



Avrupa Birliği Ülkelerinin Çevre Performanslarının İstatistiksel Analiz Yardımıyla İncelenmesi

Analysis of the Environmental Performance of European Union Countries Using Statistical Methods

Seyyid Ali ERTAŞ*

Özet: Bu çalışma, Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin çevre performansını istatistiksel yöntemler aracılığıyla kapsamlı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. AB, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak ve iklim değişikliği ile mücadele etmek için çeşitli politikalar geliştirmiştir; bu nedenle, çevresel politikaların etkinliğinin değerlendirilmesi, gelecekteki stratejilerin şekillendirilmesi açısından kritik bir önem arz etmektedir. Araştırmada, üye ülkelerin çevresel göstergelerini değerlendirmek ve karşılaştırmak amacıyla betimleyici istatistiklerden olan kümeleme analizi ve temel bileşenler analizi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, çevresel performans açısından AB ülkeleri arasında önemli farklılıklar olduğunu ve bu farklılıkların, ülkelerin sosyo-ekonomik yapılarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Bu bağlamda, çevresel performansı etkileyen faktörlere bakıldığında, ekonomik büyüme, sanayileşme, enerji tüketimi ve doğal kaynak yönetimi gibi unsurlar olarak belirlenmiştir. Bu çalışma, veri analizi ile elde edilen sonuçlar üzerinden çevresel politikaların güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymakta, ayrıca veri tabanlı karar alma süreçlerinin önemini vurgulamaktadır. Özellikle, çevresel göstergeler arasındaki ilişkilere dair sağlanan içgörüler, politika yapıcıların daha etkili ve hedef odaklı çevresel stratejiler geliştirmelerine yardımcı olacaktır. Çalışma, çevre performansının artırılmasına yönelik politika önerileri sunarak, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda AB'nin çevresel hedeflerine katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Sonuç olarak, bu araştırma, AB ülkelerinin çevre performansının sistematik bir biçimde analiz edilmesinin, hem mevcut çevre politikalarının etkinliğini değerlendirmek hem de gelecekteki stratejilerin geliştirilmesi açısından ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma, akademik literatüre ve politika geliştirme süreçlerine katkı sağlayarak, çevresel sürdürülebilirlik konusunda daha geniş bir anlayış oluşturulmasına zemin hazırlamaktadır.

Abstract: This study aims to comprehensively examine the environmental performance of European Union (EU) countries using statistical methods. The EU has developed various policies to ensure environmental sustainability and combat climate change, making the evaluation of these policies crucial for shaping future strategies. In this research, descriptive statistical techniques such as cluster analysis and principal component analysis were used to assess and compare the environmental indicators of member states. The findings reveal significant differences in environmental performance among EU countries, with these disparities being influenced by their socio-economic structures. Key factors affecting environmental performance include economic growth, industrialization, energy consumption, and natural resource management. The study identifies the strengths and weaknesses of environmental policies based on data analysis, highlighting the importance of data-driven decision-making processes. Insights into the relationships between environmental indicators provided in the study will assist policymakers in developing more effective and targeted environmental strategies. By offering policy recommendations aimed at improving environmental performance, this research seeks to contribute to the EU's environmental goals aligned with sustainable development. In conclusion, the systematic analysis of EU countries' environmental performance demonstrates the importance of evaluating current policies and developing future strategies. The study contributes to both academic literature and policy-making processes, laying the foundation for a broader understanding of environmental sustainability.

Anahtar Kelimeler: Avrupa Birliği, Çevre Performansı, Kümeleme Analizi, Temel Bileşenler Analizi

Keywords: European Union, Environmental Performance, Cluster Analysis, Principal Component Analysis

1. Giriş

* Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Yerköy Meslek Yüksekokulu. 0000-0002-2566-6605 | seyyidal.ertas@bozok.edu.tr

Teknolojik ilerlemeler, nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme, doğal kaynakların aşırı tüketilmesine neden olmuştur. Bu durum, insan yaşamı için kritik öneme sahip olan toprak, su ve hava gibi unsurların kirlenmesine ve birçok bölgede geri döndürülemez tahribatlara yol açmıştır. Ayrıca iklim değişikliklerini meydana getirmiştir¹. İklim değişikliği, uzun bir zaman diliminde (on yıllar veya yüzyıllar boyunca) Dünya'nın iklim sisteminde meydana gelen önemli değişikliklerdir. Bu değişiklikler, sıcaklık, yağış düzenleri, rüzgarlar ve diğer iklim unsurlarında gözlemlenir. İklim değişikliği doğal süreçlerden kaynaklanabileceği gibi insan faaliyetleri nedeniyle de hızlanabilir. Günümüzdeki iklim değişikliği büyük ölçüde insan etkisiyle, özellikle sera gazı emisyonlarıyla ilişkilendirilir². Teknolojinin insanlığa sunduğu pek çok yarara rağmen, çevresel değerler üzerindeki olumsuz etkileri göz ardı edilemez. Çevre, uzun süre sınırsız bir kaynak olarak görülmüş ve bu durum bilinçsizce kullanımına zemin hazırlamıştır. Çevre sorunları, yakın geçmişte insanlığın gündeminde yer edinmiş olsa da doğal kaynakların ekonomik gelişim sürecinde hoyratça tüketimi devam etmektedir³. Bu nedenle çevre sorunlarıyla mücadelede ortak çevre politikaları önem arz etmektedir.

Ortak çevre yönetim sisteminin benimsenmesi, Avrupa Topluluklarında serbest rekabet ilkesinin etkin bir şekilde uygulanabilmesine yönelik bir ihtiyaçtan kaynaklanmaktadır. AB tam üyeleri, Almanya, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hırvatistan, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İtalya, G.Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya ve Yunanistan'dır. AB'ye aday ülkeler ise Arnavutluk, Karadağ, Sırbistan, Kuzey Makedonya ve Türkiye'dir⁴. Üye devletler arasında farklı çevre politikalarının yürütülmesi, çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla gerçekleştirilen yatırımların ve bunların maliyetlerinin etkilenmesine neden olmaktadır. Bu durum, üye ülkeler arasında serbest rekabetin sağlanmasını zorlaştırmakta ve dolayısıyla piyasa etkinliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuz etkilerin üstesinden gelmek amacıyla, ortak bir çevre yönetim sisteminin geliştirilmesi gerekliliği ön plana çıkmıştır⁵.

Roma Antlaşması, AB çevre politikasının geliştirilmesi ve uygulanmasına ilişkin herhangi bir düzenleme içermemektedir. 1972 yılına kadar, AB çerçevesinde Ortak Çevre Politikasına dair herhangi bir yasal çerçeve oluşturulmamıştır. Bu boşluğun giderilmesi amacıyla, Birlik organları, 1972 yılında ilk kez Birinci Eylem Programı'nı hayata geçirerek, Birliğin Ortak Çevre Politikasının temel ilkelerini belirlemişlerdir. Bu bağlamda, topluluk genelinde dengeli ekonomik ve sosyal gelişimin sağlanması, çeşitli ekonomik ve mali politika araçlarının etkin bir biçimde kullanılmasını zorunlu kılmıştır⁶.

Çevre performansı, bir ülkenin çevresel hedeflerini ve sürdürülebilirlik kriterlerini ne derece başarıyla yerine getirdiğini ölçen bir kavramdır⁷. AB çevre performansına değinilecek olunursa, üye ülkelerin çevresel sürdürülebilirlik düzeylerini ve politikalarının etkinliğini değerlendiren önemli bir ölçüt olarak karşımıza çıkmaktadır. Hava kalitesi, su yönetimi, atık yönetimi ve enerji verimliliği gibi alanlarda çeşitli göstergeler kullanarak yapılan analizler, ülkelerin çevre hedeflerine ulaşma ilerlemesini izlemekte ve politikalarının uygulama düzeyini ortaya koymaktadır.

¹ İbrahim Mavi, "Küresel İklim Değişikliği Bağlamında Yeni Toplumsal Hareket Örneği Olarak Küresel Çevreci Hareketler", Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 9, no. 2 (2021): 116-126.

² M. Türkeş ve diğerleri, "Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri", Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, ÇKÖK Gn. Md., Ankara (2000): 2-17.

³ Hayriye Şengün ve S. Gül Meydan Yıldız, "Avrupa Birliği Çevre Yönetim Sistemi", Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi 10, no. 18 (2018): 39-53.

⁴ Eurostat, "Database", erişim 05.09.2024 <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

⁵ S. Rıdvan Karluk, Avrupa Birliği ve Türkiye (İstanbul: Beta Yayınları, 2002), 680-800.

