

## EKONOMİK KOMPLEKSİTE VE ÇEVRESEL BOZULMA İLİŞKİSİ: ARKTİK KONSEYİ ÜLKELERİ ÜZERİNE EKONOMETRİK BİR ANALİZ<sup>1</sup>

**Doç. Dr. M. Necati Çoban**

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi İ.İ.B.Fakültesi, İktisat Bölümü,  
necati.coban@gop.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2839-4403

**Öğr. Gör. Fatih Yeter\***

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Pazar M.Y.O. Ulaştırma Hizmetleri Bölümü,  
fatih.yeter@gop.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8769-9122

**Dr. Öğr. Gör. Nalan Kangal**

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Almus M.Y.O. Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü,  
nalan.kangal@gop.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9160-0797

### Öz

Adam Smith'ten günümüze ekonomik büyüme literatürü ülkeler arasındaki ekonomik gelişmişlik düzeyindeki farklılıkların nedenlerini araştırmıştır. Ekonomik büyüme literatüründe içsel büyüme teorileri bu farklılıkları açıklamaya çalışırken ekonomik kompleksite kavramı bu farklılık düzeyini ölçmeyi amaçlamakta ve karmaşıklık düzeyi arttıkça iktisadi gelişmenin de artacağını savunmaktadır. Bu çalışma söz konusu büyüme-karmaşıklık ilişkisi ile büyüme-çevresel bozulma ilişkisini birleştiren oldukça yeni literatüre bir katkı olarak yer almaktadır. Arktik konseyi ülke grubu için yapılan ampirik çalışmada bulgular ekonomik kompleksite düzeyinin çevresel bozulma üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Buna göre ekonomik kompleksitedeki artışlar karbon salınımlarını artırarak çevresel bozulmayı artırmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Ekonomik Kompleksite, Çevresel Bozulma, Karbon emisyonu

<sup>1</sup>9-11 Haziran 2022 tarihinde Artvin-Hopa'da Artvin Çoruh University the International Congress on Ecology, Economy and Regional Development" (ECOSUS 2022)'da sözlü olarak sunulan bildirinin genişletilmiş halidir.

## THE RELATION OF ECONOMIC COMPLEXITY AND ENVIRONMENTAL DEGRADATION: AN ECONOMETRIC ANALYSIS OF THE COUNTRIES OF THE ARCTIC COUNCIL

### Abstract

The causes of the disparities in economic development levels between nations have been examined in economic growth literature from Adam Smith to the present. While endogenous growth theories in the literature attempt to explain these disparities, the idea of economic complexity seeks to quantify them and contends that economic development would rise along with level of complexity. The growth-complexity and growth-environmental degradation relationships are combined in this work as a contribution to the relatively new field. The results of the empirical study conducted for the Arctic Council nation group demonstrate that the degree of economic complexity affects environmental deterioration. Therefore, as economic complexity rises, so do carbon emissions and environmental deterioration.

**Keywords:** Economic Complexity, Environmental Degradation, Carbon Emission.

### 1. Giriş

Ekonomik büyüme literatüründe teknolojik ilerlemenin iktisadi aktiviteyi verimlilik artışının yanı sıra yenilikler yoluyla da etkilediği savunulmaktadır. Ekonomik kompleksite ya da karmaşıklık kavramı teknolojik ilerleme ve yenilikçi süreçlerin içerisinde yer alan bilgi üretiminin ne kadarının yer aldığını göstermektedir. Ekonomik küreselleşmenin bir yönü de firmaların rekabet edilebilirliğini büyük oranda etkilemesidir. Bu etkinin bir sonucu olarak yenilikçi süreçler, ekonomik kompleksitenin artırılarak daha yüksek iktisadi büyüme, daha az çıktı dalgalanmaları, gelir dağılımı eşitsizliğinin giderilmesi, gelişmekte olan ülkelerde meydana gelen orta gelir tuzağından çıkılması vb. sosyo-ekonomik faydaları sağlamaktadır (Yalta ve Yalta, 2021:6)

Söz konusu bu ekonomik karmaşıklığın ölçülmesini sağlayan ve iktisadi aktivitenin niteliği ve niceliği üzerindeki pozitif etkilerini ortaya koyan literatürde ilk çalışma olarak Hidalgo ve Hausmann (2009) çalışması gösterilebilir. Bu çalışmada oluşturulan Ekonomik Karmaşıklık Endeksi (Economic Complexity Index, ECI) ülke ekonomilerinin ihracatına konu olan üretim süreçlerindeki uzmanlaşma ve üretken bilginin kullanılmasına bağlıdır. Bunun yanı sıra söz konusu üretilen mal ve hizmetlerin niceliği değil ürünlerin daha çok ülkeye ihraç edilmesine (de-localization) bağlı olduğu görülmektedir. Tüm bu unsurlar ile beraber büyüme literatüründe yer alan gelişmiş ve az gelişmiş ülkelerde büyümenin belirleyicilerinin teknolojik ilerlemenin içsel olarak belirlediği fikri, ekonomik karmaşıklık ile açıklanmıştır. Bir ülke ekonomisinin ekonomik karmaşıklık düzeyinin fazla olması üretim süreçlerindeki dinamiklerin

ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etki bırakmasına yol açmaktadır (Hidalgo ve Hausmann, 2009: 13-14).

