

Kümeleme ve Diskriminant Analizi ile Çevresel Performans ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endekslerinin İlişkisinin İncelenmesi

Dilek Veysikarani¹

Özet

Sürdürülebilirlik, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı, ekonomik istikrar ve toplumsal adaleti içeren bir kavramdır ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını gözetme ilkesini temel alır. Bu prensipler çerçevesinde sürdürülebilirlik, küresel düzeyde giderek artan bir öneme sahiptir. İklim değişikliği, doğal kaynakların tükenmesi, çevresel kirlilik ve sosyal eşitsizlik gibi küresel sorunlar, sürdürülebilirlik çabalarının daha da acil hale gelmesine neden olmuştur. Bu bağlamda, Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi, sürdürülebilirlik çabalarının bir rehberi olarak kabul edilmektedir. Sürdürülebilirlik, çevresel performansın iyileştirilmesini içerir. Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı, ekosistemlerin korunması ve çevresel kalitenin artırılması bu çerçevede önemli hedefler arasındadır. Ekonomik büyümenin istikrarlı olması, kaynakların verimli kullanılması ve gelir dağılımının adil olması da sürdürülebilirliği tanımlayan unsurlardır. Toplumsal boyut ise eşitlik, adalet, eğitim ve sağlık gibi temel ihtiyaçların karşılanmasını vurgular. Bu çalışmada, sürdürülebilirlik ve çevresel performansın birbirleriyle nasıl ilişkilendirilebileceğini incelemeyi amaçlamış ve bu amaç doğrultusunda çalışmanın örnekleme olan 38 OECD ülkesi üzerinde bir analiz gerçekleştirilmiştir. Çevresel performansın ölçütü olarak Yale Üniversitesi ve Columbia Üniversitesi tarafından geliştirilen “Çevresel Performans Endeksi” kullanılırken, sürdürülebilir kalkınma göstergeleri olarak Birleşmiş Milletler’in “Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi” kullanılmıştır. Her iki değişkenin 2022 yılına ait verileri analize dahil edilmiştir. Analiz sonuçları, OECD ülkelerinin yedi farklı küme halinde sınıflandırıldığını göstermiştir. Hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kümeleme analizinde k-ortalamalar sonucunda elde edilen bulgular Türkiye’nin, diğer

1 Araştırma Görevlisi, Çukurova Üniversitesi, dilek.veysikarani@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8071-0720

OECD ülkelerine göre farklılık göstererek tek başına bir küme oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, Türkiye'nin çevresel performans ve sürdürülebilirlik açısından diğer OECD ülkelerine nazaran daha dezavantajlı bir konumda olduğunu işaret etmektedir. Bu sonuçlar, Türkiye'nin çevresel sürdürülebilirlik çabalarını artırma ihtiyacını vurgulamakta ve uluslararası iş birliği gerektirebilecek potansiyel farklılıkları işaret etmektedir.

1. Giriş

Sürdürülebilirlik, bir toplumun veya bir ülkenin kaynakları ve çevresel koşulları göz önünde bulundurarak ekonomik, sosyal ve çevresel ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini ifade eder. Bu kavram, kaynakların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesini, toplumsal eşitliği desteklemeyi ve çevrenin korunmasını amaçlar. Sürdürülebilirliğin ana hedefi, bugünkü nesillerin ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillere de aynı fırsatları ve kaynakları bırakmaktır (Özbek, 2023).

Sürdürülebilirliğin popülerliği son yıllarda gittikçe artmaktadır. İklim değişikliği, doğal kaynakların azalması ve sosyal eşitsizlik gibi küresel sorunlar, sürdürülebilirlik çabalarını hızlandırmıştır (Demirbaş ve Aydın, 2020). Birçok ülke, bu ilkelere uygun olarak ulusal politika ve stratejiler geliştirmeye çalışmaktadır. Sürdürülebilirlik, gelecek nesillerin refahını güvence altına almak için kritik bir rol oynamaktadır ve bu nedenle uluslararası iş birliği ve çabalar da büyük bir öneme sahiptir (Kekillioğlu, 2023).

20. yüzyılın son çeyreğinde, özellikle sanayileşme ve kentleşmeye paralel olarak doğal kaynakların aşırı kullanımı ve tüketimi, sürdürülebilir kalkınma kavramını küresel gündeme taşımaktadır (Kekillioğlu, 2023). Günümüzde, dünya genelinde sürdürülebilirlik ve çevresel performans, uluslararası toplumun en öncelikli meselelerinden biri haline gelmiştir. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri, Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen ve küresel düzeyde sürdürülebilir bir gelecek inşa etmeyi amaçlayan bir dizi önemli hedeften oluşur. Bu hedefler, yoksulluğun azaltılması, eşitsizliğin giderilmesi, temiz enerjiye erişim, iklim eylemi ve daha birçok kritik konuyu kapsar (Altay Topçu, 2021).

Öte yandan, çevresel performans endeksi, ülkelerin çevresel uygulamalarını ve politikalarını değerlendiren önemli bir ölçüttür. Bu endeks, çevrenin korunması, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve iklim değişikliği gibi temel çevresel sorunlara odaklanır.

Bahse konu bu iki kavram arasındaki bağlantıyı anlamak ve değerlendirmek, küresel sürdürülebilirlik çabalarını daha etkili bir şekilde yönlendirmenin önemli bir parçasıdır. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri endeksi, ülkelerin bu

hedeflere ne kadar yakın olduğunu belirlerken, çevresel performans endeksi, bu ülkelerin çevresel uygulamalarını değerlendirir. Bu bağlamda, bu çalışma sürdürülebilir kalkınma hedefleri endeksi ile çevresel performans endeksi arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Bu inceleme, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma çabalarının çevresel performans üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu iki endeks arasındaki ilişkinin detaylı analizi, küresel düzeyde daha iyi çevresel uygulamaların teşvik edilmesine ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin başarılmasına katkı sağlayabilir.

2. Literatür

Toprak (2006) çalışmasında, çevre politikalarının ayrıntılı bir analizini sunmakta ve bu politikaların temel ilkelerini ve mali araçlarını açıklamaktadır. Özellikle çevre vergileri üzerinde ayrıntılı bir inceleme yapılmış ve çevrenin sürdürülebilir kalkınma bağlamındaki rolü üzerinde durulmuştur.

Özmehmet (2008), çalışmasında öncelikle çevre ve kalkınma sorunları ele almış, ardından sürdürülebilirlik kavramının kökeni ve içeriği incelemiştir. Sürdürülebilir kalkınma kavramının tarihsel evrimi ve fikirlerden eylem planlarına nasıl dönüştüğünü detaylı olarak açıklamıştır.

Yalçın'ın (2010) çalışmasının temel amacı, sürdürülebilir kalkınma ve iklim değişikliğiyle mücadele için düşük karbonlu bir ekonomi modelinin temellerini atmanın gerekliliğini ortaya koymak ve bu modelin akademik düzeyde tartışılmasına öncülük etmektir. Araştırmanın sonucu, düşük karbonlu ekonomi modelinin, iklim değişikliği ile mücadele ve sürdürülebilir kalkınma için en uygun serbest piyasa çözümü olduğudur.

Rogge'nin (2012) çalışması, non-parametrik Veri Zarflama Analizi (DEA) yaklaşımını kullanarak ülkelerin çevresel performans endeksine göre değerlendirmenin ve bu performansı karşılaştırmanın yöntemlerini incelemektedir.

Seydioğulları (2013), ekonomik büyüme, nüfus artışı ve yenilenebilir enerji talebinin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma ve yenilenebilir enerji kavramlarına vurgu yapılmış, bu faktörlerin ilişkisi özetlenmiştir. Sonuçlar, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji kullanımının sürdürülebilir kalkınma açısından önemini vurgulamaktadır.

Chandrasekaran vd. (2013) doğal kaynakların tükenmesi ve kontrolsüz kirliliğin ekonominin birçok sektörünü etkilemesi göz önüne alındığında, çevresel performans endeksi (EPI), çevrenin bozulmasını durdurma çabalarını tanımak için oluşturulduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmalarında,

ülke için çevresel performans endeksi oluşturmanın metodolojisini detaylı bir şekilde açıklamayı amaçlamışlardır. Ayrıca, çevresel performans endeksi puanlarına dayalı olarak eyaletleri sıralamayı ve Merkezi fonların nasıl kullanılacağı konusunda seçenekler sunmayı hedeflemişlerdir.

Alptekin (2015) tarafından yürütülen çalışmada, Türkiye'nin sürdürülebilirlik performansını Avrupa Birliği üye ülkeleri ile kıyaslanmıştır. Çalışmada ENTROPİ ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak ülkelerin sıralamaları yapılmıştır. Bulgulara göre, İsveç en yüksek performansa sahipken Türkiye 20. sırada yer almıştır.

Sarıçoban ve Yildirimci (2015), araştırmalarında, Türkiye'nin çevre politikalarının ve bu politikaların uygulanma süreçlerinin, ekonomik ve sosyal politikalarla Sürdürülebilir Kalkınma ilkeleri doğrultusunda bütünlüğünü incelemişlerdir.

