

Bazı Avrupa ülkeleri ve Türkiye'nin tarımsal çevre ve ekonomi göstergelerine dayalı performanslarının ÇKKV yöntemleri ile değerlendirmesi

Gözde KOCA

Orcid: 0000-0001-6847-6812

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, 11100, Merkez, Bilecik, Türkiye

Makale Künyesi

Araştırma Makalesi /
Research Article

Sorumlu Yazar /
Corresponding Author
Gözde KOCA
gozde.koca@bilecik.edu.tr

Geliş Tarihi / Received:
19.04.2025

Kabul Tarihi / Accepted:
15.09.2025

Tarım Ekonomisi Dergisi
Cilt: 31 Sayı: 2 Sayfa: 285-299

Turkish Journal of
Agricultural Economics
Volume: 31 Issue: 2 Page: 285-299

DOI
10.24181/tarekoder.1679779

JEL Classification: Q01, Q18,
C44

Özet

Amaç: Bu çalışma, bazı Avrupa Birliği ülkeleri ile Türkiye'nin tarımsal faaliyetlerinin çevre ve ekonomi üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Tarımsal çevre göstergeleri ile ekonomik üretim gücünü birlikte ele alan analiz, ülkelerin tarımsal sürdürülebilirlik düzeylerini bütüncül bir bakış açısıyla ortaya koymaktadır. Böylece çalışma, çevresel baskılar ile üretim yoğunluğu arasındaki dengenin ülkeler arasında nasıl farklılaştığını inceleyerek sürdürülebilir tarım politikalarının geliştirilmesine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

Tasarım/Methodoloji/Yaklaşım: Araştırmada, EUROSTAT veri tabanından elde edilen 2000–2023 dönemi yıllık ortalama değerlere dayanan on çevresel gösterge (K1–K10) ile FAOSTAT veri tabanından alınan 2019–2023 dönemi ortalama Brüt Üretim Değeri (K11) olmak üzere toplam on bir kriter kullanılmıştır. Yirmi sekiz ülke iki aşamalı olarak değerlendirilmiştir: İlk aşamada yalnızca çevresel kriterler dikkate alınmış; ikinci aşamada ekonomik boyutun analize dahil edilmesiyle sıralamalar yeniden oluşturulmuştur. Analiz sürecinde MOOSRA, MABAC, ROV, TOPSIS, PSI, WASPAS, REF-I ve REF-II yöntemleri uygulanmış; elde edilen sıralamalar BORDA yöntemi aracılığıyla bütünleştirilmiştir. Tüm hesaplamalar Python tabanlı Ka-Decision yazılımı kullanılarak kapsamlı şekilde gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Çevresel göstergeler değerlendirildiğinde Estonya, Letonya, İsveç, Finlandiya ve Slovakya en yüksek performansa sahip ülkeler olarak belirlenmiştir. Ancak ekonomik kriterin dahil edilmesiyle bu ülkelerin genel sıralamada gerilediği; buna karşılık Fransa, Türkiye ve Almanya gibi yüksek üretim kapasitesine sahip ülkelerin öne çıktığı görülmüştür. Bu sonuç, çevresel performans ile üretim yoğunluğu arasında belirgin ters yönlü bir ilişki bulunduğunu göstermektedir. Radar grafiklerinde çevresel açıdan zayıf ülkelerin yüksek üretim kapasitelerine rağmen çevresel etkilerinin daha olumsuz olduğu görülmüştür.

Özgünlük/Değer: Çalışma, çevresel ve ekonomik göstergelerin birlikte değerlendirilmesiyle tarımsal sürdürülebilirliğe çok boyutlu bir yaklaşım sunarak politika yapıcılar için son derece önemli stratejik çıktılar oluşturmaktadır.

Anahtar kelimeler: Avrupa ülkeleri, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), Ka-Decision, tarımsal çevre göstergeleri.

Evaluation of the performance of some European countries and Turkey based on agricultural environment and economic indicators using MCDM methods

Abstract

Purpose: This study aims to comparatively assess the environmental and economic impacts of agricultural activities in some European Union countries and Turkey. By considering agricultural environmental indicators and economic production capacity together, the analysis reveals the agricultural sustainability levels of countries from a holistic perspective. Thus, by examining how the balance between environmental pressures and production intensity varies across countries, the study significantly contributes to the development of sustainable agricultural policies.

Design/Methodology/Approach: The study employed a total of eleven criteria: ten environmental indicators (K1–K10) based on annual average values from the EUROSTAT database for the period 2000–2023, and the average Gross Production Value (K11) from the FAOSTAT database for the period 2019–2023. Twenty-eight countries were evaluated in two stages: In the first stage, only environmental criteria were considered; in the second stage, the rankings were re-established by incorporating the economic dimension into the analysis. MOOSRA, MABAC, ROV, TOPSIS, PSI, WASPAS, REF-I, and REF-II methods were applied during the analysis process, and the resulting rankings were integrated using the BORDA method. All calculations were comprehensively performed using the Python-based Ka-Decision software.

Findings: When environmental indicators were evaluated, Estonia, Latvia, Sweden, Finland, and Slovakia were identified as the highest-performing countries. However, with the inclusion of the economic criterion, these countries were found to have a decline in the overall ranking, while countries with high production capacity, such as France, Turkey, and Germany, emerged. This result demonstrates a significant inverse relationship between environmental performance and production intensity. Radar charts reveal that environmentally weak countries, despite their high production capacity, have more negative environmental impacts.

Originality/Value: By evaluating environmental and economic indicators together, the study provides a multidimensional approach to agricultural sustainability, generating crucial strategic outcomes for policymakers.

Keywords: European Countries, Multi-Criteria Decision Making (MCDM), Ka-Decision, Agricultural environment indicators.

GİRİŞ

Tarım sektörü, su, toprak ve hava gibi doğal kaynaklar üzerindeki yoğun kullanımının yanı sıra iklim değişikliğine çift yönlü etkisi nedeniyle çevresel sürdürülebilirliğin kilit alanlarından biridir (FAO, 2021). Bu kapsamda tarımsal faaliyetlerin çevre üzerindeki etkilerini nicel olarak ölçen tarımsal-çevresel göstergeler (AEI: Agri Environmental Indicators) geliştirilmiş; sera gazı emisyonu, pestisit kullanımı, organik tarım payı, toprak erozyonu ve enerji tüketimi gibi kriterler, Avrupa Birliği'nin sürdürülebilir tarım politikalarında temel gösterge haline gelmiştir (OECD, 2023; European Commission, 2021).

Son yıllarda tarımsal-çevresel göstergeleri birleştirerek ülkelerin performanslarını karşılaştıran çalışmalar yaygınlaşmıştır. Örneğin, Marković vd (2024), 27 AB ülkesini MOORA yöntemiyle analiz ederek Portekiz, Estonya ve İrlanda'nın tarımsal çevresel göstergelerde öne çıktığını göstermiştir. Namiotko vd. (2022) ise SAW, TOPSIS ve EDAS yöntemleriyle Finlandiya, İrlanda ve İsveç'in sürdürülebilirlikte en yüksek puanı aldığını, Hollanda, Danimarka ve Almanya'nın ise yinelemeli olarak düşük puan aldığını belirlemiştir. Ayrıca Zafeiriou vd. (2018), sera gazı emisyonları ile ekonomik performans arasında doğrusal olmayan ilişki tespit eden EKC (Environmental Kuznets Curve- Çevresel Kuznets Eğrisi) yaklaşımıyla AB tarımında EKC hipotezine güncel bir sınama getirmiştir.

