

Araştırma Makalesi / Research Article

## LCC HİPOTEZİ ÇERÇEVESİNDE TÜRKİYE'DE KİRLİLİK SİĞİNAĞI VE KİRLİLİK HALE HİPOTEZLERİNİN SINANMASI

Samet TOPAL<sup>1</sup> 

### ÖZET

*Bu çalışma, Türkiye ekonomisi için yük kapasite eğrisi (LCC) hipotezi çerçevesinde ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar (FDI) ve birincil enerji tüketiminin (BET) yük kapasite faktörü (LCF) üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, Türkiye'de LCC hipotezi, kirlilik sığınağı hipotezi ve kirlilik hale hipotezlerinin geçerli olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla analizler, 1973-2022 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri ve Auto-regressive Distributed Lag (ARDL) sınır testi yöntemiyle yapılmıştır. Çalışmada, Türkiye'de kişi başına gelir ile çevresel kalite arasında U şeklinde bir ilişki olmadığı ve dolayısıyla LCC hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Diğer taraftan, Türkiye'de FDI'nun çevre kalitesini olumsuz etkilediği ve kirlilik sığınağı hipotezinin geçerli olduğu görülmüştür. Modelde kontrol değişkeni olarak yer alan BET ise LCF ile ters yönlü bir ilişki içindedir, diğer bir değişle BET arttıkça çevresel kalite bozulmaktadır. Çalışmanın sonuçlarından yola çıkılarak, Türkiye'nin fosil yakıt kullanımını azaltarak yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi, devletin düzenleme ve denetim süreçlerini daha aktifleştirilmesi ve gerek üretim gerekse de tüketim sürecinde hane halklarının ve işletmelerin çevre bilincinin artırılmasına yönelik politikaların geliştirilmesinin sürece katkı sağlayacağı söylenebilir.*

**Anahtar Kelimeler:** Yük Kapasite Eğrisi, Gelir, Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Kirlilik Sığınağı Hipotezi, Kirlilik Hale Hipotezi

**JEL Sınıflandırması:** C32, Q53, Q57

## TESTING THE POLLUTION HAVEN AND POLLUTION HALO HYPOTHESES IN TURKEY WITHIN THE FRAMEWORK OF THE LCC HYPOTHESIS

### ABSTRACT

*This study aims to examine the effects of per capita income, foreign direct investment (FDI) and primary energy consumption (BET) on the load capacity factor (LCF) within the framework of the load capacity curve (LCC) hypothesis for the Turkish economy. Additionally, the validity of the LCC, pollution a haven, and pollution halo hypotheses in Turkey is examined. For this purpose, Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips-Perron (PP) unit root tests and Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bounds test method are applied using annual data for the period 1973-2022. The study concludes that there is no U-shaped relationship between per capita income and environmental quality in Turkey and therefore the LCC hypothesis is not valid. On the other hand, FDI has a negative impact on environmental quality in Turkey and the pollution haven hypothesis is valid. Environmental quality declines when BET grows, according to the negative relationship between BET and LCF, which is one of the model's control variables.*

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Kafkas Üniversitesi, İİBF, Kars, Türkiye, [asttopal@gmail.com](mailto:asttopal@gmail.com)

*Based on the study's findings, Turkey should switch from using fossil fuels to renewable energy sources, increase the activity of government oversight and regulation processes, and develop policies to raise the environmental consciousness of businesses and households in both the production and consumption processes.*

**Keywords:** *Load Capacity Curve, Income, Foreign Direct Investment, Pollution Haven Hypothesis, Pollution Halo Hypothesis*

**JEL Classification Codes:** *C32, Q53, Q57*

## **EXTENDED SUMMARY**

### **Research Questions & Purpose**

Global climate change, which has been on the world's agenda in recent years and is one of the most important problems of humanity, and the environmental problems caused by this situation have caused negative effects on the quality of life, health and even the welfare of some countries. The biggest contribution to this process is the impact of the industrial revolution on production and consumption patterns. Although serious steps have been taken on national and international platforms to solve this problem or at least to reduce its impact, some authors say that this will not be possible and that an irreversible process has been entered. This study examines the impact of economic growth, foreign direct investment and energy consumption on the load capacity factor in Turkey within the framework of the load capacity curve (LCC) hypothesis, which is a recent hypothesis and offers a broader perspective on environmental problems. In addition to this analysis, the study investigates the validity of the LCC hypothesis in Turkey and whether the pollution refuge hypothesis and pollution halo hypothesis are valid in relation to FDI.

### **Literature Review**

When the related studies in the literature are analyzed, it is seen that the validity of the EKC hypothesis is examined in most of the studies by considering different periods for different countries and country groups. When we look at the EKC tests conducted in the case of Turkey, it is generally concluded that the EKC hypothesis is valid. Relatively fewer studies have concluded that the EKC hypothesis is not valid in Turkey. When these different results are considered together, it can be said that there is no consensus on the validity of the EKC hypothesis for Turkey depending on the period range and the variables used. On the other hand, the same situation is also observed in the studies on the pollution refuge hypothesis and pollution halo hypothesis, which are examined based on the relationship between FDI and the environment. No consensus has been reached on which of these two hypotheses is valid in Turkey and hence on the direction of the relationship between FDI and environmental pollution. On the other hand, since it is a recent hypothesis, studies on the LCC hypothesis are quite limited. While the relationship between environmental pollution and economic growth is usually explained by the EKC hypothesis, this study provides a broader perspective by focusing on the LCC hypothesis.

### **Methodology**

This study employs time series analysis using annual data for the period 1973-2022. Load Capacity Factor is used as the dependent variable and Gross Domestic Product, Foreign

Direct Investment and Primary Energy Consumption are used as independent variables. First of all, ADF (Augmented Dickey-Fuller) and PP (Phillips-Perron) tests, which are traditional unit root tests, are used to measure whether the effect of the past values of the series persists. After determining the stationarity of the series, the ARDL (Autoregressive Model with Distributed Lags) estimator was used to determine a stationary combination of variables with different stationarity levels and to determine the long-run relationships between the series.

## Results and Conclusion

According to the results obtained from the study, the LCC hypothesis is not valid in Turkey. This implies that economic growth in Turkey has a negative impact on environmental quality. At the same time, primary energy consumption in Turkey has a negative impact on environmental quality. On the other hand, according to the results, there is an inverse relationship between foreign capital investments in Turkey and LCF, an indicator of environmental quality. This result implies that FDI has a negative impact on the environment in Turkey and the pollution refuge hypothesis is valid in Turkey. Turkey should first and foremost reduce the use of fossil fuels and move towards renewable energy sources, the government should more actively regulate and supervise, and policies should be developed to increase the environmental awareness of households and businesses in both production and consumption processes.

## 1. Giriş

Dünya çapında kendini gösteren ve etkilerini sıklıkla yaşadığımız çevresel kirlenme, insanlığın en önemli sorunlarından. Hatta kimi yazarlar çevresel sorunların temelini oluşturan küresel iklim değişikliğini tamamen engellemenin mümkün olmadığını söylemektedir (Tanuro, 2011: 71). Özellikle sanayi devrimi sonrası, üretim ve tüketim kalıplarının değişmesi küresel refahı arttırmıştır, ancak yaşanan bu refahın çevre/doğaya maliyeti oldukça fazla olmuştur. Üretim ve tüketim sürecindeki değişiklik, doğadaki kalıcı bozulmalara sebep olmuştur. Bu durum insanın yaşam kalitesini, sağlığını hatta bazı ülkelerin refahı üzerinde olumsuz etkilere sebep olmuştur. Diğer bir ifadeyle insanoğlunun refahı, üretimin ve tüketimin artmasıyla başlangıçta artış göstermişken, bu sürecin devamında insanoğlu çevre kirliliği, iklim değişikliği vb. sebeplerle bu refah artışını kısmen kaybetmiştir. Bu durumun sebeplerinden en başta geleni, üretim sürecinde kullanılan ve üretimin sürekliliği için elzem olan fosil yakıtların yoğun bir şekilde kullanımınıdır.

