

## KAPİTALİZMDE İKTİSADİ KÜÇÜLME MÜMKÜN MÜ? MALZEME AYAK İZİ VE CO<sub>2</sub> İÇİN PANEL VERİ ANALİZİ

Geliş Tarihi : 17.10. 2022

Doktora Öğrencisi Esra KOÇAK<sup>1</sup>

Kabul Tarihi : 18.11.2022

Doç. Dr. Yeliz SARIOZ GÖKTEN<sup>2</sup>

Makale Türü : Araştırma Makalesi

### Özet

Günümüz dünyasında adeta fetiş haline gelen büyümenin yol açtığı çevresel tahribat, akademik camiada tepki görmüş ve küçülme teorileri gündeme gelmiştir. Dünyanın kaderini belirleyecek olan iklim krizi ve yaşamdaki rolümüzü sorgulatan Covid 19 pandemisi, doğanın sınırlarına ulaşıldığının en büyük göstergeleridir. Bu çalışmada büyüme ideolojisinin çevreye vereceği zarar, küçülme teorilerinden yola çıkılarak incelenmiştir. Çalışmada sera gazı emisyonu ve malzeme ayak izi çevre kirliliğini ölçmek adına bağımlı değişken olarak ayrı ayrı kullanılmıştır. Çevre kirliliği ile onun belirleyicileri arasındaki uzun vadeli ilişki G20 ülkelerinden oluşan bir panel veri analizi ile incelenmiştir. Analiz sonucunda, ayrı ayrı malzeme ayak izi ve sera gazı emisyonu ile kentleşme hariç tüm bağımsız değişkenler arasında uzun vadede pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Uzun dönem katsayılarla bağımsız değişkenlerden büyüme, büyümenin karesi, ticari açıklık, enerji tüketimi ve ekonomik karmaşıklığın artması halinde, bağımlı değişkenlerin arttığı gözlemlenmiştir. Ekonomik karmaşıklığın CO<sub>2</sub> ile pozitif ilişkisi bulunmakla birlikte malzeme ayak izi ile arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Malzeme Ayak İzi, Küçülme, CO<sub>2</sub>, Panel Veri Analizi

**Jel Kodu:** C01, C33, Q56

### IS ECONOMIC DEGROWTH POSSIBLE IN CAPITALISM? A PANEL DATA ANALYSIS FOR THE MATERIAL FOOTPRINT AND CO<sub>2</sub>

#### Abstract

Ecological destruction caused by growth, which has become a fetish in today's world, has been reacted to in the academic world and theories of degrowth have come to the fore. The climate crisis, which will determine the fate of the world, and the COVID-19 pandemic, which makes us question our role in the life, are the biggest indicators that the limits of the nature have been reached. In this study, the damage of growth ideology to ecology has been examined based on degrowth theories. In the study, greenhouse gas emission and material footprint were used separately as dependent variables to measure environmental pollution. The long-term relationship between environmental pollution and its determinants was examined by a panel data analysis of G20 countries. As a result of the analysis, a long-term positive correlation was found between material footprint and greenhouse gas emissions, and all independent variables except urbanization. It has been observed that the dependent variables increase in case of increase in growth, square of growth, trade openness, energy consumption and economic complexity, which are independent variables with long-term coefficients. Although economic complexity has a positive relationship with CO<sub>2</sub>, no significant relationship has been found with material footprint.

**Keywords:** Material Footprint, Degrowth, CO<sub>2</sub>, Panel Data Analysis

**Jel Codes:** C01, C33, Q56

<sup>1</sup> Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü, Merkez, Niğde, 51000, Türkiye, E-posta: esrkck06@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3362-4149>.

<sup>2</sup> Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü, Merkez, Niğde, 51000, Türkiye, E-posta: yezsarioz@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6900-9017>.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde çevresel bozulmanın ulaştığı boyutlar, tüketim odaklı kapitalist toplumun yol açtığı tahribatı gözler önüne sermekte ve bu tahribatın kapitalist sistem içerisinde çözülemeyeceği savını gündeme getirmektedir. Çevresel bozulma, Üçüncü Dünya'nın yoksunluğu ve az gelişmişliği, kaynakların tükenmesi, çatışmalar ve savaşlar, toplumsal bütünlüğün bozulması gibi sorunların temel nedeni büyük ölçüde sistemin dayattığı aşırı üretim ve aşırı tüketimdir. Sürdürülebilir bir kaynak tüketimi seviyesi fazlasıyla aşılmış durumdadır. Bu sınır aşımının büyüklüğü, tüketim merkezli kapitalist bir toplum içerisinde gerçekleştirilemeyecek kadar büyük düzeyde küçülmeyi gerekli kılmaktadır. “Kapitalist sistemde küçülmenin veya durağan durumda bir büyümenin gerçekleşip gerçekleşmeyeceği” sorusu, zihinleri meşgul etmektedir (Trainer, 2012, s. 1593). Ancak kapitalizm, doğası gereği birikimle ilgilidir. Sistemin yapı taşı olarak görülen “sınırsız büyüme” yerine küçülme adımlarının kapitalizmde uygulanabilirliği bu çalışmanın temel sorunsalıdır.

Büyümenin hem çevreyi hem de sosyal refahı tehdit ediyor oluşu ana akım iktisatta “yeşil büyüme” ve “sürdürülebilir büyüme” gibi kavramsallaştırmalarla perdelenirken; kapitalizmin temel kuralı olan “daha da fazla büyüme” adına kaynaklara olan talep her geçen gün artmaktadır. İktisadi faaliyetlerdeki artış, sera gazı emisyonlarının insanlığı tehdit edecek kadar ciddi boyutlara ulaşmasına sebep olmaktadır. Sistemi besleyen sınırsız büyüme talebi, ekolojik ve çevresel maliyetin göz ardı edilmesi pahasına gerçekleşmektedir.

Büyüme literatürü incelendiğinde pek çok alanda olduğu gibi fikir ayrılıklarının olduğu görülmektedir. Ana akım iktisatta büyümenin sürdürülebilirliğine vurgu yapılırken (Baumol, 1986 ve Solow, 2014) diğer taraftan artık küçülme zamanının geldiğini savunan bir literatür de bulunmaktadır<sup>3</sup> (Kallis, 2015; Kallis vd., 2015; Daly, 1999; Daly, 1974; Victor, 2012; Kerschner, 2010; Schneider vd., 2010). Bu çalışmada, çevre kirliliğinin ulaştığı boyutlar ve büyüme fetişinin yol açtığı tahribattan hareketle küçülme mümkün mü sorusu sorulmaktadır. Sınırsız büyüme amacının en çok zarar verdiği unsurlardan biri çevre olduğu için, çalışmada küçülmenin gerekliliğine ilişkin gösterge olarak çevre kirliliği verilerinden (CO<sub>2</sub> ve MF) yararlanılmıştır. Küçülmeyi enerji tüketimi üzerinden analiz eden bir çalışma (Kalimeris vd., 2014) literatürde yer almakla birlikte, büyümenin yol açtığı yıkımı gözler önüne sermek ve küçülme zamanının geldiğine vurgu yapmak adına çevre kirliliğini (MF ve CO<sub>2</sub>) küçülmenin gerekliliğinin bir göstergesi olarak kullanan bir çalışma literatürde bulunmamaktadır. Bu anlamda çalışmamız bir ilk niteliindedir.

Çalışmada öncelikle küçülme teorik çerçevede incelenmiş ardından hem Malzeme Ayak İzi (MF) hem de CO<sub>2</sub> salınımı ayrı ayrı modellenmiştir. Çalışmada, ekonomik karmaşıklık endeksi, enerji tüketimi, ticari açıklık, Gayri Safi yurtiçi Hasıla (GSYH), GSYH'nin karesi ve kentleşmenin hem MF hem de CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisi ayrı ayrı incelenmiştir. Analizde, dünya üretiminin büyük bir kısmını temin eden G20<sup>4</sup> ülkelerinin 1992-2016 yılları arasındaki verilerinden yararlanılmıştır. Açıklayıcı değişkenlerle bağımlı değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki, panel veri analiziyle tespit edilmiştir. Böylece küçülmenin zarureti ekonometrik bir çalışmayla desteklenmiştir. Sonuç bölümünde sınırsız büyümenin doğayı tahrip ettiği gözler önüne serilmiş, analizde elde edilen sonuçlardan hareketle alınması gereken önlemler ve politika önerileri ortaya konulmuştur.