Ekonomik kompleksite ile ekonomik büyüme arasındaki söz konusu yakın ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi çerçevesinde, ekonomide yer alan karmaşıklık düzeyinin çevresel bozulma üzerindeki etkilerinin de ne yönde olduğu sorusunu ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada ekonomik kompleksite ve çevresel bozulma ilişkisi Arktik Konseyi ülkeleri olarak bilinen ABD, Kanada, Rusya, Danimarka, İsveç, Norveç ve Finlandiya'nın oluşturduğu bu ülke grubu üzerinden araştırılmaya çalışılmıştır. Kuzey Kutbu'nda yaşayan dört milyondan fazla insan, Arktik Konseyi'nde yer alan 8 ülkenin vatandaşı konumundadır. 1996 yılında Ottawa Deklarasyonu ile beraber kurulan Arktik Konseyi, sekiz Arktik ülkesinin özellikle sürdürülebilir kalkınma ve çevresel kalitenin iyileştirilmesi konularında işbirliği yapabileceği uluslararası bir forumdur. Bu konseyin oluşturulmasında Kanada önemli rol oynamıştır (Murray, 2014). Arktik Konseyi, ortak öneme sahip konularda Kuzey Kutbu Devletleri, yerli topluluklar ve halklar arasında işbirliğini, koordinasyonu ve etkileşimi teşvik etmektedir. Kuzey Kutbunun artan jeopolitik önemi ve küresel iklim değişikliğinin de gündemde olmasıyla beraber Arktik Konseyi'nin ilgi odağı haline geldiği gözlemlenmektedir (Barry vd, 2020).

Dünyanın kutup bölgeleri, dünya iklimindeki herhangi bir değişikliğe, gezegenin diğer kısımlarına göre daha duyarlı olmaktadır. Devam eden küresel ısınma nedeniyle kutuplar alt enlemlere göre daha hızlı ısınmaktadır. Arktik deniz buzunun önemli ölçüde kaybı, küresel ısınma süreci içerisinde önemli bir dönüm noktasını temsil etmektedir. İklim değişikliğinin etkileri, Kuzey Kutbunda daha hızlı ve ciddi sonuçlarla kendisini göstermektedir (Choudhary vd, 2021). Arktik Konseyi ülkelerinin küresel ısınmanın ve dolayısıyla çevresel bozulmanın Arktik bölgesini önemli ölçüde etkilemesi çalışma kapsamında bu ülke grubunun ele alınmasında belirleyici unsur olmuştur.

Çalışmanın genel hatlarıyla yapısal kurgusunda öncelikle literatür taraması yer alırken, izleyen bölümde veri seti, değişkenler ve ekonometrik yöntem ifade edilmiştir. Sonraki bölümde çalışmanın ana temasını oluşturan ekonomik kompleksite düzeyinin kişi başına karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi gösteren ampirik bulgulara yer verilmiştir. Son bölümde literatür ve ampirik bulgular perspektifinde sonuç ve değerlendirme yapılmıştır.

## 2. Literatür Taraması

Al-Mulali ve Öztürk (2015) yapmış oldukları çalışmada MENA (Orta Doğu ve Kuzey Afrika) bölgesinde ekolojik ayak izi verisi kullanılarak çevresel bozulmaya neden olan değişkenleri incelemiştir. Bu amaçla söz konusu ülkelerin 1996-2012 dönemi verileri kullanılarak panel veri analizi yapılmıştır. Pedroni eşbütünleşme test sonuçlarına göre ekolojik ayak izi, enerji tüketimi, kentleşme, ticari açıklık, endüstriyel gelişme ve siyasi istikrarın eşbütünleşik olduğunu ortaya konmuştur. Buna ek olarak FMOLS (tamamen değiştirilmiş sıradan en küçük kare) sonuçlarına göre enerji tüketimi, kentleşme, ticari açıklık ve endüstriyel gelişme çevresel zararı artırmakta iken siyasi istikrarın ise uzun vadede çevresel zararı azalttığı sonucu elde edilmiştir.

Can ve Gozgor (2017) yaptıkları çalışma ile Fransa'nın 1964–2014 dönemi verilerini kullanarak enerji tüketimi ve ekonomik kompleksitenin CO2 emisyonları üzerindeki etkilerini de ele almıştır. Analizde ilk olarak, EKC hipotezinin Fransa'da geçerli olduğu görülmektedir. İkincisi, enerji tüketiminin CO2 emisyonları üzerindeki olumlu etkisi tespit edilmiştir. Üçüncüsü ise daha yüksek bir ekonomik kompleksitenin uzun vadede CO2 emisyonlarının seviyesini baskıladığı gözlemlenmiştir.

Lapatinas vd. (2019) yapmış oldukları çalışmada 2002-2012 yıllarına ait gelişmiş ve gelişmekte olan 88 ülkenin verilerini kullanarak ekonomik komplekste ve çevresel performans arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Ekonomik Komplekste Endeksi ve Çevresel Performans Endeksi verileri kullanılarak yapılan analizde çevresel performans (solunum hava kalitesi) ile ürün komplekste arasında güçlü bir ilişki olduğunu tespit edilmiştir. Daha karmaşık ürünler üreten ülkeler, gelişmiş çevresel performansla ve aynı zamanda daha düşük hava kalitesiyle (CO2 emisyonlarına daha fazla maruz kalma) ilişkilidir.