⁶ Emrah Ferhatoğlu, "Avrupa Birliği'nde Ortak Çevre Politikası Çerçevesinde Çevre Vergileri", E-Yaklaşım Yayınları, no. 3 (2003): 1-7.

⁷ A. Y. Ilinitch ve diğerleri, "Measuring Corporate Environmental Performance", Journal of Accounting and Public Policy 17, no. 4-5 (1998): 383-408.

Bu çalışma, AB ülkelerinin çevre performanslarının çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerden kümeleme analizi ve temel bileşenler analizi yardımıyla incelenmesi, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerinin belirlenmesi ve uygulanmasında kritik bir öneme sahiptir. Ayrıca, bu çalışma ülkelerin çevre politikalarının etkinliğini ve çevresel göstergeler üzerindeki etkilerini değerlendirmek suretiyle, çevre koruma stratejilerinin güçlendirilmesine ve en iyi uygulamaların yaygınlaştırılmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Bunlara ilaveten, elde edilecek veriler, politika yapıcılarının ve kamuoyunun bilinçlendirilmesi açısından da büyük bir değer taşıyacak, çevresel sorunların çözümüne yönelik daha bilinçli ve veri temelli yaklaşımların geliştirilmesine zemin hazırlayacaktır. Çalışmada kullanılan kümeleme analizi, bir veri setindeki gözlemleri benzer özelliklerine göre gruplara (kümelere) ayırmayı amaçlayan istatistiksel bir yöntemdir⁸. Bu yöntem, gözlemleri sınıflandırma veya etiketleme yapmadan, tamamen veriler arasındaki benzerlik veya farklılık ilişkilerine dayanır. AB ülkelerinin çevre performanslarının incelenmesinde kümeleme analizi tercih edilmesinin temel nedeni, bu yöntemin çok boyutlu ve karmaşık veri setlerini daha sade ve anlamlı bir yapıya dönüştürme kabiliyetidir. Çevre performansını etkileyen karbon emisyonları, yenilenebilir enerji kullanımı, atık yönetimi ve biyolojik çeşitlilik gibi göstergeler arasında dinamik ilişkiler bulunabilir ve bu göstergeler ülkeler arasında belirgin farklılıklar gösterebilir. Kümeleme analizi, benzer çevresel özelliklere sahip ülkeleri bir araya getirerek, politika yapıcılar için daha anlaşılır bir çerçeve sunmaktadır. Ayrıca bu yöntem, ülkeler arasındaki benzerlik ve farklılıkların görselleştirilmesine olanak tanırken, her kümenin kendi içinde ortak özellikler taşıması, ülkelere özgü politika önerileri geliştirilmesine de zemin hazırlamaktadır. Bunlara ilaveten kümeleme analizi, herhangi bir ön yargıya dayanmadan, verinin kendisi üzerinden bağımsız ve objektif bir şekilde gruplandırma yapmaktadır. Bu durum, AB gibi heterojen bir yapıda ülkelerin çevre performanslarına yönelik önyargısız bir değerlendirme yapılmasını mümkün kılmaktadır. Özellikle çevre politikalarının etkililiğini artırmaya yönelik stratejiler geliştirilmesi için, kümeleme analizi, ülkelerin mevcut durumlarını ve ihtiyaçlarını daha iyi anlamaya yönelik güçlü bir yöntem sunmaktadır. Çalışmada kullanılan bir diğer yöntem temel bileşenler analizidir (PCA). AB ülkelerinin çevre performanslarını incelemek için PCA tercih edilmesinin nedeni, bu yöntemin çok boyutlu veri setlerini daha basit bir yapıya indirgemedeki etkinliğidir. Çevre performansı, genellikle birbiriyle ilişkili birçok göstergeyle (örneğin, karbon emisyonları, enerji tüketimi, yenilenebilir enerji oranı, atık yönetimi) ifade edilir. Bu göstergeler arasında yüksek derecede korelasyon olduğunda, analiz sonuçlarının yorumu karmaşıklaşabilir. PCA, bu karmaşıklıklağı azaltarak, birbiriyle ilişkili değerşkenlerden türetilen bağımsız ve daha az sayıda bileşen oluşturarak temel veri yapısını temsil etmektedir⁹. Bu yöntem, çevre performansını etkileyen çok sayıda değerşkenin genel bir özeti niteliğinde olan bileşenler üreterek ülkeler arasındaki farkların ve benzerliklerin daha net bir şekilde ortaya konulmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda, PCA ile elde edilen bileşenler, veri setindeki değerşimin büyük bir kısmını temsil ettiği için, analizde bilgi kaybı en aza indirgenmektedir¹⁰. Böylelikle, çevre performansını etkileyen temel faktörler belirlenebilir ve bu faktörlerin ülkeler üzerindeki etkileri daha kolay bir şekilde yorumlanabilir.

AB ülkelerinin çevre performanslarının istatistiksel analiz yardımıyla incelenmesi, çevresel sürdürülebilirlik ve politika geliştirme süreçlerinde büyük bir öneme sahiptir. Bu alandaki çalışmalar, çevre yönetimi ve politikalarının etkinliğini artırmakta ve Avrupa'nın çevresel hedeflerine ulaşmasına önemli katkılarda bulunmaktadır. Bu kapsamda literatürde AB ve çevre üzerine araştırma yapan ve öne çıkan bazı çalışmalara ait örnekler aşağıda özetlenmiştir.

⁸ Şenol Çelik, "Kümeleme Analizi ile Sağlık Göstergelerine Göre Türkiye'deki İllerin Sınıflandırılması", Doğuş Üniversitesi Dergisi 14, no. 2 (2013): 175-194.

⁹ I. T. Jolliffe, *Principal Component Analysis* (Hoboken: John Wiley & Sons, 2002), 167.

¹⁰ Şakir Mehmet Ersungur ve diğerleri, "Türkiye'de Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması: Temel Bileşenler Analizi", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi 21, no. 2 (2007): 55-66.

Türe ve Doğan, Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin çevresel performanslarını değerlendirerek, Fransa, Almanya, Danimarka, İrlanda, Avusturya ve İsveç gibi Kuzey ve Batı Avrupa ülkelerinin çevresel göstergeler açısından daha başarılı olduğunu tespit etmişlerdir¹¹. Bu ülkelerin çevresel performansta öne çıkmaları, sürdürülebilir çevre politikalarının etkin bir şekilde uygulanmasına bağlanmıştır. Aydoğan ve diğerleri ise Türkiye'nin de dahil olduğu 29 AB üyesi ve aday ülkenin enerji etkinliği ve çevresel duyarlılık performanslarını analiz etmişlerdir¹².

Yaşar ve Akın, 2022 yılı Çevresel Performans İndeksi verilerini kullanarak Doğu Avrupa ülkelerinin çevresel performansını Veri Zarflama Analizi ile incelemişlerdir¹³. Bu çalışmada, 15 ülkenin çevresel performansının etkin olmadığı, yalnızca Estonya, Kıbrıs, Kuzey Makedonya ve Slovenya'nın etkin olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, Karaman, Türkiye'nin AB üyeliği hedefi doğrultusunda çevre performansını AB ülkeleriyle karşılaştırmış ve bu amaçla Çevresel Performans İndeksini kullanmıştır¹⁴.

Tarım sektörü özelinde yapılan bir çalışmada, Ilić ve diğerleri, AB üyesi ülkelerde tarım sektörünün çevresel performansını değerlendirmek amacıyla çevresel hedeflerin ortak tarım politikası kapsamındaki entegrasyonunu incelemişlerdir¹⁵. Arbolino ve diğerleri ise Çevresel Performans Endeksi'ni kullanarak ekonomik değişkenlerin çevre politikalarının uygulanmasındaki kritik rolüne dikkat çekmiştir¹⁶. Sonuçlar, etkili çevre politikalarının ekonomik faktörlerle yakından ilişkili olduğunu göstermiştir.

Morleo ve diğerleri, Avrupa imalat sanayisinin 1995-2009 dönemindeki çevresel performansını analiz etmiş ve karbon emisyonlarının azaltılması bağlamında sektörel verimliliği incelemişlerdir. Çalışma, ekonomik ve ticari faktörlerin çevresel performans üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koymuş, ancak sektörel performansın sürdürülebilir bir yapıya kavuşması için daha fazla kanıt gerektiğini vurgulamıştır¹⁷. Bu bağlamda, tüm çalışmalar, çevresel performansın geliştirilmesi için ekonomik ve politik reformların önemine işaret etmektedir.

Bu literatür, çevresel göstergelerin analizi ve karşılaştırılması açısından zengin bir temel sağlamakta olup sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda daha etkili politikaların oluşturulmasına yönelik önemli bulgular sunmaktadır. Çalışmalar hem mevcut politikaların değerlendirilmesi hem de gelecekteki politika önerilerinin geliştirilmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu tür bir literatür taraması, çevre yönetimi alanındaki araştırmalara ve uygulamalara yön vermekte, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada stratejik bir yol haritası sunmaktadır.