Ülkeler bir taraftan kalkınma ve büyüme yoluyla refahlarını artırmak isterken, diğer taraftan yukarıda sayılan sebepler sebebiyle bu refahın sürekliliğini ve çevreyle uyumlu ya da en azından çevreye daha az zarar veren üretim ve tüketim süreçlerini tercih etmek durumuyla karşı karşıya kalmışlardır. Nitekim bu konuyla doğrudan alakalı olan sürdürülebilir kalkınma kavramı araştırmacıların, politikacıların ve uluslararası grupların üzerinde durdukları en önemli kavramlardan biri olmuştur. Ancak ülkelerin bu hususlara dikkat etmesi yeterli olmamakta, küreselleşme ve bu sürece bağlı olarak artan yabancı sermaye yatırımları da ülkelerin çevre kalitesi üzerinde etkili olduğundan, bu yatırımların çevre üzerindeki etkisi de kontrol edilmesi gereken bir husus olmuştur. Özellikle gelişmekte olan ülkelere yönelen yatırımlar çevresel kalite açısından daha da dikkatle incelenmesi gereken yatırımlardır.

Bu çalışma, mevcut literatüre çeşitli yönlerde önemli bir katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Görebildiğimiz kadarıyla, FDI'nın çevre üzerindeki etkisi kirlilik sığmağı ve kirlilik hale hipotezleri kapsamında incelenirken, LCC hipotezi çerçevesinde daha önce incelenmemiştir. Bu sebepten, çalışma, bu konuyu inceleyen ilk çalışma olacaktır. Diğer taraftan, LCC hipotezi yeni bir hipotez olması sebebiyle Türkiye özelinde birkaç çalışmada (Dam & Sarkodie, 2023; Güneysu, 2023) incelenmiştir. Dolayısıyla yapılan çalışma literatürün gelişmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, çalışmada çevresel sürdürülebilirliğin göstergesi olarak geleneksel göstergeleri kullanmak yerine, yük kapasite faktörünün (LCF) kullanılması çevresel bozulmanın boyutuna daha geniş bir pencereden bakılmasını sağlayacaktır.

Bu çalışmada Türkiye için yük kapasite eğrisi (LCC) hipotezi çerçevesinde kirlilik sığmağı ve kirlilik hale hipotezlerinin geçerliliğinin araştırılması amaçlanmaktadır. Bu amaçla, çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü takiben ikinci bölümde Türkiye'nin ekolojik durumu verilerek, LCC hipotezi, kirlilik sığmağı hipotezi ve kirlilik hale hipotezi kısaca anlatılacaktır. Üçüncü bölümde, bu hipotezlerle ilgili yapılan çalışmalar incelenecektir. Dördüncü bölümde veri seti ve metodolojik açıklamaların yanı sıra çalışmada kullanılan veriler ve yöntem verilecektir. Beşinci bölümde, çalışmanın analiz sonuçları tartışılacak ve son olarak sonuç ve değerlendirme kısmını oluşturan altıncı bölümde, çalışmanın genel bir değerlendirilmesi yapılarak politika önerilerinde bulunulacaktır.

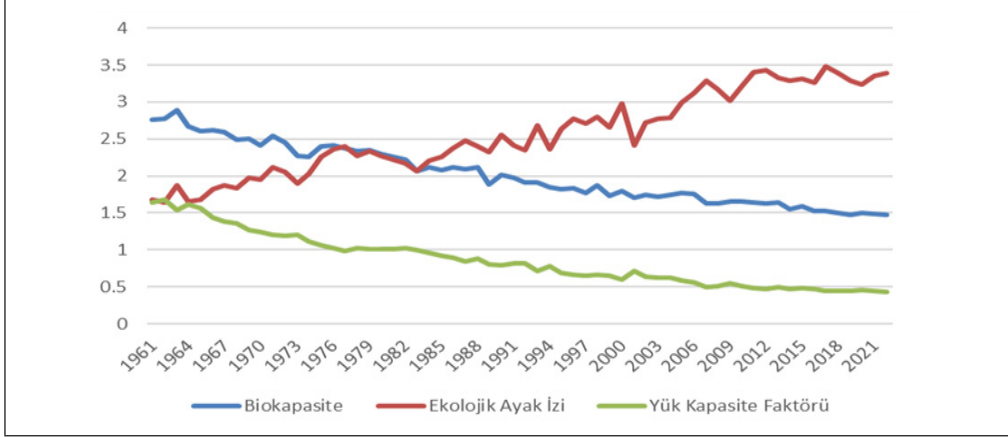
## 2. Teorik Çerçeve ve Türkiye'nin Ekolojik Durumu

Çevresel sorunların bir göstergesi olan ekolojik ayak izi (ecological footprint, EF)'ne bakıldığında durum hiç de iç açıcı görünmemektedir. “*Mevcut teknoloji ve kaynak yönetimiyle bir bireyin, topluluğun ya da faaliyetin tükettiği kaynakları üretmek ve yarattığı atığı bertaraf etmek için gereken biyolojik olarak verimli toprak ve su alanı*” olarak tanımlanan EF'ye göre dünyanın biyolojik kaynakları, hızlı bir şekilde ve sürekli artan EF'yi karşılayamamakta ve küresel ekolojik açık giderek büyümektedir (WWF, 2012: 6-7). Konuya Türkiye açısından bakıldığında, Türkiye'de de sürdürülebilir olmayan bir durumun söz konusu olduğu görülmektedir. Zira Grafik 1'den de görüleceği üzere, Türkiye'de 1980'li yıllara kadar biokapasite EF'nin üzerinde seyretmekte, diğer bir deyişle Türkiye bu yıllara kadar ekolojik rezerve sahiptir. 1980'li yıllardan sonra Türkiye'de, doğal kaynakların sürdürülebilir olmayan biçimde kullanılması sebebiyle ekolojik açık hızla artmıştır. Özellikle, 1980 sonrası süreçte oluşan bu durum, küreselleşmenin EF üzerinde nasıl bir etkide bulunduğu sorusunu ortaya koymaktadır (Kardaşlar, 2022: 386).

1980 yılı sadece Türkiye'de değil dünya genelinde neoliberal küreselleşme için bir dönüm noktası olmuştur. Bu durum küreselleşmenin çevre üzerindeki etkisini araştıran birçok çalışmaya konu olmuştur. Ancak küreselleşmenin çevresel etkilerini inceleyen çalışmalarda, küreselleşme olgusunun gelişmekte olan ülkeler için faydalı veya zararlı olduğunu ortaya koyacak bir uzlaşımın olmadığı görülmektedir (Kardaşlar, 2022: 386). Küreselleşmeyle birlikte artan doğrudan sermaye yatırımları (FDI) gittikleri ülkelerin ekonomik büyümelerine istihdam artışı gibi fırsatlar sunmakta ve gelişmekte olan ülkeler bu yatırımları kendi ülkelerine çekmek için birbirleriyle yarışmaktadırlar. Diğer taraftan, gelişmiş ülkelerin üretimlerini FDI şeklinde gelişmekte olan ülkelere kaydırmalarının nedeni maliyetlerin düşürülmesi ve sıkı çevre düzenlemelerinin atılması gibi sebeplerdir. Ancak, gelişmekte olan ülkelere FDI vasıtasıyla artan

üretim, çevresel zararları da beraberinde getirebilmektedir (Balsalobre vd. 2019: 23011). Dolayısıyla, gelişmiş ülkelere yönelik FDI'lar, gittikleri ülke açısından olumlu mu yoksa olumsuz sonuçlara mı sebep olacağı üzerinde uzlaşılmış bir konu değildir.