Neagu (2019) yaptığı çalışmasında Ekonomik Komplekste Endeksi (ECI) ile karbon emisyonları arasındaki bağlantıyı araştırmak için EKC modelini kullanmıştır. 1995-2017 dönemi için seçili 25 Avrupa Birliği (AB) ülkesi verileri kullanılarak panel veri analizi yapılmıştır. Ekonomik kompleksiteye bağlı olarak, başlangıçta ülkelerin ihrac ürünlerinin ekonomik kompleksitesinin artmasıyla çevre kirliliğini arttıran bir etki yaratması ve bir noktadan sonra ekonomik kompleksitenin artmasının çevre kirliliğini azalttığı sonucu elde edilmiştir. Böylece çalışma ile ekonomik kompleksite ile CO2 emisyon modeli ters U şeklinde bir eğri olduğu tespit edilmiştir.

Neagu ve Teodoru (2019) yaptıkları çalışmada enerji tüketim yapısı, sera gazı emisyonu ve Ekonomik Kompleksite Endeksi arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Çalışmada 1995-2019 yılları arasındaki Avrupa ülkelerinin verileri kullanılarak model oluşturulmuştur. Söz konusu ülkeler sahip oldukları yüksek ve düşük Ekonomik Kompleksite Endeksi verilerini göz önüne alınarak iki gruba ayrılmıştır. İlk grupta yüksek skora sahip 15 ülke yer alırken ikinci grupta da düşük skora sahip 10 ülke yer almıştır. İlk grup için uygulanan enerji politikalarının çevre kirliliğine yol açan nedenlerin hızlı bir şekilde azaldığı tespit edilirken ikinci grupta enerji tüketiminin mevcut yapısının çevre kirliliğine yol açtığı sonucu elde etmiştir. Bütün bunlara ek olarak yüksek Ekonomik Kompleksite değeri ile sera gazı emisyonu artışı arasında pozitif ilişki söz konusudur.

Coçkun (2019) yapmış olduğu çalışmada Ekonomik Kompleksite Endeksi (ECI) değerinin yüksekliğinin gelişmiş ülkelere doğru olacak şekilde değişmesini göz önüne alarak Türkiye'nin 1966-2014 yılları arasında sahip olduğu endeks değeri ile CO2 emisyonu arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Yapılan analizde ECI skoru ile CO2 emisyonu arasında Granger nedensellik ilişkisinin olmadığı, asimetric ilişkiler açısından incelendiğinde ise CO2 emisyonunda gerçekleşecek pozitif bir şok ECI skorundaki hem negatif hem de pozitif şokların nedeni olurken CO2 emisyonundaki negatif şokun ise ECI skorundaki pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgulara ek olarak ECI skorundaki pozitif bir şok CO2 emisyonundaki pozitif şoklara neden olmaktadır. Söz konusu bu bulgular doğrultusunda Türkiye için "kirli sığınak" hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Akiş ve Soyuyiğit (2020) yapmış oldukları çalışmada ASEAN'in kurucu ülkelerinin 1990-2014 yılları arasındaki verilerini kullanarak Ekonomik Kompleksite Endeksi (ECI) ve CO2 emisyonu arasındaki uzun dönem ilişkiyi analiz etmiştir. Söz konusu ilişki için eşbütünleşme analizi sonuçlarına göre Endonezya, Tayland ve Filipinler'de Ekonomik Kompleksite ile karbon emisyonu arasındaki ilişki negatiftir. Sonuç olarak uzun dönemde ismi geçen üç ülkenin ekonomik kompleksite düzeyinin artması CO2 emisyon düzeyini azalttığı bulgusu elde edilmiştir.

Doğan vd. (2020) çalışmalarında, daha karmaşık ve bilgiye dayalı üretime yönelik yapısal dönüşüm, ekonomik ilerleme, yenilenebilir enerji tüketimi ve nüfus artışı olarak anlaşılan ekonomik kompleksitenin karbon emisyonları üzerindeki etkisini analiz etmeye çalışmaktadır. 28 OECD ülkesinin 1990-2014 dönemini verileri kullanılarak panel veri analizi yapılmıştır. Kapsamlı ampirik analize (artırılmış ortalama grup tahmincisi, panel eşbütünleşme ve panel regresyon teknikleri) göre ekonomik kompleksitenin ve yenilenebilir enerjinin OECD

ülkelerindeki çevresel bozulma problemlerini hafifletmeye yardımcı olabileceği sonucu elde edilmiştir.

Şahin ve Durmuş (2020), yapmış oldukları çalışmada yeni sanayileşen ülkeler olan Çin, Brezilya, Meksika, Arjantin, Hindistan, Tayland, Malezya, Filipinler, Türkiye ve Güney Afrika'dan oluşan 10 ülkenin 1990-2017 dönemindeki verileri kullanarak ekonomik kompleksitenin ilişkili olduğu değişkenleri analiz etmiştir. Panel veri analizlerinde ekonomik kompleksite, sermaye yatırımları, finansal gelişme, yerli patent başvuruları ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmada Çin ve Meksika'da doğrudan yabancı sermaye yatırımlarından ekonomik kompleksite endeksine, Filipinler'de yerli patent başvurularından ekonomik kompleksite endeksine, Türkiye ve Meksika'da finansal gelişmeden ekonomik kompleksite endeksine doğru nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Sermaye yatırımlarından ekonomik kompleksiteye doğru herhangi bir nedensellik tespit edilememiştir.