Tanç ve Gümrah (2015), Borsa İstanbul'daki imalat sanayi sektöründeki işletmelerin çevresel performansını 2013 yılı sürdürülebilirlik raporlarına dayanarak değerlendirmeyi amaçladıkları çalışmada su geri dönüşümü, enerji tasarrufu, emisyon azaltımı, atık yönetimi ve çevre koruma yatırımları gibi çevresel göstergeler kullanılarak işletmelerin çevresel performansını TOPSIS yöntemiyle değerlendirmişlerdir.

Costanza vd. (2016), Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile sürdürülebilir refahın genel ölçüleri arasındaki ilişkiyi inceleyen alternatif yöntemleri araştırmışlardır. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri kontrol panelini tamamlayacak bir Sürdürülebilir Refah Endeksi oluşturmanın mümkün olduğunu ve bu endeks hakkında fikir birliği oluşturmanın önemli olduğunu tartışıyoruz. Ayrıca Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ni ve Sürdürülebilir Refah Endeksi'ni geleceğe yönelik senaryolar altında izleyebilen bir sistem dinamikleri modeli ile bağlantı kurmayı önermişlerdir.

Pimonenko, TLiulov ve Chyhryn (2018), Çevresel Performans Endeksi'nin metodolojisini analiz etmişlerdir. Farklı ülkelerin çevresel, sosyal ve ekonomik durumlarını değerlendirmek için kullanılan bütünlük endeksleri inceleyerek, Çevresel Performans Endeksi'ni özellikle çevresel politikaları değerlendirmek için temel bir araç olarak ele almışlardır. Yüksek CO2 emisyonlarına sahip ülkelerin çevresel politikalarını iyileştirmeleri gerektiğini vurgular ve bu ülkelerin EPI sıralamalarının düşük olduğunu belirtir. Çevresel, sosyal ve ekonomik refah arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla farklı göstergeleri karşılaştırarak, Çevresel Performans Endeksi'nde iyi performans gösteren ülkelerin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve Sosyal İlerleme Endeksleri'nde de güçlü olduklarını ortaya koymuşlardır.

Özkan ve Özcan (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışma, 2015 yılında OECD ülkelerinin çevresel performanslarını değerlendirmek amacıyla Çevre Performans Endeksi verilerini kullanarak veri zarflama analizi yöntemini uygulamıştır. Elde edilen sonuçlar, Türkiye'nin çevresel performans açısından etkin bir konumda olduğunu göstermektedir.

Ali vd. (2018) çalışmalarında, BRICS ülkelerindeki en büyük 25 çok uluslu şirketin Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ni ne kadar benimsediğini araştırmışlardır. İçerik analizi kullanarak yapılan araştırma, bu şirketlerin Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ni benimsemeye çalıştığını, ancak önemli hedeflerin eksik olduğunu göstermiştir. Çalışma, BRICS ülkelerinin BM tarafından belirlenen sürdürülebilir kalkınma hedeflerine daha fazla dikkat etmeleri gerektiğini önermektedir.

Karaman (2018) çalışmasında Türkiye'nin Avrupa Birliği üyeliği hedefi doğrultusunda çevresel performansını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çevresel Performans Endeksi gibi kapsamlı bir değişken kullanılarak Türkiye'nin çevresel performansı, Avrupa Birliği standartlarına göre oldukça zayıf bir durumda olduğunu göstermiştir.

Al (2019) çalışmasında, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonomi performansını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. 2002-2015 dönemini kapsayan bir yeşil ekonomi endeksi kullanılarak yapılan analiz sonuçları, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonomi performansının arttığını göstermektedir. Bu artışın temel nedeni, ekonomik, sosyal ve çevresel göstergelerdeki olumlu gelişmelerdir.

Bek (2019), çalışmasında, İsviçre ve Türkiye'nin çevresel performansını karşılaştırarak Türkiye'nin düşük sıralamalarının nedenlerini araştırmıştır. Nitel araştırma yöntemleri kullanılarak elde edilen veriler, çevresel sorunlar konusundaki eksiklikleri tanımlamış ve çözüm önerileri sunmuştur. Sonuç olarak, çevresel göstergelerin birçoğunda Türkiye'nin gelişmiş ülkelerin gerisinde kaldığı görülmüştür.

Fonseca, Domingues ve Dima (2020) çalışmalarında, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin birbiriyle olan ilişkilerini araştırmayı amaçlamışlardır. Araştırma sonuçları, bazı Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin birlikte çalışarak güçlendiklerini göstermektedir, ancak bazılarının diğer Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile anlamlı bir ilişkisi olmadığını ortaya koymaktadır. Özellikle, yoksulluğun azaltılması ve iyi sağlık ve refah hedeflerinin diğer hedeflerle uyumlu olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, enerji, temiz enerji ve sorumlu tüketim gibi belirli hedeflerin diğerleriyle daha karmaşık

ilişkilere sahip olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin etkili bir şekilde uygulanması ve sürdürülebilir bir gelecek için işbirliği yapılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Raza vd. (2021), çalışmalarında, Güney ve Doğu Asya ülkelerinin çevresel performansını incelemeyi ve ticaret ile ekonomik faktörler arasındaki ilişkiyi araştırmayı amaçlamışlardır. 2002-2016 dönemini kapsayan verilere panel regresyon yöntemleriyle ve sağlam kontrollerle bakarak, ticaret serbestleştirilmesi ile çevresel performans arasında olumsuz bir ilişki olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca, iklim değişikliği performansının genel çevresel değişiklik üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Ateş ve Usman (2021), gelişmekte olan 25 ülkenin sürdürülebilir kalkınma performansını incelemişlerdir. Çevresel, sosyal, yönetim, finansal ve ekonomik olmak üzere beş alt boyut üzerinden 37 kriter belirlenmiş ve Gri İlişkisel Analiz yöntemi kullanılarak sürdürülebilir kalkınma performansı değerlendirilmiştir. Bulgular, Güney Kore, Çek Cumhuriyeti ve Yunanistan'ın en yüksek performansı gösterdiğini, Pakistan, Hindistan ve Filipinler'in ise son sıralarda yer aldığını göstermektedir. Ayrıca, finansal ve ekonomik başarıların tek başına sürdürülebilirlik performansını garanti etmediği ve çevresel, sosyal ve yönetim faktörlerinin de kritik olduğunu vurgulamaktadır.

Pınar (2022) çalışmasında Çevresel Performans Endeksi verileri ve stokastik üstünlük verimliliği metodolojisini kullanarak göstergelerin ve çevresel performans kategorilerinin atanmış olan subjektif ağırlıklara olan hassasiyetini incelemeyi amaçlamaktadır. Elde edilen bulgular, Stokastik Üstünlük kriterleri kullanılarak seçilen alternatif ağırlıklara dayalı olarak çevresel performansta kayda değer bir değişkenlik olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, bileşik endekslerin duyarlılık analizinin güvenilirlik ve şeffaflık açısından ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır.

İskenderoğlu, Ünlübulduk ve Karadeniz (2023), çevresel performans endeksinde yer alan 14 ülkeyi ele aldıkları çalışmalarında, ekonomik büyüme, doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve yenilenebilir enerji tüketiminin karbon salınımları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Sonuçlar, doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının çevresel bozulmayı azaltıcı bir rol oynadığını gösterirken, finansal gelişmenin karbon salınımları üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını ortaya koymuştur.

Mevcut literatürde, sürdürülebilir kalkınma endeksi ile çevresel performans endeksinin bir arada değerlendirildiği veya bu iki endeksin kanonik korelasyon analizi ile incelendiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu

nedenle, bu çalışmanın özgün bir yaklaşım sunduğu ve literatüre yeni bir bakış açısı getirdiği söylenebilir.

3. Materyal ve Metot

Çalışmanın bu bölümünde ilk olarak araştırmada kullanılacak olan değişkenler hakkında bilgi verilmiş ardından istatistiksel yöntemler açıklanmıştır.

3.1. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi ve Çevresel Performans Endeksi

3.1.1. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi

Ekonomik büyüme, genellikle mal ve hizmet üretimindeki artışı temsil ederken, sürdürülebilir kalkınma daha kapsamlı bir bakış açısını yansıtır. Sürdürülebilir kalkınma, sadece ekonomik büyümeyi değil, aynı zamanda toplumun refahını artırmayı, çevreyi korumayı ve gelecek nesillere daha iyi bir yaşam kalitesi bırakmayı amaçlar. Sürdürülebilir kalkınmanın temel ilkesi, ekonomik, sosyal ve çevresel düşünceleri birleştirmektir. Bu bağlamda, sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, toplumsal ve çevresel boyutlara ayrılmaktadır (Morelli, 2011: 6; Altay Topçu, 2021: 458).