Ancak mevcut literatürde, çevresel göstergeleri analiz eden bu çalışmalar genellikle ekonomik üretim gücünü (örneğin Brüt Üretim Değeri) ele almamaktadır. Bu durum, sürdürülebilirlik analizlerinin çevre-ekonomi etkileşimini yeterince değerlendiremediği anlamına gelir. Bu çalışma, 28 Avrupa ülkesinde (27 AB + Türkiye) on çevresel göstergeye (K1-K10) ek olarak Brüt Tarımsal Üretim Değeri (K11) kriterini entegre ederek iki aşamalı bir değerlendirme gerçekleştirmektedir.

Veri seti EUROSTAT ile FAOSTAT verilerinden derlenmiştir. İlk fazda yalnızca çevresel göstergeler incelenmiş; ikinci fazda ekonomi göstergesi eklenmiştir. MOOSRA, MABAC ve ROV teknikleri ilk sıralamaları üretirken; TOPSIS, PSI, WASPAS, REF I ve REF II ile duyarlılık analizi yapılmış; sonuçlar Ka Decision yazılımı üzerinden BORDA yöntemiyle bütünleştirilmiştir.

Çalışmanın literatüre katkıları şunlardır:

1. AEI verilerine ekonomik çıktı boyutunu entegre ederek çevre-ekonomi analizi sağlayan ilk çok-ülkeli ÇKKV çalışması olması,
2. Ka Decision açık kaynak yazılımının çok yöntemli analizde kullanımını mümkün kılması,
3. Estonya, Litvanya, İsveç gibi çevre liderleri ile Türkiye, Fransa, Almanya gibi yüksek üretimli ancak çevresel baskılar sergileyen ülkelerin karşılaştırmalı performans analizinin yapılmasıdır.

Çalışma, Giriş bölümünde tarım ve çevre ilişkisini kuramsal bir çerçevede sunmakta; Literatür Taraması kısmında ise benzer alanlardaki güncel akademik çalışmalar özetlenmektedir. Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuç-Öneriler bölümleri sırasıyla kullanılan veri seti, ÇKKV temelli analiz sonuçları, bu sonuçların politika bağlamında değerlendirilmesi ve ileriye dönük önerilerle çalışma tamamlanmaktadır.

LİTERATÜR ÖZETİ

Tarımsal çevre göstergeleri üzerine yapılan akademik çalışmaların karşılaştırmalı bir özeti, aşağıda Çizelge 1'de sunulmuştur. Bu çizelge, farklı ülkeler ve bölgeler kapsamında çevresel tarım göstergelerinin nasıl ele alındığını, hangi yöntemlerle analiz edildiğini ve çalışmaların temel konularını sistematik bir biçimde ortaya koymaktadır.

Çevresel tarım göstergeleri (agri-environmental indicators) üzerine yapılan çalışmalarda, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Gürlük ve Uzel (2016), Almanya, Fransa, Hollanda ve Türkiye'yi TOPSIS yöntemi ile karşılaştırarak çevresel tarım performanslarını değerlendirmiştir. Benzer şekilde, Namiotko ve arkadaşları (2022) AB ülkelerinde SAW, TOPSIS ve EDAS yöntemleriyle gerçekleştirdikleri çalışmada çevresel göstergeler aracılığıyla sürdürülebilirlik düzeylerini analiz etmişlerdir. Marković vd. (2024) MOORA yöntemiyle AB genelinde çevresel performansı ölçerken, Streimikiene vd. (2024) Baltık ülkelerinde arazi kullanımı temelli çevresel göstergelerle değerlendirme yapmıştır. Organik tarım odaklı çalışan Shin vd. (2024), Güney Kore örneğinde AHP yöntemiyle göstergeleri önceliklendirmiştir. Benzer şekilde, Gómez-Limón vd. (2020) İspanya'daki zeytinlikler özelinde AHP ve BWM yöntemlerini kullanarak kompozit sürdürülebilirlik göstergeleri oluşturmuştur. Bölgesel bir uygulama sunan Gabbrielli (2016) ise Toskana bölgesinde çevresel politikaların mekânsal etkilerini Coğrafi ÇKKV ile haritalandırmıştır. Daha bütüncül bir yaklaşım benimseyen Kırdı ve AYTEKİN (2023), 30

sanayileşmiş ülkeyi entegre ÇKKV yöntemleriyle analiz etmiş ve Python tabanlı yazılım desteğiyle sürdürülebilirlik performanslarını değerlendirmiştir. Ayrıca Çukur ve Işın (2023), AB ülkelerinin organik tarım performanslarını TOPSIS yöntemiyle incelemiştir; Madiyoh (2020) ise ASEAN ülkelerini tarımsal performans açısından TOPSIS ve ELECTRE yöntemleriyle karşılaştırarak karar destek süreçlerine katkı sağlamıştır. Bu çalışmalar, ÇKKV yöntemlerinin tarımsal çevre göstergeleri çerçevesinde ülkeler arası performans karşılaştırmalarında etkili bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 1. Tarımsal çevre göstergeleri üzerine yapılan çalışmalar

Table 1. Studies on agricultural environment indicators

Yazar(lar)	Ülke Kapsamı	Yöntem	Konu
Gürlük ve Uzel (2016)	Almanya, Fransa, Hollanda, Türkiye	TOPSIS	Çevresel tarım göstergeleri ile dört ülkenin karşılaştırılması
Namiočko vd. (2022)	AB ülkeleri	SAW, TOPSIS, EDAS	AB ülkelerinde çevresel tarım göstergeleri ile sürdürülebilirlik değerlendirmesi
Marković vd. (2024)	AB ülkeleri	MOORA	Çevresel tarım göstergeleri ile AB genelinde çevresel performans analizi
Streimikiene vd. (2024)	Baltık ülkeleri	TOPSIS	Baltık ülkelerinde arazi kullanımı temelli çevresel tarım göstergelerinin karşılaştırması
Shin vd. (2024)	Güney Kore (Organik Tarım)	AHP	Organik tarım çevresel göstergelerinin önceliklendirilmesi
Gómez-Limón vd. (2020)	İspanya (Zeytinlikler)	AHP, BWM	Kompozit çevresel sürdürülebilirlik göstergesi oluşturulması
Gabrielli (2016)	Toskana (İtalya)	Coğrafi ÇKKV	Çevresel tarım politikalarının çevresel etkilerinin haritalandırılması
Kırda ve AYTEKİN (2023)	Sanayileşmiş ülkeler (30 ülke)	Entegre ÇKKV, Python tabanlı yazılım	Sanayileşmiş ülkelerde çevresel sürdürülebilirlik performansı
Çukur ve Işın (2023)	Avrupa Birliği Ülkeleri	TOPSIS	Ülkelerin organik tarım performansının değerlendirilmesi
Madiyoh (2020)	ASEAN Ülkeleri	TOPSIS ve ELECTRE	Tarım sektörünün değerlendirilmesi

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

VERİ ve YÖNTEM

Bu başlık iki kısımda incelenecektir. İlk olarak ele alınan kriterlerin ve ülkelerin anlatıldığı “veri” başlığı sunulmuş olup; ikinci olarak kullanılan yöntemlerin ve yazılımın anlatıldığı “Yöntem” başlığı anlatılmıştır.