Ali vd. (2021) yapmış oldukları çalışma ile beşeri sermaye, toplam faktör verimliliği, doğrudan yabancı yatırım ve ticari açıklık ile birlikte ekonomik kompleksitenin kulüp düzeyinde kişi başına CO2 emisyonlarının (PCO2E'ler) nasıl yakınsamasına yol açtığını seçili 42 ülkenin 1998-2019 dönemi verilerini kullanarak analiz etmiştir. Phillips ve Sul'un yeni kulüp yakınsama yaklaşımının uygulandığı çalışmada farklı geçiş yollarını ima eden üç kulübün varlığı tespit edilmiştir ve ekonomik kompleksitenin her kulüpteki PCO2E'leri nasıl etkilediğini incelemek için bu çalışmada bir panel veri modeli uygulanmaktadır. Analizde ekonomik kompleksite PCO2E'ler üzerindeki etkisinin üç kulüp için farklı olduğu bulunmuştur. Kulüp 1 ve 2 (yüksek ve orta PCO2E'ler) için pozitif ve anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Bu tespit ile ülkelerdeki ekonomik değişimlerin çevreyi bozulmaya yol açtığı anlamına gelmektedir. Kulüp 3 durumunda ise, çevresel kalitede bir iyileşmeye işaret eden olumsuz ve önemli bir ilişki tespit edilmiştir.

Leitão vd. (2021) yaptıkları çalışma ile ekonomik kompleksite, ülkelerin gelişimini, inovasyon ilişkilerini ve ürünlerin farklılaşmasını değerlendirmiştir. Çalışmada bu amaçla 1990-2015 döneminde BRICS Ülkeleri (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika) için panel verileri kullanarak Kuznets eğrisinin hipotezleri ile ekonomik kompleksite arasındaki bağlantıları incelenmiştir. Panel veri çalışması Tam Düzeltilmiş En Küçük Kareler yöntemi (FMOLS), panel dinamik en küçük kareler (DOLS), sabit etkiler (FE) ve Panel Niceliksel Regresyon olarak kabul edilerek analiz yapılmıştır. Ampirik sonuçlar, birim kök testi uygulanırken ekonomik karmaşıklık, kişi başına gelir, yenilenebilir enerji ve CO2

emisyollarının birinci farkla entegre edildiğini göstermiştir. Pedroni ve Kao eşbütünleşme testlerinin argümanları da kullanılmıştır. Bu sonuçlara göre, bu araştırmada kullanılan değişkenler uzun dönemde eşbütünleşiktir. Ayrıca kişi başına gelir ve kişi başına düşen gelirin karesi, CO2 emisyonları ile pozitif ve negatif olarak ilişkilidir. Ayrıca, ekonomik kompleksite ve yenilenebilir enerji, çevresel hasarı ve iklim değişikliğini iyileştirmeyi amaçlamaktadır.

Yalta ve Yalta (2021) yapmış oldukları çalışmada MENA Ülkeleri'nin (Orta Doğu ve Kuzey Afrika) 1970-2015 yılları arasında sahip olduğu veriler kullanılarak ekonomik kompleksite belirleyicilerini sistem GMM yaklaşımı ile analiz etmiştir. Analizde beşeri sermaye ile ekonomik kompleksitenin pozitif ilişkisi tespit edilirken doğal kaynak rantı ile ekonomik kompleksite negatif ilişki tespit edilmiştir. Söz konusu bu durumun varlığı MENA Ülkeleri için Hollanda Hastalığı geçerli olduğunu desteklemektedir. Bu sonuçlara ek olarak doğal kaynak rantlarının ekonomik kompleksite üzerindeki olası etkisinin beşeri sermaye düzeyine bağlı olduğunu bilgisi de elde edilmiştir.

Aluko vd. (2022) çalışmalarında ekonomik kompleksitenin çevresel bozulma üzerindeki etkilerini ekolojik ayak izi, CO2 emisyonları, N2O emisyonları ve sera gazı emisyonları gibi değişkenleri kullanarak ve gelire bağlı olarak incelemiştir. Çalışma ile aynı zamanda Ekonomik kompleksitenin çevre üzerindeki rolü ve sürdürülebilir kalkınma tartışması hakkındaki mevcut bilgileri arttırmayı da amaçlanmaktadır. 35 OECD ülkesinin 1998-2017 yılları arasındaki verileri kullanılarak analiz yapılmıştır. Analiz ile gelirin ekolojik ayak izi, CO2 emisyonları, N2O emisyonları ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için ekonomik kompleksiteyi kolaylaştırdığı sonucu elde edilmiştir. Daha düşük ekonomik kompleksite düzeyi daha düşük gelir seviyelerinde ekolojik ayak izi, CO2 emisyonları, N2O emisyonları ve sera gazı emisyonlarında bir artışa yol açtığı, ancak gelir arttıkça bunları kademeli olarak azalttığı bilgisi elde edilmiştir. Ayrıca Dağılımsal heterojenliği kontrol etmek için Momentler Metodu Nicel regresyonunu uygulayarak, ekonomik karmaşıklığın ekolojik ayak izi, CO2 emisyonları, N2O emisyonları ve sera gazı emisyonları üzerindeki azaltıcı etkisinin gelir yoluyla sağlandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çağlar vd., (2022) yapmış oldukları çalışmalarında 1990-2018 yılları arasında BRICS ülkelerinin verilerini kullanarak ikinci nesil panel veri analizi yapmıştır. Amaç dünya çapında enerjiye ortaklık yatırımları ve ekonomik kompleksite göz önüne alındığında, bir karbon geliri çerçevesinde ana hatlarıyla belirtilen değişkenler arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Analiz sonucunda ticari açıklık ve ekonomik kompleksitedeki olumlu değişikliklerin çevresel kaliteyi

teşvik ettiği buna rağmen ekonomik büyüme, doğal kaynaklar ve kamu-özel ortaklığı çevresel bozulmaya katkıda bulunduğu bulgusu elde edilmiştir.