Sürdürülebilir kalkınmanın “ekonomik boyutu”, ekonomik büyümeyi, istihdamı ve gelir artışını içeren konuları ele alırken aynı zamanda kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını ve ekonomik faaliyetlerin gelecek nesiller için olumsuz etkilerini minimize etmeyi amaçlar. Sosyal boyutu, insanların yaşam kalitesini artırmayı, toplumsal refahı iyileştirmeyi ve adaleti teşvik etmeyi amaçlar. Bu boyut, sadece ekonomik büyümenin ötesine geçer ve insanların ihtiyaçlarını ve haklarını merkeze alır. Çevresel boyutu, çevresel sürdürülebilirlik ve doğal kaynakların korunması ile ilgilidir. Bu boyut, insanların ekonomik ve sosyal faaliyetlerini sürdürürken çevreye zarar vermeden yaşamalarını hedefler (Doğruel Anuşlu ve Fırat, 2020: 47; Altay Topçu, 2021: 458).

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, Birleşmiş Milletler (BM) tarafından 2015 yılında kabul edilen ve 2030 yılına kadar dünya genelinde sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeyi amaçlayan bir dizi küresel hedefdir. Bu hedefler, çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliği geliştirmeyi, yoksulluğu azaltmayı, eşitsizliği önlemeyi ve gezegenimizin kaynaklarını daha iyi yönetmeyi amaçlamaktadır.

Şekil 1’de, Birleşmiş Milletler’in önerdiği sürdürülebilir kalkınma hedefleri görsel olarak sunulmuştur



Şekil 1. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi, Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin dünya genelindeki ülkeler tarafından ne kadar başarıyla uygulandığını değerlendirmek için kullanılan bir ölçüttür. Bu endeks, her ülkenin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma sürecini ve performansını ölçmek amacıyla tasarlanmıştır. Her ülkenin elde ettiği bir Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi puanı vardır ve bu puanlar 0 ile 100 arasında bir ölçekte ifade edilir. Bu 0-100 ölçeği, her bir ülkenin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yaklaşma derecesini gösterir. 0, bir ülkenin bu hedeflere çok az veya hiç ulaşmadığını, 100 ise bir ülkenin bu hedeflere maksimum düzeyde ulaştığını yansıtır. Yani daha yüksek bir Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi puanı, bir ülkenin sürdürülebilir kalkınma hedeflerini daha iyi gerçekleştirdiği anlamına gelirken, düşük bir puan, bu hedeflere daha az katkıda bulunduğunu gösterir.

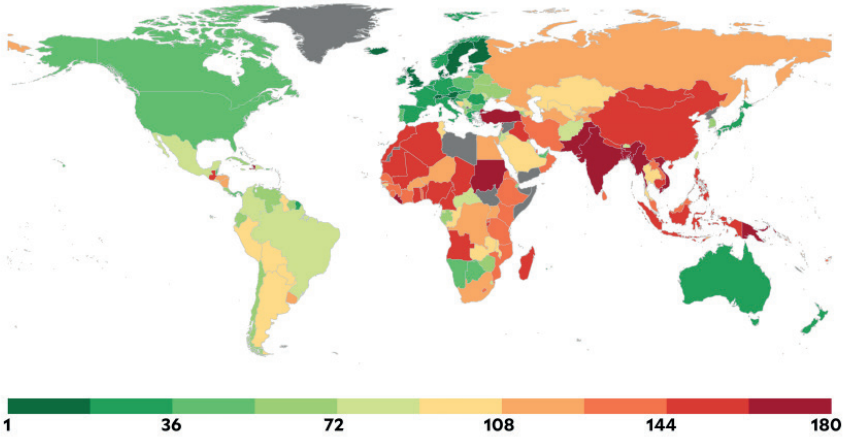
3.1.2. Çevresel Performans Endeksi

Çevresel Performans Endeksi, yönetimini Yale Çevresel Hukuk ve Politika Merkezi (YCELP), Yale Üniversitesi Veriye Dayalı Çevresel Çözümler Grubu (Data-Driven Yale) ve Columbia Üniversitesi Uluslararası Dünya Bilim Enformasyon Ağı (CIESIN) tarafından üstlenilen bir iş birliği projesinin bir ürünüdür (Karaman, 2018: 80). 2006 yılından bu yana düzenli olarak yayımlanan Çevresel Performans Endeksi, toplamda 24 farklı çevresel konu başlığını ele almaktadır ve bu başlıklar, 10 ayrı kategori altında toplanmıştır. Bu değerlendirme kategorileri, şunları içermektedir: hava kalitesi, su

temizliği, ormanlar, ağır metaller, biyoçeşitlilik, balıkçılık, iklim ve enerji, hava kirliliği, su kaynakları ve tarım (Bek, 2019: 40; EPI, Policymaker Summary, 2022:1). Söz konusu değerlendirme kategorileri ile çevresel bozulmanın düşeceği, çevre kalitesinin artacağı değerlendirilmektedir (Oğul, 2023). Dolayısıyla çevresel sürdürülebilirlik hedefleri açısından önemli kategoriler olarak görülmektedir.

Çevresel Performans Endeksi, dünya genelinde 180 ülkenin çevresel verilerini sistematik bir şekilde toplayan ve analiz eden, bu ülkelerin çevresel performanslarını karşılaştırılabilir bir nicel ölçüt temelinde değerlendiren bir araçtır. Çevrenin korunması ve çevresel sağlığın izlenmesi için sağladığı ampirik yaklaşım sayesinde, çevresel sorunların tanımlanması ve izlenmesi konularında önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, Çevresel Performans Endeksi, on yılı aşkın bir süredir düzenli olarak yayınlanmakta olup, bu süre zarfında dünya genelinde çevresel sağlık ve doğal kaynakların korunması konularındaki gelişmelerin izini sürmektedir. Bu nedenle, Çevresel Performans Endeksi, çevresel sorunların tespit edilmesi ve çözüm yollarının belirlenmesinde önemli bir yol gösterici işlev görmektedir. Ayrıca, Çevresel Performans Endeksi, 11 farklı konu kategorisinde kullanılan 40 performans göstergesi ile 180 ülkenin çevresel sağlık ve ekosistem canlılığı açısından sıralamasını yaparak, ülkelerin belirlenmiş çevresel politika hedeflerine ne kadar yakın olduklarını ulusal ölçekte bir ölçüt sunmaktadır (EPI Report, 2022).

Şekil 2'de Çevresel Performans Endeksine göre 180 ülkenin dünya genelinde sıralanması yer almaktadır.



Şekil 2. 2022 Çevresel Performans Endeksi Sıralamaları

Kaynak: <https://epi.yale.edu/downloads>

Türkiye, 180 ülke arasında 26,1 puanla 172. sırada bulunuyor ve bu sonuç, Türkiye'nin çevresel performansının son 10 yılda kötüleştiğini yansıtmaktadır (-0,5). Ayrıca, Türkiye üye olduğu veya katıldığı uluslararası gruplar (örneğin G-20, İslami İşbirliği Örgütü, Yükselen Piyasalar ve OECD) içinde yapılan sıralamalarda da son sıralarda yer alıyor. Bu durum, Türkiye'nin çevresel sürdürülebilirlik çabalarının daha fazla güçlendirilmesi gerektiğini ve uluslararası düzeyde bu konudaki performansını iyileştirmesi gerektiğini göstermektedir (EPI Report, 2022).

3.2. Metot

3.2.1. Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi, bilinmeyen veya belirsiz sınıflandırmaların olduğu verilerde benzer özelliklere sahip grupları bulmak ve bunları homojen kümeler halinde ayırmak için kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Bu analiz, verileri benzerliklerine göre gruplandırarak araştırmacılara özet bilgiler sağlar ve veri setindeki yapıları anlamalarına yardımcı olur (Koltan ve Patır, 2011).

Küme, çok boyutlu uzayda birbirine yakın nesnelere oluşturduğu gruplar olarak tanımlanabilir. Kümeleme analizi, bu grupları oluşturmak için kullanılan bir yöntemdir. Başka bir deyişle, kümeleme analizi, benzer özelliklere sahip nesnelere bir araya getirilerek homojen gruplar oluşturma sürecidir. Bu analiz, nesnelere sınıflandırmak ve iç içe durumları belirlemek için kullanılan bir tekniktir (Akın, 2008).

Kümeleme analizi, gözlemleri veya değişkenleri benzerliklerine göre gruplandırma işlemidir. Gözlemler arasındaki benzerlikleri inceleyerek, farklı gruplar veya kümeler oluşturulur. Bu gruplar, önceden bilinmeyen ve tanımlanmamıştır, bu nedenle denetimsiz bir öğrenme yöntemidir. Değişken kümelemesi ise değişkenler arasındaki ilişkileri ve benzerlikleri belirlemeyi amaçlar. Bu, ortak faktör yapılarını tanımlamak için kullanılır ve faktör analizi ile benzerlik gösterir. Yani, kümeleme analizi, veri setindeki düzeni ve yapıları keşfetmek için kullanılan güçlü bir analitik araçtır (Öz, Taban ve Kar, 2009).