Bu çalışma, literatürde yer alan çevre performansı incelemelerinden birkaç önemli noktada ayrılmaktadır. Literatürde genellikle çevresel performans, tek bir gösterge veya belirli bir politika alanı (örneğin karbon emisyonları, yenilenebilir enerji kullanımı) üzerinden değerlendirilirken, bu çalışmada birden fazla çevresel göstergelyi kapsayan bütüncül bir yaklaşım benimsenmiştir. Temel bileşenler analizi (PCA) ve kümeleme analizi yöntemleri bir arada kullanılarak, çevresel performansı etkileyen çok boyutlu

¹¹ Hüseyin Türe ve Seyyide Doğan, "Avrupa Birliği Ülkelerinin Çevresel Performanslarının MPI ve AMPI Yöntemleri ile Değerlendirilmesi", *Bulletin of Economic Theory and Analysis* 8, no. 2 (2023): 225-253. <https://doi.org/10.25229/beta.1297889>.

¹² Sinan Aydoğan ve diğerleri, "Veri Zarflama Analizi ile Avrupa Ülkelerinin Çevre ve Enerji Performanslarının Ölçülmesi", 2017.

¹³ Feyzi Yaşar ve Fatih Akın, "Doğu Avrupa Ülkelerinin Çevresel Performansının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle İncelenmesi", *Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 5, no. 2 (2023).

¹⁴ Yunus Emre Karaman, "Çevre Performans Endeksi Kapsamında Avrupa Birliği ve Türkiye'nin Karşılaştırılması", *Sosyal ve Beşerî Bilimler Dergisi* 10, no. 1 (2018): 76-85.

¹⁵ Ivana Ilić ve diğerleri, "Environmental performances of agriculture in the European Union countries", *Економика пољопривреде* 64.1 (2017): 41-55.

¹⁶ Roberta Arbolino ve diğerleri, "The policy diffusion of environmental performance in the European countries", *Ecological Indicators* 89 (2018): 130-138.

¹⁷ Giovanni Morleo ve diğerleri, "Environmental Performances in Europe: An Empirical Analysis of the Convergence among Manufacturing Sectors", *SEEDS Working Papers* 519 (2019).

veriler sadeleştirilmiş ve ülkeler arasındaki benzerlikler ile farklılıklar belirgin hale getirilerek AB ülkelerinin çevresel performanslarının ortaya konulması sağlanmıştır.

2. Veri Seti ve Yöntem

AB ülkelerinin çevre performanslarının istatistiksel analizi, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesinde kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, temel bileşenler analizi (PCA) ve kümeleme analizi, veri setlerinin karmaşıklığını anlamak ve ülkelerin çevresel politikalarının etkinliğini değerlendirmek için önemli araçlar olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada da literatürde sıklıkla başvurulan çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinden olan temel bileşenler ve kümeleme analizleri Tablo 1’de yer alan değişkenler yardımıyla kullanılmıştır.

Tablo. 1: Analizde Kullanılan Değişkenler

Değişken Adı	Yıl	Birim
Çevre Koruma Hizmetlerinin Sektörel Ara Kullanımı (X1)	2022	Milyon Euro
Yenilenebilir tatlı su kaynakları (X2)	2022	Milyon metreküp
Atık yönetimi operasyonlarına ve malzeme türüne göre atık yönetimi- Sankey diyagramı verileri (X3)	2022	Bin ton
Ekonomik faaliyete göre çevre vergileri (X4)	2022	Milyon Euro
Çevre vergisi gelirleri (X5)	2022	Milyon Euro
Kaynak verimliliği (X6)	2022	Kilogram başına euro
Sürdürülebilirlik Ayak İzi (X7)	2022	Kişi başına ton
Malzeme ithalat bağımlılığı (X8)	2022	Yüzde
Doğal Kaynak Kullanımı Hesapları (X9)	2022	Bin ton
Çevresel mal ve hizmetler sektöründe üretim, katma değer ve ihracat (X10)	2022	Milyon Euro
Çevresel mal ve hizmetler sektöründe istihdam (X11)	2022	Tam zamanlı eşdeğer
Geri dönüşüm oranı (X12)	2022	Yüzde

Kaynak: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (Erişim Tarihi: 05.09.2024)

Çalışmada kullanılan Temel bileşenler analizi ve kümeleme analizi ayrı ayrı açıklanacaktır.

2.1. Temel Bileşenler Analizi (PCA)

Temel bileşenler analizi, çok değişkenli veri setlerinde boyut azaltma amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, çok sayıda değişkenin bir arada bulunduğu durumlarda, verinin temel yapısını ortaya çıkarmaya yardımcı olur. PCA, verinin daha iyi yorumlanabilmesi için en fazla varyansı açıklayan temel bileşenleri belirler. Bu bileşenler, çevresel göstergeler arasındaki ilişkileri ortaya koyarak, politika yapım sürecinde karar vericilere önemli bilgiler sunar¹⁸.

PCA, genellikle aşağıdaki adımlarla gerçekleştirilir¹⁹;

- Verinin Hazırlanması: Verinin standartlaştırılması, her bir değişkenin ortalamasının sıfıra, varyansının ise bir birime dönüştürülmesini içerir. Bu, farklı ölçeklerdeki verilerin karşılaştırılabilir olmasını sağlar.
- Kovaryans Matrisi Oluşturulması: Değişkenler arasındaki ilişkileri anlamak için kovaryans matrisinin hesaplanması yapılır.
- Özdeğer ve Özvektörlerin Hesaplanması: Kovaryans matrisinin özdeğerleri ve özvektörleri belirlenerek, temel bileşenler çıkarılır. Özdeğerler, her bir bileşenin toplam varyans içindeki payını gösterirken, özvektörler bu bileşenlerin yönlerini belirtir.
- Bileşenlerin Seçilmesi: Genellikle en yüksek özdeğere sahip bileşenler seçilir; bu bileşenler, verinin en fazla varyansını açıklayan faktörlerdir.

2.2. Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi, veri setindeki benzer gözlemlerin gruplandırılması için kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Bu yöntem, çevresel performansı etkileyen göstergeler aracılığıyla ülkelerin benzerliklerini ve farklılıklarını belirlemeye yardımcı olur. Kümeleme analizi, hiyerarşik ve k-means gibi çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilir²⁰.

Hiyerarşik kümeleme yöntemi ise, verinin doğal yapısını ortaya çıkarır ve gözlemleri benzerliklerine göre hiyerarşik bir yapıda gruplandırmaktadır. Hiyerarşik kümeleme analizi, dendrogram adı verilen ağaç yapıları oluşturur ve bu yapılar, veri setinin yapılandırılmasını görsel olarak sunmaktadır. K-means Kümeleme: Belirli bir küme sayısı (k) belirlenerek gözlemler bu kümelere atanır. Küme merkezleri hesaplanarak, her bir gözlem en yakın kümeye atanmaktadır. Bu yöntem, büyük veri setlerinde daha hızlı sonuçlar sağlar ve belirli bir küme sayısı belirlemek için optimize edilmiş algoritmalar içermektedir²¹.

2.3. Uygulama Örnekleri ve Etkileri

PCA ve kümeleme analizi, çevresel verilerin analizinde önemli rol oynamaktadır. Bu teknikler, hem ülkeler arası karşılaştırmaların yapılmasına olanak tanır hem de çevresel göstergelerin daha derinlemesine analiz edilmesine yardımcı olmaktadır. Örneğin, OECD (2019) raporları, çevresel göstergelerin karşılaştırmalı analizini sunarak, AB ülkelerinin çevre politikalarının etkinliğini artırmak için somut veriler sağlamaktadır.

PCA uygulamaları, çevresel sürdürülebilirliği etkileyen temel faktörleri belirlerken, kümeleme analizi, bu faktörlerin hangi ülkelerde daha etkili bir şekilde uygulandığını anlamaya yardımcı olmaktadır. Ayrıca, çevresel politika geliştirme süreçlerinde, bu analizlerin elde ettiği bulgular, kaynakların daha verimli kullanılmasını ve stratejik kararların alınmasını kolaylaştırmaktadır²². Temel bileşenler analizi ve

¹⁸ Jolliffe, Principal Component Analysis, 339.

¹⁹ J. F. Hair ve diğerleri, Multivariate Data Analysis, Vol. 6 (Pearson Prentice Hall, 2006), 207-219.

²⁰ B.S. Everitt ve diğerleri, Cluster Analysis (London: Edward, 2011), 73-169.