**Grafik 1:** Türkiye’de Ekolojik Ayak İzi ve Biyokapasite (1961-2022)



**Kaynak:** Global Footprint Network (2023)

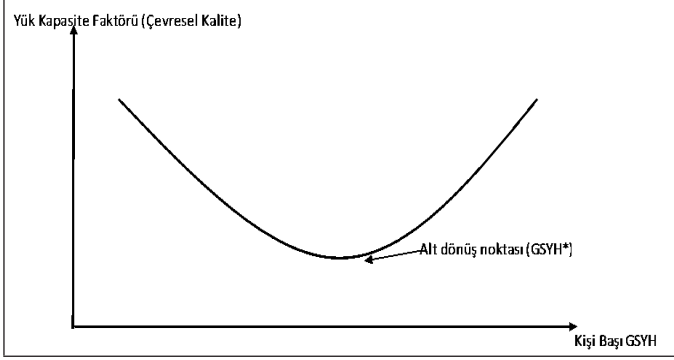
Kyoto Protokolü, FDI'ların ekonomik büyüme için önemli bir strateji olarak gören gelişmekte olan ülkelerdeki ticari faaliyetlere dikkat çekmiştir. Gelişmekte olan ülkelere yönelik FDI akışı, artan küreselleşme ve sermayenin serbest dolaşımı nedeniyle artış göstermiştir. Gelişmekte olan ülkeler, büyüme hedeflerine ulaşabilmek için ekonomik kalkınmaya katkı sağlayacak yatırımlara yeterli kaynak ayıramamaktadır. Bu nedenle, doğrudan yabancı yatırımlar ekonomik kalkınma için gerekli kaynakların bir kısmını sağlayabilir. FDI teknoloji transferi, artan üretkenlik, yeni yönetim becerileri ve altyapı geliştirmeleri yoluyla bir ülkenin kalkınmasına yardımcı olabilir. Her ne kadar FDI ev sahibi ülkede ekonomik büyümeye katkıda bulursa da aynı zamanda çevresel kalite konusunda da tartışmalara yol açmaktadır. Çevre ekonomisi literatürü bu soruya iki karşıt hipotez aracılığıyla yaklaşmaktadır. Bunlardan ilki olan kirlilik sığnağı hipotezi, kirlilik yoğun üretim faaliyetlerinin FDI yoluyla gelişmiş ülkelere, çevre düzenlemeleri daha gevşek olan ülkelere yönlendirildiğini belirtmektedir. Böylece gelişmiş ekonomiler çevre düzenlemelerine uyum sağlamanın maliyetlerini azaltmakta ve ucuz iş gücünden faydalanmaktadır. Kirlilik hale hipotezi olarak bilinen diğer hipotez ise yatırım yapan gelişmiş ülkelerdeki şirketlerin, ev sahibi ülkenin mevcut üretiminden farklı olarak üretim yapılarının yeşil teknolojiye dayanması nedeniyle ev sahibi ülkenin emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunduğunu iddia etmektedir (Mert & Çağlar, 2020: 32934).

Çevresel kirlilik ve ekonomi arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmalar incelendiğinde, çevre ve ekonomik büyüme arasındaki etkileşimi inceleyen Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) bu çalışmaların temelini oluşturduğu görülür. 1992 yılındaki “Dünya Kalkınma Raporu”, bazı çevre sorunlarının ekonomik faaliyetlerin büyümesiyle daha da kötüleştiği ve ekonomik gelişme eksikliğiyle ilişkilendirildiği sonucuna varmaktadır. Rapor, daha yüksek dünya çıktısı ve daha iyi çevre koruması elde etmek için adil gelir artışını hızlandırmayı önermektedir. Bu öneri,

1990'ların başında ortaya çıkan EKC literatürünün temelini oluşturmuştur (Kaika & Zervas, 2013: 1292). Kuznets eğrisi olarak bilinen ve ekonomik büyüme ile gelir dağılımı arasındaki ilişkiyi inceleyen orijinal çalışma (Kuznets 1955) daha sonra çevre çalışmalarına uyarlanmış ve bu konudaki öncü çalışma Grossman ve Krueger (1991) tarafından çevresel kirlilik ile kişi başı gelir arasındaki ilişkinin incelenmesi ile başlamış ve EKC olarak birçok çalışmaya konu olmuştur. EKC kavramı, ana konuyu doğal kaynakların tükenmesinden, çevre sorunlarının aşılması için ekonomik büyümenin gerekliliği ile ilgili konulara kaydırmaktadır (Kaika & Zervas, 2013: 1393). EKC hipotezi, çevresel bozulmanın ekonomik büyümedeki artışla birlikte belli bir noktaya kadar artacağını, fakat belli bir dönüm noktasından sonra çevresel bozulmanın azalacağını ifade etmektedir. Yani, ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasında ters U biçiminde bir ilişkinin var olduğunu belirtmektedir (Grossman & Krueger, 1991;1995).

Çevresel kirlilikle alakalı yapılan çalışmalar incelendiğinde çevresel bozulmanın göstergesi olarak çoğunlukla CO2 emisyonlarının kullanıldığı görülmektedir. Ancak, sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmını oluşturan CO2 emisyonu, çevresel bozulmayı bir bütün olarak yansıtmak ve analiz etmek konusunda yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle, araştırmacılar çevresel sürdürülebilirliği ölçmek için en kapsamlı ekonomik ekolojik göstergelerden biri olan EF'nin belirleyicilerini incelemeye başlamışlardır. Rees (1992) tarafından önerilen ve Wackernagel ve Rees (1998) tarafından daha da geliştirilen EF aynı zamanda hava, su ve toprak kirliliği şeklinde çevre üzerindeki antropojenik baskıları da yansıtmaktadır. EF muhasebesi iki ölçümden oluşur; ekolojik ayak izi talep tarafı ve biyolojik kapasite ise arz tarafı. EF, doğal varlıklara olan talebi küresel hektar cinsinden hesaplarken, biyokapasite doğanın bu talebi aynı ölçü birimiyle karşılayabilecek arz kapasitesini simgelemektedir (Pata, 2021: 1428). Çevresel bozulmaya daha geniş bir açıdan bakabilmek amacıyla EF muhasebesi kapsamında Siche vd. (2010), ekosistemin arz tarafını ifade eden biyolojik kapasiteyi (BC) ekosistemin talep tarafını ifade eden EF'ye bölerek ( $LCF=BC/EF$ ), çevresel sürdürülebilirliğin sınırını belirlemeye çalışmak amacıyla yük kapasitesi faktörünü (LCF) ölçmüştür. LCF, bir toplumun ekolojik sisteminin ve mevcut yaşam tarzının sürdürülebilir olup olmadığını gösterir. LCF'nin 1'den küçük olması mevcut çevre koşullarının sürdürülemez olması anlamına gelirken, yük kapasitesi faktörünün 1'den büyük olması mevcut kaynakların insan kaynağı ihtiyacını karşılamaya yeterli olduğunu gösterir. LCF'nin 1'e eşit olması durumunda ise sürdürülebilirlik söz konusudur (Fareed vd, 2021: 2). Bu anlamda, LCF kullanılarak daha iyi bir çevresel değerlendirme yapabilmek amacıyla, Pata (2021), gelir ile LCF arasındaki ilişkiyi test etmek için doğrusal bir model kullanarak ilk kez LCF'nin belirleyicilerini ampirik olarak analiz etmiştir. LCF ile gelir arasındaki ilişki EKC hipotezinde olduğu gibi doğrusal olmayabilir. LCF çevre kalitesinin bir göstergesi olduğundan EKC ters olarak oluşmakta ve çevre ile gelir arasındaki ilişki Grafik 2'de gösterildiği gibi U şeklini almaktadır. Grafik 2, ekonomik kalkınmanın ilk aşamasında LCF'nin azaldığını, ancak gelir belirli bir eşiği aştığında çevre kalitesinin iyileşmeye başladığını göstermektedir. Bu ilişki yük kapasitesi eğrisi (LCC) hipotezi olarak tanımlanmaktadır. LCC hipotezinin geçerliliği, bir ülkenin belirli bir gelir düzeyine ulaştığında EF'sini azaltma ve biyolojik kapasitesini artırma olanağına sahip olduğunu ima etmektedir. LCC hipotezi çevresel bozulma ve çevresel kalitenin eş zamanlı incelenmesine olanak sağlamaktadır (Doğan & Pata, 2022: 2).