<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> salınımında Sanayi devrimi öncesi düzeylere dönülmesinin ve yoksulluk, sürdürülebilir kalkınma gibi hedeflere öncelik verilmesinin gerekliliği ile ilgili olarak bkz. IPCC (2018), Global Warming of 1.5 °C, UNEP.

<sup>4</sup>G20 ülkeleri; Almanya, Amerika Birleşik Devletleri, Arjantin, Avustralya, Brezilya, Çin, Endonezya, Fransa, Güney Afrika, Güney Kore, Hindistan, İngiltere, İtalya, Japonya, Kanada, Meksika, Rusya, Suudi Arabistan, Türkiye ve Avrupa Birliği'nden oluşmaktadır.

Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda ekolojik ayak izi ve CO<sub>2</sub> salınımı, çevre kirliliğinin göstergesi olarak pek çok kez kullanılmış ve çevre kirliliğini etkileyen birçok bağımsız değişken bu bağlamda incelenmiştir. Ancak bu çalışma, Malzeme Ayak İzini çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak kullanması açısından literatürdeki ilk çalışmalardan biridir<sup>5</sup>. Ayrıca yine Ekonomik Karmaşık Endeksinin Malzeme Ayak İzi üzerindeki etkilerini araştıran da ilk çalışmadır. MF'nin çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak kullanılabilmesi ve Ekonomik Karmaşıklık için farklı ülkeler için test edilebilirliği açısından çalışmamızın bundan sonraki çalışmalara yol göstermesi beklenmektedir.

## 2. KAPİTALİST SİSTEMDE İKTİSADİ KÜÇÜLME MÜMKÜN MÜ?

En genel tanımıyla büyüme, belli bir dönemde bir ülkenin GSYH'sindeki artıştır. Yerleşik iktisat yazınında GSYH artışının sonsuza kadar süreceği ifade edilir. Buna göre GSYH artışı uzun dönemde, çevreye verilen tahribatı yenilenebilir kaynaklar aracılığı ile azaltacaktır<sup>6</sup>. Toplumların kaderi sonsuz birikim üzerine kurulu bir örgütlenmeye bağlıdır ki bu nedenle kapitalist sistem büyümeye mahkumdur. Büyümenin yavaşladığı ya da durma noktasına geldiği durumda kriz ortaya çıkar (Latouche, 2009, s. 15). Ancak neoklasik paradigmanın aksine ekolojik bakış açısıyla yaklaşıldığında doğal kaynakların bir sonunun olduğu aşikârdır. Bu da sınırsız büyümenin sürdürülemeyeceği anlamına gelir. Büyüme doğal sermayeyi insan eliyle yaratılan sermayeye dönüştürmektedir. İnsan eliyle yaratılan sermaye, zamanla tüm doğayı ele geçirir ve sonlu olan doğa iktisadi büyümenin de sonlu olmasına yol açar (Daly, 1999, s. 13).

Sınırsız büyüme mitinin mimarı olan neoklasik iktisat teorisinin matematiksel zarafeti; biyolojinin, kimyanın ve fiziğin temel yasalarına ve özellikle termodinamik yasalarına karşı kayıtsızlığını gizlemektedir. Termodinamik yasalarının ekonomiye uyarlanmasında entropi yasasının biyo-ekonomik sonuçları olduğunu gören Nicholas Georgescu-Roegen'in çalışmaları ekolojinin önemini gözler önüne sermiştir (Latouche, 2009, s. 15). Georgescu-Roegen'a (1975) göre iktisadi süreci mekanik bir biçimde görmek, sürecin hammadde ve enerjinin çevreyi hiçbir şekilde etkilemediği dairesel bir döngüsünün olduğu mitini doğurur. Termodinamiğin Birinci Yasası, herhangi bir işlemin hem ileri hem de geriye doğru gerçekleşmesine izin verir. Böylece her şey ilk başta olduğu gibi olur ve olup bitenden geriye hiçbir iz kalmaz. Bu yasa mekanikte yer alabilir ancak iktisadi süreç için geçerli olamaz. Mekanik ve termodinamik arasındaki indirgenemez karşıtlık, İkinci Yasadan, Entropi Yasasından kaynaklanmaktadır. Buna göre "ısı kendi başına yalnızca daha sıcaktan daha soğuk olana doğru akar, asla tersine akmaz." Bu, kapalı bir sistemin entropisinin sürekli ve geri dönülmez bir şekilde maksimuma doğru artması anlamına gelir. Mevcut enerji yok olana kadar kullanılır. Eğer sisteme yeni enerji yüklenmezse enerji yok olur. Bu bağlamda süreç evrimseldir. Aynı şekilde iktisatta da mevcut enerjinin geri döndürülemezliği söz konusudur. Termodinamiğin ikinci yasası iktisat için geçerlidir ve sisteme yeni kaynaklar eklenmezse sistem süremez. Yani büyümenin bir sınırı vardır<sup>7</sup> (Georgescu-Roegen, 1975, s. 351-354).

<sup>5</sup> Malzeme ayak izini çevre kirliliğinin göstergesi olarak modelleyen bir diğer çalışma için bkz. Turgut ve Sarıöz Gökten (2022), Malzeme Kuznets Eğrisi Malzeme Ayak İzi İçin Geçerli mi? G-7 Ülkeleri Örneği. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 823-841.

<sup>6</sup> Büyümenin uzun dönemde çevre kirliliğini azaltacağı savı Kuznets'e dayanır. Kuznets Eğrisinin orijinal hali büyüme ve gelir dağılımı arasındaki ilişkiyi gösterecek şekilde Kuznets (1955) tarafından geliştirilmiştir. Kuznets'e göre büyüme ve gelir dağılımı arasında Ters U biçiminde bir ilişki söz konusudur. Yani iktisadi büyümenin ilk aşamalarında gelir dağılımındaki eşitsizlik belli bir düzeye kadar artar. Büyümede istikrar sağlandığında ise gelir dağılımında eşitsizlik azalacaktır. Bu teori Grossman ve Krueger (1993, 1995) tarafından hava kirliliği, oksijen azalımı ve ağır metaller üzerinden su kirliliği için test edilmiş ve çevre kirliliği ile büyüme arasında Ters U biçimindeki Kuznets Eğrisinin geçerli olduğunu savunmuşlardır. Bu ilişkiyi reddeden hatırı sayılır düzeyde çalışma mevcut olmakla birlikte genellikle büyüme ve çevre kirliliği arasında Ters U biçiminde ilişki olduğu kabul edilmektedir.

<sup>7</sup> Benzer bir biçimde Daly de büyümenin sınırlarından bahseder. O'na göre büyümenin fiziksel, biyolojik, toplumsal ve iktisadi olarak sınırları mevcuttur. Ayrıntılı bilgi için bkz. Daly, 1974.

Ana akımın evrensel tek tip büyüme modeline yönelik ilk eleştiriler, Arturo Escobar ve Wolfgang Sachs gibi yazarların önderliğinde 1980'lerde başlamış; 2008'de Paris'te düzenlenen ve aynı zamanda uluslararası bir araştırma alanı olarak büyümenin doğuşuna işaret eden ilk küçülme konferansından sonra da kavramın kullanımı hızla yayılmıştır (Demaria vd., 2013, s. 195). Küçülme (degrowth- décroissance) aslında kapitalizmin yeni kılıfı olarak sunulan “yeşil büyüme” veya “yeşil ekonomi” fikirlerine bir meydan okumadır ve ana akım iktisadın kabulleriyle mücadele eder.

Küçülme, toplumsal ve ekolojik anlamda sürdürülebilirliği amaçlayan üretim ve tüketimdeki gönüllü toplumsal daralma projesi olarak 21. yüzyılın başlarında ortaya çıkmış, “her daim ekonomik büyüme”ye karşı bir slogan haline gelmiş, toplumsal bir harekettir. Bu anlamda mevcut büyüme hegemonyasının da bir eleştirisi olarak görülebilir (Demaria vd., 2013, s. 192-193).