²¹ S. C. Johnson, "Hierarchical Clustering Schemes", Psychometrika 32 (1967): 241-254.

²² S. Sharma, Applied Multivariate Techniques (New York: John Wiley, 1996), 1-512.

kümeleme analizi, AB ülkelerinin çevre performansının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu yöntemler, çevresel göstergelerin analizi ve karşılaştırılması açısından zengin bir temel sağlamaktadır. Ayrıca, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda daha etkili politikaların oluşturulmasına yönelik önemli bulgular sunmaktadır. Bu tür analizler hem mevcut politikaların değerlendirilmesi hem de gelecekteki politika önerilerinin geliştirilmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla, AB ülkelerinin çevre yönetimi politikaları, daha bilinçli ve veriye dayalı bir şekilde şekillendirilebilir. Böylece, AB'nin çevresel hedeflerine ulaşmasında stratejik bir yol haritası oluşturulmuş olur ve ülkelerin çevre performanslarının iyileştirilmesi yönünde somut adımlar atılabilir.

3. Analiz Çıktıları ve Bulgular

Bu bölümde, gerçekleştirilen analizlerin sonuçları ayrıntılı bir şekilde ele alınacak ve bu sonuçların mevcut literatürle ilişkisi, araştırmanın kapsamı ve önemi çerçevesinde yorumlanacaktır. Bu kapsamda yapılan temel bileşenler ve kümeleme analizlerine ait sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistikler Sonucu

Değişkenler	Ortalama	Std. Sapma
X1	1862,9800	3595,74523
X2	115066,9345	122559,39563
X3	72088,3500	92968,13583
X4	10494,3875	15736,43423
X5	13766,5430	18830,58597
X6	2,3567	1,33485
X7	17,1340	6,22876
X8	39,9600	18,19813
X9	267622,7450	311645,93326
X10	46183,6545	69941,00561
X11	227937,5500	318950,65853
X12	10,6700	7,16616

Kaynak: Analiz Çıktısı

Tablo 2’de verilen tanımlayıcı istatistikler her bir değişkenin (X1, X2, X3, vb.) (Bkz. Tablo 1) temel özelliklerini özetlemektedir. Aşağıda, her bir değişken için elde edilen ortalama ve standart sapma değerlerinin analizi yapılmıştır. Tablo 2’yi inceleyecek olursak;

X1: Çevre Koruma Hizmetlerinin Sektörel Ara Kullanımı; çevre koruma hizmetleri için yapılan harcamalar, ülkeler arasındaki farklılıkları göstermektedir. Ortalama 1862,98, AB ülkelerinin çevre koruma alanında önemli kaynaklar ayırdığını gösterse de yüksek standart sapma (3595,75), harcamaların ülkeler arasında büyük farklılıklar arz ettiğini işaret etmektedir. X2: Yenilenebilir Tatlı Su Kaynakları;

yenilenebilir tatlı su kaynakları, çevre yönetimi açısından önemli bir faktördür. AB ülkelerinde ortalama su kaynağı miktarı 115066,93'dür. Bu durum, genellikle yeterli su kaynaklarına sahip bir bölgeyi göstermektedir. Ancak, yüksek standart sapma (122559,40), bazı ülkelerin su kaynaklarının çok daha fazla olduğunu, diğerlerinin ise su sıkıntısı yaşayabileceğini ifade etmektedir. X3: Atık Yönetimi Operasyonlarına ve Malzeme Türüne Göre Atık Yönetimi; ortalama değer 72088,35 olsa da yüksek standart sapma (92968,14), ülkeler arasında atık yönetimi alanında büyük farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. X4: Ekonomik Faaliyete Göre Çevre Vergileri; AB ülkelerinde çevre vergisi geliri ortalama 10494,39'dur. Ancak, bu göstergenin yüksek standart sapması (15736,43) ülkeler arasındaki farklılıkları ortaya koymaktadır. X5: Çevre Vergisi Gelirleri; bu gelirlerin ortalama değeri 13766,54 iken, standart sapmanın yüksek olması (18830,59) ülkeler arasında büyük gelir farklılıkları olduğunu göstermektedir. X6: Kaynak Verimliliği; ortalama değer 2,36 olup, AB ülkelerinin büyük ölçüde verimli kaynak kullanımını sağladığını göstermektedir. Ancak, standart sapmanın 1,33 olması, ülkeler arasındaki verimlilik farklarının daha düşük olduğunu ve kaynakların daha dengeli kullanıldığını ifade etmektedir. X7: Sürdürülebilirlik Ayak İzi; Ortalama değer 17,13 olup, AB ülkelerinin çevresel ayak izinin ortalama bir seviyede olduğunu göstermektedir. Standart sapmanın 6,23 olması, ülkeler arasında çevresel etkilerin farklılıklar gösterdiğini ifade etmektedir. X8: Malzeme İthalat Bağımlılığı; ortalama değer %39,96 olması, AB ülkelerinin büyük bir kısmının malzeme ithalatına bağımlı olduğunu göstermektedir. Standart sapmanın yüksek olması (%18,20), ülkeler arasında ithalat bağımlılığının çok büyük farklar taşıdığını ifade etmektedir. X9: Doğal Kaynak Kullanımı; AB ülkelerinin toplam doğal kaynak kullanımını ortalama olarak 267622,75 olup, standart sapmanın yüksekliği (311645,93), ülkeler arasında büyük farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. X10: Çevresel Mal ve Hizmetler Sektöründe Üretim, Katma Değer ve İhracat; ortalama değer 46183,65 iken, standart sapmanın yüksekliği (69941,01) ülkeler arasında bu sektördeki üretim ve ihracat hacminin büyük farklar taşıdığını işaret etmektedir. X11: Çevresel Mal ve Hizmetler Sektöründe İstihdam; yüksek standart sapma (318950,66) ülkeler arasındaki iş gücü farklılıklarını ortaya koymaktadır. X12: Geri Dönüşüm Oranı; ortalama değer %10,67 olması, AB ülkelerinin geri dönüşüm konusunda ortalama bir performans gösterdiğini işaret etmektedir. Standart sapmanın 7,17 olması, geri dönüşüm oranlarının ülkeler arasında benzer seviyelere sahip olduğunu ifade etmektedir. Veriler genel olarak değerlendirildiğinde, AB ülkelerinin çevresel performanslarının önemli ölçüde farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 2'den çıkarılacak genel sonuç, bu istatistikler, verilerin genel dağılımı hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Yüksek standart sapma değerleri, birçok değişkende aşırı değerlerin bulunduğunu ve bu durumun analiz sonuçlarını etkileyebileceğini göstermektedir. Bu bilgiler, politika geliştirme süreçleri ve stratejik karar alma açısından kritik bir temel sunmaktadır.

Bu kapsamda, sonuç ve politika önerilerine değinilecek olunursa; genel olarak, bu istatistikler, AB ülkelerinin çevre performanslarının önemli farklılıklar gösterdiğini ve bu farklılıkların anlaşılmasının politika geliştirme sürecinde kritik olduğunu ortaya koymaktadır. Yüksek standart sapmalar, belirli ülkelerdeki çevresel uygulamaların diğerlerinden çok daha etkili ya da etkisiz olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla, çevresel politikaların optimize edilmesi ve belirli ülkelerde uygulanan başarılı stratejilerin diğer ülkelerde de benimsenmesi için daha detaylı çalışmalar yapılması önemlidir. Ayrıca, aşırı değerlerin ve veri dağılımlarının analizi, veri setinin derinlemesine anlaşılması için de önem arz etmektedir. Bu aşırı değerler, genel analiz sonuçlarını etkileyebileceğinden, bu tür verilerin ele alınmasında dikkatli bir yaklaşım sergilenmelidir. Böylece, AB'nin çevresel hedeflerine ulaşma konusunda daha etkili stratejiler geliştirilebilir.

Elde edilen bir diğer analiz sonucu Figür 1'de yer alan korelasyon matrisidir. Korelasyon matrisi, bir veri setindeki değişkenler arasında doğrusal ilişkileri ölçmek ve analiz etmek için kullanılan bir tablodur. Bu matris, her değişkenin diğer değişkenlerle olan korelasyon katsayılarını gösterir. Korelasyon katsayısı,

iki değişken arasındaki ilişkiyi sayısal olarak ifade eden bir değerdir ve genellikle Pearson Korelasyon Katsayısı olarak adlandırılır²³. Figür 1'e ait değerlendirmeler aşağıda yer almaktadır.