## Grafik 2: LCC Hipotezi



**Kaynak:** Doğan & Pata, 2022: 2.

LCC, ülkelerin başlangıçta gelir artışını desteklemek için fosil yakıt enerji taleplerini artırarak çevresel bozulmaya neden olduklarını ve dönüm noktasında EF'nin arttığını ve BC'nin azaldığını göstermektedir. Kişi başına düşen gelirin dönüm noktasından sonra teknolojik gelişme, çevre bilincinin artması ve yenilenebilir kaynakların kullanılması yoluyla BC'yi artırmak, EF'yi azaltmak ve dolayısıyla çevre kalitesini (LCF) iyileştirmek mümkün olmaktadır. Sonuçta, bu U şeklindeki ilişki, gelirin zaman içinde LCF'yi iyileştirebileceği anlamına gelmektedir (Güloğlu vd. 2023: 94). LCC hipotezi, EKC'nin aksine, yalnızca bireylerin karşılaştığı baskıları değil aynı zamanda doğanın bu baskıları hafifletme direncini de dikkate alır. LCC hipotezi, iki çevresel gösterge olan biyolojik kapasite ve EF'yi birleştirir ve çevre sağlığı ile finansal refah arasında U şeklinde bir bağlantı öngörür (Li vd., 2023: 92069).

### 3. Literatür

Bu bölümde, çevresel kirlenme ile ekonomik büyüme ilişkisi, doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve çevre ilişkisi (kirlilik sığınağı hipotezi ve kirlilik hale hipotezi) ve son olarak LCC hipotezi ile ilgili yapılan çalışmalar incelenecektir.

EKC hipotezini konu alan çalışmalar, çevresel bozulmanın çeşitli göstergelerini kullanarak bu hipotezi test etmeye çalışmışlardır. Türkiye özelinde yapılan çalışmalara bakıldığında çevresel bozulmanın göstergesi olarak kullanılan değişkenler farklılık göstermesinin yanı sıra ampirik sonuçların da farklılık gösterdiği görülmektedir. Bu çalışmalar, Tablo 1'de verilmiştir.

Türkiye özelinde yapılan EKC çalışmaları incelendiğinde kullanılan ekonometrik yöntem ve bağımsız değişkenler farklılık göstermektedir. Ancak çalışmalarda kullanılan bağımlı değişkenin ekseriyetle CO<sub>2</sub> emisyonu olduğu görülmektedir. Çevresel bozulmanın bir göstergesi olarak kullanılan CO<sub>2</sub> emisyonları bu bozulmanın sadece talep tarafını dikkate alması sebebiyle çevresel bozulmanın arz tarafı ihmal edilmiş olmaktadır. Diğer taraftan literatüre bakıldığında çalışmaları büyük bir kısmında genelde EKC hipotezinin geçerli olduğu görülmektedir. Nispeten daha az çalışmada EKC hipotezinin Türkiye'de geçerli olmadığı sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak Türkiye özelinde EKC hipotezinin geçerli olup olmadığı hususunda bir uzlaşma yoktur.

**Tablo 1: Türkiye Üzerine Yapılan EKC Hipotezi Çalışmalarına İlişkin Seçili Literatür**

Yazar	Dönem	Değişkenler	Yöntem	Bulgu
Atıcı & Kurt (2007)	1968-2000	CO2 emisyonu, su kirliliği verileri, kişi başına düşen milli gelir, toplam ve tarımsal ihracat ve ithalat değerleri	EKK	EKC Geçerli
Halıcıoğlu (2009)	1960-2005	CO2 emisyonu, enerji tüketimi, gelir ve ticari dışa açıklık	ARDL sınır testi	EKC Geçerli
Öztürk & Acaravcı (2013)	1960-2007	CO2 emisyonu, reel gelir, enerji tüketimi, ticari dışa açıklık, finansal gelişime	ARDL sınır testi	EKC Geçerli
Lebe (2016)	1960-2010	CO2 emisyonu, gelir, enerji tüketimi, finansal gelişime dışa açıklık	ARDL sınır testi Granger nedensellik testi	EKC Geçerli
Destek (2018)	1990-2014	EF, reel gelir, kentleşme düzeyi, enerji yoğunluğu	ARDL sınır testi VECM Granger nedensellik testi	EKC Geçerli
Özdemir & Koç (2020)	1960-2017	CO2 emisyonu, reel GSYH, enerji kullanımı, yenilenebilir enerji kullanımı, ticari dışa açıklık	ARDL sınır testi	EKC Geçerli
Albayrak & Telek (2022)	1990-2020	CO2 emisyonu, Birincil elektrik tüketimi, reel gelir, kentleşme, doğrudan yabancı yatırımlar	ARDL sınır testi	EKC Geçerli
Başar & Temurlenk (2007)	1950-2000	CO2 emisyonu, gelir, katı yakıt kaynaklı CO2, fueloil kaynaklı CO2, fosil yakıt kaynaklı CO2	EKK	EKC Geçersiz
Akbostancı vd. (2009)	Zaman serisi 1968-2003 Panel veri 1992-2001	CO2 emisyonu, SO2 emisyonu, partikül madde (PM10) emisyonu, gelir, nüfus yoğunluğu, ekonomik büyüme	Johansen Eşbütünleşme Panel EGLS	EKC Geçersiz
Koçak (2014)	1960-2010	CO2 emisyonu, gelir, enerji tüketimi	ARDL sınır testi	EKC Geçersiz

Türkiye özelinde FDI ve çevre ilişkisi üzerine yapılan seçili çalışmalar Tablo 2’de verilmiştir.

Türkiye özelinde yapılan çalışmalar incelendiğinde FDI ve çevre kirliliğini konu alan çalışmalarda çelişkili görüşlere rastlanmaktadır. Buradan hareketle Türkiye için FDI’ların kirliliği artırıp artırmadığı konusu farklı değişkenler ve farklı yöntemlerle yapılacak çalışmalar ile daha netleşecektir.



**Tablo 2: Türkiye Üzerine Yapılan FDI ve Çevre İlişkisi Çalışmalarına İlişkin Seçili Literatür**

Yazar	Dönem	Değişkenler	Yöntem	Bulgu
Mutafoğlu (2012)	1987-2009	CO2 emisyonları, GDP, FDI	Johansen Eşbütünleşme Granger Nedensellik	Kirlilik Cenneti Hipotezi Geçerli
Şeker vd. (2015)	1974-2010	CO2 emisyonları, GDP, FDI, enerji tüketimi,	ARDL sınır testi Granger Nedensellik	Kirlilik Cenneti Hipotezi Geçerli
Kılıçarslan & Dumrul (2017)	1974-2013	CO2 emisyonları, FDI	Johansen Eşbütünleşme	Kirlilik Cenneti Hipotezi Geçerli
Kurt vd. (2019)	1974-2014	CO2 emisyonları, GDP, FDI, enerji tüketimi,	ARDL Sınır Testi	Kirlilik Sığınağı Hipotezi Geçerli
Çamkaya vd. (2022)	1970-2018	CO2 emisyonları, GDP, FDI, enerji tüketimi, ticari açıklık	NARDL	Kirlilik Sığınağı Hipotezi Geçerli
Atay Polat (2015)	1980-2013	CO2 emisyonları, GDP, FDI, enerji tüketimi,	Gregory- Hansen Eşbütünleşme Testi	Kirlilik Hale Hipotezi Geçerli
Şahinöz & Fotourehchi (2014)	1974-2011	CO2 emisyonları, GDP, FDI	EKK	Kirlilik Hale Hipotezi Geçerli
Öztürk ve Öz (2016)	1974-2011	CO2 emisyonları, GDP, FDI, enerji tüketimi,	Maki Eşbütünleşme Granger Nedensellik	Kirlilik Hale Hipotezi Geçerli
Mert & Çağlar (2020)	1974-2018	CO2 emisyonları, FDI	Saklı Eşbütünleşme	Kirlilik Hale Hipotezi Geçerli

Doğan & Pata (2022) LCC hipotezi kapsamında G7 ülkelerinde yük kapasite faktörü ile GDP, bilgi ve iletişim teknolojisi, yenilenebilir enerji tüketimi, Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Yapılan bu çalışma LCC hipotezi ile ilgili öncü çalışma olmuştur. LCC hipotezi kapsamında yapılan seçili çalışmalar Tablo 3'te verilmiştir.