### 3. Veri Seti ve Yöntem

7 ülkeye ait 2000-2018 dönemini kapsayan verilerin kullanıldığı çalışmada dengeli panel veri analizi ile yıllık veriler kullanılmıştır. 8 üyesi olan Arktik Konseyi'nde İzlanda'ya ilişkin ekonomik kompleksite endeksi verileri mevcut olmadığından çalışmaya İzlanda dahil edilememiştir.

Çalışma kapsamında bağımlı değişken ve çevresel bozulma göstergesi olarak karbondioksit emisyonu (kişi başına düşen metrik ton) kullanılmıştır. Bu değişkene dair verilere Dünya Bankası veri tabanından ulaşılmıştır. Bağımsız değişken olarak ise Ekonomik Kompleksite Endeksi kullanılmıştır. Ekonomik kompleksite endeksi verileri ise Harvard Growth Lab veri tabanından elde edilmiştir. Çalışmaya ayrıca ekonomik büyüme, doğal kaynak rantı, nüfus artış hızı ve kentleşme oranı gibi kontrol değişkenleri eklenmiş olup tüm bu değişkenlere dair verilere de Dünya Bankası veritabanından ulaşılmıştır. Tablo 1'de çalışmada bulunan değişkenlere ait kısa tanımlamalar yer almaktadır.

**Tablo 1.** Değişkenlere Dair Bilgiler

Değişken	Değişkenin Kısaltması
Ekonomik Kompleksite Endeksi	ECI
Ekonomik Büyüme	GDP
Doğal Kaynak Rantı	NRR
Nüfus Artış Hızı	POP
Kentleşme Oranı	UR
Karbondioksit Emisyonu	CO2

Çalışma kapsamında oluşturulan temel hipotez aşağıdaki gibidir:

$H_0 =$  Ekonomik Kompleksite düzeyinin karbondioksit emisyonu üzerinde etkisi yoktur.

$H_1 =$  Ekonomik Kompleksite düzeyinin karbondioksit emisyonu üzerinde etkisi vardır.

Temel hipotez ifade edildikten sonra temel hipotezin test edildiği ekonometrik model aşağıdaki denklemde yer almaktadır:

$$CO2_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 ECI_{it} + \alpha_2 GDP_{it} + \alpha_3 NRR_{it} + \alpha_4 POP_{it} + \alpha_5 UR_{it} + \alpha_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

Burada  $ECI_{it}$ , Ekonomik Kompleksite Endeksi'ni,  $GDP_{it}$ , ekonomik büyümeyi,  $NRR_{it}$ , doğal kaynak rantını,  $POP_{it}$ , nüfus artış hızını,  $UR_{it}$ , kentleşme oranını,  $CO2_{it}$  karbondioksit



emiyonunu,  $\alpha_0$  sabit parametreyi,  $i$ , ülkeleri,  $t$  ise yıllık frekansta zamanı  $\alpha_i$  birim etkiyi,  $\lambda t$  zaman etkisini ve  $\epsilon_{it}$  ise hata terimini belirtmektedir.

Çalışma kapsamında dengeli panel veri analizi uygulanmıştır. Verilerin analizinde ise Stata 14 paket programından faydalanılmıştır. Çalışmada bir sonraki bölümde ilk olarak tanımlayıcı istatistiklere yer verilecek, sonrasında ise spesifikasyon testlerine dair bulgular neticesinde uygun dirençli tahminci ile modelin tahmini gerçekleştirilecektir.

#### 4. Ekonometrik Analiz

Modelde yer alan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiklere Tablo 2’de yer verilmiştir. Değişkenlere ait ortalama değerler, minimum değerler, maksimum değerler, gözlem sayısı ve standart sapmalar Tablo 2 aracılığıyla görülmektedir.

**Tablo 2.** Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Gözlem Sayısı	Ortalama	Standart	Minimum	Maksimum
ECI	133	1.165564	0.6180779	-0.13	2.14
GDP	133	2.255737	2.577602	-8.074448	10.00007
NRR	133	4.397822	5.68907	0.2347619	22.02101
POP	133	0.6023127	0.4283586	-0.4600243	1.412456
UR	133	81.36997	4.180081	73.341	87.874
CO2	133	10.87747	4.440764	3.538009	20.47193

Tablo 3’de ise model tahmin edilmeden önce yapılması gereken spesifikasyon testlerine (klasik modelin geçerliliğinin test edilmesi, Hausman testi, değişen varyans testi, otokorelasyon testi ve birimler arası korelasyon testi) dair bulgular görülmektedir.

**Tablo 3.** Spesifikasyon Testlerine Dair Bulgular

<b>F Testi (Birim Etkinin Varlığının Sınanması)</b>	
F İstatistiği	172.95
Olasılık değeri	0.0000
<b>F Testi (Zaman Etkisinin Varlığının Sınanması)</b>	
F İstatistiği	1.29
Olasılık değeri	0.2112
<b>Hausman Testi</b>	
Ki kare İstatistiği	12.14
Olasılık değeri	0.0329
<b>Değiştirilmiş Wald Testi</b>	
Ki kare İstatistiği	1029.02
Olasılık değeri	0.0000
<b>Bhargava, Franzini ve Narendranathan’ın Durbin Watson Testi ve Baltagi-Wu Yerel En İyi Değişmez Testi</b>	
Bhargava, Franzini ve Narendranathan’ın Durbin Watson Test İstatistiği Değeri	0.55586954

Baltagi-Wu Test İstatistiği Değeri	0.76485778
<b>Breusch Pagan LM Testi</b>	
Ki kare İstatistiği	64.254
Olasılık Değeri	0.0000

