

-ARAŞTIRMA MAKALESİ-

EKONOMİK KARMAŞIKLIK DÜZEYİ VE CO₂ EMİSYONU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ANALİZİ: ASEAN ÜLKELERİ ÖRNEĞİ

Elife AKIŞ¹ & Semanur SOYYIĞIT²

Öz

İkili yapının hakim olduğu gelişen ülkeler geleneksel kesimden (tarım) modern kesime (sanayi) geçiş yaparken, üretimleri de düşük katma değerli ve bilgi içeriği düşük mallardan, yüksek katma değerli mallara doğru bir geçiş sergilemektedir. Yapısal dönüşüm olarak adlandırılan bu geçiş sürecinde, üretim niteliği değişim gösterirken, ülkelerin enerji ihtiyaçları ve enerji tüketimleri de artmaktadır. Bu durum, özellikle küresel ısınma sebebiyle çevresel duyarlılığın daha da arttığı günümüzde, gelişen ülkelerin yapısal dönüşümü çevresel kötüleşme pahasına mı gerçekleştirdiği sorularını akla getirmektedir. Bu amaçla bu çalışmada, Dünya Bankası raporunda da belirtildiği gibi, 1965'ten itibaren önemli bir büyüme performansı sergilemeye başlayan ve küresel değer zincirinde önemli birer ülke konumuna gelen ASEAN'ın kurucu ülkelerinde, yapısal dönüşüm ve CO₂ emisyonu arasındaki uzun dönem ilişkisi incelenmektedir. Ekonomik karmaşıklık indeksi, son dönemlerde yapısal dönüşümü temsil eden bir değişken olarak kullanılmaktadır. Söz konusu ülkeler için 1990-2014 dönemi kapsamında ekonomik karmaşıklık indeksi ve CO₂ emisyonu arasındaki eşbütünleşme analizi sonuçları, ekonomik karmaşıklık indeksinin uzun dönemde Tayland, Filipinler ve Endonezya'da CO₂ emisyonu üzerinde negatif etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Bir diğer ifadeyle, uzun dönemde adı geçen ülkelerin ekonomik karmaşıklık düzeyi arttıkça, CO₂ emisyonları azalmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik Karmaşıklık İndeksi, Üretim ve İhracatın Sofistikasyonu, CO₂ Emisyonu, Eşbütünleşme Analizi.

JEL Kodları: O11, Q43, C13.

Başvuru: 12.02.2020

Kabul: 14.05.2020

EXAMINATION OF RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC COMPLEXITY LEVEL AND CO₂ EMISSION: THE CASE OF ASEAN COUNTRIES

Abstract

While developing countries, which have dual structure in economic meaning, switch from traditional sector (agriculture) to modern sector (industry), their production

1- Dr. Öğretim Üyesi, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, İstanbul – Türkiye, elifakis@istanbul.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5443-4045

2- Doç. Dr., Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, Erzincan – Türkiye, semanur.soyyigit@erzincan.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5679-6875

also exhibit a transition from goods with low value-added and low knowledge content to goods with high value-added. Within this process, which is also called structural transformation, energy needs and energy consumption of countries also increase in parallel with change of characteristics of production. In today's World where environmental sensitivity has increased due to global warming, this case bring to mind the question that whether developing countries realizes this structural transformation at the cost of environmental degradation. Therefore, the present study examines long-term relationship between structural transformation and CO₂ emission in founder countries of ASEAN which are stated in the World Bank Report as countries that exhibiting significant growth performance and constituting critical part in global value chain. Economic complexity index has started to be used as an indicator representing structural transformation. The results of cointegration analysis between economic complexity index and CO₂ emission for the countries in question within the 1990-2014 period revealed that economic complexity level has negative effect on CO₂ emission in Thailand, Phillipines and Indonesia in the long-run. In other words, CO₂ emission will decrease while economic complexity levels of these countries increases.

Keywords: *Economic Complexity Index, Sophistication of Production and Export, CO₂ Emission, Cointegration Analysis.*

JEL Codes: *O11, Q43, C13.*

Bu çalışma Araştırma ve Yayın Etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

1. GİRİŞ

Gelişen ülkeler, gelişme süreçlerinde bir yapısal dönüşüm gerçekleştirmektedirler. Gelişmiş ülkeler ile kıyaslandığında ikili bir yapının hâkim olduğu bu ülkelerde, geleneksel olan tarım sektörü ile modern olan sanayi sektörü aynı anda faaliyet göstermektedir. Bu ikisi arasındaki geçiş de yapısal dönüşüm denilen oluşumu sağlamaktadır. Özetle yapısal dönüşüm, toplam üretim, talep, istihdam, ihracat-ithalat gibi birtakım makroekonomik değişkenlerin bileşiminde geleneksel kesimin payı azalırken, bunun yerini modern kesimin alması durumu olarak ifade edilmektedir (Berber, 2011: 292). Öte taraftan, gelişen ülkelerdeki bu yapısal dönüşüm ve sanayileşme süreci, enerji tüketimindeki ve karbon emisyonundaki artışı da beraberinde getirmektedir (Lapatinas vd., 2019: 2). Çevresel hassasiyetin oldukça yükseldiği günümüzde, ekonomik gelişme ve yapısal dönüşüm sürecinin çevresel bozulma pahasına mı sağlandığı da sıkça gündeme gelen tartışma konularından biri olmuştur. Bu konuda yapılan çeşitli ampirik çalışmalar mevcuttur.

Yapısal dönüşüm, son dönemlerde ekonomik karmaşıklık düzeyi ile ilişkilendirilen bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir ekonomide gerçekleştirilen üretimin bilgi içeriğinin artması ile ekonomik karmaşıklık düzeyinin de artacağı düşünüldüğünde, bir ülkenin geçirdiği yapısal dönüşümün ekonomik karmaşıklık düzeyinin artması anlamına geldiği ifade edilebilir. Ekonomik karmaşıklık düzeyinin artmasının önemi, ülkelerin kişi başına düşen gelir düzeyleri ile yakın ilişkili olmasından ve gelecek dönem gelişmeyi belirleyen önemli bir faktör olarak ortaya konulmasından ileri gelmektedir (Hidalgo and Hausmann, 2009: 10575). Peki, acaba ülkelerin ekonomik karmaşıklık düzeylerindeki artışın çevreyle etkileşimi nasıl olmaktadır? Bu soruya yanıt aramak, çalışmanın temel motivasyonudur.

Bu amaçla çalışmada, son yıllarda küresel değer zincirinin önemli üretim merkezleri

haline gelen ASEAN-5 ülkelerinde, ekonomik karmaşıklık düzeyi ile karbon emisyonu arasındaki ilişki incelenmektedir. Çalışmanın ilk kısmında, ekonomik karmaşıklık kavramının kuramsal çerçevesi açıklanmakta ve literatürde yer alan çalışmalar özetlenmekte, ikinci kısmında kullanılan veri, ülkelerin ekonomik görünümleri ve izlenen metodoloji açıklanmakta, üçüncü kısmında araştırma bulguları sunulmakta, dördüncü kısmında ise araştırmaya ilişkin sonuç ve değerlendirmeye yer verilmektedir.

1.1. Ekonomik Karmaşıklık Kavramı

Ekonomik karmaşıklık kavramı, Hausmann vd.'nin (2011) 'Ekonomik Karmaşıklık Atlası (The Atlas of Economic Complexity)' çalışmasıyla detaylı biçimde ortaya konulmuş, sonrasında da iktisat literatüründe sıklıkla kullanılmaya başlamıştır. Hausmann vd. (2011), A. Smith'in, işbölümünün ulusların zenginliğinin sırrı olduğu fikrinden hareketle; bu fikrin daha modern bir yorumuyla işbölümünün, hiç kimsenin bireysel olarak sahip olamayacağı büyüklükte bilgiye erişme fırsatı sunduğunu ifade etmişlerdir. Zira bir toplumdaki bilgi düzeyi, sadece bireylerin sahip oldukları bireysel bilgilerin toplamından ibaret değildir. Bireyden bireye çeşitlilik gösteren bilgileri karmaşık etkileşim ağları aracılığı ile harmanlayıp kullanabilme yetisi, bir toplumun sahip olduğu bilgiyi daha etkin hale getirmektedir. Bilgiyi açık bilgi ve örtük bilgi olarak ayırma tabi tutan Hausmann vd., örtük bilgilerin toplamını yetenekler (capabilities) olarak adlandırmaktadırlar (Hausmann vd., 2011:16). Bu bağlamda, bir ekonominin karmaşıklık düzeyi o toplumun içinde barındırdığı faydalı (örtük) bilgilerin çeşitliliği ile doğru orantılıdır. Bu durumda, bir ekonominin karmaşıklık düzeyi, o ekonomide sahip olunan bilgilerin ne kadar iyi birleştirildiği ile belirlenirken, elde edilen sonuç ise ülkede gerçekleştirilen üretiminin kompozisyonu ile anlaşılmaktadır (Hausmann vd., 2011: 18).