Küçülme üretim ve tüketim kapasitesinin, insan yaşamının merkezi bir düzenleyici ilkesi olarak piyasaların ve ticari mübadelelerin rolünün adil bir şekilde küçültülmesini amaçlayan kolektif ve müzakereci bir süreç olarak da tanımlanabilir (Sekulova vd, 2013, s. 1). Ana akım iktisatta, büyümenin çevreye verdiği tahribat “sürdürülebilir kalkınma” kavramsallaştırması veya yeşil büyüme iddiası ile perdelenmektedir. Küçülme, büyümenin arzu edilirliliğini altüst ederek, gerçekten sürdürülebilir bir dünyaya geçiş için yüzleşilmesi gereken ideolojiyi, büyüme ideolojisini sorgulamayı amaçlamaktadır. Artık ekonomide yerleşik olan büyüme fetişizmini terk etmenin ve kapitalizme uygulanabilir alternatifler inşa etmenin tam sırasındır (Kallis, 2015, s. 1).

Küçülme terimi ilk kez 1972'de André Gorz tarafından kullanılmıştır. Gorz, sermaye birikiminin ve büyümenin gerçekleşmediği bir kapitalizm mümkün mü? sorusunu sorar. Bu durumun gerçekleşmesini ya da krizde olan veya çalışmayan kapitalizme bağlar. Endüstriyel büyümedeki herhangi bir yavaşlama iş çevrelerinde endişe verici bir durum olarak karşılanmaktadır. Makine veya kimyasal ürün satışlarında artış olmadığına “işçilerin çalışma saatlerinin düşeceği, makinelerin daha az aşınacağı, geri dönüşümü çok zor olan kaynakların daha az tüketileceği ve daha az israf edileceği” hiç akıllara gelmez. Bunun yerine “işlerin bozulacağından, fiyatların düşeceğinden, daha az kâr edileceğinden ve sermayenin azalacağından” endişe edilir. Kısacası, yatırımın yalnızca eskimiş olanı onarmak veya değiştirmek için yapıldığı, büyümeyen bir kapitalizm, artık çalışmayan bir kapitalizm olarak görülmektedir (Gorz, 1972, s. 10).

Büyümenin gerçekleşmediği, büyümeye dayalı bir toplumdan daha kötü bir şey olamaz. Şayet yönü değiştirilmezse insanlığı bekleyen şey toplumsal olarak gerilemedir. Tüm bu nedenle küçülme<sup>8</sup> farklı bir mantığa dayalı bir sistem çerçevesinde tasavvur edilebilir. Küçülme savı öncelikle, büyüme hedefinden vazgeçilmesi gerektiğini açıklığa kavuşturmak üzere tasarlanmıştır. Sınırsız büyüme amacının çevre ile insanlık için yıkıcı sonuçları vardır. Büyüme hedefi, toplumun sadece üretim mekanizması tarafından kullanılacak bir araç haline getirilmesi değil; aynı zamanda insanları işe yaramaz hale getirip, onlarsız varlığını sürdürmek isteyen sistemin de bir parçası haline getirilmesidir (Latouche, 2009, s. 8).

En önemli küçülme kuramcılarından biri olan Georgescu-Roegen'e göre iktisadi süreç kendi kendini idame ettiren bir süreç değildir. Bu süreç, çevreyi kümülatif bir biçimde

---

<sup>8</sup> Türkçe literatüre küçülme (degrowth) şeklinde yerleşmiş olan kavram yerine büyümeme (décroissance) kavramını kullanmak daha açıklayıcı olacaktır. Küçülme ekonomide daralma anlamına gelebilir. Büyümeme, iktisadi olarak büyümenin ihtiyaçlara göre belli bir düzeyde sürdürülebilirliğini ifade etmektedir. Bununla birlikte kavramın Türkçeye küçülme olarak yerleşmiş olması bu çalışmada da küçülme kavramsallaştırmasının kullanılmasını gerekli kılmıştır.

değiştiren, karşılıklı etkileşimden ve bu etkileşimin yol açtığı değişimden etkilenmeden devam edemez. O'na göre insanın sonsuza kadar yeni enerji kaynaklarına erişimi ve bunları kendi yararına kullanmanın alternatif yollarını bulmayı başaracağı düşüncesi bir mittir (Georgescu-Roegen, 1975, s. 348-349).

Buradan hareketle sürdürülebilir bir küçülme kavramsallaştırması yapılabilir. Sürdürülebilir küçülme, yerel ve küresel düzeyde insan refahını arttıran ve ekolojik koşulları iyileştiren bir üretim ve tüketim düzeyinin sağlanması şeklinde tanımlanabilir. Sürdürülebilirlik sıfatı, küçülmenin sonsuza kadar sürmesi gerektiği anlamına gelmez, daha ziyade geçiş/dönüşüm sürecinin çevresel ve toplumsal açıdan faydalı olması anlamında sürdürülebilir olmasını ifade eder. Dolayısıyla küçülme, ekonomik büyüme olmaksızın insani ilerlemenin mümkün olması şeklinde tanımlanabilir (Schneider vd., 2010, s. 512).

Gorz'a göre ana akım ekonomistler, iktisadi faaliyetin doğa ile ilişkisinde ortaya çıkacak bir krizi dikkate almaz. Ana akımın dillendirebildiği en cesur kavram, fiziksel tüketimde "sıfır büyüme" kavramıdır. Ancak Nicholas Georgescu-Roegen, sıfır büyümede bile, kıt kaynakların sürekli tüketiminin onları tamamen ortadan kaldıracığına vurgu yapar. Önemli olan, giderek daha fazla tüketmekten kaçınmak değil, giderek daha az tüketmektir. Gelecek nesiller için mevcut rezervleri korumanın küçülmeden başka yolu yoktur. Ana akım iktisatta büyüme sürecini durdurmaya veya tersine çevirmeye yönelik her tür çabanın mevcut eşitsizlikleri arttıracığı savunulur. Ancak büyümenin eşitsizliği azalttığı fikri hatalıdır. Daha fazla şey üretmek yerine mevcut kaynakları daha verimli kullanarak, israfı ortadan kaldırarak ve lüks malları üretmeyi reddederek, mevcut koşulları ve yaşam kalitesini iyileştirmek daha akılcıdır. Üretim aynı zamanda bir yıkımdır. Üretim, doğal kaynakları tamamen tüketmediği sürece bu yıkım gözden kaçabilir. Kaynakların bir sonunun olduğu her daim göz ardı edilir. Çünkü doğal kaynaklar kendilerini yeniler. Ancak doğa bu yenilenme için belli bir sürenin geçmesine gereksinim duyar. Sınırsız büyümeyi sağlayabilmek için ekosistemin bazı dengelerini yerinden etmek kaçınılmazdır (Gorz, 1980, s. 20).

Dünya nüfusu, sanayileşme, çevre kirliliği, gıda üretimi ve kaynakların tükenmesindeki artış eğilimi aynen devam ederse, önümüzdeki yüz yıl içinde bu gezegendeki büyümenin sınırlarına ulaşılacaktır. Bu sürecin sonunda muhtemelen hem nüfusta hem de endüstriyel kapasitede oldukça ani ve kontrol edilemez düşüşler ortaya çıkacaktır. Bu büyüme eğilimlerini değiştirmek, gelecekte sürdürülebilir ekolojik ve iktisadi istikrarı sağlamak mümkündür. Küresel denge, yeryüzündeki her insanın temel maddi ihtiyaçları karşılanacağı ve her insanın kendi bireysel potansiyelini gerçekleştirmek adına eşit fırsata sahip olacağı şekilde yeniden dizayn edilebilir (Meadows vd., 1972, s. 23-24).