Kümeleme analizinin ilk aşaması, bir benzerlik veya uzaklık ölçüsünün seçilmesini içerir. Bu ölçü, gözlemler veya değişkenler arasındaki benzerliği veya farklılığı belirlemek için kullanılır. Kareli öklid uzaklık veya Pearson korelasyon gibi ölçüler sıkça tercih edilenler arasındadır. Ardından, hangi kümeleme tekniğinin kullanılacağına karar verilir. Hiyerarşik veya hiyerarşik olmayan yöntemler arasından bir seçim yapılır. Seçilen teknik için ise hangi kümeleme yönteminin kullanılacağı belirlenir. Örneğin, hiyerarşik kümeleme

tekniki kullanilacaksa, centroid yontemi gibi bir alt teknik seçilebilir. Son aşamada ise kaç küme oluşturulacağı belirlenir ve veriler bu kümelere göre gruplandırılır. Elde edilen kümeleme sonuçları yorumlanarak analizin sonuçları çıkarılır. Bu süreç, veri setindeki yapıları ve ilişkileri anlamak için önemli bir adımdır (Sharma, 1996).

Kümeleme analizi, bir veri kümesini yapısal olarak incelemek ve benzer veri noktalarını gruplara ayırmak amacıyla kullanılan bir objektif yöntemdir. Bu yöntem, diğer istatistiksel analizlerde gereken normallik, doğrusallık veya eşvaryans gibi varsayımlara fazla bağımlı değildir. Bu nedenle, verilerin dağılımı veya ilişkileri hakkında önceden belirli varsayımlar yapmadan kullanılabilir. Kümeleme analizi, veri madenciliği, istatistik ve makine öğrenimi gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır ve verilerin yapısını daha iyi anlamak ve anlamlı gruplar oluşturmak için önemli bir araçtır (Öz vd., 2009).

Kümeleme analizi, çoklu veri setlerini inceleyerek benzerliklere dayalı olarak gözlemleri ve değişkenleri gruplara ayıran bir istatistiksel yöntemdir. Kümeleme analizinin temel amacı, veriler arasındaki yapıları ve ilişkileri belirlemektir. Bu analiz sonucunda elde edilen gruplar, benzer özelliklere sahip gözlemleri veya değişkenleri içerirken, farklı gruplar arasında belirgin farklar bulunur. Kümeleme analizi yöntemleri, analizde kullanılan verilere ve amaçlara bağlı olarak farklılık gösterebilir. Hiyerarşik (aşamalı) ve Hiyerarşik Olmayan (aşamalı olmayan) olmak üzere iki temel Kümeleme analizi yaklaşımı bulunur. Bu yöntemler, verileri benzerliklerine göre sınıflandırmak için çeşitli teknikler kullanır ve sonuçları yorumlamak için istatistiksel hesaplamaları içerir (Sharma ve Wadhawan, 2009).

Hiyerarşik Kümeleme Analizi, çok değişkenli veri setlerini benzerliklerine göre gruplandırmak ve bu grupların hiyerarşik bir yapı içinde nasıl bir araya geldiğini incelemek için kullanılan bir istatistiksel analiz yöntemidir. Bu yöntem, verilerin gruplar halinde nasıl düzenlendiğini ve hangi gözlemlerin veya değişkenlerin bir arada olduğunu anlamak için kullanışlıdır. Hiyerarşik Kümeleme Analizi, iki temel yaklaşıma sahiptir: Gruplayıcı (Agglomeratif) ve Bölücü (Divisive). Hiyerarşik Kümeleme Analizi, benzerlik ölçülerinin seçilmesi, küme sayısının belirlenmesi ve sonuçların yorumlanması gibi önemli kararları gerektirir. Analiz sonuçları, verilerin gruplar halinde nasıl düzenlendiğini ve hangi gözlemlerin veya değişkenlerin bir arada olduğunu anlamak için kullanılır. Bu yöntem, veri keşfi, sınıflandırma ve örüntü tanıma gibi birçok uygulama alanında kullanılır (Çelik, 2013; Mut ve Akyürek, 2017).

Ward tekniği, hiyerarşik kümeleme analizi içinde kullanılan bir kümeleme yöntemidir. Bu yöntem, kümelemeyi gerçekleştirirken küme içi benzerlikleri

en iyi şekilde korumayı amaçlar. Aynı zamanda küme arasındaki farklılıkları maksimumda tutmaya çalışılır. Ward tekniği sonuç olarak bir ağaç yapısı oluşturur, bu da dendrogram olarak adlandırılır. Dendrogram, her adımda hangi kümelerin birleştirildiğini ve hangi sırayla bu birleştirmelerin gerçekleştiğini gösterir. Araştırmacılar, bu dendrogramı inceleyerek verileri farklı seviyelerde kümeleyebilirler. Özellikle küme sayısını belirlemek için kullanılmaktadır. (Cohen ve Shannon, 1981). Çalışmanın analiz kısmında Ward tekniği hiyerarşik kümeleme analizinde kullanılmıştır.

Küme sayısının önceden bilindiği veya araştırmacının belirlediği durumlarda, hiyerarşik olmayan veya aşama sıralı olmayan kümeleme yöntemleri tercih edilir. Ayrıca, bu yöntemlerin sağlam teorik temellere dayandığı durumlarda da tercih edilirler. Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinin birçok türü vardır, ancak en sık kullanılanları Mac Queen tarafından geliştirilen “k-ortalama tekniği” ve “en çok olabilirlik tekniği”dir. Bu çalışmada, hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinden biri olan k-ortalama tekniği kullanılmıştır. Bu teknikte, değişkenler, kümeler içindeki karelerin toplamını en küçük yapacak şekilde k farklı kümeye ayrılır (Yılmaz ve Kaya, 2005).

3.2.2. Diskriminant Analizi

Diskriminant Analizi, çok değişkenli bir istatistiksel yöntemdir ve temel amacı kategorik bağımlı değişkenler ile metrik bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri tahmin etmektir. Bu analiz, iki veya daha fazla grubun farklılıklarını vurgulamak için diskriminant değişkenlerini kullanır. Diskriminant analizinde bağımlı değişken kategorik bir yapıya sahipken, bağımsız değişkenler metrik değerlere sahiptir. Ayrıca, bağımlı değişkenin iki sınıflı veya çok sınıflı olabilir. Ancak, iki sınıflı bağımlı değişkenlerle çalışıldığında daha iyi sonuçlar elde edilir (Verma, 2013; Ünlü ve Yıldız, 2018).

Diskriminant analizi, kümeleme analizinden ayrılan bir özellik taşıyor, zira bu analiz türünde gözlemlerin başlangıçta hangi gruba ait olduğu bilinmemektedir. Analizin temel amacı, gözlemlerin hangi gruba ait olduğunu belirlemek için bir ayırma fonksiyonu oluşturmaktır. Bu fonksiyonun tasarımındaki asıl hedef, grupların aritmetik ortalamaları arasındaki farkı en üst düzeye çıkarmaktır.

Diskriminant Analizi, verilerin gruplara ayrılmasında yardımcı olan diskriminant fonksiyonlarını hesaplar. Bu fonksiyonlar, grupları birbirinden en iyi şekilde ayıran değişkenlerin birleşimlerini ifade eder. İdeal olarak, bu fonksiyonlar, grup içi varyansı minimize ederken gruplar arası varyansı maksimize eden bir denklem sistemini çözer.

Diskriminant analiz, iki veya daha fazla grubun arasındaki farklılıkların, diskriminant değişkenleri aracılığıyla belirlendiği bir süreçtir. Bu, bir dizi yakından ilişkili istatistiksel yaklaşımı içeren geniş bir kavramı içerir (Klecka 1980; Burmaoğlu, Oktay ve Üstün, 2009).

Diskriminant analizi, bireyleri ilgili gruplara atan ve bu grupların popülasyonlarını tanımlama amacı taşıyan istatistiksel bir karar verme tekniğidir. Bu yöntem, yanlış sınıflandırma olasılığını minimize etmeye odaklanır (Çiftçi, Güngör ve Çiftçi, 2020).

Diskriminant analizi, gruplar arasındaki değişkenlikleri tespit etme kapasitesi sunar, bu da bireyleri en doğru şekilde kendi gruplarına atama hedefi taşır. Bu amaç doğrultusunda, ayırma fonksiyonunu tanımlamak kritik bir adımdır. Araştırmacılar, bu ayırma fonksiyonunun katsayılarını hesaplamak için kullanılan farklı tekniklere dayalı olarak diskriminant analizini çeşitli şekillerde adlandırabilirler, örneğin kanonik diskriminant analizi, en büyük olabilirlik diskriminant analizi veya Bayes diskriminant analizi gibi (Everitt, 1992).

Diskriminant analizi, grupların hangi değişkenlerde en fazla farklılaştığını ve grupların ayrılmasında etkili faktörleri belirlemeyi amaçlar. Analizin sonucunda elde edilen sınıflandırma, bilinen fonksiyonun yeterliliğini test etmek için kullanılır (Burmaoğlu vd., 2009).