Hausmann vd. (2011: 23, 25), söz konusu ekonomik karmaşıklık düzeyini ölçmek amacıyla bir indeks geliştirmişler, bu endeksin hesaplanmasında uluslararası ticaret verilerini kullanmışlardır. 'Bir ülke ne üretirse onu ihraç eder' düşüncesinden hareketle yazarların vardığı nokta, bir ülkenin ekonomik karmaşıklık düzeyinin o ülkenin ihraç ettiği ürünlerin karmaşıklık düzeyi ile bağlantılı olduğudur. Dolayısıyla, ülkeler sofistike (karmaşık) ürünleri kapsayan endüstrilerdeki rekabetçiliklerini arttırmak yolu ile ekonomik karmaşıklık düzeylerini arttırabilirler. Hidalgo (2009) bu durumu, ülkelerin *ne kadar* ürettikleri ve ihraç ettiklerinden çok, *ne* üretip ihraç ettiklerinin önem kazandığı şeklinde ifade etmiştir. Dolayısıyla, üretim ve ihracatın niceliğinden ziyade, niteliği önemlidir. Zira her ürünün sofistikasyon derecesi aynı değildir ve ülkelerin uzun dönemdeki gelir düzeylerini belirleyecek olan şey ticaret hacimlerinin büyüklüğünden ziyade sofistikasyon ölçüsü olacaktır (Hidalgo, 2009: 3).

Hausmann vd. (2011: 24), elemanları, c ülkesi p ürününü üretiyorsa 1, üretmiyorsa 0 değeri alan bir matrisi oluşturmuşlardır. Bu matrisin satırlarının ve sütunlarının toplamaları ile sırayla 'çeşitlilik (diversity)' ve 'yaygınlık (ubiquity)' değerleri hesaplanabilmektedir:

$$\text{Çeşitlilik: } k_{c,0} = \sum_p M_{cp} \quad (1)$$

$$\text{Yaygınlık: } k_{p,0} = \sum_c M_{cp} \quad (2)$$

Daha sonra Hausmann vd., bir ülkede mevcut olan ve bir ürünün üretilmesi için gerek duyulan yeteneklere ilişkin daha doğru sonuçlar elde etmek için, çeşitlilik ve yaygınlık ölçümlerinin taşıdıkları bilgilerin karşılıklı olarak kullanıldığı yeni ölçümler elde etmişlerdir. Bu ölçüm, ülkeler açısından değerlendirildiğinde, ülkenin ihraç ettiği ürünlerin ortalama yaygınlığını ve bu ürünleri üreten ülkelerin ortalama çeşitliliğini hesaplamak anlamına gelmektedir. Ürün açısından değerlendirildiğinde ise bu ürünleri üreten ülkelerin ortalama çeşitliliğini ve bu ülkelerin ürettiği diğer ürünlerin ortalama yaygınlığını hesaplamayı gerektirmektedir. Bu ifade, Eşitlik (3) ve Eşitlik (4) ile aşağıdaki gibi gösterilmektedir (Hausmann vd., 2011: 24):

$$k_{c,N} = \frac{1}{k_{c,0}} \sum_p M_{cp} \cdot k_{p,N-1} \quad (3)$$

$$k_{p,N} = \frac{1}{k_{p,0}} \sum_c M_{cp} \cdot k_{c,N-1} \quad (4)$$

Eşitlik (4), Eşitlik (3)'ün içine yerleştirildiğinde, Eşitlik (5) elde edilmektedir:

$$k_{c,N} = \sum_{c'} k_{c',N-2} \sum \frac{M_{cp} M_{c'p}}{k_{c,0} k_{p,0}} \quad (5)$$

Eşitlik (5)'te, $\tilde{M}_{cc} = \sum_p \frac{M_{cp} M_{c'p}}{k_{c,0} k_{p,0}}$ kabul edildiğinde, $k_{c,N}$ ifadesi Eşitlik (6)'daki şekle dönüşmektedir:

$$k_{c,N} = \sum_{c'} \tilde{M}_{cc'} k_{c',N-2} \quad (6)$$

Eşitlik (6), $k_{c,N} = k_{c,N-2} = 1$ olduğunda sağlanmaktadır. Bu ifade, $\tilde{M}_{cc'}$ matrisinin en büyük özdeğeri ile ilişkili olan özvektördür ve elemanları 1'den oluştuğu için bilgi sağlayıcı nitelik taşımamaktadır. Bu nedenle Hausmann vd., ikinci en büyük özdeğere ait özvektör ile ilgilenmişlerdir. Buradan hareketle de Ekonomik Karmaşıklık İndeksini (ECI-Economic Complexity Index); \vec{K} , $\tilde{M}_{cc'}$ matrisinin ikinci en büyük özdeğeri ile ilişkili olan özvektörü, $\langle \vec{K} \rangle$ ortalamayı temsil etmek üzere, Eşitlik (7)'deki gibi tanımlanmaktadır:

$$ECI = \frac{\vec{K} - \langle \vec{K} \rangle}{stdhata(\vec{K})} \quad (7)$$

Hidalgo ve Hausmann (2009: 10575), ECI ile çeşitli makro göstergeler arasındaki ilişkileri ampirik çalışmalar ile test etmiş; bu çalışmalardan elde ettikleri bulgulardan hareketle

de ekonomik karmaşıklık düzeyinin önemine ilişkin çıkarımlarda bulunmuşlardır. Buna göre; ekonomik karmaşıklık ölçümü, (i) ülkedeki mevcut bilgi ve yetenekler kümesi hakkında bilgi vermektedir, (ii) kişi başına düşen gelir düzeyi ile güçlü bir korelasyona sahiptir, (iii) gelecek dönemlere ilişkin büyümeye yönelik tahmin sağlamaktadır, (iv) ülkenin gelecek dönemdeki ihracat yapısının karmaşıklık düzeyi üzerinde belirleyicidir.

Aslında bütün bu çalışmalar ülkenin üretim yapısı ile ekonomik kalkınma modeli arasında ilişki kurmaktadır. Bu ilişkide doğal kaynaklara ve tarıma dayalı bir üretim yapısından daha sofistike yapıya doğru gerçekleşecek bir dönüşümün rolü vurgulanmaktadır (Lapatinas, 2016: 1442). Bu da aslında toplam çıktı, istihdam, ihracat gibi makro iktisadi göstergelerin bileşiminde tarım kesiminin payı azalırken, sanayi kesiminin payının artması olarak tanımlanan (Berber, 2011: 292) yapısal dönüşümden başka bir şey değildir.

Peki, ülkelerin yapısal dönüşümünü ifade eden ekonomik karmaşıklık düzeyi ile çevresel etkiler arasında nasıl bir ilişki vardır? Gelişen ülkelerde yapısal dönüşüm sağlanırken, karbon emisyonu da artmakta mıdır? Sürdürülebilir kalkınma tartışmaları hararetle sürdürülürken, gelişen ülkelerin gelişmiş ülke olma yolundaki ekonomik performansları çevresel duyarlılığa uygun mu gerçekleştirilmektedir? Bu çalışmanın temel sorunsalını oluşturan bu sorulara yanıt arayan birtakım ampirik çalışmalar literatürde yer almaktadır. İzleyen kısımda, bu çalışmalara yer verilmektedir.

1.2. Literatür Araştırması

Karbon emisyonu ile büyüme, uluslararası ticaret gibi çeşitli göstergeler arasındaki ilişki ampirik olarak birçok çalışmada incelenmiştir. Ancak nispeten yeni bir gösterge olan ECI ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar oldukça yeni ve az sayıdadır. Bu kapsamda literatürde yer alan çalışmalardan biri, Can ve Gözgör (2016) tarafından Fransa'da CO₂ emisyonu, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve ekonomik karmaşıklık düzeyi arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmadır. 1964-2011 döneminde Fransa'da söz konusu ilişki, çoklu yapısal kırılmalı eşbütünleşme analizi ile incelenmiş, ayrıca çevresel Kuznets eğrisi tahmin edilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular hem kısa hem uzun dönemde çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin Fransa'da geçerli olduğunu, uzun dönemde enerji tüketiminin CO₂ emisyonu üzerinde pozitif etkiye sahip olduğunu, daha yüksek ekonomik karmaşıklık düzeyinin ise uzun dönemde CO₂ emisyonunu ortadan kaldırdığını ortaya koymuştur (Can ve Gözgör, 2016: 12).