Korelasyon matrisi, AB ülkelerinin çevre performansı göstergelerinin birbiriyle olan ilişkisini istatistiksel olarak değerlendirmektedir. Matris incelendiğinde, bazı değişkenler arasında yüksek pozitif korelasyonlar (örneğin X3 ve X4 arasında $r = 0,989$) olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum, söz konusu göstergelerin birbiriyle yakından ilişkili olduğunu ve benzer yapısal özellikler taşıdığını göstermektedir. Ayrıca bazı değişkenler arasında düşük veya negatif korelasyonlar da bulunmaktadır (örneğin, X7 ve X1 arasında $r = -0,267$), (bk figür 1) bu da değişkenler arasındaki farklılaşmayı ortaya koymaktadır.

Determinant değerinin ($4,26E-012$) düşük olması, matrisin yüksek derecede çoklu doğrusal ilişki içerdiğini, dolayısıyla temel bileşen analizi gibi yöntemlerin kullanılmasının uygun olabileceğini göstermektedir. Korelasyon matrisinin bu analitik değerlendirmesi, AB ülkelerinin çevre performansını etkileyen temel faktörlerin belirlenmesinde ve sınıflandırılmasında önemli bir temel sağlamaktadır.

Tablo 3: KMO ve Bartlett's Testi

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,721
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	370,906
	df	66
	Sig.	,000

Kaynak: Analiz Çıktısı

Tablo 3'de yer alan KMO ve Bartlett testi, faktör analizi öncesinde veri setinin uygunluğunu değerlendirmek için kullanılan iki önemli istatistiksel testtir. Aşağıda bu testlerin sonuçları ve yorumları yer almaktadır:

Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Testi, KMO Değeri: 0,721; KMO testi, örneklemin faktör analizi için uygun olup olmadığını değerlendirmektedir. KMO değeri 0,6'nın üzerinde olduğunda, örneklem yeterli kabul edilir. 0,721 değeri, iyi bir yeterlilik düzeyini göstermektedir ve faktör analizi için uygun bir veri setine sahip olduğunu ortaya koymaktadır²⁴. Bartlett Küresellik Testi sonuçlarına göre, yaklaşık Ki-Kare değeri 370.906, serbestlik derecesi 66 ve anlamlılık değeri 0,000 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, korelasyon matrisinin birim matrisle önemli ölçüde farklılaştığını ve dolayısıyla değişkenler arasında anlamlı ilişkiler olduğunu gösterir. Anlamlılık düzeyinin ($p < 0,001$) oldukça düşük olması, verilerin faktör analizine uygun olduğunu ifade etmektedir. Bartlett testi, değişkenler arasındaki korelasyon matrisinin birim matris olup olmadığını test etmektedir. Burada elde edilen p-değer (0,000), 0,05'ten çok daha düşük bir değerdir. Bu durum, değişkenler arasında anlamlı bir korelasyon olduğunu ve faktör analizi için uygun bir veri setine sahip olduğunuzu göstermektedir.

KMO ve Bartlett testi sonuçları, faktör analizi için verinin uygun olduğunu ve değişkenler arasında anlamlı ilişkiler bulunduğunu göstermektedir. Bu durum, faktör analizi uygulandığında anlamlı ve güvenilir sonuçlar elde edilebileceği anlamına gelmektedir. Dolayısıyla, bu analizle daha derin bir veri yapısının ortaya çıkarılması hedeflenebilir.

²³ Şener Büyüköztürk, "Faktör Analizi: Temel Kavramlar ve Ölçek Geliştirmede Kullanımı", Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi 32, no. 32 (2002): 470-483.

²⁴ Julie Pullant, SPSS Survival Manual: A Step-by-Step Guide to Data Analyses Using SPSS for Windows (Philadelphia, PA: Open University Press, 2001), 1-378.

Tablo 4: Yığışım Tablosu

Aşama	Birleştirilmiş Küme		Katsayılar	Kümenin İlk Görüldüğü Aşama		Bir Sonraki Aşama
	Cluster 1 (Küme 1)	Cluster 2 (Küme 2)		Cluster 1 (Küme 1)	Cluster 2 (Küme 2)	
1	6	15	,000	0	0	2
2	6	13	,005	1	0	4
3	11	17	,013	0	0	7
4	6	14	,024	2	0	14
5	24	25	,036	0	0	8
6	21	27	,060	0	0	13
7	3	11	,086	0	3	10
8	7	24	,142	0	5	10
9	1	18	,235	0	0	15
10	3	7	,465	7	8	14
11	5	10	,698	0	0	16
12	9	12	1,087	0	0	16
13	21	23	1,697	6	0	17
14	3	6	2,500	10	4	17
15	1	19	3,471	9	0	18
16	5	9	5,363	11	12	18
17	3	21	10,013	14	13	19
18	1	5	22,153	15	16	19
19	1	3	38,000	18	17	0

Kaynak: Analiz Çıktısı

Tablo 4, kümeleme analizi sonucunda elde edilen yığışım tablosunu ifade etmektedir. AB ülkelerinin çevre performanslarının istatistiksel analizi açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

Tablo 4'e göre, yığışım tablosunda, ilk aşamalarda (örneğin, 1. ve 2. aşama) düşük katsayılar, ülkelerin çevresel göstergelerinin birbirinden belirgin farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, çevre politikalarının ülkeler arasında çeşitlilik arz ettiğini ve belirli çevresel hedeflere ulaşmada daha başarılı olduğunu işaret etmektedir. Daha yüksek katsayılar değerlerinin (örneğin, 18. ve 19. aşamadaki 22,153 ve 38,000) gözlemlenmesi, bu aşamada birleşen ülkelerin çevresel performanslarının birbirine çok benzer olduğunu göstermektedir. Bu durum, belirli çevresel politikaların ya da uygulamaların etkili olduğu ve bu politikaların benzer performans sergileyen ülkelerde daha yaygın hale geldiğini düşündürmektedir. Örneğin, yenilikçi çevre politikaları veya sürdürülebilir enerji uygulamaları gibi belirli stratejilerin, ülkelerin çevresel performansları üzerinde olumlu etkiler yarattığı anlaşılabilir. Tablo 4'de yer alan ilk görünme aşaması ise, hangi ülkelerin, hangi aşamalarda bir araya geldiği bilgisi, çevresel performansların zaman içindeki değişimini anlamak açısından değerlidir. Örneğin, belirli ülkelerin başlangıçta farklı performans sergilemesi, bu ülkelerin çevre politikalarını ne zaman ve nasıl geliştirdiği hakkında bilgi verir. Bu tür bir analiz, AB ülkeleri arasında en iyi uygulamaların belirlenmesi ve diğer ülkeler için referans noktalarının oluşturulması açısından faydalıdır.

Tablo 4 genel olarak incelendiğinde, yığışım tablosunun sonuçları, AB ülkelerinin çevresel performanslarını değerlendiren bir istatistiksel analiz için önemli veriler sağlamaktadır. Bu tablo, kümeleme sürecindeki her aşamada iki kümenin birleşmesiyle ilgili bilgileri sunmaktadır. Ayrıca, yığışım

tablosunun sunduğu sonuçlar, çevresel performans ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamamıza olanak tanımaktadır. Sürdürülebilir çevre politikalarının etkinliği, ülkelerin enerji verimliliği, atık yönetimi, doğal kaynak kullanımı, karbon emisyonları gibi faktörlerle doğrudan ilişkilidir. Bu veriler, AB ülkeleri arasında sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için stratejik kararların alınmasında önemli bir temel oluşturmaktadır.

Kümeleme analizi sonucunda elde edilen bir diğer çıktı dendrogramdır (bk. Figür 2). Kümeleme analizi ile elde edilen verilerin görselleştirilmesi için kullanılan bir araçtır. AB ülkelerinin çevresel performanslarının istatistiksel analizi açısından değerlendirildiğinde, bu dendrogram birkaç önemli noktayı ve bulguyu öne çıkarmaktadır. Aşağıda, dendrogramın detaylı bir analizi ve yorumları yer almaktadır:

Dendrogramdaki (bk. Figür 2) ilk aşamalarda (örneğin, 1-5. aşamalar) yer alan ülkelerin, düşük mesafe değerleri ile gruplandığını görüyoruz. Bu durum, çevresel performansları açısından benzerlik gösteren ülkelerin birbirine yakın olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin; Estonya, Litvanya, Kıbrıs ve Letonya, benzer çevresel göstergelere sahip olup, bu nedenle yakın mesafelerde kümelenmişlerdir. İlerleyen aşamalarda (örneğin, 10 ve sonrasındaki aşamalar), daha yüksek mesafelerde birleşen ülkeler bulunmaktadır (bk. Figür 2). Bu durum, ülkelerin çevresel performansları arasında daha belirgin farklılıklar olduğunu göstermektedir. Örneğin: Fransa ve İspanya, diğer ülkelerle daha büyük mesafelerde birleşerek, çevresel performansları açısından farklı politikalar veya uygulamalar benimsediklerini ifade etmektedir. Dendrogramda belirli ülkelerin gruplar halinde birleştiği yerler, (bk. Figür 2), ülkeler arasındaki benzerlikleri ortaya koymaktadır. Örneğin, İrlanda, Polonya ve Romanya gibi ülkelerin, belirli bir mesafede bir araya gelmesi, benzer çevresel yönetim uygulamalarını veya stratejilerini paylaşabilecekleri anlamına gelmektedir. Bu benzerlikler, ülkelerin uyguladığı çevresel politikaların etkinliğini değerlendirmek için önemli bir temel sağlar. Ortak çevre politikaları geliştirmek veya bilgi alışverişinde bulunmak için bu grupların belirlenmesi, politika yapıcılar için faydalı olabileceğini göstermektedir.