Diskriminant analizinin öngörü özelliği olması gelecekteki olayların tahmin edilmesi için pek çok bilimsel disiplinde kullanılmaktadır. Ekonomik büyüme, akademik başarı, kar tahmini, aile planlaması, bir ilacın etkinlik düzeyi gibi hem sosyal hem de sağlık hem fen bilimlerinde kullanılabilir. Her bir örnek, bir veya daha fazla bağımsız değişkenle birlikte bir bağımlı değişken içermektedir. Tanımlayıcı özellikte olan diskriminant analizi ise bağımsız değişkenlerin grupları ne kadar etkili bir şekilde ayırdığını araştırırken, bu değişkenlerin grupları tanımlamak için nasıl kullanılabileceğini ve hangi değişkenlerin ayırma fonksiyonunu oluşturmada etkili olduğunu göstermeye odaklanır.

Diskriminant analizi, çeşitli amaçlar için uygulanabilir ve bu amaçları şu şekilde özetlenmektedir (Çiftçi vd., 2020):

1. Bireylerin grup üyeliğini öngörme yeteneği, yani verilerin hangi değişken grubuna ait olduğunu belirleme amacıyla kullanılabilir.
2. Ayırma fonksiyonunu kullanarak verilerin gruplara sınıflandırılması için kullanışlıdır.

3. Bağımsız değişkenlerin gruplar arasındaki aritmetik ortalamalarındaki farkları belirlemek amacıyla kullanılabilir.
4. Bağımlı değişkenin varyansının, bağımsız değişkenlerin ne kadarını açıkladığını değerlendirmek amacıyla kullanılabilir.
5. Etkili ve etkisiz bağımsız değişkenleri gruplara ayırmak için kullanılabilir.
6. Verilerin öngörülen sınıflandırmaları doğru bir şekilde yansıtıp yansıtmadığını test etmek amacıyla kullanılabilir

Diskriminant analizinin uygulanabilmesi için çeşitli varsayımların sağlanması gerekmektedir. Söz konusu varsayımlar şunlardır:

- Değişkenlerin çoklu normal dağılım göstermesi
- Gruplar için kovaryans matrislerinin eşit olması
- Bağımsız değişkenlerin kendi aralarında ilişki (çoklu doğrusal bağlantı problemi) olmamasıdır. (Cangül, 2006).

Bağımsız değişkenlerin grupları ayırma kabiliyeti, Wilks Lambda istatistiği aracılığıyla değerlendirilir. Bu istatistik, 0 ile 1 arasında değişen bir değer alır ve yaklaşık olarak sıfıra gittikçe, analizde kullanılan değişkenlerin grupları ne kadar etkili bir şekilde ayırdığını gösterir. Önemli değişkenlerin tespiti, ayırma fonksiyonları ile değişkenler arasındaki korelasyonlar temel alınarak gerçekleştirilir. Bu bağlamda, fonksiyon ile en yüksek korelasyona sahip olan değişken, en etkili ve belirleyici değişken olarak kabul edilir (Çakmak ve Gürdal, 2015).

4. Ampirik Bulgular

Elde edilen bulgular sırasıyla ilk olarak kümeleme analizi sonuçları ardından diskriminant analizi sonuçları şeklinde verilmiştir.

4.1. Kümeleme Analizi Sonuçları

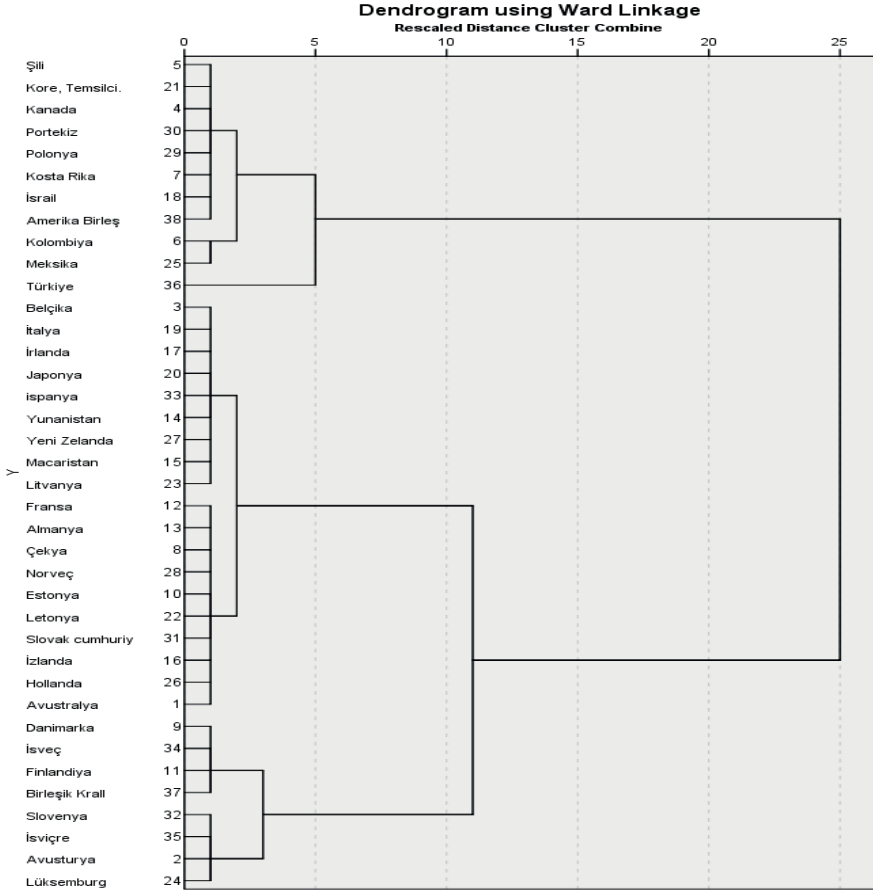
Araştırmanın başlangıcında, OECD ülkelerinin çevresel performans ve sürdürülebilirlik göstergelerini içeren değişken seti üzerinde hem hiyerarşik hem de hiyerarşik olmayan kümeleme analizleri gerçekleştirilmiştir. Hiyerarşik kümeleme analizi için Ward yöntemi ve Kareli Öklid Uzaklığı metodu tercih edilmiştir. Hiyerarşik olmayan kümeleme analizi ise K-ortalamlar yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kümeleme analizi sonuçlarına dayanarak, benzer özelliklere sahip olan OECD ülkelerini tanımlamak için öncelikle hiyerarşik kümeleme analizi uygulanmış ve sonucunda yedi farklı küme oluşturulmuştur. Bu yedi kümeye ait ülkelerin listesi Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Hiyerarşik Küme Analizine Göre Oluşan Gruplar

Kümeler ve Küme Üyeliği							
	Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4	Küme 5	Küme 6	Küme 7
1	Şili	Kolombiya	Belçika	Fransa	Danimarka	Slovenya	Türkiye
2	Güney Kore	Meksika	İtalya	Almanya	İsveç	İsviçre	
3	Kanada		İrlanda	Çek Cumhuriyeti	Finlandiya	Avusturya	
4	Portekiz		Japonya	Norveç	Birleşik Krallık	Lüksemburg	
5	Polonya		İspanya	Estonya			
6	Kosta Rika		Yunanistan	Letonya			
7	İsrail		Yeni Zelanda	Slovakya			
8	ABD		Macaristan	İzlanda			
9			Litvanya	Hollanda			
10				Avustralya			

Tablo 2'ye göre, Küme 1 olarak adlandırılan ilk kümede, Şili, Güney Kore, Kanada, Portekiz, Polonya, Kosta Rika, İsrail ve ABD gibi toplam 8 ülke yer almaktadır. Bu ülkeler, benzer özelliklere sahip olup diğer kümelerden farklı bir heterojen grupta bulunmaktadır. Küme 2'de ise Kolombiya ve Meksika yer almaktadır. Üçüncü kümede 9 ülkeden oluşmuştur. Bu ülkeler Belçika, İtalya, İrlanda, Japonya, İspanya, Yunanistan, Yeni Zelanda, Macaristan ve Litvanya'dır. Dördüncü küme Fransa, Hollanda, Almanya, Çek Cumhuriyeti, Norveç, Estonya, Letonya, Slovakya, İzlanda ve Avustralya'dan oluşmaktadır. Beşinci küme Danimarka, İsveç, Finlandiya ve Birleşik Krallık'tan oluşmuştur. Altıncı küme ise Slovenya, İsviçre, Avusturya ve Lüksemburg'dan meydana gelmiştir. Son olarak yedinci kümede Türkiye tek başına yer almaktadır.

Hiyerarşik Kümeleme Analizi sonuçlarını görsel olarak temsil etmek amacıyla kullanılan dendrogram, Şekil 1'de sunulmuştur. Dendrogramda, birbirine en çok benzeyen nesnelere bir birimlik mesafede yer aldığı gözlemlenmektedir. Ancak benzerliğin azaldığı durumlarda nesnelere arasındaki mesafenin arttığı ve daha uzak mesafede kümeleneceklerinin oluştuğu görülmektedir.