Mealy ve Teytelboym (2018), mevcut çevresel ürünlerden hareketle, 1995-2014 döneminde ticareti yapılan 293 yeşil ürüne ait veri setini, yeni bir veri seti oluşturmak için kullanmışlar; ECI'nın elde edilmesinde kullanılan yöntemi kullanarak Green Complexity Index (GCI) adını verdikleri bir indeks oluşturmuşlardır. Bu indeks ülkeleri, üretim ihraç ettikleri yeşil ürünlerin karmaşıklığına göre sıralamaktadır. Yazarlar çalışmada, daha yüksek GCI değerine sahip olan ülkelerin daha düşük karbon emisyonuna sahip olduğunu göstermişlerdir (Mealy ve Teytelboym, 2018: 1).

Jin ve Kim (2019) ise 1995-2016 dönemi kapsamında yirmi bir ülke için enerji etkinliğini ekonomik ve ekolojik yönleri ile incelemişlerdir. Morgan Stanley Capital International (MSCI) tarafından gelişen piyasa olarak belirlenen 24 gelişen ülkeden, veri ulaşılabilirliği sebebiyle 21'i (Brezilya, Şili, Çin, Kolombiya, Çekya, Mısır, Yunanistan, Macaristan, Hindistan, Endonezya, Kore, Malezya, Meksika, Pakistan, Peru, Filipinler, Polonya,

Rusya, Güney Afrika, Tayland ve Türkiye) analize dahil edilmiştir. Enerji tüketimi, ECI ve Cobb-Couglas üretim fonksiyonunda yer alan üretim faktörleri olan gayrisafit sabit sermaye oluşumu ve işgücünü kullanarak enerji etkinliği modeli ve karbon etkisizliği modeli çerçevesinde gerçekleştirdikleri analizin sonucunda, sermaye oluşumu ve işgücü ekonomik büyümeyi pozitif etkilerken, sermaye değişkeninin karbon emisyonu üzerinde etkisinin olmadığını ortaya koymuşlardır. Buna karşılık, enerji tüketimi karbon emisyonu üzerinde pozitif etkiye sahip iken, işgücünün ve ECI'nın karbon emisyonu üzerinde negatif etkiye sahip olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Özetle çalışmada, ECI yükseldikçe, karbon emisyonunun azaldığı sonucuna ulaşılmıştır (Jin ve Kim, 2019: 6-7).

Lapatinas vd. (2019) 88 gelişmiş ve gelişen ülke için 2002-2012 dönemi kapsamında ekonomik karmaşıklık ve çevresel performans arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. ECI'nın ülkelerin üretim yapısını ölçen bir göstere olarak kullanıldığı analizde, daha yüksek ekonomik karmaşıklık düzeyinin daha iyi çevresel performans sağladığı, ürün sofistیکasyonunun çevresel bozulmayı harekete geçirmedığı bulgusunu elde etmişlerdir. Buna karşılık, ekonomik karmaşıklığın hava kalitesi üzerindeki etkisinin negatif olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmanın genel sonucu, bir ekonominin karmaşıklığının, o ülkedeki kirlilik düzeyi hakkında önemli bilgi sağladığı şeklindedir (Lapatinas vd., 2019: 28).

Neagu ve Teodoru (2019), 1995-2016 dönemi için Avrupa Birliği ülkelerinde ekonomik karmaşıklık düzeyi, enerji tüketimi ve sera gazı emisyonu arasındaki uzun dönem ilişkisini panel veri analizi ile incelemişler; ayrıca Avrupa Birliği ülkelerini ekonomik karmaşıklık düzeyi yüksek ve düşük olanlar olmak üzere ikiye ayırarak da analiz etmişlerdir. Çalışma bulguları her bir panelde söz konusu değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Bütün panellerde ekonomik karmaşıklık ve enerji tüketimi, sera gazı emisyonu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif etkiye sahiptir. Ancak bulgular, bu etkinin düşük ekonomik karmaşıklığa sahip olan ülkelerde daha yüksek olduğunu göstermiştir (Neagu ve Teodoru, 2019: 20).

Özetle, literatürde ECI ile karbon emisyonu ilişkisini inceleyen sınırlı sayıdaki ampirik çalışmadan, ekonomik karmaşıklık düzeyinin karbon emisyonu üzerinde etkili olduğu sonucu çıkarılabilir. Bu etki, çalışmaların genelinde (Neagu ve Teodoro'nun çalışmaları dışında) negatif olarak bulunmuştur. Yani ülkelerin ekonomik karmaşıklık düzeyleri yükseldikçe karbon emisyonları azalmaktadır.

2. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

1.1. Araştırmanın Hipotezi ve Veri

Kuramsal kısımda detaylı olarak ifade edildiği gibi, ekonomik karmaşıklık düzeyi ülkelerin üretim ihraç ettiği malların bilgi içeriğindeki zamansal gelişmeyi ifade etmektedir. Bu kapsamda, gelişen ülkeler açısından ekonomik karmaşıklık düzeyindeki artış, bilgi içeriği düşük olan geleneksel ürünlerden, bilgi içeriği yüksek olan ürünlerin üretim ve ihracatına geçişi temsil etmektedir. Öte yandan, düşük katma değerli üretimden yüksek katma değerli üretime geçiş sürecinde sanayi sektörünün payındaki artış, üretimde karbon emisyonunun artmasına sebep olabilmektedir. Çalışmanın hipotezi, bu bilgidен

hareketle, gelişen ülkelerin ekonomik karmaşıklık düzeyleri ile karbon emisyonları arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığının incelenmesine dayanmaktadır. Özetle, gelişen ülkelerin yapısal dönüşümlerinin çevresel bozulma uğruna mı sağlandığı hipotezi bu çalışmada irdelenmektedir.

Analizde kullanılan değişkenler kişi başına CO₂ emisyonu (metrik ton) ve ECI'dır. CO₂ emisyonu değişkeni logaritması alınarak analize dahil edilirken, ECI negatif değerler içermesi sebebiyle logaritması alınmadan kullanılmıştır. Analiz dönemi 1990-2014 yıllarını kapsamaktadır. Karbon emisyonu verisinin 2014 yılına kadar erişebilir olması sebebiyle analiz bu dönemle sınırlı tutulmuştur. Değişken açıklamaları ve veri kaynağı ile ilgili daha detaylı bilgi, Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1: Değişkenler ve Veri Kaynağı

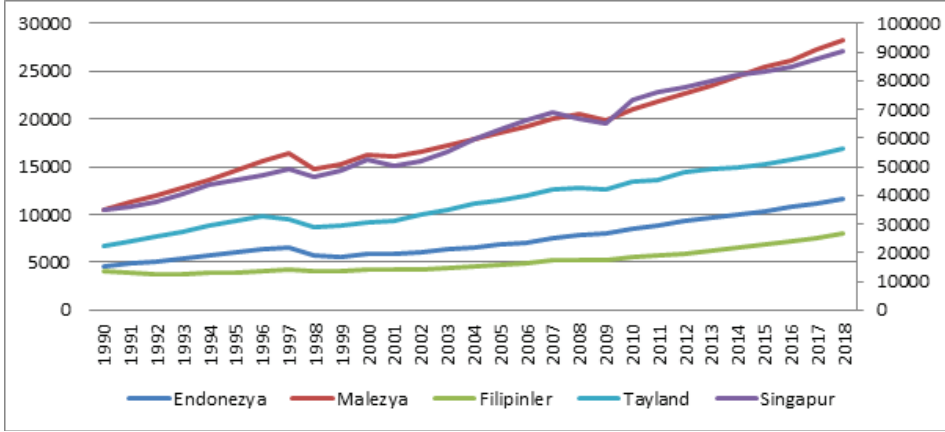
Değişkenin adı	Değişkenin açıklaması	Veri kaynağı
Log (CO ₂)	Kişi başına karbon emisyonunun (metrik ton) logaritması	Dünya Bankası
ECI	Ekonomik Karmaşıklık İndeksi	MIT - OEC

Ülke grubu olarak ASEAN'ın 5 kurucu ülkesini ifade eden ASEAN-5 ülkeleri seçilmiştir. Bu ülke grubunun seçilme sebebi, söz konusu ülkelerin son yıllarda küresel değer zincirinin önemli halkaları haline gelmiş olmalarıdır. Ekonometrik metodoloji ve bulgular sunulmadan önce, seçilen ülke grubunun ekonomik görünümünün ve öneminin incelenmesi fayda sağlayacaktır.