Veri

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemlerinin temel bileşenleri, değerlendirme kriterleri ve bu kriterlere göre karşılaştırılan alternatiflerdir. Bu çalışmada alternatifler, Avrupa kıtasında yer alan, EUROSTAT ve FAOSTAT verilerine erişilebilen 28 ülke olarak belirlenmiştir. Söz konusu ülkeler şunlardır: Belçika, Bulgaristan, Çekya, Danimarka, Almanya, Estonya, İrlanda, Yunanistan, İspanya, Fransa, Hırvatistan, İtalya, Güney Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Hollanda, Avusturya, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovenya, Slovakya, Finlandiya, İsveç ve Türkiye. Alternatif ülke grubunun seçilme nedeni; tarım ve çevre politikaları bakımından karşılaştırılabilir olmaları, ortak çevresel göstergelere sahip olmaları ve Avrupa Birliği'nin çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle ilişkili politikaların izlenebilirliğine olanak sağlamasıdır.

Bu çalışmada ülkelerin tarımsal faaliyetlerinden kaynaklanan çevresel etkilerini yansıtan göstergeler üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Kriterler, on adet olup; tarımın çevre üzerindeki baskılarını farklı boyutlarıyla temsil edecek şekilde belirlenmiş ve EUROSTAT veri tabanından temin edilmiştir. Veriler, ülkelerin yıllar itibarıyla performanslarını yansıtacak şekilde ortalama değerler üzerinden toplanmış; birim uyumluluğu sağlandıktan sonra analiz için uygun hale getirilmiştir.

Ayrıca, sürdürülebilir kalkınmanın yalnızca çevresel değil aynı zamanda ekonomik boyutuna da dikkat çekmek amacıyla, değerlendirmeye ekonomik bir gösterge olarak Brüt Üretim Değeri (K11) kriteri dahil edilerek ayrı bir analiz daha yapılmıştır. Bu gösterge, ülkelerin tarımsal üretim faaliyetlerinden sağladığı ekonomik çıktıyı yansıtmakta olup FAOSTAT veri tabanından (2019–2023) temin edilmiş ve sabit 2014–2016 uluslararası dolar (Int\$) birimiyle ifade edilmiştir. Böylece analiz, çevresel performansın yanında ekonomik sürdürülebilirliği de dikkate alan daha bütüncül bir değerlendirme niteliği kazanmıştır. Bu kapsamda belirlenen on bir adet kriter, yönleri, birimleri ve kaynak bilgileri ile birlikte aşağıdaki Çizelge 2’de sunulmaktadır:

Çizelge 2. Kriter olarak alınan Tarımsal Çevre göstergeleri**Table 2.** Agricultural Environment indicators taken as criteria

Kod	Kriter	Yön	Birim	Kaynak
K1	Organik tarım altındaki bölge oranı	Maksimum	%	EUROSTAT (2000-2022)
K2	Tarımdan kaynaklanan sera gazı emisyonları	Minimum	%	EUROSTAT (2011-2022)
K3	Hayvancılık yoğunluk endeksi	Minimum	LU/ha	EUROSTAT (2010-2020)
K4	Su erozyonuna bağlı tahmini toprak kaybı	Minimum	ton/ha	EUROSTAT (2010-2016)
K5	Enerji verimliliği	Maksimum	Euro/KGOE	EUROSTAT (2000-2023)
K6	Pestisit türüne göre pestisit satışları	Minimum	kg	EUROSTAT (2012-2023)
K7	Şiddetli erozyondan etkilenen arazi örtüsü türlerinin payı	Minimum	%	EUROSTAT (2010-2016)
K8	Tarım ve ormancılık sektöründe nihai enerji tüketimi (hektar başına)	Minimum	ton/ha	EUROSTAT (2012-2023)
K9	Tarımdan kaynaklanan amonyak emisyonlarının toplam emisyonlara oranı	Minimum	%	EUROSTAT (2011-2022)
K10	Tarımdan kaynaklanan toplam amonyak emisyonu	Minimum	ton	EUROSTAT (1990-2022)
K11	Brüt Üretim Değeri	Maksimum	Sabit 2014-2016 bin IS	FAOSTAT (2019-2023)

Kaynak: Veriler EUROSTAT ve FAOSTAT veritabanından oluşturulmuştur. Yalnızca Türkiye'nin K4 ve K7 kriterleri, <https://cevreselegostergeler.csb.gov.tr/erozyon-tehlikesi-altındaki-alanlar-i-85769> sayfasından; K3 ise Yıldırım (2020)'ın çalışmasından alınmıştır.

Bu çalışmada, ülkelerin tarımsal çevre performanslarını değerlendirmek amacıyla on bir farklı gösterge kullanılmıştır. İlk gösterge olan organik tarım altındaki bölge oranı, toplam tarım alanı içerisindeki organik tarım uygulanan alanın yüzdesini ifade eder. Organik tarım, kimyasal girdilerin azaltılması ve çevre dostu üretim süreçlerinin teşviki açısından önemli olduğundan, bu göstergenin yüksek olması çevresel sürdürülebilirlik açısından olumlu kabul edilmektedir.

İkinci gösterge olan tarımdan kaynaklanan sera gazı emisyonları, tarımsal faaliyetlerin toplam sera gazı salımı içerisindeki payını yansıtmaktadır. Metan ve diazot monoksit gibi tarımsal kaynaklı emisyonlar çevresel bozulmaya neden olduğundan, bu oranın düşük olması arzu edilmektedir. Üçüncü gösterge olan hayvancılık yoğunluk endeksi ise hektar başına düşen hayvan birimi (LU/ha) cinsinden hesaplanmaktadır. Hayvancılıkla ilişkili çevresel etkiler (örneğin amonyak salımı, mera tahribatı) nedeniyle bu değerin düşük olması çevre açısından tercih edilir.

Dördüncü gösterge, su erozyonuna bağlı tahmini toprak kaybıdır. Bu gösterge, ton/hektar cinsinden ifade edilen toprak kaybı miktarını gösterir ve toprağın verimliliği ile doğrudan ilişkilidir. Beşinci gösterge olan enerji verimliliği, EUROSTAT verilerine göre Euro/KGOE cinsinden hesaplanmakta ve kullanılan enerjiye karşılık elde edilen ekonomik çıktıyı temsil etmektedir. Bu gösterge ne kadar yüksekse, enerji o kadar verimli kullanılmış olur; dolayısıyla maksimum yönlüdür.