Dendrogram, ülkelerin çevresel performanslarının zaman içindeki değişimini de yansıtmaktadır. Düşük mesafelerdeki birleşimler, bu ülkelerin benzer çevresel stratejiler veya uygulamaları benimsediklerini göstermektedir. Yüksek aşamalardaki birleşimler, çevresel performans açısından daha fazla farklılık gösteren ülkeleri işaret etmektedir. Bu durum, çevresel politikaların etkinliği ve uygulanabilirliği konusunda daha derinlemesine bir analiz gerektirebilir. Bu ülkelerin çevresel sorunları ele alırken neden farklı yaklaşımlar benimsediklerini anlamak, politika geliştirme süreçlerinde önemlidir.

Dendrogramın sunduğu veriler (bk. Figür 2), AB ülkeleri için ortak çevre hedefleri oluşturma noktasında önemli bir kaynak sunmaktadır. Benzer çevresel performansa sahip ülkeler, birlikte hareket ederek daha etkili çevre politikaları geliştirebilir. Ülkeler arasındaki benzerlikler, bilgi ve deneyim paylaşımının teşvik edilmesine olanak tanır. Örneğin, çevresel yenilikler veya başarılı uygulamalar üzerine ortak projeler geliştirmek, diğer ülkelerin de benzer başarılar elde etmesine yardımcı olacaktır.

Dendrogram, AB ülkelerinin çevresel performanslarının istatistiksel analizi için güçlü bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkelerin çevresel göstergelerinin benzerliklerini ve farklılıklarını ortaya koyarak, sürdürülebilir çevre politikalarının geliştirilmesine ve AB'nin genel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasına katkıda bulunabilir. Bu tür bir analiz hem mevcut politikaların değerlendirilmesi hem de gelecekteki politika önerilerinin geliştirilmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır.

Yığışım tablosu ve diğer istatistiksel analiz sonuçları, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada hangi ülkelerin öne çıktığını ve hangi ülkelerin daha fazla desteğe ihtiyaç duyduğunu belirlemeye yardımcı olmuştur. Yığışım tablosunun ve yapılan istatistiksel analizlerin sonuçlarına göre, AB ülkeleri arasında çevresel performans farklılıkları belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır.

Yüksek Performans Gösteren Ülkeler: Genellikle enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı ve atık yönetimi gibi alanlarda güçlü politikalar benimsemiş, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik daha fazla yatırım yapmış ve biyoçeşitlilik gibi konularda aktif çalışmalar yürütmüştür. Bu ülkeler, çevresel performanslarını iyileştirmek için uzun vadeli stratejiler uygulamış ve güçlü politika çerçeveleri oluşturmuştur.

Düşük Performans Gösteren Ülkeler: Genellikle sanayileşme oranlarının yüksek olduğu ve enerji tüketiminin yoğun olduğu bölgelerdir. Bu ülkeler, çevre dostu teknolojilere geçişte daha fazla zorluk yaşamış ve karbon emisyonlarını azaltma konusunda daha az ilerleme kaydetmiştir. Ayrıca, atık yönetimi ve geri dönüşüm oranları gibi çevresel göstergelerde de zayıf kalmışlardır.

Bu çalışmada kullanılan analiz yöntemleri, ülkeler arasındaki çevresel performans farklılıklarını daha iyi anlamamıza yardımcı olmuştur. Ancak, her ülkenin çevresel performansını yalnızca mevcut göstergelerle açıklamak yetersiz kalabilir. Çevresel sürdürülebilirlik, yalnızca politikaların etkinliğiyle değil, aynı zamanda yerel koşullar, ekonomik yapı ve sosyal farklılıklarla da şekillenen bir olgudur. Dolayısıyla, her ülkenin çevresel performansının yüksek ya da düşük olmasında bu faktörlerin de rol oynadığını unutmamak gerekir.

Özetle, bu çalışma, AB ülkelerinin çevresel sürdürülebilirlik açısından nasıl bir yol izlediğini ve hangi alanlarda daha fazla iyileştirme yapmaları gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu tür analizler, çevresel politikalara yön verirken daha etkili kararlar alınmasına olanak tanıyacaktır.

4. Tartışma

Bu çalışma, Avrupa Birliği (AB) üye ülkelerinin çevresel performanslarını istatistiksel analiz yöntemleriyle değerlendirerek, ülkeler arasındaki yapısal farklılıkları ve çevresel politikalara yönelik genel bir değerlendirme sunmayı amaçlamıştır. Yapılan analizler, AB ülkelerinin çevresel performanslarının karmaşık ve çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymuş olup bu yapının daha iyi anlaşılabilmesi için Temel Bileşenler Analizi (PCA) ve Hiyerarşik Kümeleme Analizi gibi istatistiksel tekniklerin etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

PCA, AB ülkelerinin çevresel performansını anlamaya yönelik önemli bir araç olmuştur. PCA, verilerin boyutunu küçültme ve temel bileşenler üzerinden genel eğilimleri tespit etme amacı taşımaktadır. Çalışmanın bulgularına göre, çevresel performansın belirleyicisi olan temel bileşenler, ülkeler arasındaki farkların büyük kısmını açıklamaktadır. İlk temel bileşen, çevresel mal ve hizmetler sektörünün üretimi (X10) ve çevre vergilerinin (X4) belirleyici olduğu bir boyut iken, ikinci temel bileşen, atık yönetimi (X3) ve geri dönüşüm oranları (X12) gibi çevre dostu yönetim stratejilerinin vurgulandığı bir boyutu temsil etmektedir. Bu bulgular, çevresel performansın, sadece ekonomik büyüklükle değil, aynı zamanda çevreyi koruma yönündeki politikaların etkinliğiyle de şekillendiğini ortaya koymaktadır.

PCA analizi, çevresel göstergelerin birbiriyle olan yüksek korelasyonlarını gösterdiği gibi, AB ülkelerinin çevresel stratejilerindeki benzerlikleri ve farklılıkları da anlamamıza olanak sağlamıştır. Çevresel mal ve hizmetler sektörü (X10) ile çevre vergileri (X4) arasındaki güçlü ilişki, çevre dostu üretimin teşvik edilmesi için vergi politikalarının ne denli önemli bir araç olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, çevresel verimlilik ve geri dönüşüm oranlarının (X12) ön plana çıkması, sürdürülebilir çevre yönetimi için bu göstergelerin kritik rol oynadığını göstermektedir.

Çalışmada elde edilen korelasyon matrisi, çevresel göstergeler arasındaki ilişkilerin derinlemesine analiz edilmesini sağlamıştır. Çevre vergileri (X4) ile çevresel mal ve hizmetler sektöründeki üretim (X10) arasında yüksek bir pozitif korelasyon bulunması, çevre dostu ürünlerin üretiminin arttığı ülkelerde çevre vergilerinin de arttığını göstermektedir. Bu durum, çevre politikalarının ekonomik sektöre olan etkisini

yansıtan bir bulgudur. Ayrıca, çevresel mal ve hizmetler sektörü istihdamı (X11) ile geri dönüşüm oranları (X12) arasında gözlemlenen düşük korelasyon, çevresel istihdam ve geri dönüşüm oranlarının doğrudan birbiriyle ilişkilendirilmediğini ve diğer faktörlerin de etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu, çevresel istihdamı artırmak için yalnızca geri dönüşüm oranlarının değil, aynı zamanda diğer çevre dostu sektörlerin de desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

Kümeleme analizi, AB ülkelerinin çevresel performanslarına göre benzerliklerini gruplamaya yardımcı olmuştur. Sonuçlar, AB ülkelerinin çevresel performanslarının farklı coğrafi ve ekonomik gruplar içinde benzer özellikler gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle büyük ekonomilere sahip ülkeler (Almanya, Fransa, İtalya) çevresel performans açısından daha güçlü bir konumda bulunurken, daha küçük ekonomilere sahip ülkeler (Malta, Romanya) çevresel performans bakımından daha düşük sıralarda yer almaktadır. Bu durum, çevresel performansın yalnızca ekonomik büyüklükle değil, aynı zamanda ulusal çevre politikalarının etkinliğiyle şekillendiğini göstermektedir. Kümeleme analizi aynı zamanda, çevresel stratejilerde farklılık gösteren ülkeler arasında daha derinlemesine bir analiz yapılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Bu bulgular, AB ülkelerinin çevresel performanslarını artırmak için daha kapsamlı ve uyumlu çevre politikaları benimsemeleri gerektiğini göstermektedir. Özellikle, çevresel mal ve hizmetler sektörü ile çevre vergilerinin entegre bir şekilde ele alınması, çevresel performansı iyileştirmek için önemli bir strateji olma ihtimali varken, geri dönüşüm oranlarının artırılması ve kaynak verimliliğinin sağlanması, AB ülkelerinin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasında kritik rol oynayacaktır. Bu doğrultuda, AB ülkelerinin çevre dostu teknoloji ve inovasyon yatırımlarına yönelmeleri, çevresel sektörlerdeki istihdamı artırabilir.