Literatüre Doğan & Pata (2022) tarafından kazandırılan ve güncel bir hipotez olan LCC hipotezi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, ekseriyetle LCC hipotezinin incelenen ülke ve ülke gruplarında geçerli olduğu sonucuna varıldığı görülmüştür. Buna göre, ekonomik büyüme genellikle başlangıçta çevresel kaliteyi olumsuz etkilemekte ancak belirli düzeyi geçtikten sonra çevresel kaliteyi artırmaktadır. Bu çalışmalar büyümenin ilk aşamalarında ülkelerin, ağırlıklı olarak fosil yakıtları kullandığı ve çevre bilincinin gelişmemiş olduğu, ancak belirli bir aşamadan sonra (dönüm noktası) çevreye dost teknolojilerin kullanılması, çevre bilincinin oluşması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının daha yoğun kullanılması ile büyümenin çevresel kaliteyi arttırdığını söylemişlerdir.

**Tablo 3: LCC Hipotezi İle İlgili Seçili Çalışmalar**

Yazar	Dönem	Yöntem	Ülke	Değişkenler	Sonuç
Pata & Ertuğrul (2023)	1988-2018	ARDL sınır testi	Hindistan	Beşeri Sermaye, Jeopolitik Risk, Küreselleşme, Doğal Kaynaklar, Kentleşme, Gelir	LCC Hipotezi Geçerli
Pata vd. (2023)	1974-2018	FADL Eşbütünlüşme, FMOLS, DOLS	Almanya	CO2 Emisyonu, EF, LCF, GDP, Yenilenebilir Enerji Ve Nükleer Enerji Ar-Ge Harcamaları,	EKC Hipotezi Geçerlidir, LCC Hipotezi İse Geçersizdir
Güloğlu vd. (2023)	1980-2018	QMG tahmincisi	26 OECD ülkesi	LCF, Beşeri Sermaye, Gelir, Doğal Kaynaklar, Kentleşme, Yenilenebilir Enerji	LCC Hipotezi Geçerli
Dam & Sarkodie (2023)	1965-2018	Toda-Yamamoto Granger Nedensellik ARDL sınır testi	Türkiye	LCF, Reel Gelir, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Ticari Açıklık	LCC Hipotezi Geçerli
Afshan & Yagoob (2023)	2000-2018	MMQR	Brezilya, Çin, Türkiye, Meksika, Hindistan	LCF, CO2 Emisyonları, Yeşil İnovasyon, Çevre Vergileri, Ekonomik Büyüme	LCC Hipotezi Geçerli
Çağlar vd. (2023)	1990-2018	Westerlund (2007) Westerlund ve Engerton (2007-2008) Eşbütünlüşme CUP-FM CUP-BC	BRICS	LCF, Rekabetçi Endüstriyel Performans, GDP, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Kentleşme	LCC Hipotezi Geçerli
Güneysu (2023)	1970-2018	Bayer-Hanck Eşbütünlüşme Testi, FMOLS, DOLS	Türkiye	LCF, GDP, Küreselleşme, Sanayileşme, Finansal Gelişme	LCC Hipotezi Geçerli
Pata & Tanrıöver (2023)	2004-2018	En İyi Turizm Destinasyonu Olan İlk On Ülke	CS-ARDL	LCF, EF, CO2, GDP, Turizm, Finansal Gelişme	LCC Hipotezi Geçersizdir
Alola vd. (2023)	1965-2018	DYARDL	Hindistan	LCF, GDP, Finansal Gelişme, Yenilenemeyen Enerji Verimliliği, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Ticari Açıklık	LCC Hipotezi Geçersizdir

#### 4. Veri Seti ve Metodoloji

Bu çalışmada, Türkiye için 1973-2022 döneminde LCC hipotezinin geçerliliği, FDI'ların LCF üzerindeki etkisi ve bu bağlamda kirlilik sığınağı hipotezi ve kirlilik hale hipotezlerinin geçerliliğinin araştırılması amaçlanmaktadır. Ayrıca, birincil enerji tüketiminin (BET) LCF üzerindeki etkileri araştırılmıştır. FDI değişkeni haricinde diğer değişkenlerin doğal logaritmaları alınmıştır. FDI değişkeninin doğal logaritmasının alınmamasının sebebi biriminin yüzdellik olmasıdır. Diğer değişkenlerin birimleri ise kişi başıdır. Bu yüzden diğer değişkenlerin doğal logaritması alınarak nispi (yüzdellik) değişimleri elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan model Denklem 1'de verilmiştir.

$$\ln LCF_t = \alpha_0 + \beta_1 \ln GDP_t + \beta_2 \ln GDP_t^2 + \beta_3 FDI_t + \beta_4 \ln BET_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Çalışmada kullanılan değişkenlerin açıklamaları ve verilerin elde edildiği kaynaklar Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4: Değişkenler ve Açıklamaları**

Kısaltmalar	Değişkenler	Birim	Veri Kaynağı
LCF	Yük Kapasitesi Faktörü	Kişi Başı (gha)	GFN
GDP	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	Kişi Başı (ABD Doları)	Dünya Bankası
FDI	Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları	GSYH (%)	Dünya Bankası
BET	Birincil Enerji Tüketimi	Kişi Başı (exajoule)	BP Statistical Review

Bu çalışmada, zaman serileri analizi kullanılacaktır. Bu amaçla, öncelikle serilerin geçmişte aldıkları değerlerin etkisinin devam edip etmediğinin ölçümü için geleneksel birim kök testlerinden olan ADF (Augmented Dickey-Fuller) ve PP (Phillips-Perron) testleri kullanılmıştır.

Fuller (1976) ve Dickey & Fuller (1979) tarafından geliştirilen birim kök testleri, serilerin durağan olup olmadıklarını tespit etmek için geliştirilen ilk birim kök testleridir. Bu birim kök testlerinde hata terimleri arasında otokorelasyon sorunu ortaya çıktığından Dickey & Fuller (1981) çalışmalarında, bağımlı değişkenin gecikmeli değerini modele dahil ederek "Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF)" birim kök testini geliştirmişlerdir. ADF birim kök testinin hipotezleri şu şekildedir,

$H_0$ : Serilerde birim kök vardır.

$H_1$ : Serilerde birim kök yoktur.

ADF birim kök testi modelinde regresyon denklemleri sabitli ve sabitli-trendli modeller şeklindedir,

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \theta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \lambda_i \Delta Y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \theta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \lambda_i \Delta Y_{t-1} + u_t \quad (3)$$

Denklemlerde gösterilen;  $\Delta Y_t$ , değişkenin birinci farkını;  $Y_{t-1}$ , gecikmeli fark terimini;  $\beta_0$ , sabit terimi ve t ise modele dâhil edilen trendi göstermektedir.

ADF birim kök testi modelindeki hata terimlerinin bağımsız ve sabit varyansa sahip oldukları varsayılmaktadır. Phillips ve Perron (1998) birim kök testinde ADF modelini geliştirerek hata terimlerinin bağımsız olmadıkları bunun yerine hata terimleri arasında zayıf bir bağımlılık olduğu ve heterojen dağılım gösterdikleri varsayımları ile otokorelasyon sorununu ortadan kaldırmaya çalışmışlardır.

Phillips-Perron (PP) birim kök testinin hipotezleri şu şekildedir,

$H_0$ : Serilerde birim kök vardır.

$H_1$ : Serilerde birim kök yoktur.

Phillips-Perron (PP) birim kök testi modelinde regresyon denklemleri sabitli ve sabitli-trendli modeller şeklindedir.

$$Y_t = \beta_0 + \theta_1 Y_{t-1} + u_t \quad (4)$$

$$Y_t = \beta_0 + \theta_1 Y_{t-1} + \theta_2 (t - T/2) + u_t \quad (5)$$

Denklemlerde  $Y_t$ , değişkenin düzey değerini;  $Y_{t-1}$ , gecikmeli fark terimini;  $\beta_0$ , sabit terimi; t modele dâhil edilen trendi ve T ise gözlem sayısını göstermektedir.