Altıncı kriter olan pestisit satışları, tarımsal kimyasal kullanımının yoğunluğunu yansıtan önemli bir göstergedir. Pestisitler hem su hem toprak kaynaklarını tehdit ettiğinden, bu değerin düşük olması çevresel sürdürülebilirlik açısından istenen bir durumdur. Yedinci gösterge olan şiddetli erozyondan etkilenen arazi oranı, risk altındaki tarım arazilerinin toplam araziye oranını ifade eder ve arazi yönetiminin çevreci olup olmadığını gösterir.

Sekizinci kriter, tarım ve ormancılık sektöründe hektar başına nihai enerji tüketimidir. Ton/hektar cinsinden ifade edilen bu gösterge, tarımda kullanılan enerji yoğunluğunu ortaya koymakta ve daha düşük tüketim çevre dostu üretim süreçlerine işaret etmektedir. Dokuzuncu gösterge olan tarımdan kaynaklanan amonyak emisyonlarının toplam emisyonlara oranı, tarımın genel hava kirliliği içindeki payını ifade ederken; onuncu ve son gösterge olan toplam amonyak emisyonu, mutlak emisyon miktarını ton cinsinden ifade etmektedir. Amonyak salımı, özellikle hayvansal üretimde çevresel yükün önemli bir parçası olduğu için bu iki göstergenin de düşük olması tercih edilir.

Yukarıdaki on göstergeden oluşan kriterler bir arada değerlendirildiğinde, ülkelerin tarımsal üretim süreçlerinin çevre üzerindeki baskısı çok boyutlu bir şekilde analiz edilebilmektedir. On birinci kriter olarak "Brüt Üretim Değeri" (Gross Production Value) ilave edilmiştir. Bu gösterge, ülkelerin tarımsal faaliyetlerinden elde ettikleri toplam ekonomik çıktıyı ifade etmekte olup, tarımsal üretimin ekonomik büyüklüğünü sabit 2014–2016 uluslararası dolar (Int\$) birimi cinsinden ölçmektedir. Brüt üretim değeri, bir ülkenin çevresel baskı düzeyini değerlendirirken, bu baskının hangi düzeyde ekonomik üretim karşılığında ortaya çıktığını analiz etmeye imkân tanımaktadır. Bu nedenle, çevresel performans değerlendirmesinden ayrı olarak, söz konusu 11. kriter dahil edilerek

ayrı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Böylece yalnızca çevresel sürdürülebilirlik değil, aynı zamanda ekonomik üretkenlik perspektifi de dikkate alınarak daha dengeli ve kapsamlı bir değerlendirme yapılması sağlanmıştır.

Bu çalışmada, ülkelerin tarımsal çevre performanslarının ÇKKV yöntemleriyle değerlendirilmesi amacıyla Kırdı ve Aytekin (2022) tarafından geliştirilen Ka-Decision adlı karar destek yazılımı kullanılmıştır. Python tabanlı bu yazılım, kullanıcı dostu arayüzü sayesinde farklı ÇKKV yöntemlerini bir arada uygulama, karşılaştırma ve nihai sıralamaları toplu biçimde analiz etme imkânı sunmaktadır. Bu yazılımın kullanımı sayesinde yöntem bazlı duyarlılık analizi yapılmış ve sıralamalardaki tutarlılık test edilmiştir.

Çözüm sürecinde TOPSIS, MOOSRA, MABAC, ROV, WASPAS, REF-I ve REF-II yöntemleri tercih edilmiş; elde edilen sıralamalar BORDA yöntemi ile birleştirilerek nihai karar oluşturulmuştur. Ağırlıklandırma işlemi, yöntemin temel amacı gereği eşit ağırlıklı olarak tanımlanmıştır.

Çözüm aşamasına geçerken ilk olarak, analizde kullanılacak kriter sayısı ve alternatif sayısı ilgili alanlara girilmiştir. Bu çalışmada, ilk olarak 10 kriter esas alınarak 28 ülke değerlendirilmiş; ardından 11. kriterin (Brüt Üretim Değeri) eklenmesiyle analiz genişletilerek yeniden gerçekleştirilmiştir. Çalışmada her bir analiz aşaması için ayrı karar matrisleri oluşturulmuştur; bu matrislerden ilki, yalnızca çevresel kriterlere dayalı değerlendirmeye dayanmaktadır. Matrisin içeriğinde, ülkelerin kriterlere göre normalize edilmemiş performans değerleri yer almaktadır. Ka-Decision yazılımı aracılığıyla bu karar matrisi, farklı Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleriyle analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu sayede yöntemler arası tutarlılık gözlemlenmiş ve nihai sıralama BORDA yöntemi ile oluşturulmuştur.

Bu çalışmada ülkelerin tarımsal çevre göstergelerine dayalı performanslarını değerlendirmek üzere üç temel Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemi kullanılmıştır: MOOSRA (Basit Oran Analizine Dayalı Çok Amaçlı Optimizasyon - Multi-Objective Optimization on the basis of Simple Ratio Analysis), MABAC (Çok Özellikli Sınır Yaklaşımı Alan Karşılaştırması Yöntemi - Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison) ve ROV (Değerlerin Aralığı - Range of Values). Das, Sakar ve Ray (2012), Brauers (2003) tarafından sağlanan temel bilgilere dayanarak oran analizini MOOSRA olarak yeniden ortaya koymuştur. Bu noktada, MOOSRA ve MOORA'nın çok yakın bir ilişkiye sahip olduğunu söylemek mümkündür. MOOSRA, normalizasyondan sonra fayda-maliyet kriterleri için ayrı bir değerlendirme eklemesi bakımından MOORA'dan farklıdır. Pamučar ve Ćirović, ideal ve anti-ideal çözümlerin farklı bölgelerde temsil edildiği ve en iyi çözümün bu bölgelerin değerlendirilmesiyle elde edildiği MABAC yöntemini 2015 yılında oluşturmuştur (Pamućar & Ćirović, 2015). Yakowitz, Lane ve Szidarovszky, her alternatifin sağlayacağı en yüksek ve en düşük fayda seviyelerini dikkate alan ROV yöntemini 1993'te önerdiler. Bu üç yöntemin bir arada kullanılması, farklı hesaplama mantıklarına dayalı çok boyutlu bir analiz imkânı sağlamıştır.