AB, çevresel performans farklarını azaltmak için daha küçük ve daha az gelişmiş ülkelerle bilgi paylaşımına önem vermeli ve bu ülkeler için daha etkili çevre politikaları geliştirmelidir. Aynı zamanda, çevresel göstergelerin sadece ekonomik büyüklükle değil, aynı zamanda uygulanan çevre politikalarının etkinliğiyle şekillendiği göz önünde bulundurularak, çevre politikalarının tüm AB ülkelerinde eşit derecede etkin bir şekilde uygulanması sağlanmalıdır.

Bu çalışma, AB ülkelerinin çevresel performanslarını daha iyi anlamak ve bu performansı etkileyen faktörleri belirlemek için etkili bir yöntem sunmuştur. Temel bileşenler analizi ve kümeleme analizi, çevresel göstergeler arasındaki ilişkileri ve ülkeler arasındaki farklılıkları ortaya koyarak, AB'nin çevresel uyum politikalarına dair daha fazla bilgi edinmemize yardımcı olmuştur. Gelecekteki araştırmalar, bu bulguların daha derinlemesine analiz edilmesini sağlayabilir ve çevresel performansı artırmaya yönelik daha fazla politika önerisi sunabilir.

Sonuç

Bu çalışma, Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin çevresel performansını istatistiksel analizler kullanarak kapsamlı bir şekilde incelemeyi amaçlamıştır. Elde edilen bulgular, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmanın yalnızca çevre dostu politikaların etkin bir şekilde uygulanmasıyla sınırlı kalmadığını, aynı zamanda bu politikaların sonuçlarının sistematik bir şekilde değerlendirilmesinin gerekliliğini de vurgulamaktadır. Çevresel performansı etkileyen çok boyutlu faktörlerin belirlenmesi ve ülkeler arasındaki performans farklılıklarının arka planındaki etkenlerin aydınlatılması, araştırmanın temel hedeflerinden biri olmuştur.

Araştırma sürecinde, Temel Bileşenler Analizi (PCA) ve Hiyerarşik Kümeleme Analizi gibi istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Bu analizler, AB ülkelerinin çevresel performanslarını etkileyen temel faktörleri ortaya koyarken, ülkeler arasındaki benzerlik ve farklılıkları da net bir şekilde göstermiştir.

PCA sonuçları, çevresel performansın çok boyutlu yapısını ve çevresel göstergeler arasındaki derin bağlantıları ortaya koymuş, bazı ülkelerin çevresel göstergeler açısından belirgin şekilde öne çıktığını,

diğerlerinin ise daha fazla politika desteğine ihtiyaç duyduğunu göstermiştir. Kümeleme analizi, benzer çevresel performans gösteren ülkelerin gruplandığını ve AB'nin çevresel performansındaki coğrafi ve ekonomik farklılıkları anlamamıza olanak sağlamıştır.

Bu araştırma, veri odaklı karar alma süreçlerinin önemini vurgulamaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için ülkelerin çevresel performanslarını değerlendiren etkili stratejilerin geliştirilmesi gereklidir. Çalışmanın bulguları, AB'nin çevresel politikalarının etkinliğini artırmaya yönelik stratejilerin belirlenmesinde önemli bir temel teşkil etmektedir. Politikaların daha verimli ve sürdürülebilir olabilmesi için çevresel göstergelerin daha sistematik bir şekilde izlenmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Bu çalışma, AB ülkelerinin çevresel performanslarını daha iyi anlamak için kullanılan istatistiksel analizlerin etkinliğini göstermektedir. Temel Bileşenler Analizi ve Kümeleme Analizi gibi yöntemler, çevresel göstergeler arasındaki ilişkileri ve ülkeler arasındaki farklılıkları anlamamıza yardımcı olmuş, çevresel yönetim ve politika geliştirme açısından yol gösterici olmuştur.

Çalışmanın bulguları, AB'nin çevresel hedeflerine ulaşabilmesi için daha etkili, kapsamlı ve sürdürülebilir politikaların geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. AB, çevresel sürdürülebilirliği artırmak ve üye ülkeler arasındaki çevre performansındaki farklılıkları azaltmak için daha kapsamlı veri toplama sistemleri kurmalı, çevresel inovasyonu teşvik etmeli ve halkın çevre konusunda bilinçlendirilmesine yönelik çalışmalar yapmalıdır. Bu stratejiler, AB'nin çevresel hedeflerine ulaşması açısından kritik öneme sahiptir ve bu alandaki gelecekteki araştırmaların temelini oluşturacaktır.

Elde edilen bulgulara dayalı olarak, AB ülkeleri arasında çevresel performans karşılaştırmaları yapabilmek için daha kapsamlı veri toplama sistemleri kurulması önemlidir. Bu sistemler, çevresel göstergelerin standartlaştırılmasını sağlayarak veri uyumsuzluklarını azaltacaktır. Ayrıca, çevresel inovasyonu teşvik eden fonlama programları ve hibeler, üye ülkelerin çevre dostu teknolojilere geçişini hızlandırmak açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu tür programlar, özellikle düşük çevresel performans gösteren ülkelerde sürdürülebilir kalkınma için önemli bir itici güç olabilecektir.

Diğer bir öneri ise, çevresel eğitim ve farkındalık artırma kampanyalarının güçlendirilmesidir. Kamuoyunun çevresel sürdürülebilirlik konusunda daha fazla bilgi sahibi olması, toplumsal katılımın sağlanmasına ve çevre dostu davranışların benimsenmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca, AB ülkelerinin çevre politikalarını daha tutarlı ve uyumlu hale getirebilmesi için daha fazla iş birliği ve bilgi paylaşımına yönelik platformların oluşturulması önerilmektedir.

Son olarak, üye ülkelerin iklim politikalarını daha da güçlendirmeleri ve hedeflenen karbon salınımı azaltma hedeflerine ulaşmaları için somut adımlar atılmasını teşvik etmek önemlidir. Bu çerçevede, daha yeşil ve sürdürülebilir bir geleceğe yönelik AB'nin çevresel hedeflerine ulaşmasını sağlamak için üyeler arası iş birliğini artırmak büyük önem taşımaktadır.