2.2. ASEAN-5 Ülkelerinin Ekonomik Görünümleri

ASEAN 1967 yılında Malezya, Tayland, Filipinler, Singapur ve Endonezya tarafından kurulan ve daha sonra Brunei, Laos, Kamboçya, Myanmar ve Vietnam'ın katılımıyla bugünkü halini alan bir örgüttür. Esasen, soğuk savaş dönemindeki komünist dalgaya karşı işbirliği oluşturmak amacıyla kurulan örgütün bünyesinde ekonomik öğeler barındırması, soğuk savaşın bitmesinin ardından gerçekleşmeye başlamıştır. Bu kapsamda, 1992 yılında yabancı yatırımı çekmek için oluşturulan ASEAN Serbest Ticaret Alanı (AFTA) ve Ortak Etkin Tercihli Tarife Sistemi (CEPT) bölgedeki ilk ekonomik entegrasyon hareketi olma özelliği taşımaktadır. Daha sonraları hizmetlerin serbest dolaşımı önündeki engelleri kaldırmak için ASEAN Hizmetler Çerçeve Anlaşması (AFAS) ve yatırımın önündeki engellerin kaldırılması için Asean Yatırım Alanı (AIA) oluşturulmuş, ancak bu iki alanda kuruldukları dönemde hâkim olan Asya krizi nedeniyle önemli ilerleme sağlanamamıştır (DEİK, 2008: 5). Bu faaliyetleri sonraki dönemlerde yenileri izlemiştir.

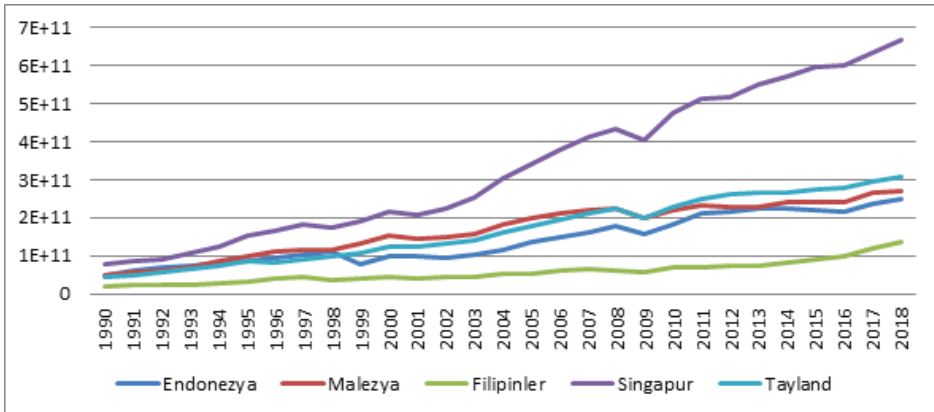
Dünya Bankası'nın (1993) raporunda, 1965-1990 periyodunda 23 Doğu Asya ekonomisinin, dünyadaki diğer bölgelerden çok daha hızlı büyüdüğü belirtilmektedir. Raporda, bu büyümeye büyük ölçüde katkı sağlayan 8 ekonomiye ise özel atıfta bulunmaktadır. Bu ekonomiler Japonya; Hong Kong, Kore, Singapur ve Tayvan'dan oluşan Asya Kaplanları; ve Uzakdoğu Asya'nın yeni sanayileşmiş ülkeleri olan Endonezya, Malezya ve Tayland olarak belirtilmiştir (World Bank, 1993: 1). Filipinler dışında kalan ASEAN-5 ülkelerini kapsayan bu değerlendirme, söz konusu ülkelerin önemli büyüme performansı sergilediklerini ortaya koymaktadır.

Grafik 1: Kişi Başına Düşen Gelir (Dolar, SAGP'ye göre, 2011 fiyatları ile sabit)

Kaynak: World Bank, <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.KD> (26.07.2019)

Not: Sağ eksen Singapur; sol eksen Endonezya, Malezya, Filipinler ve Tayland'a aittir.

Grafik 1'de ASEAN-5 ülkelerinin kişi başına düşen gelir düzeyleri yer almaktadır. Grafik incelendiğinde, 1990 sonrası dönemde kişi başına düşen gelir performansının, kriz dönemleri hariç, sürekli bir artış sergilediği görülmektedir. Filipinler dışındaki dört ülkede Asya krizinin yaşandığı 1997 yılında bir düşüş gerçekleşmiştir. Küresel krizin yaşandığı 2009 yılında ise Endonezya dışındaki ülkelerde yine bir düşüş gerçekleşmiştir.

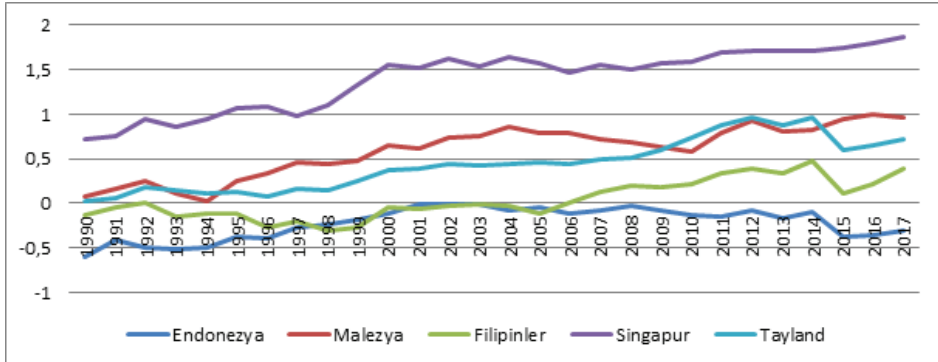
Grafik 2: Mal ve Hizmet İhracatı (ABD Doları, 2010 fiyatları ile)

Kaynak: World Bank, <https://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.KD> (26.07.2019).

Mal ve hizmet ihracatının yer aldığı Grafik 2'ye bakıldığında da en yük ihracatın Singapur

tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir. Malezya, Tayland ve Endonezya birbirine yakın ihracat performansı sergilerken, ASEAN-5 ülkeleri içinde ihracat açısından en düşük performansa sahip olan ülke ise Filipinler'dir.

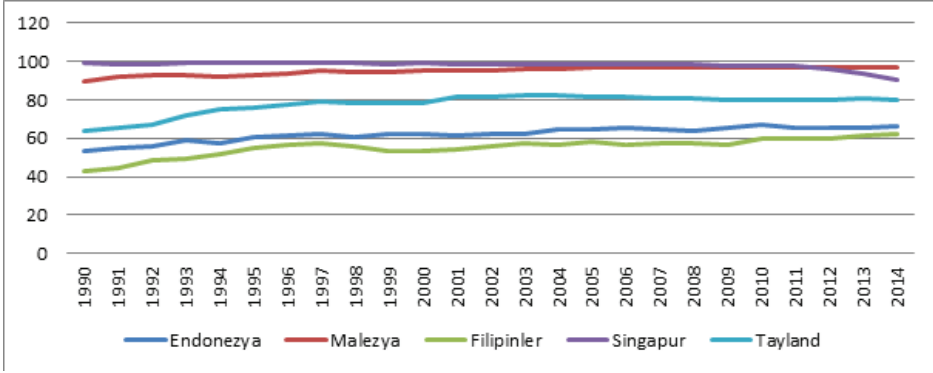
Grafik 3: Ekonomik Karmaşıklık İndeksi



Kaynak: MIT Observatory of Economic Complexity, <https://oec.world/en/rankings/country/eci/> (26.07.2019).

Grafik 3'te ASEAN-5 ülkelerinin ekonomik karmaşıklık düzeyleri yer almaktadır. Üretilen ve ihraç edilen malların bilgi içeriğinin ve katma değerinin ne denli yüksek olduğunun bir ölçütü olan ECI, zamansal olarak incelendiğinde söz konusu ülkelerin geçirdiği değişim hakkında önemli bilgi vermektedir. Grafik incelendiğinde, Singapur'un diğer dört ülkeden belirgin olarak yüksek ekonomik karmaşıklık düzeyine sahip olduğu görülmektedir. Ancak genel itibariyle, bütün ülkelerde 1990-2017 döneminde ekonomik karmaşıklık düzeyinin arttığı da görülmektedir. Bu artış sürecinde en zayıf performansı sergileyen ülke ise Endonezya olmuştur.

Buraya kadar çeşitli göstergeler üzerinden ASEAN-5 ülkelerinin ekonomik durumlarına ilişkin yapılan değerlendirmeden, bu ülkelerin ekonomik performanslarında önemli bir artışın olduğu söylenebilir. Ancak ekonomideki üretimin artırılması, enerjiye duyulan ihtiyaçta da önemli bir artışı beraberinde getirmektedir. Bu amaçla son olarak, bu ekonomik performansın sağlanması sürecinde ihtiyaç duyulan enerji tüketiminin niteliğine bakmak, ele alınan konu açısından faydalı olacaktır.