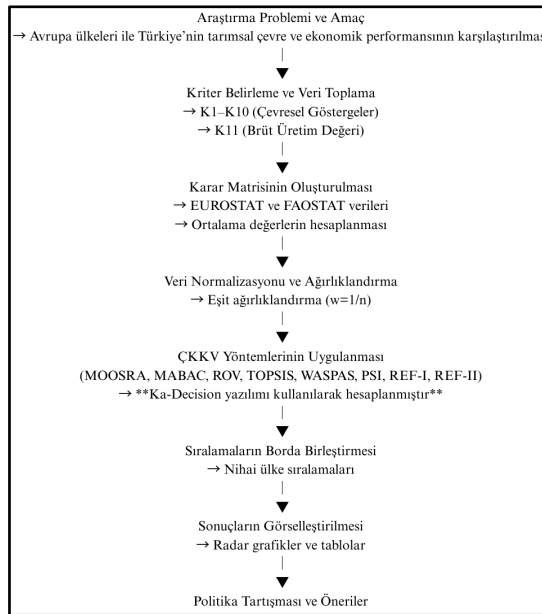
Çalışmanın analizlerin güvenilirliğini test etmek ve sıralamalardaki tutarlılığı artırmak amacıyla ek olarak TOPSIS (İdeal Çözüme Dayalı Sıralama Tekniği - Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution), PSI (Tercih Seçim İndeksi - Preference Selection Index), WASPAS (Ağırlıklı Toplam / Çarpım Değerlendirme - Weighted Aggregated Sum Product Assessment), REF-I (Referans Noktalarına En Yakın Çözüm-I - Nearest Solution to References-I) ve REF-II (Referans Noktalarına En Yakın Çözüm-II - Nearest Solution to References-II) yöntemlerinden yararlanılmıştır. TOPSIS, en yaygın kullanılan referans tabanlı yöntemlerden biridir. Yoon ve Hwang'a (1980) göre, çok kriterli karar probleminin çözümü, ideale en yakın ve negatif (anti) idealden en uzak alternatifi seçerek elde edilebilir. PSI, 2010 yılında Maniya ve Bhatt tarafından malzeme seçimi problemlerinde karmaşık ÇKKV yöntemleri yerine kullanılabilir temel yapılandırılmış bir yöntem olarak geliştirilmiştir (Maniya & Bhatt, 2010). Maniya ve Bhatt'a (2010) göre, PSI yöntemi, ağırlıklandırma teknikleri veya öznel yargılar kullanan diğer yöntemlerin aksine, kriter ağırlıklarını belirlemeye gerek kalmadan karar problemlerini ele alabilir. Ayrıca, PSI'nin, anlaşmazlıkların olduğu durumlarda kriter ağırlıklarını hesaplamak için kullanılabileceği öne sürülmüştür. Zavadskas ve diğerleri (2012), WPM ve WSM yöntemlerini birleştirerek WASPAS yöntemini ortaya koydular. WSM yöntemi esasen SAW yöntemiyle aynıdır (Mulliner vd., 2016). Öte yandan WPM, eklemeli model yerine çarpımsal modeli içerir ve genellikle boyutsuz analiz olarak adlandırılır (Triantaphyllou, 2000). Aytekin (2020), farklı ölçeklerle ölçülen kriterleri ve tercihleri içeren karar problemlerini çözmek için REF-I'i önerdi. Nominal (ikili ve çok terimli), sıralı, aralıklı veya oranlı ölçeklerle ölçülen kriterler birlikte kullanılabilir ve karar verici, REF-I'de referans olarak belirli bir nokta, aralık veya kategori belirlemek için bu kriterleri kullanabilir. Aytekin (2020), sıralama tersine çevirme problemlerini ve karar problemlerine yeni bir alternatif eklendiğinde veya çıkarıldığında mevcut alternatifler için yeniden hesaplama gereksinimini çözmek için REF-II'yi önerdi. Öte yandan, REF-II, çoğu ÇKKV yöntemi gibi, kardinal bir yapıya sahip kriterlere ihtiyaç duyar.

Jean-Charles de Borda (1781) tarafından geliştirilen Borda yöntemi, sosyal bilimlerde ve/veya oylama problemlerinde yaygın olarak kullanılır. Borda Sayım Yöntemi birden fazla sıralamanın tek bir sıralamaya indirgenmesi ve verilerin birleşmesi olarak tanımlanmaktadır (Çakır ve Perçin, 2013). Borda sayım yönteminde m adet alternatiften en iyi durumdakine m-1, ikinci en iyi durumdakine m-2 şeklinde birer azalan değerler verilerek en kötü alternatif 0 değerini alacak şekilde puanlama yapılır. En son aşamada tüm alternatifler için atanan değerler aritmetik olarak toplanarak Borda skorları elde edilir ve sıralama yapılır. İlgili matematiksel notasyon aşağıda yer almaktadır (Özkaya, 2022).

$$b_i = \sum_{k=1}^n (M - r_{ik})$$

r_{ik} : k. kriter altında yer alan i. alternatife ait sıra
 M : karar problemindeki toplam alternatif sayısı

Şekil 1'de çalışmanın akış şeması sunulmuştur. Bu akış şeması, araştırmanın metodolojik sürecini sistematik biçimde özetlemektedir. Çalışmanın başlangıcında Avrupa ülkeleri ve Türkiye'nin tarımsal çevresel ve ekonomik performanslarının karşılaştırılmasına yönelik araştırma problemi ve amacı tanımlanmıştır. Bunu takiben, EUROSTAT ve FAOSTAT veri tabanlarından temin edilen çevresel (K1–K10) ve ekonomik (K11) göstergelere dayalı olarak karar matrisi oluşturulmuş ve kriterler eşit ağırlıklandırılarak normalize edilmiştir. Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden MOOSRA, MABAC, ROV, TOPSIS, WASPAS, PSI, REF-I ve REF-II teknikleri Ka-Decision yazılımı kullanılarak uygulanmış; elde edilen sıralamalar Borda birleştirme yöntemiyle nihai performans sıralamasına dönüştürülmüştür. Son olarak, bulgular radar grafikler ve tablolar aracılığıyla görselleştirilmiş ve politika düzeyinde öneriler geliştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın Akış Şeması (Yazar Tarafından Oluşturulmuştur.)

Figure 1. Flowchart of the Study (Created by the Author)

BULGULAR

Bu bölümde çalışmada elde edilen sonuçlar iki alt başlık altında sunulacaktır. Birinci kısımda, yalnızca çevresel kriterlerle (K1–K10) dayalı olarak ülkelerin tarımsal çevre performansları analiz edilmiş; bu kapsamda Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılarak elde edilen sıralamalar ve değerlendirmeler paylaşılmıştır. Bu analiz, ülkelerin tarımsal faaliyetlerinin çevre üzerindeki baskı düzeylerini karşılaştırmalı olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır. İkinci kısımda ise, 11. kriter olarak çalışmaya sonradan dâhil edilen Brüt Üretim Değeri (K11) kullanılarak yapılan ek analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Bu kısımda, çevresel göstergelerin ekonomik çıktılarına

birlikte değerlendirilmesi sağlanmış; ülkelerin çevresel performanslarının arkasındaki üretim düzeyleri göz önünde bulundurularak daha bütüncül bir bakış açısıyla yorumlama yapılmıştır.