### **3. VERİLER VE METODOLOJİ**

Sürdürülebilir bir küçülme, sürdürülebilir bir çevre gerektirir. Küçülme en çok çevrenin korunması veya kendini yenilemesi adına elzemdir. Bu nedenle çalışmada küçülme, çevre kirliliği üzerinden analiz edilecektir. Çevre kirliliğine en fazla neden olan, dünya üretiminin tamamına yakını temin eden ve dünyanın en büyük ekonomisine sahip G20 ülkeleri, küçülmesine en fazla gereksinim duyulan ülkeler olduğu için tercih edilmiştir. Analizde 1992-2016 dönemi verilerinden yararlanılmıştır. Çalışmada kullanılan ülkelerden Rusya'nın verileri, SSCB 1991 yılında dağıldığından, 1992'den itibaren bulunmaktadır. Bundan dolayı başlangıç yılı 1992 olarak seçilmiştir ve yine verilerin bulunabilirliğine bağlı olarak 2016 yılı bitiş yılı olarak seçilmiştir. Diğer çalışmalardan farklı olarak ülkelerin ihraç ettikleri malların üretiminde kullanılan bilgi ve beceri düzeyini tanımlamak ve kullanılan teknoloji düzeyini belirlemek adına 2009 yılında Hidalgo ve Hausmann tarafından geliştirilen Ekonomik Karmaşıklık

Endeksi (ECI) modele dahil edilmiştir<sup>9</sup>. ECI indeksiyle, çevresel bozulmanın göstergesi olan CO<sub>2</sub> salınımı ve hammadde tüketiminin belirleyici olan Malzeme Ayak İzi<sup>10</sup> (MF) arasındaki ilişki incelenmek istenmiştir (Hausmann vd., 2014, s. 18).

Karbon emisyonunun ve Malzeme Ayak İzinin farklı birçok değişkenden etkileneceği düşünüldüğünden, çok değişkenli bir model benimsenmiştir. Kurulan modeldeki değişkenler seçilirken Doğan ve diğerlerinin (2019) çalışması takip edilmiştir. Bu çalışmaya ilaveten Malzeme Ayak İzi ile ilişkisini ortaya koymak amacıyla ECI modele dahil edilmiştir. Küçülmenin zaruretine vurgu yapmak adına seçilen çevre kirliliğinin göstergesi olan CO<sub>2</sub> salınımı ve Malzeme Ayak İzi için iki ayrı model kurulmuştur. Model aşağıdaki gibidir.

$$MF_{i,t} = GDP_{i,t} + GDP^2_{i,t} + EnCons_{i,t} + URB_{i,t} + TİC_{i,t} + EC_{i,t} + u \quad (1)$$

$$CO_{2i,t} = GDP_{i,t} + GDP^2_{i,t} + EnCons_{i,t} + URB_{i,t} + TİC_{i,t} + EC_{i,t} + u$$

**Tablo 1.** Modelde kullanılan değişkenler

| DEĞİŞKENLER      | TANIM                        | BİRİM                                      | KAYNAK                         |
|------------------|------------------------------|--|--------------------------------|
| MF               | Malzeme Ayak İzi             | Kişi Başına Metrik Ton                     | Global Material Flows Database |
| CO <sub>2</sub>  | Karbondioksit Emisyonları    | Kişi Başına Metrik Ton                     | WDI                            |
| GDP              | Kişi Başına GSYH             | Kişi Başına Reel GSYH Sabit ABD Doları     | WDI                            |
| GDP <sup>2</sup> | Kişi Başına GSYH'nin Karesi  | Kişi Başına Reel GSYH Sabit ABD Doları     | WDI                            |
| ENC              | Enerji Tüketimi              | Kişi Başına KG Petrol Eşdeğeri             | BP                             |
| URB              | Kentleşme                    | Kentsel Nüfusun Toplam Nüfus İçindeki Payı | WDI                            |
| TO               | Ticari Açıklık               | Ticaret Hacminin GSYH'ye Oranı             | WDI                            |
| EC               | Ekonomik Karmaşıklık Endeksi | Ülkelerin Teknoloji Yoğun İhracat Değeri   | OEC                            |

i ülkeleri, t zaman boyutunu, u ise hata terimini ifade etmektedir.

### 3.1. Yatay Kesit Bağımlılığı

Panel veri analizlerinde, paneli oluşturan yatay kesitlerin birinde ortaya çıkan bir makroekonomik şoktan diğer ülkelerin etkilenip etkilenmediğini tespit etmek amacıyla yatay kesit bağımlılığı testi kullanılmaktadır. Panelde bulunan yatay kesitlerin birbirinden

<sup>9</sup> Üç ayrı veri tabanına (The United Nations COMTRADE System, The Standard International Trade Classification ve The North American Industry Classification System) dayalı olan ECI endeksi, ihracat bakımından ülkelerin ekonomik gelişiminin bir göstergesi olarak ifade edilir. İhraç edilen ürünün içeriğinden, üretim sürecinde kullanılan teknoloji ve kullanılan bilgi tespit edilmektedir. Literatürde, üretim yapılırken gerekli olan bilgi ve beceri düzeyi, ülkenin üretkenliği ve teknolojik düzeyi olarak tanımlanan ECI, ülkelerdeki ürün çeşitliliğini göstermektedir. Yani ekonomik karmaşıklık arttıkça ürün çeşitliliği artmakta ve bu da aslında daha fazla üretim daha fazla çevre kirliliği anlamına gelmektedir (Pata, 2021, s. 848)

<sup>10</sup> Pek çok çalışmada çevre kirliliğinin göstergesi olarak Yerel Malzeme Tüketimi (DMC) kullanılmaktadır (Auci ve Vignani, 2013). Ancak DMC tüm ekonomi çapında malzeme akışı hesaplamada yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda çevre kirliliğini hesaplamada Malzeme Ayak İzi (MF) tercih edilmiştir. DMC, bazı gelişmiş ülkelerin doğal kaynakların kullanımını ekonomik büyümeden daha yavaş bir oranda artırdığını veya zaman içinde daha az kaynak kullanmayı bile başardığını göstermektedir. Ancak MF'ye göre zenginlik arttıkça ülkelerin malzeme çıkarımı ülke içerisinde azalma eğilimindeyken, küresel anlamda malzeme tüketimi kitlesel olarak artmaktadır. Bu nedenle çalışmada DMC yerine MF bağımlı değişken olarak tercih edilmiştir. Ayrıntılı bilgi için bkz. Wiedmann vd., 2015, s. 6271.

etkilenmemesi beklenmektedir. Fakat küreselleşmenin ve uluslararası ticaretin ulaştığı boyut göz önüne alındığında bu varsayımın gerçekçi olmadığı görülmektedir. Yani herhangi bir ülkede ortaya çıkacak şoktan, etkilenme dereceleri farklılık göstermekle birlikte, diğer ülkelerin zarar görmemesi mümkün değildir. Yapılan panel analizlerinde yatay kesit korelasyonunun göz ardı edilmesi, analizde istatistiki açıdan ciddi hatalara sebep olacaktır. Bu sebeple birim kök ve eşbütünleşme testleri yapılmadan önce yatay kesit bağımlılığı testinin uygulanması gerekmektedir (Mercan, 2014, s. 235).

Panel veri modellerinde yatay kesit bağımlılığını test etmek için kullanılan farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bunlardan biri Breusch ve Pagan'ın (1980) Lagrange Multiplier (LM) testidir. Bu test çift yönlü korelasyon katsayılarının ortalamasına dayanmaktadır ve kesit boyutunun (N) zaman boyutuna (T) göre küçük olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Pesaran vd., 2008, s. 105). LM testi;

(2)

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{i^2j}$$

Ancak, ampirik uygulamalarda sık sık karşılaştığımız kesit boyutunun, zaman boyutundan büyük olduğu durumlarda önemli bozulmalar gözlemlenmiştir. Bu bağlamda hem kesit hem de zaman boyutunun büyük olduğu veya kesit boyutunun (N) zaman boyutundan (T) büyük olduğu durumlar için yatay kesit bağımlılığının olup olmadığını ölçmek adına Pesaran (2004) tarafından geliştirilen Cross-Section Dependence ( $CD_{LM}$ ) testi kullanılmaktadır.  $CD_{LM}$  testi;

(3)

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T\hat{\rho}_{i^2j} - 1)$$

Uygulamalarda kesit boyutunun zaman boyutundan kısa olduğu durumda LM testinde önemli sapmalar tespit edilmiştir. Bu sebeple daha genel bir test olan CD (Cross Section Dependent) testi geliştirilmiştir (Pesaran vd., 2008, s. 105). Bu test  $N > T$  olduğu durumlar için kullanılmaktadır. CD testi paneldeki bireysel regresyondaki hata serilerinin ikili korelasyonun ortalamasına dayanmaktadır ve  $N \rightarrow \infty$  giderken standart normal dağılıma sahip olmaktadır. CD testi şu şekildedir:

(4)

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left( \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right)$$

Bu testler haricinde son olarak Pesaran ve diğerleri (2008) tarafından geliştirilen LMadj (Bias-Adjusted Cross Sectionally Dependence Lagrange Multiplier) testi bulunmaktadır. Bu testin özelliği, Pesaran (2004) CD testi hatalı sonuçlar verdiğinde Düzeltilmiş (Adjusted) LM (Testi) olarak geliştirilmiş olmasıdır. LMadj test istatistiği (Pesaran vd., 2008, s. 108);

(5)

$$LM_{adj} = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N T \hat{\rho}_{ij} \frac{(T-k)\hat{\rho}_{i^2j} - u_{Tij}}{\sqrt{u^2 T_{ij}}}$$

Buradan elde edilecek olan test istatistiği, asimtotik olarak standart normal dağılım göstermektedir (Pesaran vd., 2008). Testin hipotezleri:

H<sub>0</sub>= Yatay Kesit Bağımlılığı Yoktur.