Şekil 3. Asya Ülkelerinin Dendrogramı

Dendrogramdan da anlaşılacağı üzere, benzer özelliklere sahip ülkeler bir birimlik mesafede kümelendirken, Slovenya, İsviçre, Avusturya ve Lüksemburg gibi kendine özgü özelliklere sahip ülkeler ilk aşamada diğer ülkelerden ayrılmıştır.

Araştırmanın ilk aşamasında, öncelikle hiyerarşik kümeleme analizi uygulanmıştır. Bu aşamadan sonra ikinci adımda ise hiyerarşik olmayan kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Hiyerarşik olmayan kümeleme analizi, analiz gerekliliklerine uygun olarak 7 farklı küme önerisiyle yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar, Tablo 2’de görülebilecek şekilde sunulmuştur.

Tablo 2. Hiyerarşik Olmayan Küme Üyelikleri

Hiyerarşik Olmayan Küme Üyelikleri			
Ülke	Küme	Ülke	Küme
Almanya	2	İzlanda	2
Amerika Birleşik Devletleri	7	Japonya	5
Avustralya	5	Kanada	7
Avusturya	2	Kolombiya	6
Belçika	5	Kosta Rika	6
Birleşik Krallık	4	Letonya	2
Çekya	5	Litvanya	5
Danimarka	4	Lüksemburg	3
Estonya	2	Macaristan	5
Finlandiya	4	Meksika	6
Fransa	2	Norveç	5
Güney Kore	7	Polonya	7
Hollanda	2	Portekiz	7
İrlanda	5	Slovakya	5
İspanya	5	Slovenya	2
İsrail	7	Şili	7
İsveç	4	Türkiye	1
İsviçre	2	Yeni Zelanda	5
İtalya	5	Yunanistan	5

Hiyerarşik olmayan kümeleme analizine göre ülkelerin kümelere dağılımı, hiyerarşik kümeleme yönteminde elde edilen küme üyelikleriyle benzerlik göstermektedir. Bu analiz sonucunda, Lüksemburg ayrı bir küme oluşturularak analize dahil edilmiştir. Ancak Türkiye, hiyerarşik kümeleme analizi ile elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstererek hiyerarşik olmayan kümeleme analizinde de ayrı bir küme oluşturmuştur

Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Analizi sonucunda hesaplanan son küme merkezleri arasındaki mesafeler, benzerlik oranlarını vermektedir. Mesafeler arttıkça benzerlik oranının azaldığını tersi durumda ise benzerlik oranının arttığı ifade edilir. Bu bağlamda elde edilen son küme merkezleri arasındaki mesafeler Tablo 3'te verilmiştir

Tablo 3. Son Küme Merkezleri Arasındaki Mesafe

Küme	1	2	3	4	5	6	7
1		38,7	46,5	52,977	32,529	18,436	23,959
2	38,7		9,332	14,279	6,174	21,326	14,793
3	46,5	9,332		8,986	14,676	28,315	23,176
4	52,977	14,279	8,986		20,453	35,439	29,047
5	32,529	6,174	14,676	20,453		15,304	8,666
6	18,436	21,326	28,315	35,439	15,304		8,213
7	23,959	14,793	23,176	29,047	8,666	8,213	

Bu bağlamda hiyerarşik olmayan kümeleme analizine göre elde edilen kümeler için belirlenen son küme merkezlerinin yer aldığı Tablo 3 değerlendirdiğinde çevresel performans endeksi ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri indeksine göre belirlenen kümelerde en çok benzerlik gösteren kümeler ikinci ve beşinci kümeler (6,174 birim mesafe) olurken, en az benzerlik gösteren kümeler ise birinci ve dördüncü kümeler (52,977 birim mesafe) olmaktadır.

Hiyerarşik olmayan kümeleme analizinin sonuçlarına dayalı olarak, hangi değişkenin kümeler üzerinde daha fazla etkili olduğunu belirlemek amacıyla ANOVA testi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. ANOVA Test Sonuçları

	F-değeri	p-değeri
Çevresel Performans Endeksi	115,088	0,000
Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi	16,020	0,000

ANOVA sonuçlarına göre, tüm göstergeler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu nedenle, değişkenlerin kümeleme analizinde anlamlı bir etkisi olduğu söylenebilir. Çevresel Performans Endeksi göstergesinin F değeri 115,088 olarak elde edilmiştir. Yedi kümeli bir yapıda en belirgin değişken olarak öne çıkmıştır

4.2. Diskriminant Analizi Sonuçları

Kümeleme analizi, benzer özelliklere sahip veri noktalarını gruplamak için kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Diskriminant analizi ise gruplar

arasındaki istatistiksel farkları belirlemek ve bu farkları kullanarak veri noktalarını doğru şekilde sınıflandırmak için kullanılan bir yöntemdir. Yani diskriminant analizi, kümeleme analizinden elde edilen grupların ne kadar iyi ayrıldığını değerlendirmeye yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın analizinin ikinci bölümünde diskriminant analizi uygulanmıştır.

Diskriminant analizinin uygulanması için öncelikle sağlanması gereken varsayımlar bulunmaktadır. Bu doğrultuda, analiz sonucunda değişkenler arasında düşük korelasyonların ($r < 0.80$) olduğu bulunmuştur. Dolayısıyla değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı sorunu yoktur. Diğer taraftan kovaryans matrisinin homojenliğini test etmek için Box's M testi kullanılmıştır. Box-M istatistiği 9,506 ve anlamlılık düzeyi $p = 0,836$ olduğundan kovaryanslar homojen olarak elde edilmiştir.

Diskriminant Analizi sonucunda elde edilen iki fonksiyonda anlamlı bulunmuştur. Grup ortalamalarına ilişkin analiz sonuçları Tablo 5'te verilmiştir

Tablo 5. Grup Ortalamalarının Eşitliği Testleri

	Wilks' Lambda	F	p-değeri
Çevresel Performans Endeksi	0,025	198,384	0,000*
Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi	0,211	19,343	0,000*

**%5 anlamlılık düzeyi.*

Tablo 5'e göz atıldığında, tüm bağımsız değişkenlerin gruplar arasındaki istatistiksel anlamlılığı ($p < 0.05$) belirgin bir şekilde yansıttığı göze çarpmaktadır. Bu nedenle, diskriminant analizi için değişken seçiminde varyans analizi gibi analitik araçların kullanılması oldukça uygun bir yöntemdir.

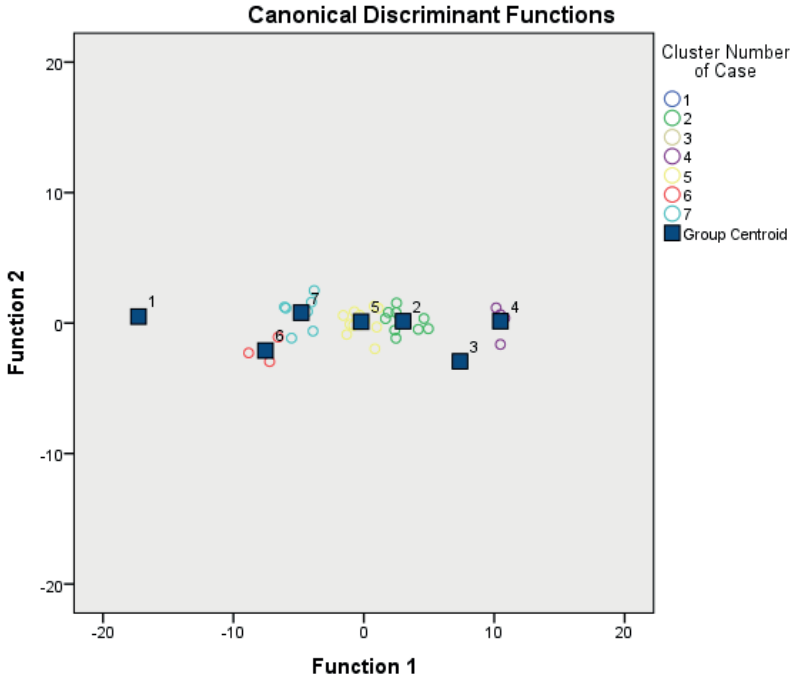
Tablo 6'da her bağımsız değişkenin standardize edilmiş kanonik diskriminant fonksiyonunun katsayıları yer almaktadır.

Tablo 6. Standardize Edilmiş Kanonik Diskriminant Fonksiyonu Katsayıları

	Fonksiyon	
	1	2
Çevresel Performans Endeksi	0,974	-0,278
Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi	0,118	1,006

Tablo 6 değerlendirildiğinde, 1. fonksiyonda “Çevresel Performans Endeksi” değişkeninin katsayısının diğer değişkenlere göre daha büyük olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum, bu değişkenin 1. diskriminant fonksiyonu üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğunu ve ülkelerin sınıflandırılmasında en önemli katkıyı sağladığını göstermektedir. Benzer şekilde, 2. fonksiyonda ise “Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi” en yüksek etkiye sahip değişken olarak öne çıkmaktadır

Kümeleme analizi sonucunda elde edilen 7 kümenin iki boyutlu uzaydaki konumları Şekil 2’deki gibi görselleştirilmiştir.