Grafik 4: Fosil enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı

Kaynak: World Bank, <https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.FO.ZS> (26.07.2019)

Grafik 4'te yer alan toplam enerji tüketimi içinde fosil enerji tüketiminin payı incelendiğinde, Singapur'un kullandığı toplam enerjinin tamamına yakınının fosil enerjiden oluştuğu görülmektedir. Bir azalış gözlenmekle birlikte, 2014 yılı itibarıyla % 90,6 olan bu oranın önemli bir düşüş gösterdiği söylenemez. Malezya'da toplam enerji tüketimi içinde fosil enerjinin payı Singapur'a yakın düzeylerde. Singapur'da gözlenen azalış eğiliminin aksine Malezya'da artış eğilimi söz konusudur. Tayland, Endonezya ve Filipinler'de ise dönemsel dalgalanmalar gözlenmekle birlikte, Singapur ve Malezya'dan belirgin biçimde daha düşük, ancak artış eğiliminde bir oran söz konusudur.

Özetle, ülkelerin ekonomik görünümünden de hareketle, 1965 sonrasında önemli bir atılım sergileyen Asya ülkeleri içerisinde yer alan ASEAN-5 ülkelerinin, bu ekonomik gelişim sürecinde ekonomik karmaşıklık düzeylerini (yani yapısal dönüşüm performanslarını) artırırken, bunu çevresel kötüleşme pahasına mı gerçekleştirdikleri sorusunun cevaplanması önemlidir. Bu durumun incelenmesi için ECI ve CO2 emisyonu arasındaki ilişki incelenmektedir.

2.3. Ekonometrik Metodoloji

Çalışmada, incelenen hipotez doğrultusunda, değişkenlere öncelikle yatay-kesit bağımlılık testi uygulanmış, bu test sonucuna uygun biçimde de ikinci kuşak birim kök testlerinden MADF testi uygulanmıştır. Her iki değişkenin de birinci farkı alındığında durağan hale gelmesinden hareketle, söz konusu değişkenler arasındaki eşbütünlüşme ilişkisi incelenmiştir. Westerlund eşbütünlüşme testi sonucunda ekonomik karmaşıklık düzeyinin bağımsız değişken olduğu modelde eşbütünlüşme ilişkisinin varlığı tespit edilmiş, heterojen olduğu belirlenen ülke grubu için uzun dönem katsayıları CCE yöntemi ile her bir ülke için ayrı ayrı tahmin edilmiştir. Çalışmanın bu kısmında, kullanılan bu ekonometrik metodolojiye ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Ekonometrik analizlerde durağan olmayan serilerle çalışıldığında, sahte regresyon durumu ile karşılaşılabilmesi sebebiyle, analize geçilmeden önce serilerin durağan olduklarından emin olmak gerekmektedir. Panel veri analizinde durağanlığın tespit edilmesi amacıyla kullanılan birim kök testleri, birinci kuşak birim kök testleri ve ikinci kuşak birim kök testleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Birinci kuşak birim kök testleri seride yatay kesit bağımlılığı (yani birimler arası korelasyon) olmadığı varsayımı ile kullanılırken; ikinci kuşak birim kök testleri ise yatay kesit bağımlılığı (birimler arası korelasyon) olduğu varsayımı ile kullanılmaktadır (Yerdelen Tatoğlu, 2013: 199). Bu sebeple, kullanılacak birim kök testini belirlemek amacıyla öncelikle serilere yatay kesit bağımlılığı testi uygulanması gereklidir.

Panel veri analizinde, serilerdeki yatay kesit bağımlılığı incelemek üzere geliştirilen çeşitli testler vardır. Bu testlerden ilki, Breusch ve Pagan tarafından geliştirilen Lagrange çarpanı (Lagrange Multiplier – LM) testidir. $T > N$ olması durumunda, yani panel verinin zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük olduğunda kullanılan LM testine ait test istatistiği (CDLM₁), Eşitlik (8)'de yer almaktadır (Pesaran, 2004: 4):

$$CDLM_1 = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \quad (8)$$

Eşitlik (8)'deki $\hat{\rho}_{ij}^2$, kalıntıların ikili korelasyonunun tahminidir. Breusch ve Pagan, yatay kesit bağımlılığının olmadığı temel hipotezi altında, CDLM₁ test istatistiğinin asimptotik olarak χ^2 dağıldığını göstermişlerdir. Ancak bu testin uygulanabilirliği $N \rightarrow \infty$ olduğu durumlarda azalmaktadır. Pesaran, N ve T'nin büyük değerleri söz konusu olduğu durumlarda kullanılabilir yeni bir test geliştirmiştir. CDLM₁'in ölçeklenmiş versiyonu test istatistiği (CDLM₂), Eşitlik (9)'da verilmektedir (Pesaran, 2004: 5):

$$CDLM_2 = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T \hat{\rho}_{ij}^2 - 1) \quad (9)$$

Pesaran vd. daha sonra LM testinin değişik bir versiyonu olan bir test geliştirmişlerdir. Bu teste ait sapması düzeltilmiş LM test istatistiği (LM_{adj}) ise aşağıdaki gibidir (Pan vd., 2015: 449):

$$LM_{adj} = \sqrt{\left(\frac{2T}{N(N-1)}\right)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \frac{(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{\sqrt{v_{Tij}^2}} \quad (10)$$

Eşitlik (10)'daki μ_{Tij} ve v_{Tij}^2 sırayla, $(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2$ teriminin ortalamasını ve varyansını ifade etmektedir.

Seride yatay kesit bağımlılığı tespit edildikten sonra, uygun birim kök testinin seçilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, yatay kesit bağımlılığı tespit edildiği için, değişkenlere Taylor ve Sarno tarafından geliştirilmiş ikinci kuşak bir birim kök testi olan MADF testi uygulanmıştır. Taylor ve Sarno, Eşitlik (11)'deki Nx1 boyutlu stokastik vektörden hareket etmişlerdir (Taylor ve Sarno, 1998: 287):

$$q_{it} = \mu_i + \sum_{j=1}^k p_{ij} q_{it-j} + u_{it} \quad (11)$$

Hata teriminin bağımsız olduğu ve normal dağılıma sahip olduğu varsayılan testte, Taylor ve Sarno birimlere ait her bir otoregresif sürecin kökünün 1'e yakın ancak 1'den farklı olduğu durumlarda, tek değişkenli ADF testinin zayıf kalmasından hareketle; Eşitlik (11)'deki denklemi hata terimleri arasındaki eş-anlı korelasyonu dikkate alarak tahmin etmişlerdir. N denklem için sıfır hipotezi Eşitlik (12)'te gösterildiği gibi ifade edilmektedir (Taylor ve Sarno, 1998: 287):

$$H_0: \sum_{j=1}^k \rho_{ij} - 1 = 0, \quad \forall i = 1, \dots, N \quad (12)$$

Bu testin sonucunda elde edilen Wald test istatistiği aynı zamanda MADF istatistiği olarak da adlandırılmaktadır. Eşitlik (11)'teki denklemin tahmininde çok değişkenli genelleştirilmiş kareler yöntemi olarak isimlendirilen SUR (Seemingly Unrelated Regression) yöntemi kullanılmaktadır (Taylor ve Sarno, 1998: 287).

Eşbütünleşme analizi, düzeyde durağan olmayan ve aynı mertebede durağan hale gelen serilerin doğrusal kombinasyonunun durağan olabileceği düşüncesine dayanmaktadır. Eşbütünleşme analizi, $t = 1, 2, \dots, T$ zaman boyutunu ve $i = 1, 2, \dots, N$ yatay kesit boyutunu gösterdiği panel veri analizlerinde de önem kazanan bir analizdir. Zira zaman serisi boyutu yanı sıra yatay kesit boyutunu da dikkate alması analizin gücünü arttırmaktadır. Ancak, yapılan birtakım çalışmalarda, teori tarafından güçlü biçimde desteklenen sonuçlara ulaşılamaması ve bu ilişkilere ait eşbütünleşmenin test ile ortaya konulamaması gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Persyn ve Westerlund bunun sebeplerinden birinin, kalıntılara dayalı eşbütünleşme testlerinin çoğunun, değişkenlere ait düzeydeki uzun dönem parametrelerinin, farkı alındığındaki kısa dönem parametrelere eşit olmasını gerektirmesi olarak açıklamışlardır. 'Ortak-faktör kısıtlaması' denilen bu duruma karşılık Westerlund (2007), yapısal dinamiklere dayalı olan ve ortak-faktör kısıtlaması dayatmayan dört panel eşbütünleşme test istatistiği geliştirmiştir. Bunlardan ikisi grup istatistiği, ikisi ise panel istatistiğidir. Grup istatistikleri ile eşbütünleşmenin olmadığı sıfır hipotezi, en az bir birimin eşbütünleşik olduğu alternatif hipotezine karşı test edilirken; panel istatistikleri ile eşbütünleşmenin olmadığı sıfır hipotezi, panelin genelinde eşbütünleşme olduğu alternatif hipotezine karşı test edilmektedir (Persyn ve Westerlund, 2008: 232-233).