Serilerin durağanlık derecelerinin belirlenmesinden sonra farklı durağanlık seviyelerine sahip olan değişkenlerin durağan bir bileşimini belirlemek ve seriler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin tespiti için eşbütünleşme testleri yapılmaktadır. Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL (Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Model) tahmincisi kullanarak, bir zaman serisi verilerinde iki veya daha fazla değişken arasında uzun vadeli bir ilişkinin varlığını test etmek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir (Dam & Sarkodie, 2023: 7). Çalışmada kullanılan değişkenlere ait ARDL modeli şu şekildedir:

$$\Delta \ln LCF_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_1 \Delta \ln LCF_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_2 \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_3 \Delta \ln GDP_{t-i}^2 + \sum_{i=0}^q \beta_4 \Delta FDI_{t-1} + \sum_{i=0}^q \beta_5 \Delta \ln BET_{t-1} + \varphi_1 \ln LCF_{t-1} + \varphi_2 \ln GDP_{t-1} + \varphi_3 \ln GDP_{t-1}^2 + \varphi_4 FDI_{t-1} + \varphi_5 \ln BET_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

$$\Delta LCF_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_1 \Delta \ln LCF_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_2 \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_3 \Delta \ln GDP_{t-i}^2 + \sum_{i=0}^q \beta_4 \Delta FDI_{t-1} + \sum_{i=0}^q \beta_5 \Delta \ln BET_{t-1} + \varphi_1 \ln LCF_{t-1} + \varphi_2 \ln GDP_{t-1} + \varphi_3 \ln GDP_{t-1}^2 + \varphi_4 FDI_{t-1} + \varphi_5 \ln BET_{t-1} + \varphi_6 EC_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Denklem 6'daki ARDL modeline ait hata düzeltme modeli şu şekildedir:

Yukarıda verilen denklemlerdeki  $\Delta$  ifadesi kısa dönem dinamiklerini gösteren fark operatörü, t zamanı ve p ve q ifadeleri ise gecikme uzunluklarını ifade etmektedir. EC hata düzeltme parametresi ve  $\varepsilon$  hata terimidir.

## 5. Bulgular

Serilerin durağanlığını tespit etmek amacıyla geleneksel birim kök testleri ADF ve PP birim kök testleri kullanılmıştır. ADF ve PP birim kök testi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere LCF değişkeni sabitli-trendli modellerde düzeyde durağandır.

FDI değişkeni ise ADF birim kök testinde sabitli-trendli modelde düzeyde durağandır. Bunların dışında bütün değişkenler gerek PP gerekse ADF birim kök testlerinde sabitli ve sabitli-trendli modellerde birinci farkta durağan hale gelmiştir.

**Tablo 5: PP ve ADF Birim Kök Testleri**

	PP		ADF	
	Sabitli	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitli-Trendli
lnLCF	-1,0885	-4,5004*	-0,7075	-4,3995*
lnGDP	1,3677	-1,8040	0,8491	-1,7162
FDI	-1,9834	-3,0652	-2,1276	-3,6055**
lnBET	-1,7031	-2,9444	-1,4503	-2,8705
<b>Birinci Fark</b>				
	Sabitli	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitli-Trendli
lnLCF	-11,3824*	-11,2882*	-7,3537*	-7,2896*
lnGDP	-6,6400*	-7,5262*	-6,6465*	-6,7883*
FDI	-13,2779*	-13,0714*	-5,7662*	-5,7859*
lnBET	-7,8054*	-7,9519*	-7,6664*	-7,7518*

Not:  $\Delta$  fark operatörünü belirtmekte \*\* ve \* ifadeleri %1 ve %5 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

ARDL(4, 4, 4,1, 0) modeline ait temel varsayımların test sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6: Temel Varsayımların Test Sonuçları**

Tanımsal Testler	İstatistikler
R <sup>2</sup>	0,993054
F-istatistiği	393,1496 0,000000
Breusch-Godfrey LM Testi	0,127654 0,9382
Breusch-Pagan-Godfrey Testi	11,24538 0,5080
Jarque-Bera Testi	1,971637 0,373134
Ramsey Reset Testi	0,851883 0,3629

Modele ait tanımsal test sonuçlarına bakıldığında, modelde otokorelasyon (Breusch-Godfrey LM Testi) sorununun olmadığı, modelde değişen varyans (Breusch-Pagan-Godfrey) sorununun olmadığı, modelde normal dağılım (Jaque Bera) sorunu olmadığı ve modelde model kurma hatasının (Ramsey Reset testi) olmadığı görülmektedir.

**Tablo 7: ARDL(4, 4, 4,1, 0) Modelinin Sınır Testi Sonuçları**

F İstatistiği	9.082445	k= 4
Önem Düzeyi	I(0)	I(1)
%10	2,873	3,973
%5	3,5	4,7
%1	4,865	6,36
T İstatistiği	-7,778518	
%10	-2,57	-3,46
%5	-2,86	-3,78
%1	-3,43	-4,37

ARDL(4, 4, 4,1, 0) modelinin sınır testi sonuçlarına bakıldığında hesaplanan F-İstatistik değeri 9.082445 olarak hesaplanmıştır. Tablo 7'deki sonuçlara bakıldığında, bu değer %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde üst kritik değerlerden büyük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını ifade eden  $H_0$  hipotezi reddedilmekte ve %5 ve %1 anlamlılık düzeylerinde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Modelin t-istatistik değerine bakıldığında ise -7.778518 değeri %1 anlamlılık düzeyinde üst sınır değer olan -4.37 değerinden mutlak değerce büyüktür. Dolayısıyla t-test sonucuna göre de oluşturulan model %1 anlamlılık seviyesinde eşbütünleşiktir.

**Tablo 8: ARDL(4, 4, 4, 1, 0) Modelinin Uzun Dönem Tahmin Sonuçları**

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
lnGDP	0,25201	0,256317	0,983198	0,3327
lnGDP <sup>2</sup>	0,126005	0,128158	0,983198	0,0301
FDI	-0,06033	0,026623	-2,26612	0,0301
lnBET	-0,7979	0,188023	-4,24365	0,0002

Tablo 8'de verilen uzun dönem katsayılarına bakıldığında GDP değişkeni anlamsız çıkmaktadır. GDP<sup>2</sup> değişkeni ise %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve pozitif bir değere sahip olduğu görülmektedir. LCC hipotezinin geçerli olabilmesi için GDP katsayısının negatif, GDP<sup>2</sup> değişkeninin ise pozitif işaretli olması gerekir. Bu sonuçlar, Pata vd. (2023) ve Alola vd.'nin (2023) elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermekte ve Türkiye'de LCC hipotezinin geçerli olmadığını doğrulamaktadır. Diğer taraftan, FDI değişkenine ait katsayının (-0.06033) negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre Türkiye'de FDI'daki %1 oranında bir artış yük kapasite faktörünün %0.060 oranında azalmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla bu sonuç Türkiye'de FDI'nın artış göstermesi çevresel kaliteyi olumsuz etkilemektedir. Bu sonuç aynı zamanda uzun vadede kirlilik hale hipotezinin geçerli olmadığı, tersine kirlilik sığınağı hipotezinin geçerli olduğunu doğrulamaktadır. FDI ve çevresel kalite arasındaki bu ilişki Mutafoğlu (2012), Şeker vd. (2015), Kılıçarslan & Dumrul (2017), Kurt vd. (2019) ve Çamkaya vd. (2022)'nin elde ettikleri sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Tüm bunlara ek olarak eşbütünleşme ilişkisinden elde edilen uzun dönemli

katsayılara göre BET değişkeninin katsayısı (-0.7979) negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durumda birincil enerji tüketiminde meydana gelen %1'lik bir artış yük kapasite faktörünün %0.19 oranında azalmasına neden olmaktadır.