H<sub>1</sub>= Yatay Kesit Bağımlılığı Vardır

**Tablo 2.** Yatay kesit bağımlılığı test sonuçları

| Değişkenler            | Breusch- Pagan LM    | Bias-Corrected Scaled LM | Pesaran CD           | Breusch- Pagan LM    |
|------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
| <b>MF</b>              | 1175.92<br>(0.0000)  | 53.9440<br>(0.0000)      | 15.2604<br>(0.0000)  | 1175.92<br>(0.0000)  |
| <b>CO<sub>2</sub></b>  | 1891.829<br>(0.0000) | 92.65596<br>(0.0000)     | 6.548479<br>(0.0000) | 1891.829<br>(0.0000) |
| <b>GDP</b>             | 3936.223<br>(0.0000) | 203.2041<br>(0.0000)     | 62.68479<br>(0.0000) | 3936.223<br>(0.0000) |
| <b>GDP<sup>2</sup></b> | 3873.629<br>(0.0000) | 199.8194<br>(0.0000)     | 62.1568<br>(0.0000)  | 3873.629<br>(0.0000) |
| <b>ENC</b>             | 2016.813<br>(0.0000) | 99.41418<br>(0.0000)     | 5.768239<br>(0.0000) | 2016.813<br>(0.0000) |
| <b>URB</b>             | 3670.735<br>(0.0000) | 186.1445<br>(0.0000)     | 59.36676<br>(0.0000) | 3670.735<br>(0.0000) |
| <b>TO</b>              | 3906.812<br>(0.0000) | 201.6138<br>(0.0000)     | 62.47830<br>(0.0000) | 3906.812<br>(0.0000) |
| <b>EC</b>              | 1814.636<br>(0.0000) | 88.48185<br>(0.0000)     | 2.662166<br>(0.0000) | 1814.636<br>(0.0000) |

Bu çalışmada zaman boyutunun kesit boyutundan büyük olduğu durumda kullanılan üç farklı testin sonuçlarına yer verilmiştir. Analiz sonucunda, tüm değişkenler için elde edilen olasılık değerlerinin 0.05 kritik değerinden küçük olduğu görülmektedir. Bu sebeple H<sub>0</sub> hipotezinin reddedildiği ve H<sub>1</sub> alternatif hipotezinin ise reddedilmediği söylenebilir. Sonuçlar, belirlenen yatay kesitler arasında bağımlılığın olduğu bir diğer ifade ile ülke ekonomileri arasında bağlantıların olduğunu göstermektedir. Günümüzdeki küreselleşme ve finansal entegrasyon derecesi de düşünüldüğünde elde edilen sonuç anlamlıdır.

### 3.2. Homojenlik Testi

Analizde birim kök ve eşbütünleşme testlerinden önce değişkenlerin homojen mi yoksa heterojen mi oldukları tespit edilmelidir. Panelin homojen çıkması, kesitler için hesaplanacak olan katsayıların aynı olması anlamına gelir. Ülkelerin ekonomik yapısının birbirine benzediği durumda bu test sonucunun homojen olması beklenir. Bu anlamda söz konusu testte, analize dahil edilmiş olan ülkelerin ekonomik yapıları önemlidir (Erataş vd., 2013, s. 23; Koçak ve Uçan, 2021, s. 105).

Homojenlik testi uygulanırken Hsiao (1986) Panel Homojenlik Testi kullanılmıştır. Hsiao testinin üç farklı hipotezi vardır ve hipotezler aşağıdaki gibidir.

H<sub>1</sub>(0)= Homojendir H<sub>A</sub>= H<sub>2</sub>



$H_2(0)$ = Homojendir  $H_A$ = Heterojen

$H_3(0)$ = Homojendir  $H_A$ = Kısmi Homojendir.

$H_1$  hipotezinde katsayıların homojen olduğu alternatif hipotezde ise katsayıların heterojen olduğu varsayılmaktadır. Bununla birlikte  $H_2$  hipotezi yine homojen fakat alternatif heterojendir. Son olarak  $H_3$  hipotezi aynı şekilde homojendir alternatif de kısmi heterojendir.

**Tablo 3.** Hsiao homojenlik test sonuçları MF bağımlı değişken iken

| Hipotez | F İstatistiği | Olasılık |
|---------|---------------|----------|
| $H_1$   | 173.2732      | 0.0000   |
| $H_2$   | 13.28497      | 0.0000   |
| $H_3$   | 287.0035      | 0.0000   |

**Tablo 4.** Hsiao homojenlik test sonuçları  $CO_2$  bağımlı değişken iken

| Hipotez | F İstatistiği | Olasılık |
|---------|---------------|----------|
| $H_1$   | 541.7680      | 0.0000   |
| $H_2$   | 28.05095      | 0.0000   |
| $H_3$   | 483.7107      | 0.0000   |

Yukarıdaki tablodan hareketle  $H_1$ ,  $H_2$  ve  $H_3$  hipotezlerinin tamamının F istatistiği olasılık değerleri, %5 anlamlılık düzeyinden daha küçüktür. Bu nedenle  $H_1$  ve  $H_2$  boş hipotezleri reddedilmiş, alternatif hipotez kabul edilmiştir. Bu da her iki bağımlı değişken için ayrı ayrı katsayıların heterojen olduğu anlamına gelmektedir.  $H_3$  Hipotezinde ise sıfır hipotezi reddedilmiş olup alternatif hipotez reddedilemez durumdadır. Yani katsayıların kısmi heterojen olduğu kabul edilmektedir. Bu test uygulandıktan sonra çıkan sonuca göre birim kök ve eşbütünleşme testleri uygulanırken yatay kesit bağımlılığını ve heterojenliği dikkate alan testler seçilecektir.

### 3.3. Birim Kök Testleri

Analizde kullanılan serilerin birçok istatistiksel özelliğe sahip olması gerekmektedir. Birim kök testleri, değişkenler arasında anlamlı bir ilişki tespit etmek ve sahte regresyondan kaçınmak için yapılmaktadır (Aghayev, 2011, s. 7). Serilerin durağan olması ortalamalarının, varyanslarının ve aynı zamanda kovaryanslarının zamanla değişmediği anlamına gelmektedir. Serilerin bu özellikleri zaman içinde değişmiyorsa durağanlıktan söz edilebilir. Serilerin durağanlığı sağlanmazsa yapılan testlerde sahte regresyonla karşılaşılması kaçınılmazdır (Engle ve Granger, 1987, s. 261; Kayar ve Kırman, 2019, s. 52).

Birim kök testleri birinci nesil ve ikinci nesil birim kök testleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. 1. nesil birim kök testlerine Levin-Lin ve Chu (LLC), Breitung test (2001 ve 2005), Im-Pesaran ve Shin (IPS) örnek gösterilebilmektedir. İkinci nesil birim kök testleri ise; Smith vd. (2004) Bootstrap-IPS, Pesaran (2007) CADF ve CIPS, Westerlund ve Hosseinkouchack'ın (2016) Modified CADF ve CIPS, Breuer vd. (2001) SUR-ADF, Bai ve Ng'nin (2004) PANIC, Reese ve Westerlund (2016)'un PANIC-CA ile Hadri ve Kurozumi'nin (2012) CA-Hadri testleridir.