Westerlund (2007), Eşitlik (13)'teki denklemden hareket etmektedir (Westerlund, 2007: 715):

$$\Delta Y_{it} = \delta'_i d_t + \alpha_i (y_{it-1} - \beta'_i x_{it-1}) + \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} \Delta x_{it-j} + \sum_{j=0}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta x_{it-j} + e_{it} \quad (13)$$

Eşitlik (13), aşağıdaki biçimde de yazılabilir:

$$\Delta Y_{it} = \delta'_i d_t + \alpha_i y_{it-1} + \lambda'_i x_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} \Delta x_{it-j} + \sum_{j=0}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta x_{it-j} + e_{it} \quad (14)$$

Grup istatistiklerinin hesaplanması üç adımda özetlenebilir. İlk olarak, Eşitlik (14) her yatay kesit birimi için ayrı ayrı en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilir. Gecikme uzunluğu p 'nin birimden birime değişmesine izin verilmektedir. İkinci adımda, $\alpha_i(1) = 1 - \sum_{j=1}^p \alpha_{ij}$ değerlerinin tahmin edilmesidir. Bunun en doğal yolu parametrik yaklaşım kullanmak olmakla birlikte, bu yöntem özellikle p_i büyük olduğunda küçük örnekleme otoregresif parametrenin tahmininden kaynaklanan belirsizlik nedeniyle küçük örneklem performansı açısından sorunludur. Alternatif olarak, Westerlund (2007), kernel tahmincisini kullanarak $\hat{\alpha}_i(1)$ tahminini elde etmiştir. Üçüncü adımda ise grup istatistikleri $G_\tau = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{\alpha}_i}{SE(\hat{\alpha}_i)}$ ve $G_\alpha = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T\hat{\alpha}_i}{\hat{\alpha}_i(1)}$ tahmin edilmektedir. Burada $SE(\hat{\alpha}_i)$, $\hat{\alpha}_i$ 'nin standart hatasıdır (Westerlund, 2007: 716-717).

Panel istatistiklerinin hesaplanması da üç aşamalı bir yöntem olarak belirtilmiştir. İlk aşama, grup istatistiklerinin tahminindeki ile aynıdır. İkinci aşama, $\Delta\tilde{y}_{it}$ ve \tilde{y}_{it-1} tahminlerini kullanarak, hata düzeltme parametresi α 'yı ve onun standart hatasını tahmin etmektir. Üçüncü aşamada ise bu tahminler kullanılarak panel istatistikleri olan $P_\tau = \frac{\hat{\alpha}}{SE(\hat{\alpha})}$ ve $P_\alpha = T\hat{\alpha}$ tahmin edilmektedir (Westerlund, 2007: 718).

Panel eşbütünlük analizi, eşbütünlük ilişkisini temsil eden modelde eğim parametrelerinin yatay kesitler için homojen mi yoksa heterojen mi olduğu belirlenmesi gereken bir diğer önemli husustur. Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen delta testi ile bu sınama gerçekleştirilebilmektedir. Pesaran ve Yamagata (2008) büyük örneklem için ($\hat{\Delta}$) ve küçük örneklem için ($\hat{\Delta}_{adj}$) geçerli olan iki delta istatistiği geliştirmiştir. Bu testte, sıfır hipotez katsayıların homojen olduğunu, alternatif hipotez ise heterojen olduğunu ifade etmektedir (Topal ve Ünver, 2016: 65).

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı tespit edildiğinde, bu uzun dönemli ilişkinin tahmini de mümkün olmaktadır. Pesaran (2006), yatay-kesit bağımlılığı dikkate alan ve 'Ortak İlişkili Etkiler (Common-Correlated Effects-CCE) tahmincisi denilen bir tahminci geliştirmiştir. Bu tahminci, ortalama (CCMG – Mean Group CCE) ve havuzlanmış (CCEP - Pooled CCE) olmak üzere iki çeşittir. CCEMG birim eğimlerinin birbirinden farklı (heterojen) olması durumunda, CCEP ise birim eğim katsayılarının aynı olması durumunda kullanılmaktadır. Birimler arasında heterojenliğin araştırılmasında Pesaran ve Yamagata (2007) tarafından geliştirilen Delta testi uygulanabilmektedir. Bu test sonucunda eğer birimlerin heterojen olduğu sonucuna ulaşırsa, CCEMG tahmincisi ile uzun dönem katsayılarının tahmini yapılabilmektedir.

Çok faktörlü kalıntı modeli, $i = 1, 2, \dots, N$ ve $t = 1, 2, \dots, T$ olmak üzere, t . zamandaki ve i . yatay-kesit birimdeki y_{it} 'nin doğrusal heterojen panel yapısına göre, Eşitlik (15)'teki gibi oluşturulmaktadır (Pesaran, 2006: 971):

$$y_{it} = \alpha'_i d_t + \beta'_i x_{it} + e_{it} \quad (15)$$

Eşitlik (15)'teki denklemde d_t , $N \times 1$ boyutlu gözlemlenmiş ortak etkiler (kesme terimi ve dönemsel kuklalar gibi) vektörü, x_{it} t zamanındaki ve i yatay-kesit birimindeki gözlemlenmiş birimlere özgü $k \times 1$ boyutlu açıklayıcı değişkenler vektörüdür. Hata vektörü ise çok faktörlü yapıya sahiptir:

$$e_{it} = \gamma'_{if_t} + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

Eşitlik (16)'da ise f_t $m \times 1$ boyutlu gözlemlenmemiş ortak etkiler vektörü; ε_{it} ise (d_t, x_{it}) 'den bağımsız dağılan birimlere özgü hata terimleridir.

Panel eşbütünleşme katsayısı CCEMG tahmincisi ile Eşitlik (17)'deki gibi tahmin edilmektedir (Pesaran, 2006: 977):

$$\hat{\beta}_{MG} = N^{-1} \sum_{i=1}^N \hat{\beta}_i \quad (17)$$

Eşitlik (17)'deki $\hat{\beta}_i$ her bir yatay-kesit birimi için CCE tahminini vermektedir. Panel eşbütünleşme katsayısı $\hat{\beta}$ ise yatay-kesit birimleri için tahmin edilen katsayıların ortalamasıdır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Ekonometrik metodoloji kısmında teorik açıklamaları sunulan testler sonucunda elde edilen bulgular, çalışmanın bu kısmında sunulmaktadır. İlk olarak değişkenlere ait yatay kesit bağımlılığın incelenmesi, durağanlık sınavında kullanılacak birim kök testinin seçimi için sağlayacağı bilgi açısından önem arz etmektedir. Tablo 2'de yer alan yatay kesit bağımlılık testlerinin sonucunda, olasılık değerlerinin 0,05'ten düşük olmasına dayanarak, yatay kesit bağımlılığın olmadığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilmektedir. Yani hem Log (CO₂) serisinde hem de ECI serisinde birimler arası korelasyon söz konusudur. Yatay kesit birimlerinden birinde meydana gelen şok, diğer yatay kesit birimlerini de etkilemektedir.

Tablo 2: Değişkenlere Ait Yatay Kesit Bağımlılık Testi Sonucu

Değişkenler	CDLM ₁	CDLM ₂	LM _{adj}
Log (CO ₂)	129.664	25.63965	25.53548
	(0.000)	(0.000)	(0.000)
ECI	154.3697	31.16402	31.05985
	(0.000)	(0.000)	(0.000)

Serilerde yatay kesit bağımlılığı olması durumunda, yatay kesit bağımlılığı dikkate alan ikinci kuşak birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu çalışmada T>N olduğu durumda kullanılabilen ve ikinci kuşak testlerden olan MADF testi kullanılmıştır.

Tablo 3: MADF Birim Kök Testi Sonucu

	MADF istatistiği	Kritik değer (%)	AIC	BIC	Gecikme
CO ₂	25.816	31.844	-447.24	-435.459	1
ECI	17.475	31.844	-281.097	-269.316	1
Δ CO ₂	138.883	33.168	-407.339	-395.984	1
Δ ECI	145.618	33.168	-260.389	-249.034	1

Not: Gecikme uzunluğu Akaike ve Bayesyen bilgi kriterlerine dayalı olarak, bütün seriler için 1 olarak belirlenmiştir.