Şekil 4. Küme Merkezlerinin Görsel Dağılımı

Şekil 2’de yer alan 1. fonksiyona göre 1. küme ile 4. kümenin birbirine en uzak olduğu, yani anlamlı bir şekilde ayrıldıkları söylenebilir. 2. fonksiyon dikkate alındığında ise aynı şekilde 1. kümenin 3. kümeden anlamlı bir şekilde ayrıştığı söylenebilir.

Son olarak, grupların ayırt edilmesi için kullanılan sınıflandırma tablosuna göre, doğru sınıflandırma yüzdesi oldukça yüksektir. Elde edilen sonuç, diskriminant analizi için seçilen değişkenlerin uygun bir şekilde seçildiğini göstermektedir.

Tablo 7. Sınıflandırma Tablosu

		1	2	3	4	5	6	7	Toplam
Sayı	1	1	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	9	0	0	0	0	0	9
	3	0	0	1	0	0	0	0	1
	4	0	0	0	4	0	0	0	4
	5	0	0	0	0	13	0	0	13
	6	0	0	0	0	0	3	0	3
	7	0	0	0	0	0	0	7	7
Yüzde (%)	1	100	0	0	0	0	0	0	100
	2	0	100	0	0	0	0	0	100
	3	0	0	100	0	0	0	0	100
	4	0	0	0	100	0	0	0	100
	5	0	0	0	0	100	0	0	100
	6	0	0	0	0	0	100	0	100
	7	0	0	0	0	0	0	100	100

* Doğru sınıflandırma yüzdesi 100

Sınıflandırma tablosuna göre, tüm kümelerin %100 doğru bir şekilde sınıflandırıldığı görülmektedir. Bu sonuç, ülkelerin gruplandırılmasının oldukça kesin ve başarılı bir şekilde yapıldığını göstermektedir.

5. Sonuçlar ve Tartışma

Çevresel performansın sürdürülebilir kalkınma ile yakından ilişkili olduğu ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi, çevresel etkilerin azaltılması ve toplumsal refahın artırılması gibi faktörlerin göz önünde bulundurulması gerektiği söylenebilir. Bu iki alan arasındaki etkileşim, çevresel sürdürülebilirlik ve toplumsal kalkınma arasındaki dengeyi bulma çabalarının bir parçasıdır.

Bu çalışma, OECD ülkelerinin 2022 yılına ait çevresel performans endeksi ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri endeksi değerlerini kullanarak çevresel sürdürülebilirlik performanslarını ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma durumlarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, çevresel performans ile sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkiyi anlamak ve önerilerde bulunmak da bu çalışmanın hedeflerindedir.

Kümeleme analizi sonucunda kendi içerisinde homojen özellikler gösteren 7 adet küme elde edilmiştir. Analiz sonucunda Slovenya, İsviçre, Avusturya

ve Lüksemburg'u oluşturduğu ülke kümesinin OECD ülkeler içerisinde çevresel performans ve sürdürülebilir kalkınmada öncü olan üyelerden oluştuğu görülmüştür.

Danimarka, İsveç, Finlandiya ve Birleşik Krallık'ın yayınlanan çevresel performans endeksi raporlarında en iyi sonuçları gösteren ülke grubunu olmuştur (Karaman, 2018; Bek 2019). Söz konusu ülkelerin gelişimlerine bakarsak;

-Danimarka, çevresel performans ve sürdürülebilir kalkınma alanlarında olumlu bir görüntü sergileyen bir ülke olarak bilinir. Düşük sera gazı emisyonları, yenilenebilir enerji kullanımı ve çevre koruma politikalarıyla çevresel performansı yüksektir. Aynı zamanda toplumsal refah düzeyi de oldukça yüksektir, bu da sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada başarılı olduklarını gösterir.

-İsveç, sürdürülebilir kalkınma konusundaki öncü politikalarıyla tanınır. Atık yönetimi, enerji verimliliği ve yeşil teknolojilere yatırım gibi alanlarda başarılı bir çevresel performans sergiler. Aynı zamanda toplumsal eşitlik ve refah konularına da önem verir.

-Finlandiya, doğal kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde yönetme konusunda öne çıkar. Orman kaynakları ve su yönetimi gibi alanlarda başarılıdır. Bu ülke aynı zamanda eğitim ve sağlık gibi toplumsal göstergelerde de yüksek puan alır.

-Birleşik Krallık toplumsal kalkınma ve eğitim gibi alanlarda olumlu sonuçlar elde etmişlerdir. Bu bağlamda söz konusu bu dört ülke bir küme oluşturmuştur

Diğer yandan Kolombiya, Meksika'nın oluşturmuş olduğu küme ile tek başına küme oluşturan Türkiye'yi ele alırsak;

-Kolombiya, biyoçeşitlilik açısından zengin olan ve doğal güzelliklere sahip bir ülkedir. Ancak iç çatışmalar ve ekonomik eşitsizlikler gibi zorluklarla karşı karşıyadır. Son yıllarda orman koruma ve iklim değişikliği ile mücadele gibi çevresel konularda çaba göstermektedir. Sürdürülebilir kalkınma açısından daha fazla ekonomik istikrar ve sosyal eşitsizliklerin azaltılması gerekebilir.

-Meksika, iklim değişikliği ile mücadelede ve biyoçeşitliliğin korunmasında önemli adımlar atmış bir ülkedir. Ancak hava kirliliği ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi gibi çevresel sorunlarla karşı karşıya olabilirler.

-Türkiye, coğrafi konumu ve doğal kaynaklarıyla dikkat çeken bir ülkedir. Ancak hızlı kentsel büyüme, altyapı projeleri ve orman tahribatı gibi faktörler çevresel endişelere neden olmuştur. Son yıllarda rüzgâr enerjisi gibi temiz enerji kaynaklarına yönelik yatırımlar artmış olsa da hava kirliliği ve atık sorunları gibi çevresel zorluklarla mücadele önemlidir. Sürdürülebilir kalkınma açısından ekonomik büyüme ile çevre koruma arasında dengeyi sağlama konusunda çalışmalar gerekmektedir.

Türkiye'nin hiyerarşik olmayan kümeleme analizinde tek başına kümelenmesi diğer OECD ülkelerine kıyasla bazı dezavantajlara sahip olduğunu gösterebilir.

- Su Sorunu: Türkiye, su kaynaklarının sınırlı olduğu bir bölgede bulunmaktadır. Özellikle yaz aylarında kuraklık sorunu yaşanabilmekte ve su kaynaklarının etkili bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.
- Ormansızlaşma: Türkiye'nin orman alanları, ormansızlaşma tehdidi altındadır. Orman kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi ve ormanların korunması önemlidir.
- Hava Kirliliği: Özellikle büyük şehirlerde hava kirliliği sorunu bulunmaktadır. Fosil yakıtların yaygın kullanımı ve hızlı kentleşme bu sorunun kaynakları arasındadır.
- Doğal Afetler: Türkiye, depremler, sel ve toprak kaymaları gibi doğal afetlere karşı duyarlı bir bölgede bulunmaktadır. Bu tür afetlere hazırlıklı olmak önemlidir.
- Ekonomik Eşitsizlik: Türkiye'de ekonomik eşitsizlik sorunu vardır. Gelir dağılımındaki dengesizlik, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmayı zorlaştırabilir.
- Tarım Sorunları: Tarım sektörü, iklim değişikliği ve su kaynaklarının sınırlı olması gibi nedenlerle bazı zorluklarla karşı karşıyadır. Gıda güvenliğinin sağlanması için tarımın sürdürülebilir hale getirilmesi önemlidir.

Sonuç olarak, Türkiye'nin OECD ülkeleri ile kıyaslandığında hem avantajları hem de zorlukları bulunmaktadır. Türkiye'nin sürdürülebilir ekonomik büyüme, çevresel koruma ve toplumsal gelişim gibi alanlardaki çabaları, uluslararası standartlarla uyumlu hale getirilerek ve uluslararası iş birliğiyle desteklenerek daha fazla ilerleme kaydedebilir. Literatürde elde edilen sonuçları destekleyen çalışmalar mevcuttur (Karaman, 2018).

Her ülkenin çevresel performans ve sürdürülebilir kalkınma alanlarındaki güçlü ve zayıf yönleri vardır. Bu nedenle, bu ülkelerin kendi özgün koşullarını

ve politika tercihlerini göz önünde bulundurarak değerlendirilmeleri gerekmektedir. Bununla birlikte, bu ülkelerin uluslararası iş birliği yaparak çevresel performanslarını ve sürdürülebilir kalkınma çabalarını daha da iyileştirebilecekleri unutulmamalıdır.