Çalışmada, yatay kesit bağımlılığı tespit edildiği ve test sonucu heterojen olduğu için 2. Nesil birim kök testlerinin tercih edilmesi gerekmektedir. Bu testlerden grup etkisini dikkate alan Boot-IPS (Smith vd., 2004) testi tercih edilmiştir.

Testin hipotezleri aşağıdaki gibidir:

$H_0$ =Seride Birim Kök Vardır.

H<sub>1</sub>=Seride Birim Kök Yoktur.

**Tablo 5.** Birim kök test sonuçları

| Değişkenler      | Düzy             |                 | Birinci Fark     |                 |
|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
|                  | t-bar istatistik | Olasılık Değeri | t-bar istatistik | Olasılık Değeri |
| MF               | -1.218           | 0.822           | -3.663           | 0.000           |
| CO <sub>2</sub>  | -1.072           | 0.912           | -4.076           | 0.000           |
| GDP              | 0.366            | 1.000           | -3.609           | 0.000           |
| GDP <sup>2</sup> | 1.364            | 1.000           | -3.100           | 0.000           |
| ENC              | -0.751           | 0.981           | -3.945           | 0.000           |
| URB              | -0.791           | 0.118           | -2,648           | 0.000           |
| TO               | -0.956           | 0.797           | -4.191           | 0.000           |
| EC               | -1.681           | 0.333           | -4.409           | 0.000           |

Uygulanan Boot-IPS birim kök sonuçları incelendiğinde tüm değişkenlerin seviyede başka ifadeyle düzeyde olasılık değerlerinin %5 kritik değerinden büyük olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle H<sub>0</sub> hipotezinin reddedilmediği ve serilerin birim kök içerdiği söylenebilmektedir. Sahte regresyondan kaçınmak ve daha sağlıklı bir analiz gerçekleştirmek için tüm serilerin farkı alınmıştır. Bulgulara bakıldığında tüm değişkenlerin olasılık değerinin %5'ten küçük olduğu görülmektedir. Bu durumda H<sub>0</sub>'ın red H<sub>1</sub>'in reddedilemez olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu, serilerin durağanlaştığı anlamına gelmektedir. Tüm seriler durağanlaştırıldıktan sonra değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin var olup olmadığını tespit etmek adına eşbütünleşme testi uygulanacaktır.

### 3.4. Panel Eşbütünleşme Analizi

Eşbütünleşme ilişkisi serilerin uzun dönemde birbirinden bağımsız hareket edemediği anlamına gelmektedir. Serilerin etkilendiği dışsal şoklar olmasına rağmen seriler arasında uzun dönemde bir denge ilişkisinin olması eşbütünleşmenin varlığına işaret etmektedir. Eşbütünleşme analizi birim kök içeren seriler arasında yapılmaktadır (Aghayev, 2011, s. 9).

İlgili değişkenlerin durağanlığı sağlandıktan sonra, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiyi incelemek için yatay kesit bağımlılığını dikkate alan hata düzeltmeye dayalı Westerlund'un geliştirdiği panel eşbütünleşme testi kullanılmaktadır (Apergis vd., 2018, s. 14111; Westerlund, 2006). Geleneksel eşbütünleşme testlerine sadece zaman serileri dahil edildiğinde testlerin net bilgiler vermediği tespit edilmiş ve analizlere zaman serilerinin yanında kesit boyutları da eklenmiştir (Westerlund ve Edgerton, 2007, s. 186). Çalışmada testlerde tespit edilen yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik olduğu için, Bootstrap testi tercih edilmiştir.

Westerlund eşbütünleşme testinde panel istatistikleri hesaplanırken üç aşamada hesaplanmaktadır. Model ilk önce aşağıdaki şekilde tahmin edilmiştir (Erataş vd., 2013, s. 221).

(6)

$$\Delta Y_{it} = \delta_i d_t + \lambda_i x_{it-1} + \sum_{j=1}^{pi} a_{ij} \Delta Y_{it-1} + \sum_{j=0}^{pi} \lambda_i \Delta x_{it-j} + e_t$$

$$Y_{it-1} = \delta_i d_t + \lambda_i x_{it-1} + \sum_{j=1}^{pi} a_{ij} \Delta Y_{it-1} + \sum_{j=0}^{pi} \lambda_j \Delta x_{it-j} + \varepsilon_t$$

Daha sonra tüm panel için standart sapmalar ve hata düzeltme katsayısı hesaplanmıştır. Model:

$$a_i = \left[ \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (\widehat{Y}_{it-1})^2 \right]^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \frac{1}{a_i(1)} \widehat{Y}_{it-1} \Delta \widehat{Y}_{it}$$

$$S.E(a_i) = \left[ \left( \overline{S_N} \right)^2 \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (\widehat{Y}_{it-1})^2 \right]^{1/2}$$

Son olarak eşbütünleşme istatistiklerinin hesaplanması gerekmektedir. O da aşağıdaki belirtildiği gibi yapılmaktadır:

$$P_t = \frac{a}{S.E(a)} \sim N(0,1)$$

$$P_a = T_a \sim N(0,1)$$

Bu testin hipotezleri aşağıdaki gibidir.

H<sub>0</sub>: y<sub>i</sub>=0 değişkenler arasında eşbütünleşme yoktur.

H<sub>A</sub>: y<sub>i</sub><0 değişkenler arasında eşbütünleşme vardır.

**Tablo 6.** Westerlund eşbütünleşme testi sonuçları

| Değişken            | İstatistik Değeri | Olasılık Değeri | Sonuç |
|---------------------|-------------------|-----------------|-------|
| MF- GDP             | -6.167            | 0.002           | Red   |
| MF-GDP <sup>2</sup> | -5.908            | 0.006           | Red   |
| MF-ENC              | -4.367            | 0.025           | Red   |
| MF-URB              | -6.519            | 0.001           | Red   |
| MF-TO               | -5.568            | 0.003           | Red   |
| MF-EC               | -6.796            | 0.001           | Red   |

**Tablo 7.** Westerlund eşbütünleşme testi sonuçları

| Değişken                          | İstatistik Değeri | Olasılık Değeri | Sonuç |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------|-------|
| CO <sub>2</sub> - GDP             | -6.772            | 0.000           | Red   |
| CO <sub>2</sub> -GDP <sup>2</sup> | -8.142            | 0.000           | Red   |
| CO <sub>2</sub> -ENC              | -4.698            | 0.000           | Red   |
| CO <sub>2</sub> -URB              | -2.235            | 0.013           | Red   |
| CO <sub>2</sub> -TO               | -1.727            | 0.042           | Red   |
| CO <sub>2</sub> -EC               | -0.730            | 0.023           | Red   |

Her iki bağımlı değişken için ayrı ayrı yapılan test sonuçlarına bakıldığında değişkenlerin olasılık değerlerinin 0.05'ten küçük olduğu yani %5 anlamlılık düzeyinde H<sub>0</sub> hipotezinin red edildiği sonucuna ulaşılmıştır. H<sub>1</sub> hipotezinin reddedilememesi değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı anlamına gelmektedir.

### 3.5. CCE (Common Correlated Effect) Uzun Dönem Katsayılar Tahmini

Eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra, uzun dönemli katsayı tahminlerini elde etmek için kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE (Common Correlated Effect) testi de bunlardan biridir. Bu testin tercih edilme nedeni katsayılar arasında hem homojenlik hem de heterojenliği dikkate alması ve ayrıca kesitler arasında bağımlılığı göz önünde bulunduruyor olmasıdır.