Modelde ilk olarak klasik modelin varlığı F testi ile araştırılmıştır. Tablo 3 aracılığıyla ulaşılan bulgular incelendiğinde birim etkinin olduğu ancak zaman etkisinin olmadığı görülmektedir. Çalışma kapsamında sabit etkiler ve tesadüfi etkiler modelleri arasında tercih yapmak amacıyla Hausman etkinlik testi uygulanmıştır. Ulaşılan olasılık değeri, sabit etkiler modelinin etkin olduğunu işaret etmektedir. Bu nedenle tek yönlü (birim etkili) sabit etkiler modelinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Modelin tahmininden önce değişen varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon sınamalarının gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir. Modelde değişen varyansın test edilmesi için Değiştirilmiş Wald testi uygulanmıştır. Yapılan bu test sonucunda modelde değişen varyans bulgusuna rastlandığı görülmektedir. Otokorelasyonun test edilmesi amacıyla ise Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin Watson Testi ve Baltagi-Wu Yerel En İyi Değişmez Testi uygulanmıştır. Her iki testin istatistik değerinin 2'nin oldukça altında olduğu görülmektedir. Bu da model kapsamında otokorelasyon sorunu olduğuna işaret etmektedir. Son olarak birimler arası korelasyonu test etmek amacıyla Breusch Pagan LM testine başvurulmuştur. Bu testin olasılık değeri, birimler arası korelasyonun varlığını ifade etmektedir.

Spesifikasyon testleri yapıldıktan sonraki aşama modelin uygun dirençli tahminciyle beraber tahmin edilmesidir. Çalışma kapsamında yapılan spesifikasyon testleri sonrasında sabit etkiler modelinin geçerli olduğu ve değişen varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon bulgularına rastlandığı görülmektedir. Sabit etkiler modelleri için uygulanabilen ve değişen varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon altında dirençli standart hatalar üreten Driscoll-Kraay tahmincisi ile model tahmini tablo 4'te yer almaktadır.

**Tablo 4.** Driscoll-Kraay Dirençli Tahminci

Bağımsız Değişkenler	Katsayı	Driscoll/Kraay	Olasılık Değeri
ECI	1.546046	0.6202054	0.023**
POP	1.719695	0.5904919	0.009***
NRR	-0.1490871	0.0425076	0.003***
UR	-0.861497	0.1039157	0.000***
GDP	0.0677662	0.0369048	0.083*
R <sup>2</sup> = 0.5689			
Jarque Bera Testi Ki- Kare Olasılık Değeri= 0.3619			
***: %1 Anlamlılık Düzeyi			

---

\*\* : %5 Anlamlılık Düzeyi

---

\* : %10 Anlamlılık Düzeyi

---

Tablo 4’de Driscoll-Kraay dirençli tahmincisiyle elde edilen bulgulardan önce modelin bağımlı değişkeni açıklama gücünü gösteren R2 değerine bakıldığında bu değer 0.5689 olduğu görülmektedir. Yine Jarque Bera testinin ki-kare olasılık değerinin 0.3619 olduğu gözlemlenmektedir. Modelde hata teriminin normal dağıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

ECI değişkeni ile CO2 değişkeni arasındaki ilişki analiz edildiğinde değişkenler arasındaki ilişkinin yönünün pozitif olduğu görülmektedir. Arktik Konseyi ülkelerinde ekonomik kompleksite düzeyi arttıkça çevresel bozulma artmaktadır. Elde edilen sonuç aynı zamanda istatistiksel olarak %5 önem düzeyinde anlamlıdır.

POP değişkeninin CO2 üzerine etkisi incelendiğinde POP değişkenindeki artışların CO2 değişkeninde artışa yol açtığı bulgusuna ulaşılmıştır. Nüfus artış hızı arttıkça karbondioksit emisyonları artmaktadır. Ulaşılan bu bulgular aynı zamanda istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde anlamlıdır.

Doğal kaynak rantının karbondioksit emisyonu üzerine etkisi analiz edildiğinde iki değişken arasında negatif yönlü ilişkinin varlığına rastlanmıştır. Doğal kaynak rantı arttıkça karbondioksit emisyonu azalmaktadır. Bu bulgu istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde anlamlılığı işaret etmektedir.

UR değişkeni ile CO2 değişkeni arasındaki ilişki irdelendiğinde değişkenler arasında negatif yönlü bir ilişkinin tespit edildiği görülmektedir. Arktik Konseyi ülkelerinde kentleşme düzeyi arttıkça karbondioksit emisyonları azalmaktadır. Elde edilen bu sonuç istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde anlamlıdır.

Ekonomik büyümenin karbondioksit emisyonu üzerine etkisi analiz edildiğinde Arktik Konseyi ülkelerinde ekonomik büyüme arttıkça karbondioksit emisyonunun artacağı bulgusu elde edilmiştir. Ulaşılan bu bulgunun istatistiksel olarak ancak %10 önem düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

## 5. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Çevresel bozulma süreci, Sanayi Devrimi’nden bu yana fosil yakıt kullanımının çok ciddi bir biçimde artmasıyla beraber hız kazanmıştır. Ülkelerin daha yüksek ekonomik büyüme düzeyine ulaşmak için daha çok enerji kullanımları, çevresel sürdürülebilirliğin ciddi bir şekilde tehlike altına girmesine yol açmıştır. Bugün karşılaşılan küresel ısınma ve iklim değişikliği probleminin temelinde de karbondioksit emisyonlarının çok ciddi düzeylere ulaşması ve

böylelikle bu karbondioksit emisyonlarının çevresel sürdürülebilirliği tehdit etmesi yatmaktadır. Küresel çevre kalitesindeki düşüşün, içerisinde bulunan çağın Antroposen Çağı olarak tanımlanmasına da yol açmaktadır.