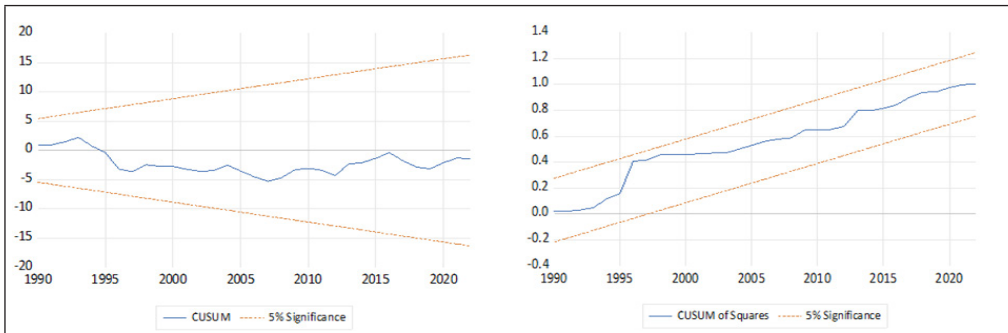
**Tablo 9: ARDL(4, 4, 4, 1, 0) Modelinin Hata Düzeltme Modeli Sonuçları**

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
C	0,191852	0,031314	6,126677	0,000
D (lnLCF(-1))	-0,4287	0,108857	-3,9382	0,0004
D (lnLCF(-2))	-0,35119	0,123921	-2,834	0,0078
D (lnLCF(-3))	-0,2971	0,106768	-2,78269	0,0088
D (lnGDP)	-0,52218	0,112425	-4,64465	0,0001
D (lnGDP(-1))	-0,17909	0,133001	-1,34651	0,1873
D (lnGDP(-2))	-0,11419	0,135394	-0,84338	0,4051
D (lnGDP(-3))	-0,45864	0,129746	-3,5349	0,0012
D (lnGDP_2)	-0,26109	0,056213	-4,64465	0,0001
D (lnGDP_2(-1))	-0,08954	0,066501	-1,34651	0,1873
D (lnGDP_2(-2))	-0,0571	0,067697	-0,84338	0,4051
D (lnGDP_2(-3))	-0,22932	0,064873	-3,5349	0,0012
D (FDI)	0,009508	0,008669	1,096811	0,2807
HDT	-0,40145	0,063768	-6,29543	0,000

Tablo 9'da ARDL(4, 4, 4, 1, 0) modelinin hata düzeltme tahmin sonuçları verilmiştir. Hata düzeltme modelinde hesaplanan hata düzeltme katsayısı (-0.40145) negatif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuca göre kısa dönemde meydana gelen bir şokun etkisi uzun dönemde ortadan kalkmaktadır.

ARDL modellerinde katsayıların istikrarlılığını sınamak için yapılan CUSUM ve CUSUM-SQ testlerine ilişkin sonuçlar Grafik 3'te verilmiştir. ARDL(4, 4, 4, 1, 0) modelinin test istatistikleri %5 anlamlılık düzeyinde kritik sınırların içerisinde. Bu sebepten kurulan model istikrarlıdır.

**Grafik 3: CUSUM ve CUSUM-SQ Testleri**



## 6. Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışma, 1973-2022 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak Türkiye’de ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar ve birincil enerji tüketiminin çevre kalitesi üzerindeki etkisini incelemiştir. Ekonomik büyümenin çevre kalitesi üzerindeki etkisi yaygın olarak EKC ile analiz edilirken, LCC hipotezi daha güncel bir hipotezdir. Aslında EKC hipotezinden yola çıkılarak oluşturulan LCC hipotezi, ekonomik büyüme ile çevresel bozulmanın göstergesi olarak kullanılan ve doğanın arz ve talep taraflarını birlikte ele alan LCF arasındaki ilişkinin U şeklinde olduğu varsayılarak teorize edilmiştir. Çalışmada, LCC hipotezinin Türkiye’de geçerliliğinin testi için evvela geleneksel birim kök testlerinden ADF ve PP birim kök testleri kullanılmıştır. Birim kök testlerinin sonuçlarına göre seriler farklı düzeylerde durağandır. Bu şartın sağlanması sonrası seriler arasında uzun dönemli ilişkilerin olup olmadığını sınamak için ARDL sınır testi kullanılmıştır. Sınır testi sonuçlarına göre F-istatistik değeri (9.082445) alt ve üst sınır değerlerinden büyük olması sebebiyle, değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünlük ilişkisi olduğu görülmüştür. Uzun dönem katsayılarının sonuçlarına bakıldığında GDP katsayısı pozitif işaretli ve istatistiksel olarak anlamsız, GDP karesi ise pozitif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlı çıkmaktadır. Dolayısıyla sonuçlara göre, Türkiye’de LCC hipotezi geçerli değildir. Türkiye’de yaşanan ekonomik büyüme çevresel kaliteyi olumsuz etkilemektedir. Aynı zamanda sonuçlara göre Türkiye’de birincil enerji tüketimi çevresel kaliteyi olumsuz etkilemektedir.

Diğer taraftan, sonuçlara göre Türkiye’ye yönelik yapılan yabancı sermaye yatırımları ile çevresel kalite göstergesi olan LCF arasında ters yönlü bir ilişki vardır. Bu sonuç, FDI’nın Türkiye’de çevreyi olumsuz etkilediği ve Türkiye’de kirlilik sığınağı hipotezinin geçerli olduğu anlamına gelmektedir. Balkanlı’nın (2019) ifadesine göre Türkiye, özellikle 24 Ocak 1980 Kararları ve yaşanan ekonomik liberalleşme süreciyle birlikte sonrası önemli oranda FDI çekmiş ve artan yabancı sermaye yatırımlarının ekonomik büyümeyi net bir biçimde olumlu etkilemiştir. Doğrudan yabancı yatırımlar öncelikle hizmetler kesimi ve bunun ardından da imalat sanayi kesimi olmuştur. Ancak çalışmanın sonuçlarına göre FDI’da yaşanan artış ekonomik büyümeye katkı sağlarken, çevresel kaliteyi olumsuz etkilemektedir. Nitekim Grafik 1’den de izlenebileceği üzere Türkiye’nin, 1980 sonrası sürekli ekolojik açık vermesi bu sonucu destekler niteliktedir.

Bu sonuçlar Türkiye’de üretim sürecinde çevresel bilincin düşük olduğu, devletin çevreye duyarlı üretim faaliyetlerini teşvik etmediği ya da düzenleme ve denetimin olması gereken düzeyde olmadığı anlamına gelmektedir. Aynı zamanda birincil enerji kullanımı Türkiye’de fosil yakıtların yoğun olarak kullanıldığını göstermektedir. Bu doğrultuda Türkiye’nin her şeyden evvel fosil yakıt kullanımını azaltarak yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi, devletin düzenleme ve denetim süreçlerini daha aktifleştirmesi ve gerek üretim gerekse de tüketim sürecinde hane halklarının ve işletmelerin çevre bilincinin artırılmasına yönelik politikaların geliştirilmesi sürece katkı sağlayacaktır. Diğer taraftan bu çalışmanın Türkiye özelinde olması, belirli bir dönemi ele alması, LCC hipotezi çerçevesinde konuya yaklaşması gibi bir takım kısıtları vardır. Konuya daha geniş bir dönem ve farklı ülke veya ülke grupları açısından bakılarak daha geniş çalışmalar yapılabilir.



### Katkı Oranı Beyanı

Makale tek yazarlı olup tüm çalışma yazar tarafından yapılmıştır.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışmada herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederim.