**Tablo 8.** Uzun Dönem katsayıları (MF bağımlı)

| Değişkenler            | Uzun Dönem Katsayıları | Olasılık Değerleri |
|------------------------|------------------------|--------------------|
| <b>GDP</b>             | 0.0005418              | 0.000              |
| <b>GDP<sup>2</sup></b> | 1.08e-08               | 0.001              |
| <b>ENC</b>             | 0.1165751              | 0.000              |
| <b>URB</b>             | 4.910274               | 0.957              |
| <b>TO</b>              | 1.05e-11               | 0.037              |
| <b>EC</b>              | 3.055927               | 0.110              |

**Tablo 9.** Uzun dönem katsayıları (CO<sub>2</sub> bağımlı )

| Değişkenler            | Uzun Dönem Katsayıları | Olasılık Değerleri |
|------------------------|------------------------|--------------------|
| <b>GDP</b>             | 0.0002053              | 0.000              |
| <b>GDP<sup>2</sup></b> | 3.96e-09               | 0.000              |
| <b>ENC</b>             | 0.0550393              | 0.000              |
| <b>URB</b>             | -8.256942              | 0.889              |
| <b>TO</b>              | 2.81e-12               | 0.040              |
| <b>EC</b>              | 1.084401               | 0.066              |

Yapılan analiz sonucunda MF bağımlı değişken, GDP, GDP<sup>2</sup>, ENC ve TO değişkenlerinin olasılık değerinin %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. URB ve EC değişkenlerinin ise olasılık değerlerinin %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. İstatistiki olarak anlamlı olan değişkenlerin katsayıları için, GDP bir birim arttığında bağımlı değişken MF'nin 0.00054 arttığı, GDP<sup>2</sup> bir birim arttığında MF'nin çok küçük bir oranda artış gösterdiği, ENC bir birim arttığında MF'nin 0.116 arttığı, TO bir birim arttığında MF'nin yine küçük bir oranda arttığı görülmektedir.

CO<sub>2</sub> bağımlı değişken iken; yine GDP, GDP<sup>2</sup>, ENC ve TO değişkenlerinin olasılık değerleri %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı, URB değişkeninin istatistiki olarak anlamsız ve EC değişkeninin ise %10 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu gözlenmiştir. GDP bir birim arttığında CO<sub>2</sub>'nin 0.00020 arttığı, GDP<sup>2</sup> bir birim arttığında CO<sub>2</sub>'nin küçük bir oran arttığı, ENC bir birim arttığında CO<sub>2</sub>'nin 0.055 arttığı, TO bir birim arttığında CO<sub>2</sub>'nin çok az oranda arttığı ve %10 anlamlılık düzeyinde EC de yaşanan bir birimlik artışın CO<sub>2</sub>'de 1.084 birim artışa sebep olduğu görülmektedir. Sonuç olarak modelde kullanılan kentleşme dışındaki değişkenlerin çevre kirliliğini arttırdığı söylenebilir.

## 5. SONUÇ

Çevre kirliliği, akademik yazında iktisatçıların, çevrecilerin ve politikacıların giderek üzerine odaklandıkları bir konu haline gelmiştir. Sistemin dayatması olan tüketim talebinin bir sonucu olarak doğal kaynaklar talebi de artık kontrol edilemez boyutlara ulaşmıştır. Bu boyutlar yakın zamanda geri dönülemez bir biçimde biyosferde yıkımlara yol açacaktır. Büyümenin en önemli çelişkilerinden biri olan çevre kirliliği, sistemin “sınırsız büyüme ve sürdürülebilir kalkınma” hedeflerini de kuşkusuz sekteye uğratacaktır. Ekonomi ile ekosistem arasındaki ilişki her geçen gün daha da belirgin hale gelmektedir. Doğal kaynakların bu denli sömürülmesi;

iklim değişikliğini, biyolojik çeşitlilik kaybını, toprak bozulmasını kaçınılmaz hale getirecektir. Yine doğal kaynakların kullanımındaki artış, ekosistem üzerinde bir baskı oluşturarak biyosferde tahribatı arttırmaktadır. Bu tahribatın önüne geçebilmenin veya en azından azaltabilmenin yolu da küçülmeden geçmektedir. Sistemin dayattığı büyüme fetişinin sürdürülemez olduğu aşikârdır.

Kapitalist birikim anlayışı daha önce de ifade edildiği üzere sınırsız üretim ve tüketime dayalıdır. Sistemin bu dayanakları gözden geçirilmelidir. Toplumun neye ihtiyacı olduğu tespit edilmeli ve bu ihtiyaçları ortaya çıkarmak adına kolektif bir çaba gösterilmelidir. Neyin üretileceği de bu ihtiyaçlar doğrultusunda belirlenmelidir. Kuşkusuz yeni dünya düzeninin inşa sürecinde serbest piyasaya değil kurumsal düzenlemelere ihtiyaç vardır. Küçülme daha önce de ifade edildiği gibi resesyon değildir. Sadece üretimin ve tüketimin ihtiyaçlara göre kanalize edilmesini gerektirir. Bu amaçla acilen üretici ve tüketici kooperatiflerinin hayata geçirilmesi, böylece üretim ve tüketim süreçlerinin yönlendirilmesi sağlanabilir. Yine politika yapıcılarının gelişmişlik ölçütü olarak büyüme yerine insani gelişmişliği dikkate alan ölçütler belirlemesi daha anlamlı olacaktır. Ayrıca vergilendirme, üretim yöntemleri için ülkelerin ortak standartlar belirlemesi ve doğadaki tahribatı engelleyici/azaltıcı yaptırımların uygulamaya sokulması zaruridir. Sınırsız üretimin yol açtığı yıkımın etkileri tüm dünyada aynı biçimde gerçekleşmemektedir. Üretimin en fazla olduğu küresel batı, bu süreci en az hasarla atlattırken küresel doğu sel felaketleri, giderek artan sıcaklıklar, artan çölleşme, ekosistem çeşitliliğinde azalma gibi iklim değişikliklerinin etkilerinden fazlasıyla nasibini almaktadır. Bu nedenle uygulanacak vergilerin en fazla çevresel tahribata yol açan ülkelere ve/veya sektörlere yönelmesi yerinde olacaktır. Buna CO<sub>2</sub> salınımını en fazla gerçekleştiren Çin, ABD, AB, Hindistan, Rusya gibi ülkelere caydırıcı vergiler konularak başlanabilir.

Bu çalışmada küçülmenin gerekliliğine vurgu yapmak adına, küçülmeye dair direkt bir veri seti olmadığı için, üretimin en çok zarar verdiği alanlardan biri olan çevre kirliliği bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Çevresel tahribatı temsilen hem CO<sub>2</sub> hem de Malzeme Ayak İzi, ayrı ayrı modellenmiştir. Çalışmada değişkenler arasındaki ilişki incelenirken ilk olarak Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen, LM (Lagrange Multiplier) testi, Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD (Cross Section Dependent) ve CDLM testleri kullanılarak paneldeki yatay kesitler arasında bir bağımlılığın olup olmadığı test edilmiştir. Bu testten sonra Pesaran-Yamagata (2008) tarafından geliştirilen ve yatay kesit katsayıların birbirinden farklı olup olmadığını belirlemek için kullanılan Homojenite Testi ( $\Delta$  testi) uygulanmıştır. Yatay kesit bağımlılık ve heterojenlik varsayımı altında 2. Nesil Birim Kök testlerinden Smith vd., (2004) tarafından geliştirilen ve grup etkisini dikkate alan Boot-IPS testi kullanılmıştır. Son olarak değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiyi incelemek için yatay kesit bağımlılığını dikkate alan hata düzeltmeye dayalı Westerlund'un geliştirdiği panel eşbütünleşme testi yapılmıştır. Analizde kullanılan değişkenlerden kentleşme hariç diğer tüm açıklayıcı değişkenlerin CO<sub>2</sub>'yi farklı düzeylerde olmakla birlikte arttırdığı gözlenmiştir. Yine kentleşme ve Ekonomik Karmaşıklık hariç diğer bağımsız değişkenlerin MF'yi de farklı düzeylerde arttırdığı görülmüştür. Neoklasik paradigmanın iddia ettiğinin aksine büyüme ve büyümeyi tetikleyen faktörlerin çevre kirliliğini azaltmadığı aksine tahribatı her geçen gün derinleştirdiği çalışmamızda tespit edilmiştir. Bu çalışma ile sınırsız tüketim, sınırsız üretim ve sınırsız birikim üzerine kurulu sistemin çevreye verdiği tahribat CO<sub>2</sub> ve MF için ayrı ayrı tespit edilmiş, böylece büyümenin yerini küçülmenin almasının gerekliliği ortaya konulmuştur.

Çalışmada küçülmeyi temsilen MF ve CO<sub>2</sub>'nin kullanılması ve MF'nin çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak analize dahil edilmesi bundan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır. Yeni yapılacak çalışmalarda MF'yi etkileyebilecek farklı bağımsız değişkenler belirlenerek çevre kirliliğinin belirleyicileri genişletilebilir ve bu doğrultuda yeni politika önerileri

geliştirilebilir. Ekonomik Karmaşıklıkta çevre kirliliği üzerindeki etkisini G20 ülkeleri için MF üzerinden ilk kez ortaya koyan bu çalışmadan hareketle yeni çalışmalarda bu model farklı ülke grupları için test edilebilir.