Üretken bilginin üretim aşamasına katılımını ifade eden ekonomik kompleksite kavramı da son yıllarda sıklıkla araştırma konusu olmaktadır. Ekonomik kompleksite aynı zamanda üretilen mal ve hizmet çeşitliliğini de ifade etmekte olup ülkelerin üretim yapısı ve kalitesi hakkında da bilgi vermektedir. Teknolojik gelişmişlik düzeyi yüksek, beşeri sermaye yönünden donanımlı veya doğal kaynak yönünden zengin olan ülkelerin ekonomik kompleksite düzeyi yüksek olabilmektedir. Ekonomik kompleksite düzeyi yüksek olan ülkeler, ticaret becerisi kapsamında rekabet edebilir konumdadırlar.

Ekonomik kompleksitenin çevresel bozulma üzerine etkisi literatürde çok fazla araştırılmayan konulardan birisidir. Bu yönünün dışında ekonomik kompleksitenin çevresel bozulma üzerine etkilerinin de çeşitli olduğu görülmektedir. Ekonomik kompleksite çevre kalitesini iyileştirebildiği gibi çevresel kalitenin daha da kötüleşmesine de yol açabilmektedir. Yüksek ekonomik kompleksite düzeyine ulaşmak için düşük verimli tarım sektöründen daha yüksek verimli sektörlerle ve daha kompleksite düzeyi yüksek ürünlerin üretimine geçiş gerekmektedir. Bu değişim de çevresel bozulma sürecine katkıda bulunan enerji kaynaklarının tüketimini gerektirmektedir. Bu yönüyle ekonomik kompleksite, karbondioksit emisyonlarının artmasına yol açabilmektedir. Öte yandan ekonomik kompleksite, ekonomideki yapısal dönüşümlerle ilgilidir ve üretim sürecine katılan üretken bilgiyi ve becerileri yansıtır. Bu nedenle ekonomik kompleksite düzeyi daha yüksek olan ülkeler, çevresel kaliteyi iyileştirmeye yönelik teknolojik çözümler geliştirmek için daha iyi koşullar sunabilmektedir ( Mealy & Teytelboym, 2020).

Bu çalışmada Arktik Konseyi ülkelerinde ekonomik kompleksitenin çevresel bozulma üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Belirtilen bu amaç çerçevesinde 7 Arktik Konseyi ülkesi için 2000-2018 dönemini kapsayan verilerin kullanıldığı çalışmada panel regresyon analizi yapılmıştır. Bağımlı değişken olarak karbondioksit emisyonu, bağımsız değişken olarak ise Ekonomik Kompleksite Endeksi kullanılmıştır. Ayrıca çalışmaya ekonomik büyüme, doğal kaynak rantı, nüfus artış hızı ve kentleşme oranı gibi kontrol değişkenleri ilave edilmiştir.

Ulaşılan bulgular analiz edildiğinde Arktik Konseyi ülkelerinde ekonomik kompleksitenin karbondioksit emisyonunu artırdığı görülmektedir. Elde edilen bu bulgu, aynı zamanda istatistiksel olarak %5 önem düzeyinde anlamlıdır. ECI ve CO2 değişkenleri arasında pozitif yönlü bir ilişkinin varlığına rastlanmıştır. Elde edilen bu sonuç literatürdeki benzer

çalışmalarda ulaşılan sonuçların bir kısmıyla uyum içerisindedir (Neagu ve Teodoru, 2019; Yilancı ve Pata, 2020; Martins vd, 2021; Majeed vd, 2022). Kontrol değişkenlerinden ise doğal kaynak rantının ve kentleşme oranının çevresel bozulma ile negatif yönlü ilişki içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Ve ulaşılan iki bulgu da istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde anlamlıdır. Yine Arktik Konseyi ülkelerinde nüfus artış hızının çevresel bozulmayı artırdığı tespit edilmiş olup elde edilen sonuç istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde anlamlıdır. Ekonomik büyüme ile karbondioksit emisyonu değişkenlerinin de pozitif yönlü ilişki içerisinde olduğu tespit edilmiş olup ulaşılan bulgu istatistiksel olarak yalnızca %10 önem düzeyinde anlamlılığı işaret etmektedir.

Elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak çevresel sürdürülebilirliği göz önünde bulunduran üretim anlayışının benimsenmesinin Arktik Konseyi ülkelerinde çevresel bozulmayı azaltabileceği ifade edilebilir. Üretilen kompleksite düzeyi yüksek ürünlerin çevresel kirliliğe yol açanlarının üretimi kısıtlanarak bu ülkelerde çevre kalitesinin iyileştirilebileceği belirtilebilir. Yeşil inovasyonların tercih edilerek üretken bilginin çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayacak biçimde üretime katılması gerçekleştirilebilir. Yine yenilenebilir enerji teknolojilerinin Arktik Konseyi ülkeleri tarafından daha çok benimsenmesinin Arktik bölgesinin çevresel sürdürülebilirliği için daha faydalı olacağı muhakkaktır. Arktik Konseyi ülkeleri, daha düşük çevre kirliliğine yol açacak ürünlerin üretimine yönelik uzmanlaşma stratejileri izlemeli ve böylelikle Arktik Bölgesi'nin küresel ısınma ve iklim değişikliği sürecinden minimum hasarla ayrılmasına yönelik çabalar ortaya konulmalıdır.