Tablo 3'te yer alan MADF testi sonuçlarına bakıldığında, her iki serinin de düzeyde birim köklü olduğu, birinci farkı alındığında ise durağan hale geldiği yani entegrasyon mertebesinin I(1) olduğu görülmektedir. Düzeyde durağan olmayan ve entegrasyon mertebeleri aynı olan serilerin doğrusal kombinasyonlarının durağan olabileceği, yani uzun dönemde serilerin arasında bir ilişki olabileceği düşüncesinden hareketle serilere eşbütünleşme testi uygulanabilir. Ancak eşbütünleşme testi uygulanmadan önce de eşbütünleşme kalıntılarında yatay kesit bağımlılık olup olmadığı incelenmelidir. Eğer kalıntılarda yatay kesit bağımlılık yoksa birinci kuşak eşbütünleşme testi, varsa ikinci kuşak eşbütünleşme testi uygulanmaktadır. Bu amaçla Tablo 4'te eşbütünleşme denkleminin kalıntılara uygulanan yatay kesit bağımlılık testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4: Eşbütünleşme Denklemlerine Ait Yatay Kesit Bağımlılığı Testi Sonucu

Test istatistiği	CO ₂ = f (ECI)		ECI = f (CO ₂)	
	Trendsiz	Trendli	Trendsiz	Trendli
CDLM1	26	39.52	34.93	55.93
	(0.0037)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
LMadj	9.413	16.66	14.99	26.35
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)

Tablo 4'teki sonuçlar, eşbütünleşme denkleminin kalıntılarında yatay kesit bağımlılık olduğunu göstermektedir. Bu sebeple serilere, yatay kesit bağımlılığı dikkate alan ikinci kuşak eşbütünleşme testlerinden Westerlund (2007) eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Westerlund eşbütünleşme testine ait sonuçlar Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5: Westerlund Eşbütünleşme Testi Sonucu

Test istatistiği	CO ₂ = f (ECI)	ECI = f (CO ₂)
G _τ	-2.644	-0.724
	(0.016)	(0.996)
G _α	-9.534	-2.236
	(0.168)	(0.980)
P _τ	-5.73	-2.164
	(0.008)	(0.868)
P _α	-9.621	-2.893
	(0.005)	(0.762)

Westerlund eşbütünleşme testi sonuçları incelendiğinde, ECI değişkeninin bağımlı değişken olduğu modelde hem grup istatistikleri hem de panel istatistikleri istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu sebeple, söz konusu denkleme ait eşbütünleşme ilişkisinin anlamlı olmadığı ifade edilebilir. CO₂ değişkeninin bağımlı değişken olduğu modelde ise panel istatistikleri ile grup istatistiği anlamlıdır. Bu sonuca dayanarak, söz konusu modelde, değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu ifade edilebilir.

Tablo 6: Pesaran – Yamagata Homojenlik Testi Sonucu

Test istatistiği	CO ₂ =f (ECI)
Δ^{\wedge}	4.787
	(0.000)
Δ^{\wedge}_{adj}	5.09
	(0.000)

Ekonometrik analizde değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu belirlendikten sonra, bu uzun dönem ilişkisine ait katsayı tahmin edilebilmektedir. Ancak tahminden önce, söz konusu katsayının birimden birime değişken mi (heterojenlik) yoksa aynı mı olduğu (homojenlik) tespit edilmiştir. Tablo 7’de bu amaçla kullanılan ve Pesaran ve Yamagata tarafından geliştirilen test sonuçları yer almaktadır. Sıfır hipotezin homojenliği, alternatif hipotezin ise heterojenliği temsil ettiği bu test sonuçlarına bakıldığında, her iki test istatistiğine göre de katsayıların heterojen olduğu sonucu elde edilmektedir.

Tablo 7: Uzun Dönem Katsayılarının Tahmini

CO ₂ = f (ECI)		
Ülkeler	Katsayı	Olasılık
Endonezya	-0.185	0.047**
Malezya	0.122	0.210
Filipinler	-0.097	0.01**
Singapur	-0.099	0.665
Tayland	-0.222	0.009*

* ve ** sırayla 0,01 ve 0,05 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

CCEMG tahmincisi ile elde edilen uzun dönem katsayılarının yer aldığı Tablo 7 incelendiğinde, Endonezya, Filipinler ve Tayland için, ECI’nın CO₂ emisyonu üzerinde uzun dönemde etkili olduğu görülmektedir. Singapur ve Malezya için ise iki değişken arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uzun dönem ilişki söz konusu olmamıştır. Endonezya ve Filipinler’de söz konusu uzun dönem ilişki 0,05 anlamlılık düzeyinde; Tayland’da ise 0,01 anlamlılık düzeyindedir. Uzun dönem ilişkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bu ülkelere ait katsayılar incelendiğinde, katsayının her 3 ülke için de negatif olduğu görülmektedir. Yani, uzun dönemde ECI artış sergilerken CO₂ emisyonu azalmaktadır. Dolayısıyla söz konusu ülkelerde yapısal dönüşüm ve ekonomik performansta sağlanan gelişme, çevresel bozulma pahasına gerçekleşmemektedir. Uzun dönemli ilişkinin en güçlü olduğu ülkenin Tayland olduğu ifade edilebilir. En zayıf olduğu ülke ise Filipinler’dir.

4.TARTIŞMA VE SONUÇ

Gelişen ülkelerin, ekonomik gelişim süreçleri boyunca üretim yapılarında geleneksel sektörlerin ağırlığını azaltıp, düşük katma değerli ürünlerin üretiminden yüksek katma değerli ürünlerin üretimine geçiş gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Yapısal dönüşüm adı verilen bu süreç, gelişen ülkelerin ekonomik kalkınma sağlamaları açısından önemlidir.

Öte taraftan, geleneksel tarım sektörünün yerini sanayi sektörünün alması ve buna paralel olarak hizmet sektörünün de gelişmesi, ülkelerin enerji kullanımlarını da önemli ölçüde arttırmaktadır. Artan enerji ihtiyacına ve kullanımına paralel olarak da karbon emisyonunda önemli ölçüde artış gerçekleşmektedir.

Özellikle son yıllarda, küresel ısınma gibi etkileri hissedilmeye başlanan çevresel sorunlar, çevresel duyarlılığı da arttırmıştır. İktisat literatüründe de ülkelerin çeşitli makroekonomik göstergeleri ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiler analiz edilmiş, bu göstergelerin karbon emisyonu üzerindeki etkileri incelenmeye başlanmıştır. Yakın dönemlerde, yapısal dönüşümü temsilen kullanılmaya başlanan ECI da karbon emisyonu ile etkileşimi incelenen bir gösterge olmuştur. Bu çalışmada da ECI ile karbon emisyonu arasındaki uzun dönem ilişki ASEAN'ın kurucu ülkeleri için 1990-2014 dönemi için incelenmiştir. Eşbütünlük analizi sonucunda, ECI'nın uzun dönemde karbon emisyonu üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Uzun dönem ilişkiyi temsil eden eğim katsayılarının birimler arasında heterojen olduğu görülmüştür (Tablo 6). Zira ASEAN-5 ülkeleri her ne kadar bir ülke grubu oluştursalar da, ekonomik görünüm kısmında da görüldüğü gibi, çeşitli göstergeler bakımından birbirinden farklı performans sergilemektedirler. Her bir yatay kesit için ayrı ayrı yapılan uzun dönem katsayısı tahmini sonucunda, ECI'nın uzun dönemde karbon emisyonu üzerindeki etkisi Endonezya, Tayland ve Filipinler için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Singapur ve Malezya için ise anılan dönemde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Ülkelerin ekonomik görünümünün incelendiği kısımda da görüldüğü gibi, seçilen ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyleri birbirinden farklı olduğu için, bu tür farklı bulgulara ulaşılması beklenmektedir.

Ülkelerin ekonomik görünümünün incelendiği kısım incelendiğinde, Endonezya, Tayland ve Filipinler'in ASEAN-5 ülkeleri içerisinde kişi başına düşen gelir ve mal-hizmet ihracatı açısından Singapur ve Malezya'nın gerisinde kaldıkları ifade edilebilir. ECI açısından da Singapur ve Malezya'nın gerisinde bir performans sergilemelerine karşın, ekonomik karmaşıklık düzeylerinin artış gösterdiği görülmektedir. Elde edilen bulgu, ekonomik karmaşıklık düzeyi arttıkça uzun dönemde karbon emisyonunun azaldığını göstermektedir. Yani söz konusu ülkelerde ekonomik üretim ve ihraç yapısı bilgi içeriği yüksek, sofistike ve yüksek katma değerli malları kapsayacak şekilde bir dönüşüm gerçekleştirdiğinde, karbon emisyonu azalmaktadır.

Bu bulgu Can ve Gözgör'ün (2016) ve Jin ve Kim'in (2019) bulguları ile uyumludur. Ekonomik karmaşıklık düzeyinin karbon emisyonu üzerindeki bu etkisi, gelişen ülkelerin yapısal dönüşüm ve kalkınma süreçlerine çevresel bozulma olmaksızın yön vermede ekonomik karmaşıklık düzeyinin önemine dikkat çekmektedir.

