U. (2020), "Is Income Inequality a Driver for Renewable Energy Consumption?", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 255: 120287.

Van der Weide, R.; Milanovic, B. (2018), "Inequality is Bad for Growth of the Poor (But not for that of the Rich)", *The World Bank Economic Review*, Vol. 32, No. 3: 507-530.

Wilkinson, R. G. (1992), "Income Distribution and Life Expectancy", *British Medical Journal*, Vol. 304, No. 6820: 165-168.

Wolde-Rufael, Y.; Idowu, S. (2017), "Income Distribution and CO2 Emission: A Comparative Analysis for China and India", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 74: 1336-1345.

Wu, S., Li, C. Z.; Wei, C. (2022), "Electricity consumption as a new indicator of inequality", *Energy Research & Social Science*, Vol. 90, 102677.

Xu, Q.; Zhong, M. (2023), "The Impact of Income Inequality on Energy Consumption: The Moderating Role of Digitalization", *Journal of Environmental Management*, Vol. 325: 116464.

Yang, T., Li, H., Zhang, L.; Chen, T. (2022), "The Impact of City Gas on Income Inequality in China: A Regional Heterogeneity Analysis", *Energy Policy*, Vol. 169: 113203.

Yang, X., Ramos-Meza, C. S., Shabbir, M. S., Ali, S. A.; Jain, V. (2022), "The Impact of Renewable Energy Consumption, Trade Openness, CO2 Emissions, Income Inequality, on Economic Growth", *Energy Strategy Reviews*, Vol. 44: 101003.

Zhang, Q.; Awaworyi-Churchill, S. A. (2020), "Income Inequality and Subjective Wellbeing: Panel Data Evidence from China", *China Economic Review*, Vol. 60: 101392.

Zhao, J., Jiang, Q.; Dong, K. (2021), "Income Inequality and Natural Gas Consumption in China: Do Heterogeneous and Threshold Effects Exist?", *Australian Economic Papers*, Vol. 60, No. 4: 630-650.

Extended Summary

The Relationship between Electricity Consumption and Income Inequality in Türkiye: Augmented Non-Linear ARDL (ANARDL) Approach

The causes and effects of income inequalities that threaten social peace attract the attention of many researchers. As the risk posed to social life and economic sustainability by the deepening of the problem of income inequality not only on a country-by-country basis but also on a global scale increased, the interest of researchers shifted to factors other than income level. The relationship between income inequality and energy consumption is one of the topics that have recently started to be studied. Electric energy, which is used in almost all areas of daily life such as lighting, heating, transport, air conditioning, etc., is a comprehensive indicator of energy consumption. Since it is used as a basic input in the production process, it can also be seen as a welfare indicator. Therefore, it is expected to have an impact on income inequality as well. In particular, clean energy services such as electricity and natural gas increase labor productivity, industrial productivity, and output efficiency. The increase in productivity contributes to economic growth. Thus, while household income increases, the poverty rate can also be reduced (Aghaei and Lin-Lawell, 2022). Increased productivity in poorer segments with the increase in electricity penetration increases the share of poorer segments in income. This leads to a decline in income inequality. Analyzing the relationship between income inequality and electricity consumption can provide policymakers with insights on energy and income distribution policies. A relationship that can be identified between them may encourage the use of various policy instruments for fair income distribution, energy efficiency, energy conservation, or energy diversification.

Time series methods are used in the empirical part of the study. The analysis period covers the period between 1987 and 2021. Electricity consumption data in Gwh per capita represents the electricity consumption variable, while Gini coefficient data represents the income inequality variable. Income inequality is used as the dependent variable and electricity consumption as the independent variable. Labour productivity, gross fixed capital formation, and rate of urbanization are utilized as control variables in the analysis. ADF (Dickey and Fuller, 1981) and Flexible Fourier ADF (Enders and Lee, 2012) unit root tests were used for stationarity analysis in the analyses. The long-run relationship between the variables was analyzed using the NARDL method proposed by Shin et al. (2014). In this method, the independent variable is separated into its cumulative positive and negative components and included in the model. To test the robustness of the cointegrated relationship, the AARDL procedure developed by Sam et al. (2019) was applied.

As a result of stationarity tests, income inequality and electricity consumption variables are found to have unit roots at their levels but become stationary when they are first differenced. Labor productivity is stationary at its first difference, while gross fixed capital formation and urbanization are stationary at their levels. In this case, the necessary precondition for applying the NARDL test is provided. The diagnostic tests of the NARDL model showed that the error terms in the model were normally distributed, there were no autocorrelation or heteroscedasticity problems, and there were no model specification errors. Asymmetry tests reveal that there is asymmetry in the model in the long run. According to the bounds test results, a cointegration relationship was found. According to the tests applied by the AARDL procedure, there is no degenerate situation in the model. The long-run coefficients estimated with the NARDL model show that both positive and negative components of electricity consumption have a significant effect on income inequality. While the increase in cumulative positive components decreases income inequality (-0.10), the increase in cumulative negative components increases income inequality (0.60). In the short-run analysis of the model, it is observed that the error correction mechanism works.

According to the results obtained from the analyses, increasing electricity consumption is a useful tool for reducing income inequality. Policymakers aiming to ensure justice in income distribution will be willing to increase the level of electricity consumption. In order to increase electricity consumption, it should be ensured that there is no shortage or interruption in electricity generation. For this purpose, steps should be taken to ensure energy supply security in Türkiye, reduce the share of imported resources in electricity generation, and increase renewable energy investments. Increasing electricity consumption also brings energy efficiency to the agenda. Reducing the amount of energy consumed per output will reduce income inequality by utilizing the surplus value to be created at the output level to increase the welfare of low-income groups. For this purpose, ensuring efficiency in energy use without reducing electricity consumption will be an income equalizing policy. Increasing the share of electric energy in transport will also have a regulating effect on income distribution. Increasing the share of rail systems and electric vehicles in public transport will not only reduce income inequality but also help protect the environment. In this way, the problems of environmental degradation and inequality, which pose a threat to sustainable development, can be addressed with a win-win strategy.