Çevresel kriterlere (K1–K10) dayalı olarak ülkelerin performanslarının değerlendirilmesi

Tarımsal çevre performanslarının ülke düzeyinde karşılaştırmalı olarak analiz edilebilmesi için, çalışmada belirlenen 10 kriter doğrultusunda EUROSTAT veri tabanından elde edilen yıllara ait verilerin ortalamaları hesaplanmıştır. Aşağıda sunulan Çizelge 3, bazı Avrupa ülkeleri ile Türkiye'nin ortalama tarımsal çevre göstergelerine ilişkin değerlerini içermektedir. Çizelgede yer alan veriler, ülkelerin organik tarım oranlarından sera gazı ve amonyak emisyonlarına, hayvancılık yoğunluğundan pestisit kullanımına kadar çok çeşitli çevresel boyutları kapsamaktadır. Veriler, ülkelerin sürdürülebilir tarım politikaları bağlamında güçlü ve zayıf yönlerini karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktadır. Özellikle amonyak emisyonu, pestisit kullanımı ve hektar başına düşen enerji tüketimi gibi göstergeler, çevresel baskı düzeylerini doğrudan yansıtan kritik parametreler olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca tüm kriterler eşit ağırlıkta (1/10=0.10) alınmıştır.

Çizelge 3. Bazı Avrupa ülkeleri ile Türkiye'nin ortalama tarımsal çevre göstergeleri

Table 3. Average agricultural environment indicators of some European countries and Turkey

Ülkeler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
	Maks	Min	Min	Min	Maks	Min	Min	Min	Min	Min
Belçika	4.14	7.96	2.74	1.70	5.84	6097713.67	0.69	602.09	92.78	86817.97
Bulgaristan	1.35	10.09	0.24	3.43	2.04	4098670.33	5.81	37.64	91.88	63664.42
Çekya	12.03	6.56	0.49	2.80	3.78	5421293.33	2.86	175.85	88.02	80414.64
Danimarka	7.28	23.23	1.64	0.57	13.46	3156231.17	0.01	229.40	87.06	91827.39
Almanya	6.07	6.65	1.04	1.97	8.46	46138587.67	2.48	150.11	82.13	543076.94
Estonya	15.39	8.68	0.31	0.53	3.08	777074.00	0.01	114.97	91.91	10491.97
İrlanda	1.22	33.22	1.27	0.90	14.70	2935368.67	0.49	52.73	98.87	123688.21
Yunanistan	7.30	8.75	0.57	5.03	7.04	5125698.58	12.88	52.68	90.48	71590.76
İspanya	6.36	10.09	0.64	4.87	7.89	70785082.25	12.23	107.50	95.90	461149.82
Fransa	4.07	15.26	0.78	2.50	7.88	68430627.33	3.87	144.51	92.98	576451.48
Hırvatistan	5.96	10.31	0.62	4.17	5.17	1726663.36	10.36	152.30	89.48	32475.15
İtalya	10.61	7.38	0.77	11.23	9.61	54069171.25	35.55	212.35	87.50	412772.39
Kıbrıs	3.44	5.18	1.63	3.70	6.93	1102778.67	9.38	342.53	96.92	8278.58
Letonya	11.00	19.07	0.25	0.70	4.21	1607175.50	0.02	90.86	84.20	14139.52
Litvanya	5.98	20.95	0.29	0.80	3.96	2797413.92	0.03	37.62	94.51	39868.82
Lüksemburg	3.19	5.73	1.26	3.53	10.33	150842.75	4.90	198.12	92.62	5928.85
Macaristan	3.14	10.39	0.48	2.17	4.16	8563360.17	3.50	114.56	93.00	83668.27
Malta	0.32	3.18	3.18	6.50	3.63	107678.00	18.32	717.44	90.56	1819.70
Hollanda	2.82	9.56	3.56	0.33	7.26	9805177.33	0.01	1996.10	87.46	159909.06
Avusturya	18.83	9.16	0.88	7.40	9.03	4641868.83	23.19	199.91	93.28	64712.58
Polonya	2.95	8.33	0.67	1.50	3.89	23419120.00	1.74	251.45	95.34	326833.30
Portekiz	6.61	10.51	0.60	3.40	7.19	9786684.00	6.92	98.07	89.49	52206.64
Romanya	2.09	15.72	0.37	4.30	4.04	10026033.25	11.69	38.06	87.88	167894.33
Slovenya	7.92	10.03	1.01	14.90	5.30	980696.83	45.18	152.45	96.87	17861.39
Slovakya	8.42	5.24	0.34	3.97	3.97	2122649.44	9.04	71.09	81.08	30813.82
Finlandiya	9.25	10.96	0.47	0.43	5.39	3952010.25	0.01	328.91	86.74	33610.36
İsveç	13.73	12.07	0.54	1.07	7.63	2192332.56	0.45	204.27	86.22	48740.27
Türkiye	1.27	13.62	0.25	8.24	5.86	54263496.88	5.97	118.37	93.64	608752.88

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çizelge 3'te bulunan verilere göre, Avrupa ülkeleri ve Türkiye arasında tarımsal çevre göstergeleri açısından önemli farklılıklar gözlemlenmektedir. Organik tarım oranında Avusturya (%18.83), Estonya (%15.39) ve İsveç (%13.73) en yüksek değerlere sahipken; Türkiye (%1.27) ve Malta (%0.32) en düşük oranlara sahiptir. Tarımdan kaynaklanan sera gazı emisyonlarında İrlanda (33.22) ve Danimarka (23.23) öne çıkarken, bu durum büyük ölçüde yoğun hayvancılıkla ilişkilidir. Hayvancılık yoğunluk endeksi açısından da Hollanda (3.56) ve Malta (3.18) dikkat çekerken; Türkiye ve Letonya en düşük yoğunluğa sahiptir (0.25). Toprak kaybı açısından ise Slovenya (14.90), İtalya (11.23) ve Türkiye (8.24) yüksek risk altında olan ülkelerdir. Pestisit kullanımı açısından Fransa, İtalya, İspanya ve Türkiye, çok yüksek değerlerle çevre üzerinde önemli baskılar yaratmaktadır. Hektar başına enerji tüketiminde Hollanda açık ara en yüksek değere sahiptir (1996.10), bu da enerji yoğun tarımsal sistemlerin bir göstergesidir. Amonyak emisyonlarının toplam içindeki payı İrlanda (%98.87) ve İspanya (%95.90) gibi ülkelere oldukça yüksekken, toplam amonyak emisyonu miktarında Türkiye (608752 ton), Fransa (576451 ton) ve Almanya (543076 ton) başı çekmektedir. Bu veriler, Türkiye'nin özellikle pestisit kullanımı, toprak kaybı ve amonyak emisyonları gibi göstergelerde yüksek çevresel baskı altında olduğunu ortaya koymakta, organik tarım gibi olumlu göstergelerde ise

oldukça geride kaldığını göstermektedir. Çizelge 3'te bulunan verileri ülkeler bağlamında kıyaslamak için öncelikle MOOSRA, MABAC ve ROV yöntemleri kullanılmıştır. Çizelge 4'te MOOSRA, MABAC ve ROV Yöntemlerine Göre Ülkelerin Tarımsal Çevre Performansı Sıralamaları verilmiştir.