### Kaynakça

- Afshan, S., & Yaqoob, T. (2023). Unravelling the efficacy of green innovation and taxation in promoting environmental quality: A dual-model assessment of testing the lcc theory in emerging economies. *Journal of Cleaner Production*, 137850.
- Akbostancı, E., Türüt-Aşık, S., & Tunç, G. İ. (2009). The relationship between income and environment in Turkey: Is there an environmental kuznets curve?. *Energy Policy*, 37(3), 861-867.
- Albayrak, M., & Telek, C. (2022). Çevresel Kuznets Eğrisi (Ekc) Hipotezinin Türkiye İçin Geçerliliğinin İncelenmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(4), 719-731.
- Alola, A. A., Özkan, O., & Usman, O. (2023). Role Of Non-Renewable Energy Efficiency And Renewable Energy in Driving Environmental Sustainability in India: Evidence From The Load Capacity Factor Hypothesis. *Energies*, 16(6), 2847.
- Atıcı, C. & Kurt, F. (2007). Türkiye'nin dış ticareti ve çevre kirliliği: çevresel kuznets eğrisi yaklaşımı. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 13(2), 61-69.
- Balkanlı, A.O. (2019). Türkiye'de doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının gelişimi ve ekonomik büyümeye etkisinin ekonometrik analizi (1985-2017). *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 22 (1), 175-186.
- Balsalobre-Lorente, D., Gokmenoglu, K. K., Taşpınar, N., & Cantos-Cantos, J. M. (2019). An approach to the pollution haven and pollution halo hypotheses in MINT countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 23010-23026.
- Başar, S. & Temurlenk, M. S. (2007). Çevreye uyarlanmış kuznets eğrisi: Türkiye üzerine bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 1-12.
- Çağlar, A. E., Daştan, M., Mehmood, U., & Avcı, S. B. (2023). Assessing the connection between competitive industrial performance on load capacity factor within the LCC framework: implications for sustainable policy in BRICS economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-18.
- Çamkaya, S., Polat, İ. H. & Polat, Ü. (2022). Are foreign direct investments effective on environmental quality in turkey? An approach with non-linear ARDL method. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 7(17), 30-46.
- Dam, M. M., & Sarkodie, S. A. (2023). renewable energy consumption, real income, trade openness, and inverted load capacity factor nexus in Türkiye: Revisiting the EKC hypothesis with environmental sustainability. *Sustainable Horizons*, 8, 100063.
- Destek, M. A. (2018). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin Türkiye için incelenmesi: STIRPAT modelinden bulgular. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 268-283.
- Dickey, D.A. & W.A. Fuller (1979) "Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root" *Journal of the American Statistical Association*, 74:427-431.
- Doğan, A., & Pata, U. K. (2022). The role of ICT, R&D spending and renewable energy consumption on environmental quality: testing the lcc hypothesis For G7 countries. *Journal of Cleaner Production*, 380, 135038.

- Fareed, Z., Salem, S., Adebayo, T. S., Pata, U. K., & Shahzad, F. (2021). Role of export diversification and renewable energy on the load capacity factor in Indonesia: a Fourier quantile causality approach. *Frontiers in Environmental Science*, 434.
- Fuller, W. A. (1996). *Introduction to statistical time series*. John Wiley & Sons, Inc., US.
- Global Footprint Network (2023). Retrieved from <https://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?cn=223&type=BCpc,EFCpc> Accessed 17.12.2023
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of the north american free trade*. NBER. Working Paper, 3914.
- Güloğlu, B., Çağlar, A. E., & Pata, U. K. (2023). Analyzing the determinants of the load capacity factor in OECD countries: Evidence from advanced quantile panel data methods. *Gondwana Research*, 118, 92-104.
- Güneysu, Y. (2023). Türkiye’de finansal gelişme, küreselleşme ve sanayileşmenin yük kapasite faktörü üzerindeki etkisi. *Gümüshane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(3), 934-946.
- Halıcıoğlu, F. (2009). An Econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37(3), 1156-1164.
- Kaika, D., & Zervas, E. (2013). The environmental kuznets curve (EKC) theory—part a: Concept, causes and the CO2 emissions case. *Energy Policy*, 62, 1392-1402.
- Kardaslar, A. (2022). Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve küreselleşme sürecinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *Business and Economics Research Journal*, 13(3), 385-401.
- Kılıçarslan, Z., & Dumrul, Y. (2017). Foreign direct investments and CO2 emissions relationship: The case of Turkey. *Business and Economics Research Journal*, 8(4), 647-660.
- Koçak, E. (2014). Türkiye’de çevresel kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliği: ARDL sınır testi yaklaşımı. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 62-73.
- Kuznets, S. (1955). *International differences in capital formation and financing*. *Capital formation and economic growth*. Princeton University Press, 19-111.
- Lebe, F. (2016). Çevresel kuznets eğrisi hipotezi: Türkiye için eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17 (2), 177-194.
- Li, L., Chen, Q., & Mehmood, U. (2023). Analyzing the validity of load capability curve: how economic complexity, renewable energy, R&D, and communication technologies take their part in G-20 countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(40), 92068-92083.
- Mert, M., & Çağlar, A. E. (2020). Testing pollution haven and pollution halo hypotheses for Turkey: A new perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 32933-32943.
- Mutafoğlu, T. H. (2012). Foreign direct investment, pollution, and economic growth: evidence from Turkey. *Journal of Developing Societies*, 28(3), 281-297.
- Öztürk, I., & Acaravci, A. (2013). The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Energy economics*, 36, 262-267.
- Özdemir, B. K. & Koç, K. (2020). Türkiye’de karbon emisyonları, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 11(1), 66-86.
- Öztürk, Z. & Öz, D. (2016). Enerji tüketimi, gelir, doğrudan yabancı yatırım ve CO2 emisyonu arasındaki ilişki: Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(2), 269-288.
- Pata, U. K. (2021). Do renewable energy and health expenditures improve load capacity factor in the USA and Japan? A new approach to environmental issues. *The European Journal of Health Economics*, 22(9), 1427-1439.

- Pata, U. K., & Ertugrul, H. M. (2023). Do the Kyoto protocol, geopolitical risks, human capital and natural resources affect the sustainability limit? A new environmental approach based on the LCC hypothesis. *Resources Policy*, 81, 103352.
- Pata, U. K., Kartal, M. T., Erdogan, S., & Sarkodie, S. A. (2023). The role of renewable and nuclear energy R&D expenditures and income on environmental quality in Germany: Scrutinizing the EKC and LCC hypotheses with smooth structural changes. *Applied Energy*, 342, 121138.
- Pata, U. K., & Tanriover, B. (2023). Is the load capacity curve hypothesis valid for the top ten tourism destinations?. *Sustainability*, 15(2), 960.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Polat, M. A. (2015). Türkiye’de yabancı sermaye yatırımları ile CO 2 emisyonu arasındaki ilişkinin yapısal kırılmalı testler ile analizi. *Journal of International Social Research*, 8(41), 1127-1135.
- Rees, W. E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*, 4(2), 121-130.
- Seker, F., Ertugrul, H. M., & Çetin, M. (2015). The impact of foreign direct investment on environmental quality: A bounds testing and causality analysis for Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 347-356.
- Siche, R., Pereira, L., Agostinho, F., & Ortega, E. (2010). Convergence of ecological footprint and emergy analysis as a sustainability indicator of countries: Peru as case study. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 15(10), 3182-3192.
- Şahinöz, A., & Fotourehchi, Z. (2014). Kirlilik emisyonu ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları: Türkiye için»kirlilik sığınağı hipotezi» testi. *Sosyoekonomi*, 21(21), 187-210.
- Tanuro, D. (2011). *Yeşil kapitalizm imkânsızdır* (V. Yalçıntoklu, Çev.). İstanbul: Habitus Yayıncılık.
- Kurt, Ü., Kılıç, C., & Özekicioğlu, H. (2019). Doğrudan yabancı yatırımların Co2 emisyonu üzerindeki etkisi: Türkiye için ARDL sınır testi yaklaşımı. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 22(1), 213-224.
- Wackernagel M. & Rees W., (1998), Our ecological footprint: reducing human impact on the earth, *New Society Publishers*, Philadelphia, 7-85.
- WWF (2012). *Türkiye’nin ekolojik ayak izi raporu*. [https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/turkiyenin\\_ekolojik\\_ayak\\_izi\\_raporu.pdf](https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/turkiyenin_ekolojik_ayak_izi_raporu.pdf) sayfasından erişilmiştir. Erişim Tarihi: 02.12.2023.