## KAYNAKÇA

- Aghayev, S. (2011). Azerbaycan'da fiyatlar genel düzeyi ve döviz kuru ilişkisi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 29(1), 1-19.
- Apergis, N., Can, M., Gozgor, G., ve Lau, C. K. M. (2018). Effects of export concentration on CO<sub>2</sub> emissions in developed countries: an empirical analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(14), 14106-14116.
- Auci, S. ve D. Vignani (2013). Environmental Kuznets curve and domestic material consumption indicator: an European analysis. *MPRA*. Paper No. 52882.
- Bai, J. ve S. Ng. (2004). "A Panic Attack on Unit Roots and Cointegration". *Econometrica*, 72[4], 1127-1177
- Baumol, W. J. (1986). On the possibility of continuing expansion of finite resources. *Kyklos*, 39(2), 167-179.
- Breitung, J. (2001). The local power of some unit root tests for panel data. In *Nonstationary panels, panel cointegration, and dynamic panels*. Emerald Group Publishing Limited.
- Breitung, J., ve Das, S. (2005). Panel unit root tests under cross-sectional dependence. *Statistica Neerlandica*, 59(4), 414-433.
- Breuer, J. B., McNown, R., ve Wallace, M. S. (2001). Misleading inferences from panel unit-root tests with an illustration from purchasing power parity. *Review of International Economics*, 9(3), 482-493
- Breusch, T. S., ve Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review Of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
- Daly, H.E. (1974). Steady-state economics versus growthmania: a critique of the orthodox conceptions of growth, wants, scarcity, and efficiency author(s): Herman E. Daly Source. *Policy Sciences*, 5(2), 149-167.
- Daly, H.E. (1999). Uneconomic growth: in theory, in fact, in history, and in relation to globalization. *Clamens Lecture Series 10*.
- Demaria, F., F. Schneider, F. Sekulova ve J. Martinez-Alier (2013). What is degrowth? From an activist slogan to a social movement, *Environmental Values*, 22(2), 191-215.
- Doğan, B., Saboori, B. ve Can, M (2019). Does economic complexity matter for environmental degradation? An empirical analysis for different stages of development. *Environ Sci Pollut Res* 26(31), 31900-31912.
- Engle, R. F. ve Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 55(2), 251-276.
- Erataş, F., Nur, H. B., ve Özçalık, M. (2013). Feldstein-Horioka bilmecesinin gelişmiş ülke ekonomileri açısından değerlendirilmesi: panel veri analizi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2), 18-33.
- Georgescu-Roegen, N. (1975). Energy and economic myths. *Southern Economic Journal* 41(3), 347-381.

- Gorz, A. (M. Bosquet) (1972). *Nouvel Observateur*, Paris, 397, 19 June. Proceedings from a public debate organized in Paris by the Club du Nouvel Observateur.
- Gorz, A., (1980). *Ecology as Politics*, Montréal: Black Rosa Books. First published in 1977 as *Écologie et liberté*.
- Grossman, G.M. ve Krueger A.B. (1993). Environmental impacts of a North American free trade agreement, in P. Garber, (ed) *The U.S.-Mexico Free Trade Agreement*, MIT Pres.
- Grossman, G.M. ve Krueger, A.B. (1995). Economic growth and the environment, *Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377.
- Hadri, K., ve Kurozumi, E. (2012). A simple panel stationarity test in the presence of serial correlation and a common factor. *Economics Letters*, 115(1), 31-34.
- Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., Simoes, A., ve Yildirim, M. A. (2014). *The atlas of economic complexity: mapping paths to prosperity*, The MIT Press.
- Hidalgo, C.A. ve Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106(26), 10570-10575.
- Hsiao, C. (1986). *Analysis of Panel Data*. Cambridge Press.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., ve Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of econometrics*, 115(1), 53-74.
- IPCC, (2018). *Global Warming of 1.5°C*, UNEP.
- Kallis, G. (2015). *The degrowth alternative, a great transition initiative viewpoint*, <https://greattransition.org/publication/the-degrowth-alternative> .
- Kallis, G., Demaria F. ve Alisa,G. (2015). *Degrowth a vocabulary for a new era*, (Ed) by Giacomo D'Alisa, Federico Demaria and Giorgos Kallis, Routledge Press.
- Kalimeris, P., Richardson, C., ve Bithas, K. (2014). A meta-analysis investigation of the direction of the energy-GDP causal relationship: implications for the growth-degrowth dialogue. *Journal of Cleaner Production*, 67, 1-13.
- Kayar, Ç. ve Kırman, O. (2019). Petrol fiyatlarının tasarruf oranlarına etkisi: panel veri analizi, *International Journal of Economic Studies*,5(2), 47-57.
- Kerschner, C. (2010). Economic de-growth vs. steady-state economy. *Journal of cleaner production*, 18(6), 544-551.
- Koçak, E., ve Uçan, O. (2021). Yenilenebilir enerji ile istihdam arasındaki ilişki. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 99-112.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality, *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- Latouche, S. (2009). *Farewell to growth, translated by david macey*, Polity Press.
- Levin, A., Lin, C. F., ve Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of econometrics*, 108(1), 1-24
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., ve Behrens III, W. W. (1972). The limits to growth-club of rome.

- Mercan, M. (2014). Feldstein-horioka hipotezinin AB-15 ve Türkiye ekonomisi için sınanması: yatay kesit bağımlılığı altında yapısal kırılmalı dinamik panel veri analizi. *Ege Academic Review*, 14(2), 231-245.
- Pata, U. K. (2021). Renewable and non-renewable energy consumption, economic complexity, CO<sub>2</sub> emissions, and ecological footprint in the USA: testing the EKC hypothesis with a structural break. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(1), 846-861.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *Institute for the Study of Labor (IZA)*, (1229), 1-40.
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. *Econometrica*, 74(4), 967-1012.
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M. H., ve Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93.
- Pesaran, M. H., Ullah, A., ve Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *The Econometrics Journal*, 11(1), 105-127.
- Reese, S., ve Westerlund, J. (2016). Panicca: Panic on cross-section averages. *Journal of Applied Econometrics*, 31(6), 961-981.
- Schneider F., Kallis G. ve Alier, J.M. (2010). Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue, *Journal of Cleaner Production* (18), 511-518.
- Sekulova, F., Kallis, G., Rodríguez-Labajos, B., ve Schneider, F. (2013). Degrowth: from theory to practice. *Journal of cleaner Production*, 38, 1-6.
- Smith, L. V., Leybourne, S., Kim T. H. ve Newbold, P. (2004). More powerful panel data unit root tests with an application to mean reversion in real exchange rates. *Journal of Applied Econometrics*, 19(2), 147-170.
- Solow, R. (2014). An almost practical step toward sustainability. In *An Almost Practical Step Toward Sustainability* (pp. 11-28). RFF Press.
- Turgut, E. ve Sariöz Gökten, Y. (2022), Malzeme Kuznets Eğrisi Malzeme Ayak İzi İçin Geçerli mi? G-7 Ülkeleri Örneği. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 823-841.
- Trainer, T. (2012). De-growth: Do you realise what it means?, *Futures*, 44, 590-599.
- Victor, P. A. (2012). Growth, degrowth and climate change: A scenario analysis. *Ecological economics*, 84, 206-212.
- Westerlund, J. (2006). Testing for panel cointegration with multiple structural breaks. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 68(1), 101-132.
- Westerlund, J., ve Edgerton, D. L. (2007). A panel bootstrap cointegration test. *Economics letters*, 97(3), 185-190.
- Westerlund, J., Hosseinkouchack, M. (2016). “Modified CADF and CIPS Panel Unit Root Statistics with Standard Chi-squared and Normal Limiting Distributions”. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 78(3), 347-364.



Wiedmann, T. O., Schandl, H., Lenzen, M., Moran, D., Suh, S., West, J., ve Kanemoto, K. (2015). The material footprint of nations. *Proceedings of the national academy of sciences*, *112*(20), 6271-6276.