EXAMINATION OF RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC COMPLEXITY LEVEL AND CO₂ EMISSION: THE CASE OF ASEAN COUNTRIES

INTRODUCTION

Developing countries experience structural transformation within the development process. In these countries, which have dual structure in comparison to developed ones, traditional agriculture sector is active with modern industrial sector simultaneously. Transition from traditional sector to modern sector provides this structural transformation.

During this transformation, share of traditional sector in some macroeconomic indicators such as total production, total demand, employment, export etc. decreases, while share of modern sector increases (Berber, 2011).

On the other hand, this structural transformation also increases energy consumption and carbon emission of these countries (Lapatinas et al., 2019). As a result, it has become a critical question to answer whether development efforts of developing countries are at the cost of environmental degradation.

Structural transformation has recently started to be related with the concept of ‘economic complexity level’. With reference to the thought that economic complexity level of a country increases with knowledge content of production, it can be stated that structural transformation means an increase of economic complexity level of a country. So, what is the interaction between economic complexity level and environment? The motivation of the present study arises from the desire to answer this question.

DATA AND METHODOLOGY

Economic complexity level of an economy is determined by capability of combining individual knowledge within the society, and results of economic complexity level is observed in composition of production (Hausmann et al., 2011). Hausmann et al. (2011) stated that division of labor gives opportunity to reach large amount of knowledge that is not possible to reach individually. Hausmann et al. (2011) developed an index to measure economic complexity level. They made use of international trade data with reference to the thought that ‘a country exports what it produces’. It means that economic complexity level of a country is related with complexity level of export products of this country. Hidalgo (2009) stated this case such that ‘what a country produces and exports is much more important than how much this country produces and export’, meaning that quality is more critical than quantity. So, what is the characteristic of the relation between economic complexity and environment? Does carbon emission increases in developing economies while these economies provide structural transformation? Within the scope of sustainable development, is economic performance of developing countries compatible with environmental sensitivity?

The present study uses economic complexity index (ECI) and CO₂ emission variables. CO₂ variable is used in logarithmic form while ECI could not be used in logarithmic form due to negative values in the series. ASEAN-5 countries are chosen since these countries have become important chains of global production. Empirical analysis covers the period from 1990 to 2014 since lack of availability of CO₂ data.

First of all, cross-section dependency test is applied to the series. Depending on the result of this test, MADF test which is a second-generation unit root test has been applied to the series. With reference to stationarity of the series at their first difference, cointegration relationship between series has been examined. It has been decided to use Westerlund cointegration test which is a second-generation cointegration test after applying cross-section dependence test to residuals of cointegration equations. As a result of cointegration test, it has been found that cointegration exist in the model in which ECI is explanatory variable. After testing the homogeneity of cross-sections via the test developed by Pesaran-Yamagata, we concluded that cross-sections are not homogeneous. That’s why,

we forecasted long-term cointegration coefficients separately for each country.

FINDINGS

Cointegration coefficients have been significant and negative for Indonesia, the Philippines and Thailand. However, the coefficients for Singapore and Malaysia have been found insignificant statistically, meaning that there is not a long-term relationship between CO₂ and ECI for these countries. Negative coefficient for Indonesia, the Philippines and Thailand means that CO₂ decreases while economic complexity level of these countries increases.

DISCUSSION AND CONCLUSION

Depending on the statistics, it can be stated that Indonesia, Thailand and the Phillipines fall behind Singapore and Malaysia in terms of per capita income and export of goods and services. Although these countries also fall behind Singapore and Malaysia in terms of economic complexity level, their economic complexity levels tend to increase. This finding indicates that carbon emission decreases while economic complexity level increases in these countries. In other words, carbon emission of Indonesia, Thailand and the Phillipines will increase with a structural transformation containing goods and services which are sophisticated and knowledge-based, which have high value-added. From this point of view, it can be recommended to policy makers in these countries that it is important for them to enhance their economic complexity level for a sustainable and environmentally sensitive development process.

KAYNAKÇA

- Berber, M. (2011). İktisadi Büyüme ve Kalkınma. Derya Kitabevi, 4. Baskı, Trabzon.
- Can, M. & Gözgör, G. (2016). Dynamic Relationship among CO₂ emissions, energy consumption, economic growth, and economic complexity in France. *MPRA*, Paper No: 70373.
- DEİK. (2008). Asya'nın Yükselen Birliği: ASEAN. <https://www.deik.org.tr/uploads/asean.pdf> (Erişim tarihi: 26.07.2019).
- Hausmann, R., Hidalgo, C.A., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., Simoes, A. & Yildirim, M.A. (2011). *The Atlas of Economic Complexity Mapping Paths to Prosperity*.
- Hidalgo, C. A. (2009). The dynamics of economic complexity and the product space over a 42 year period. *Center for International Development at Harvard University*, Working Paper, No:189.
- Hidalgo, C.A. & Hausmann, R. (2009). The Building Blocks of Economic Complexity. *PNAS*, 106 (26): 10570-10575.
- Jin, T. & Kim, J. (2019). A comparative Study of Energy and Carbon Efficiency for Emerging Countries using panel stochastic frontier analysis. *Scientific Reports*, 9: 6647, 1-8.
- Lapatinas, A. (2016). Economic complexity and human development: A note. *Economics Bulletin*, 36 (3): 1441-1452.
- Lapatinas, A., Garas, A., Boleti, E., & Kyriaku, A. (2019). Economic Complexity and Environmental Performance: Evidence from a World Sample. *MPRA*, No: 92833.
- Mealy, P. & Teytelboym, A. (2018). Economic Complexity and the Green Economy. *Institute for New Economic Thinking Working Paper*, Paper No: 2018-03.
- MIT Observatory of Economic Complexity, <https://oec.world/en/rankings/country/eci/> (Erişim tarihi: 26.07.2019).
- 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 (497), 1-29.
- Pan, C., Chang, T. & Wolde-Rufael, Y. (2015). Military Spending and Economic Growth in the Middle East Countries: Bootstrap Panel Causality Test. *Defence and Peace Economics*, 26 (24), 443-456.
- Persyn, D. & Westerlund, J. (2008). Error-correction-based cointegration tests for panel data. *The Stata Journal*, 8 (8), 232-241.
- Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *CWPE*, 0435.
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels with a Multifactor Error Structure. *Econometrica*, 74 (4), 967-1012.

- Taylor, M.P. & Sarno, L. (1998). The Behavior of Real Exchange Rates During the Post-Bretton Woods Period. *Journal of International Economics*, 46, 281-312.
- Topal, M.H. & Ünver, M. (2016). Yolsuzluğun Belirleyicileri: Kırılgan Ekonomiler İçin Panel Eş-bütünleşme Analizi. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 02(02), 58-68.
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2013). İleri Panel Veri Analizi Stata Uygulamalı, 2. baskı, Beta, İstanbul.
- Westerlund, J. (2007). Testing for Error Correction in Panel Data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69 (6), 709-748.
- World Bank. (1993). *The East Asian Miracle – Economic Growth and Public Policy*. Oxford University Press.
- World Bank, <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.KD> (Erişim tarihi: 26.07.2019)
- World Bank, <https://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.KD> (Erişim tarihi: 26.07.2019).
- World Bank, <https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.FO.ZS> (Erişim tarihi: 26.07.2019)

KATKI ORANI / CONTRIBUTION RATE	AÇIKLAMA / EXPLANATION	KATKIDA BULUNANLAR / CONTRIBUTORS
Fikir veya Kavram / <i>Idea or Notion</i>	Araştırma hipotezini veya fikrini oluşturmak / <i>Form the research hypothesis or idea</i>	Elife AKİŞ Semanur SOYYIĞIT
Tasarım / <i>Design</i>	Yöntemi, ölçeği ve deseni tasarlamak / <i>Designing method, scale and pattern</i>	Elife AKİŞ Semanur SOYYIĞIT
Veri Toplama ve İşleme / <i>Data Collecting and Processing</i>	Verileri toplamak, düzenlenmek ve raporlamak / <i>Collecting, organizing and reporting data</i>	Semanur SOYYIĞIT
Tartışma ve Yorum / <i>Discussion and Interpretation</i>	Bulguların değerlendirilmesinde ve sonuçlandırılmasında sorumluluk almak / <i>Taking responsibility in evaluating and finalizing the findings</i>	Elife AKİŞ Semanur SOYYIĞIT
Literatür Taraması / <i>Literature Review</i>	Çalışma için gerekli literatürü taramak / <i>Review the literature required for the study</i>	Elife AKİŞ