Kaynakça

- Arbolino, Roberta, et al. "The policy diffusion of environmental performance in the European countries." *Ecological Indicators* 89 (2018): 130-138.
- Aydoğan, Sinan, Murat Şahin ve İsmet Söylemez. "Veri Zarflama Analizi ile Avrupa Ülkelerinin Çevre ve Enerji Performanslarının Ölçülmesi." 2017.
- Büyüköztürk, Şener. "Faktör Analizi: Temel Kavramlar ve Ölçek Geliştirmede Kullanımı." *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi* 32, no. 32 (2002): 470-483.
- Çelik, Şenol. "Kümeleme Analizi ile Sağlık Göstergelerine Göre Türkiye'deki İllerin Sınıflandırılması." *Doğuş Üniversitesi Dergisi* 14, no. 2 (2013): 175-194.
- Ersungur, Şakir Mehmet, Ahmet Kızıltan ve Özgür Polat. "Türkiye'de Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması: Temel Bileşenler Analizi." *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 21, no. 2 (2007): 55-66.
- Eurostat (2024), <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (Erişim Tarihi: 05.09.2024)
- Everitt, B.S., S. Landau, M. Leese, and D. Stahl. *Cluster Analysis*. London: Edward, 2011.
- Ferhatoğlu, Emrah. "Avrupa Birliği'nde Ortak Çevre Politikası Çerçevesinde Çevre Vergileri." *E-Yaklaşım Yayınları*, no. 3 (2003): 1-7.
- Hair, J. F., W. C. Black, B. J. Babin, R. E. Anderson & R. L. Tatham. *Multivariate data analysis*, Vol. 6. Pearson Prentice Hall, 2006.
- Ilić, Ivana, Bojan Krstić, and Sonja Jovanović. "Environmental performances of agriculture in the European Union countries." *Економика пољопривреде* 64.1 (2017): 41-55.
- Ilinitch, A. Y., N. S. Soderstrom, ve T. E. Thomas. "Measuring Corporate Environmental Performance." *Journal of Accounting and Public Policy* 17, no. 4-5 (1998): 383-408.
- Johnson, S. C. "Hierarchical Clustering Schemes." *Psychometrika* 32 (1967): 241-254.
- Jolliffe, I. T. *Principal Component Analysis*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2002.
- Karaman, Yunus Emre. "Çevre Performans Endeksi Kapsamında Avrupa Birliği ve Türkiye'nin Karşılaştırılması." *Sosyal ve Beşerî Bilimler Dergisi* 10, no. 1 (2018): 76-85.
- Karluk, S. Rıdvan. *Avrupa Birliği ve Türkiye*. İstanbul: Beta Yayınları, 2002.
- Mavi, İbrahim. "Küresel İklim Değişikliği Bağlamında Yeni Toplumsal Hareket Örneği Olarak Küresel Çevreci Hareketler." *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 9, no. 2 (2021): 116-126.
- Morleo, Giovanni, Marianna Gilli, and Massimiliano Mazzanti. "Environmental Performances in Europe: An Empirical Analysis of the Convergence among Manufacturing Sectors." *SEEDS Working Papers* 519 (2019).
- Pullant, Julie. *SPSS Survival Manual: A Step-by-Step Guide to Data Analyses Using SPSS for Windows*. Philadelphia, PA: Open University Press, 2001.
- Sharma, S. *Applied Multivariate Techniques*. New York: John Wiley, 1996.
- Şengün, Hayriye ve S. Gül Meydan Yıldız "Avrupa Birliği Çevre Yönetim Sistemi." *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi* 10, no. 18 (2018): 39-53.
- Türe, Hüseyin ve Seyyide Doğan. "Avrupa Birliği Ülkelerinin Çevresel Performanslarının MPI ve AMPI Yöntemleri ile Değerlendirilmesi." *Bulletin of Economic Theory and Analysis* 8, no. 2 (2023): 225-253. <https://doi.org/10.25229/beta.1297889>.
- Türkeş, M., U. M. Sümer ve G. Çetiner. "Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri." *Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, ÇKÖK Gn. Md., Ankara, 2000.*

Yaşar, Feyzi ve Fatih Akın. "Doğu Avrupa Ülkelerinin Çevresel Performansının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle İncelenmesi." Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 5, no. 2 (2023).

Figürler

Fig. 1. Korelasyon Matrisi, kaynak: istatistiksel analiz sonucunda elde edilen orijinal SPSS çıktısı.

Fig. 2. Dendrogram (Ağaç Grafiği), kaynak: istatistiksel analiz sonucunda elde edilen orijinal SPSS çıktısı.

		Correlation Matrix ^a												
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	
Correlation	X1	1,000	,696	,794	,883	,852	,387	-,267	,015	,803	,885	,757	,178	
	X2	,696	1,000	,800	,713	,736	,229	-,060	-,267	,762	,776	,802	,037	
	X3	,794	,800	1,000	,898	,900	,246	-,031	-,172	,962	,872	,798	,227	
	X4	,883	,713	,898	1,000	,989	,445	-,335	,070	,900	,972	,913	,401	
	X5	,852	,736	,900	,989	1,000	,515	-,355	,122	,882	,980	,927	,462	
	X6	,387	,229	,246	,445	,515	1,000	-,704	,735	,201	,493	,419	,644	
	X7	-,267	-,060	-,031	-,335	-,355	-,704	1,000	-,697	-,092	-,316	-,332	-,496	
	X8	,015	-,267	-,172	,070	,122	,735	-,697	1,000	-,208	,085	,019	,744	
	X9	,803	,762	,962	,900	,882	,201	-,092	-,208	1,000	,838	,797	,156	
	X10	,885	,776	,872	,972	,980	,493	-,316	,085	,838	1,000	,948	,413	
	X11	,757	,802	,798	,913	,927	,419	-,332	,019	,797	,948	1,000	,389	
	X12	,178	,037	,227	,401	,462	,644	-,496	,744	,156	,413	,389	1,000	
Sig. (1-tailed)	X1		,000	,000	,000	,000	,046	,128	,475	,000	,000	,000	,226	
	X2		,000		,000	,000	,166	,401	,127	,000	,000	,000	,439	
	X3		,000	,000		,000	,000	,148	,448	,234	,000	,000	,168	
	X4		,000	,000	,000		,000	,025	,074	,384	,000	,000	,040	
	X5		,000	,000	,000	,000		,010	,062	,304	,000	,000	,020	
	X6		,046	,166	,148	,025	,010		,000	,000	,198	,014	,033	,001
	X7		,128	,401	,448	,074	,062	,000		,000	,351	,088	,077	,013
	X8		,475	,127	,234	,384	,304	,000	,000		,190	,362	,468	,000
	X9		,000	,000	,000	,000	,000	,198	,351	,190		,000	,000	,255
	X10		,000	,000	,000	,000	,000	,014	,088	,362	,000		,000	,035
	X11		,000	,000	,000	,000	,000	,033	,077	,468	,000	,000		,045
	X12		,226	,439	,168	,040	,020	,001	,013	,000	,255	,035	,045	

a. Determinant = 4,26E-012

Fig. 1: Korelasyon Matrisi

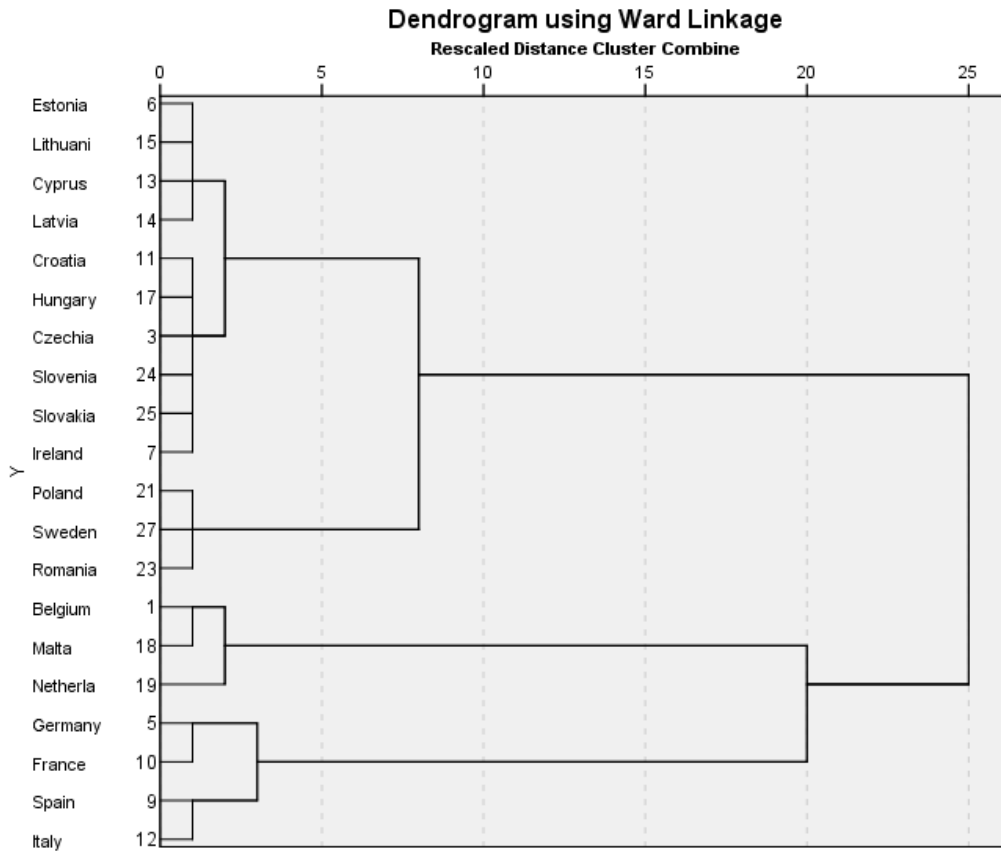


Fig. 2: Dendrogram (Ağaç Grafığı)