Çalışmanın amacı çevresel performans ve sürdürülebilir kalkınmanın 2022 değerlerine OECD ülkelerini sınıflandırmaktır. Araştırmada kullanılan çevresel performans ve sürdürülebilir kalkınma değişkenlerinin, araştırmanın örneklem grubunu oluşturan toplam 38 ülkeyi nasıl ve ne yönde etkilediği gelecek çalışmalarda değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

- Akın, Y. K. (2008). Veri Madenciliğinde kümeleme algoritmaları ve kümeleme analizi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Al, İ. (2019). Sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonomi: Türkiye için bir endeks önerisi. *Hittit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 112-124.
- Ali, S., Hussain, T., Zhang, G., Nurunnabi, M. and Li, B. (2018). The implementation of sustainable development goals in “BRICS” countries. *Sustainability*, 10(7), 2513.
- Alptekin, N. (2015, 10-12 September). Ranking of EU countries and Turkey in terms of sustainable development indicators: An integrated approach using entropy and TOPSIS methods, *In The 9th International Days of Statistics and Economics* (p. 22-32). Prague, Czech Republic.
- Altay Topcu, B. (2021). Dijital ekonomi ve göstergelerinin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisi: AB ülkeleri örneği. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 4(2), 455-465.
- Ateş, S. ve Usman, Ö. (2021). Gelişmekte olan ülkelerin sürdürülebilir kalkınma performanslarının gri ilişkisel analiz yöntemiyle değerlendirilmesi. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 6(15), 225-248.
- Bek, N. (2019). Çevresel performans endeksi ve sürdürülebilir yönetim göstergeleri kapsamında ülke karşılaştırması: Türkiye ve İsviçre Örneği. *International Journal of Innovative Approaches in Social Sciences*, 3(2), 36-45.
- Burmaoğlu, S., Oktay, E. ve Özen, Ü. (2009). Birleşmiş milletler kalkınma programı beşerî kalkınma endeksi verilerini kullanarak diskriminant analizi ve lojistik regresyon analizinin sınıflandırma performanslarının karşılaştırılması. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 8(2), 23-49.
- Cangül, O. (2006). Diskriminant analizi ve bir uygulama denemesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Chandrasekharan, I., Kumar, R. S., Raghunathan, S. and Chandrasekaran, S. (2013). Construction of environmental performance index and ranking of states. *Current Science*, 435-439.
- Cohen, G., L. and Shannon, A., G. (1981). John Ward's method for the calculation of Pi. *Historia Mathematica*, 8, 133-144.
- Costanza, R., Daly, L., Fioramonti, L., Giovannini, E., Kubiszewski, I., Mortensen, L. F. and Wilkinson, R. (2016). Modelling and measuring sustainable wellbeing in connection with the UN Sustainable Development Goals. *Ecological economics*, 130, 350-355.
- Çakmak, Z. ve Gürdal, H. (2015). Araştırma görevlilerinin iş tatmin düzeyi ile iletişim düzeyinin ayırt edici öğelerinin diskriminant analizi ile belirlen-

- mesi. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 1(4), 1517-1534.
- Çelik, Ş. (2013). Kümeleme analizi ile sağlık göstergelerine göre Türkiye'deki illerin sınıflandırılması. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 14(2), 175-194.
- Çiftçi, N., M. Güngör ve Çiftçi, N. (2020). Birleşmiş Milletler insani gelişme endeksi verileri kullanılarak ülkelerin sınıflandırılmasının diskriminant analizi ile karşılaştırılması. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(1), 163-177.
- Demirbaş, M. ve Aydın, R. (2020). 21. Yüzyılın en büyük tehdidi: küresel iklim değişikliği. *Ecological Life Sciences*, 15(4), 163-179.
- Doğruel Anuşlu, M ve Fırat, S. Ü. (2020). Ülkelerin Endüstri 4.0 seviyesinin sürdürülebilir kalkınma düzeylerine etkisinin analizi. *Endüstri Mühendisliği*, 31(0), ss.44-58.
- EPI, Policymaker Summary (2022). <https://epi.yale.edu/downloads/epi-2022policymakerssummary.pdf> (Erişim Tarihi: 20.09.2023)
- EPI, Report, (2022). <https://epi.yale.edu/downloads/epi2022report06062022.pdf> (Erişim Tarihi: 20.09.2023).
- Everitt, B. D. (1992). *Applied multivariate data analysis*. Oxford Universty Press, New York.
- Fonseca, L. M., Domingues, J. P. and Dima, A. M. (2020). Mapping the sustainable development goals relationships. *Sustainability*, 12(8), 3359.
- İskenderoğlu, Ö., Ünlübulduk, S. N. ve Karadeniz, E. (2023). Karbon salınımının belirleyicileri: Çevresel Performans Endeksi'ndeki ülkelerde bir araştırma. *Verimlilik Dergisi, Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilirlik*, 23-36.
- Karaman, Y. E. (2018). Çevre performans endeksi kapsamında Avrupa Birliği ve Türkiye'nin karşılaştırılması. *Sosyal ve Beşerî Bilimler Dergisi*, 10(1), 76-85.
- Kekillioglu, A. (2023, April). Sürdürülebilir Gelişme ve Biyolojik çeşitlilik. *In International Conference on Scientific and Innovative Studies* (Vol. 1, No. 1, pp. 366-369).
- Klecka, W. (1980). *Discriminant Analysis*. Sage Publications, London.
- Koltan, Ş. ve Patır, S. (2011). Kümeleme analizi ve pazarlamada kullanımı. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 2(1), 91-113.
- Morelli, J. (2011). Environmental sustainability: A Definition for environmental professionals. *Journal of Environmental Sustainability*, 1(1), 1-9.
- Mut, S. ve Akyürek, Ç.E. (2017). OECD ülkelerinin sağlık göstergelerine göre kümeleme analizi ile sınıflandırılması. *International Journal of Academic Value Studies*, 3(12), 411-422.
- Oğul, B. (2023). Çevresel kalitenin belirleyicilerinin ekonometrik analizi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 41(1), 147-166.

- Öz, B., Taban, S. ve Kar, M. (2009). Kümeleme analizi ile Türkiye ve AB ülkelerinin beşerî sermaye göstergeleri açısından karşılaştırılması. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 1-29.
- Özbek, S. (2023). Sürdürülebilir çevre: Çevre teknolojileri ve vergileri kapsamında ekonometrik bir inceleme. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Prof. Dr. Muammer ERDOĞAN Anısına Kongre Özel Sayısı, 63-91.
- Özkan, M. ve Özcan, A. (2018). Veri zarflama analizi (VZA) ile seçilmiş çevresel göstergeler üzerinden bir değerlendirme: OECD performans incelemesi. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 16(32), 485-508.
- Özmehmet, D. E. (2008). Dünyada ve Türkiye sürdürülebilir kalkınma yaklaşımları. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 3(12), 1853-1876
- Pimonenko, T. V., Liulov, O. V. and Chyhryn, O. Y. (2018). Environmental Performance Index: relation between social and economic welfare of the countries. *Environ. Econ.*, 9, 1-11.
- Pinar, M. (2022). Sensitivity of environmental performance index based on stochastic dominance. *Journal of Environmental Management*, 310, 1-15
- Raza, A., Sui, H., Jermstipparsert, K., Żukiewicz-Sobczak, W. and Sobczak, P. (2021). Trade liberalization and environmental performance index: Mediation role of climate change performance and greenfield investment. *Sustainability*, 13(17), 1-16.
- Rogge, N. (2012). Undesirable specialization in the construction of composite policy indicators: The Environmental Performance Index. *Ecological indicators*, 23, 143-154.
- Sarıçoban, K. ve Yildirimci, E. (2017). Çevre politikaları bağlamında sürdürülebilir kalkınma ve çevresel harcamalar: AB üyesi ülkeler ile bir karşılaştırma. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 2(3), 7-24.
- Servi, T. ve Erişoğlu, Ü. (2020). Türkiye'deki şehirlerin sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeylerinin istatistiksel analizi. *Al Farabi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 174-186.
- Seydioğulları, H. S. (2013). Sürdürülebilir kalkınma için yenilenebilir enerji. *Planlama Dergisi*, 23(1), 19-25.
- Sharma, M. and Wadhawan, P. (2009). A Cluster analysis study of small and medium enterprises. *IUP Journal of Management Research*. 8(10). 7-23.
- Sharma, S. (1996). *Applied Multivariate Techniques*, New York: John Wiley and Sons Inc.
- Tanç, A. ve Gümrah, A. (2015). Sürdürülebilirlik raporlaması ve çevresel performans: Borsa İstanbul'da bir uygulama. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 258-273.

- Toprak, D. (2005). Sürdürülebilir kalkınma çevresinde çevre politikaları ve mali araçlar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (2), 146-169.
- Ünlü, F. ve Yıldız, R. (2018). Orta gelir tuzağının belirleyicileri: diskriminant analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32(1), 45-64.
- Verma, J. P. (2013). *Data analysis in management with SPSS Software*. India: Springer.
- Yalçın, A. Z. (2010). Sürdürülebilir kalkınma için düşük karbon ekonomisinin önemi ve Türkiye için bir değerlendirme. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(24), 186-203.
- Yılmaz, Ö. ve Kaya, V. (2005). Genişleme sürecindeki Avrupa birliği: ekonomik performansa dayalı kümleme analizi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 361-376.