Çizelge 4. MOOSRA, MABAC ve ROV Yöntemlerine Göre Ülkelerin Tarımsal Çevre Performansı Sıralamaları

Table 4. Agricultural Environment Performance Rankings of Countries According to MOOSRA, MABAC and ROV Methods

Sıralama	MOOSRA	MABAC	ROV	Sıralama	MOOSRA	MABAC	ROV
1	Estonya	İsveç	İsveç	15	Kıbrıs	Bulgaristan	Bulgaristan
2	İsveç	Estonya	Estonya	16	Almanya	Almanya	Almanya
3	Letonya	Slovakya	Slovakya	17	Macaristan	Kıbrıs	Kıbrıs
4	Finlandiya	Letonya	Letonya	18	İtalya	Romanya	Romanya
5	Çekya	Finlandiya	Finlandiya	19	Belçika	İrlanda	İrlanda
6	Avusturya	Çekya	Çekya	20	İspanya	Belçika	Belçika
7	Danimarka	Danimarka	Danimarka	21	Slovenya	Polonya	Polonya
8	Slovakya	Lüksemburg	Lüksemburg	22	Fransa	Hollanda	Hollanda
9	Lüksemburg	Portekiz	Portekiz	23	Polonya	Malta	Malta
10	Portekiz	Avusturya	Avusturya	24	Romanya	İtalya	İtalya
11	Yunanistan	Yunanistan	Yunanistan	25	Hollanda	İspanya	İspanya
12	İrlanda	Hırvatistan	Hırvatistan	26	Bulgaristan	Fransa	Fransa
13	Litvanya	Litvanya	Litvanya	27	Türkiye	Slovenya	Slovenya
14	Hırvatistan	Macaristan	Macaristan	28	Malta	Türkiye	Türkiye

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

MOOSRA, MABAC ve ROV yöntemlerine göre elde edilen ülke sıralamaları, ülkelerin tarımsal çevre göstergeleri açısından çok yönlü performanslarını ortaya koymaktadır. Üç yöntemde de Estonya, İsveç ve Letonya gibi Kuzey ve Baltık ülkelerinin ilk sıralarda yer alması dikkat çekicidir. Bu ülkelerin genel olarak yüksek organik tarım oranlarına, düşük pestisit kullanımına ve sınırlı çevresel baskıya sahip olmaları, sıralamalardaki bu üstünlüklerini açıklamaktadır. Orta sıralarda yer alan Çekya, Avusturya, Danimarka ve Slovakya gibi ülkeler, çevresel açıdan dengeli ancak yer yer baskı oluşturan göstergelere sahip bir yapı sergilemektedir. Öte yandan, Türkiye, Fransa, Slovenya, Hollanda, İspanya ve Malta gibi ülkeler sıralamanın alt basamaklarında yer almakta olup, bu ülkelerin yüksek pestisit kullanımı, amonyak emisyonları ve düşük organik tarım oranı gibi göstergelerde olumsuz performans gösterdiği anlaşılmaktadır. Üç yöntemde de genel sıralama eğilimlerinin tutarlı olduğu, yalnızca bazı ülkelerin yer değişiklikleri yaşadığı görülmektedir. Bu durum, yöntemler arası güvenilirlik ve analiz bütünlüğü açısından önemli bir bulgu niteliği taşımaktadır. Çizelge 4'te sunulan tutarlılığı arttırmak amacıyla daha fazla ÇKKV yöntemi le değerlendirilerek duyarlılık bakılmıştır. Sekiz farklı ÇKKV Yöntemine Göre Ülkelerin Tarımsal Çevre Performansı Sıralamaları ve Nihai Borda Skoru Çizelge 5'te verilmiştir.

Sekiz farklı Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemi ile yapılan analizler sonucunda elde edilen ülke sıralamaları, Borda yöntemi ile birleştirilerek nihai performans puanları belirlenmiştir. Bu analiz, ülkelerin tarımsal çevre performanslarının çok boyutlu değerlendirilmesine olanak tanımakta ve yöntemler arası olası sapmaları minimize ederek daha bütüncül bir sıralama sunmaktadır.

Borda skorlarına göre ilk beş sırada yer alan ülkeler Estonya (265 puan), Letonya (248 puan), İsveç (236 puan), Finlandiya (232 puan) ve Slovakya (215 puan) olmuştur. Bu ülkeler, genel olarak yüksek organik tarım oranlarına, düşük pestisit kullanımı ve amonyak emisyonlarına, ayrıca su erozyonu gibi çevresel baskıların sınırlı olduğu tarım sistemlerine sahip olmalarıyla öne çıkmaktadır. Söz konusu ülkelerin çevre dostu tarım politikalarını uzun süredir uygulamaları ve AB'nin yeşil dönüşüm hedefleriyle uyumlu stratejiler geliştirmeleri bu yüksek performansı desteklemektedir. Özellikle son on yılda Baltık ülkeleri (Estonya, Letonya, Litvanya), tarımsal faaliyetlerin çevresel etkilerini azaltmak amacıyla Avrupa Birliği'nin Yeşil Mutabakat hedefleriyle uyumlu çok sayıda politika geliştirmiştir. Estonya'da 2014–2020 dönemini kapsayan Kırsal Kalkınma Programı kapsamında organik tarım alanlarının genişletilmesi, nitrat kirliliğiyle mücadelede hassas tarım uygulamalarının teşvik edilmesi ve küçük ölçekli çiftliklerde dijital izleme sistemlerinin kurulması öncelikli hedefler olarak belirlenmiştir. Bu çabalar sonucunda, Estonya tarım alanlarının %22,4'ünü organik üretime ayırarak AB ortalamasının üzerine çıkmayı başarmıştır (European Commission, 2022a; FiBL & IFOAM, 2023). Letonya ise 2020 yılında yürürlüğe giren Code of Good Agricultural Practice düzenlemesiyle kapalı gübre depolama zorunluluğunu tüm çiftlik ölçeklerine yaygınlaştırmış ve pestisit kullanımını azaltmayı hedefleyen yeni denetim sistemlerini devreye almıştır. Bunun yanı sıra, Baltık

Denizi'ndeki besin madde yükünü azaltmak için tampon kuşak uygulamaları genişletilmiş ve gübre depolama altyapısına yatırım destekleri sağlanmıştır (Latvia Ministry of Agriculture, 2020). Litvanya, aynı dönemde fosfor ve azot yükünü azaltmaya yönelik hassas gübre uygulama programları geliştirmiş, organik tarım payını artırmak için 2030 hedefleri belirlemiş ve tarımsal su kirliliğiyle mücadelede çiftçilere yönelik eğitim kampanyaları yürütmüştür (HELCOM, 2021). İsveç ve Finlandiya ise Baltık Denizi çevresindeki en kapsamlı çevre politikalarını uygulayan ülkeler olarak öne çıkmaktadır. İsveç, Baltic Sea Action Plan çerçevesinde tarımsal drenaj alanlarında kapalı sistemler kurulmasını teşvik etmiş, fosfor vergisi uygulamış ve geniş tampon kuşak zorunluluğu getirerek tarımsal kaynaklı besin maddesi kirliliğini %50 oranında düşürmeyi başarmıştır (HELCOM, 2021). Finlandiya ise 2023–2027 dönemi için hazırladığı CAP Stratejik Planı kapsamında organik tarımı teşvik etmeye yönelik ulusal stratejik hedefler belirlemiş ve düşük yoğunluklu hayvancılık uygulamalarının yaygınlaştırılmasını öncelikli politika alanı olarak benimsemiştir. (European Commission, 2022c).