### **Araştırmanın etik yönü**

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Bu araştırmanın etik kurul izni gerektirmeyen araştırmalardan olduğunu beyan ederim.

### **Çıkar çatışması beyanı**

Bu çalışmada, sonuçları veya yorumları etkileyebilecek herhangi bir maddi veya diğer asli çıkar çatışması olmadığını beyan ederim.

### **Yazar katkı oranı**

Çalışmanın tüm aşamaları yazar tarafından tasarlanmış ve eşit katkı oranında hazırlanmıştır.

### Kaynakça

- Akiş, E. ve Soyyiğit, S. (2021). Ekonomik Karmaşıklık Düzeyi Ve Co2 Emisyonu Arasındaki İlişkinin Analizi: Asean Ülkeleri Örneği. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 18(38): 865-885.
- Ali, J., Akram, V. and Burhan, M. (2021). Does Economic Complexity Lead To Global Carbon Emissions Convergence? *Environmental Science and Pollution Research*, 29: 45646-45655.
- Al-Mulali, U. and Ozturk, I. (2015). The Effect of Energy Consumption, Urbanization, Trade Openness, Industrial Output and the Political Stability on the Environmental Degradation in The MENA (Middle East And North African) Region. *Energy*, 84: 382-389.
- Aluko, O., A., Opoku, E., E., O. and Acheampong, A., O. (2022). Economic Complexity And Environmental Degradation: Evidence From OECD Countries, *BusinessStrategy and the Environvent*, 1-22.
- Barry, T., Daviðsdóttir, B., Einarsson, N. & Young, O. R. (2020). The Arctic Council: an agent of change?, *Global Environmental Change*, Volume 63, 102099, ISSN 0959-3780, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102099>.
- Cağlar, A., E., Zafar, M., W., Bekun, F., V. and Mert, M. (2022). Determinants of CO2 Emissions in The BRICS Economies: The Role of Partnerships Investment in Energy And Economic Complexity. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 51: 1-8.
- Can, M. and Gozgor, G. (2017). The Impact of Economic Complexity on Carbon Emissions: Evidence from France. *Research Article*, 24:16364–16370.
- Choudhary, S., Saalim, S. M. & Khare, N. (2021). Climate change over the Arctic: impacts and assessment, In: *Understanding Present and Past Arctic Environments*, Editor: Neloj Khare, Pages 1-14, ISBN 9780128228692, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822869-2.00011-6>.
- Coşkun, N. (2019). Ekonomik Kompleksite Endeksi ve CO2 Emisyonu Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Kirlilik Sığınağı Hipotezinin Türkiye için Sınanması, *Ekolojik İktisat içinde Ed. Gülçin Güreşçi*, 31-44, Bursa: Ekin Yayınevi
- Doğan, B., Driha, O., M., Lorente, D., B. and Shahzad, U. (2020). The Mitigating Effects of Economic Complexity and Renewable Energy on Carbon Emissions in Developed Countries. *Sustainable Development*, 29: 1-12.

- Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106(26), 10570-10575.
- Lapatinas, A., Garas, A., Boleti, E., and Kyriakou, A. (2019). Economic Complexity and Environmental Performance: Evidence from a World Sample. *MPRA, Paper: 92833*, 1-46.
- Leitão, N., C., Balsalobre-Lorente, D. and Cantos-Canto, J., M. (2021). The Impact of Renewable Energy and Economic Complexity on Carbon Emissions in BRICS Countries under the EKC Scheme. *Energies*, 14: 1-15.
- Majeed, M.T., Mazhar, M., Samreen, I. & Tauqir, A. (2022). Economic complexities and environmental degradation: evidence from OECD countries. *Environ Dev Sustain* 24, 5846–5866 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01687-4>
- Martins, J. M., Adebayo, T. S., Mata, M. N., Oladipupo, S. D., Adeshola, İ., Ahmed, Z., & Correia, A. B. (2021). Modeling the relationship between economic complexity and environmental degradation: Evidence from top seven economic complexity countries. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 1-12. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.744781>
- Mealy, P., & Teytelboym, A. (2020). Economic complexity and the green economy. *Research Policy* , 103948.
- Murray, K. (2014). The Arctic Council: a Brief History, its Partnership with Indigenous Groups of the Arctic, and its Role in Uncovering and Addressing Health Issues in the Far North, *Journal of the Canadian Health Libraries Association*, 35(01): 27-31.
- Neagu, O. (2019). The Link Between Economic Complexity and Carbon Emissions in the European Union Countries: A Model Based on the Environmental Kuznets Curve (EKC) Approach. *Sustainability* 11: 1-27.
- Neagu, O., & Teodoru, M. C. (2019). The relationship between economic complexity, energy consumption structure and greenhouse gas emission: Heterogeneous panel evidence from the EU countries. *Sustainability*, 11(2), 497
- Neagu, O., ve Teodoru, M. C. (2019). The Relationship Between Economic Complexity, Energy Consumption Structure and Greenhouse Gas Emission: Heterogeneous Panel Evidence From the EU Countries. *Sustainability*, 11(2), 1-29.
- Şahin, D. ve Durmuş, S. (2020). Yeni Sanayileşen Ülkelerde Ekonomik Kompleksite Düzeyinin Belirleyicileri. *ODÜ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 10(2): 334-351.

Yalta, A., Y. and Yalta, T. (2021). Determinants of Economic Complexity in MENA Countries. *Journal of Emerging Economies and Policy*, 6(1): 5-16.