Çizelge 5. Sekiz farklı ÇKKV Yöntemine Göre Ülkelerin Tarımsal Çevre Performansı Sıralamaları ve Nihai Borda Skoru

Table 5. Agricultural Environment Performance Rankings of Countries According to Eight Different MCDM Methods and Final Borda Score

Ülkeler	TOPSIS	MOOSRA	MABAC	PSI	ROV	WASPAS	REF-I	REF-II	BORDA	Sıralama
Belçika	20	19	20	28	20	26	21	17	62	22
Bulgaristan	16	26	15	4	15	12	10	18	138	14
Çekya	3	5	6	14	6	14	6	7	191	8
Danimarka	10	7	7	8	7	5	14	4	209	6
Almanya	21	16	16	19	16	20	20	22	89	20
Estonya	2	1	2	1	2	1	1	3	265	1
İrlanda	17	12	19	12	19	11	16	12	139	13
Yunanistan	9	11	11	9	11	13	13	11	165	10
İspanya	22	20	25	18	25	24	24	26	49	24
Fransa	23	22	26	23	26	28	23	27	31	28
Hırvatistan	12	14	12	21	12	19	12	13	129	15
İtalya	27	18	24	20	24	22	27	25	48	25
Kıbrıs	15	15	17	27	17	18	17	15	106	18
Letonya	5	3	4	3	4	2	2	5	248	2
Litvanya	11	13	13	2	13	3	7	14	195	7
Lüksemburg	8	9	8	22	8	6	8	8	189	9
Macaristan	13	17	14	17	14	21	11	16	114	16
Malta	24	28	23	26	23	7	22	24	85	21
Hollanda	28	25	22	13	22	10	28	21	91	19
Avusturya	14	6	10	16	10	15	18	2	156	12
Polonya	18	23	21	25	21	27	19	23	52	23
Portekiz	7	10	9	15	9	17	9	10	159	11
Romanya	19	24	18	5	18	16	15	20	108	17
Slovenya	26	21	27	24	27	23	25	19	44	26
Slovakya	6	8	3	7	3	9	4	9	215	5
Finlandiya	4	4	5	6	5	4	5	6	232	4
İsveç	1	2	1	10	1	8	3	1	236	3
Türkiye	25	27	28	11	28	25	26	28	35	27

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Orta sıralarda yer alan ülkeler arasında Danimarka, Çekya, Lüksemburg, Yunanistan, Portekiz ve Avusturya gibi ülkeler bulunmaktadır. Bu ülkeler bazı göstergelerde (örneğin enerji verimliliği veya organik tarım) yüksek performans gösterirken, diğer kriterlerde (örneğin amonyak emisyonları veya pestisit kullanımı) daha düşük değerlere sahip olmuşlardır. Bu da çevresel performanslarının dengeli ancak mükemmel seviyede olmadığını göstermektedir.

Alt sıralarda yer alan ülkeler arasında Türkiye (27. sıra, 35 puan), Fransa (28. sıra, 31 puan), Slovenya, İtalya, İspanya ve Polonya bulunmaktadır. Bu ülkeler, özellikle pestisit kullanımı, yüksek toplam amonyak emisyonları, hayvancılık yoğunluğu ve toprak kaybı gibi kriterlerde olumsuz sonuçlar göstermiştir. Türkiye'nin düşük organik tarım oranı, yüksek pestisit kullanımı ve toprak erozyonu riskleri, genel çevresel performansını ciddi şekilde olumsuz etkilemiştir. Fransa gibi çevre politikaları gelişmiş ülkelerin düşük sıralarda yer alması, tarımsal üretim biçiminin yoğun yapısından kaynaklanan çevresel baskılara işaret etmektedir.

Amonyak emisyonları, özellikle Hollanda, Almanya ve Fransa gibi büyükbaş hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı ülkelerde, Avrupa Çevre Ajansı'nın (EEA, 2022) verilerine göre hem hava kalitesi hem de toprak sağlığı açısından kritik düzeylere ulaşmıştır. Türkiye'nin de bu göstergede yüksek emisyonlara sahip olması, çalışmada uygulanan çok kriterli değerlendirme modelinde çevresel sürdürülebilirlik açısından neden alt sıralarda yer aldığını açık biçimde ortaya koymaktadır.

Çevresel kriterlerle (K1–K10) birlikte Brüt Üretim Değeri (K11) kriteri de ele alınarak ülkelerin performanslarının değerlendirilmesi

Çalışmanın ilk aşamasında ülkeler, çevresel baskı göstergeleri (K1–K10) üzerinden değerlendirilmiştir. Ancak sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı gereği, sadece çevresel değil aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirlik de dikkate alınmalıdır. Bu doğrultuda, K11: Brüt Üretim Değeri kriteri de analize dahil edilerek, ülkelerin tarımsal çevresel performanslarının ekonomik çıktılarıyla birlikte değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Aşağıda Çizelge 6'da Ülkelerin Brüt Tarımsal Üretim Değerleri bulunmaktadır

Çizelge 6. K11 – Ülkelerin Brüt Tarımsal Üretim Değerleri (Sabit 2014 – 2016 Bin Uluslararası \$)

Table 6. K11 – Gross Production Value of Countries, Constant 2014 – 2016 Thousand Int\$

Ülkeler	K11	Ülkeler	K11
Belçika	86817.97	Litvanya	39868.82
Bulgaristan	63664.42	Lüksemburg	5928.85
Çekya	80414.64	Macaristan	83668.27
Danimarka	91827.39	Malta	1819.70
Almanya	543076.94	Hollanda	159909.06
Estonya	10491.97	Avusturya	64712.58
İrlanda	123688.21	Polonya	326833.30
Yunanistan	71590.76	Portekiz	52206.64
İspanya	461149.82	Romanya	167894.33
Fransa	576451.48	Slovenya	17861.39
Hırvatistan	32475.15	Slovakya	30813.82
İtalya	412772.39	Finlandiya	33610.36
Kıbrıs	8278.58	İsveç	48740.27
Letonya	14139.52	Türkiye	608752.88

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çizelge 6'da yer alan verilere göre, Türkiye 608.753 bin Int\$ ile en yüksek brüt tarımsal üretim değerine sahip ülke olarak öne çıkarken, onu Fransa, Almanya, İspanya ve İtalya gibi yüksek üretim hacmine sahip ülkeler takip etmektedir. Buna karşılık, Malta, Lüksemburg, Kıbrıs, Estonya ve Letonya gibi ülkeler en düşük üretim değerlerine sahiptir. Çevresel kriterler açısından üst sıralarda yer alan Estonya, Letonya ve Litvanya gibi ülkelerin brüt üretim değerlerinin düşük olması, bu ülkelerde çevresel baskıların sınırlı ölçekteki tarımsal faaliyetlerle ilişkili olabileceğini göstermektedir. Öte yandan, çevresel performansı zayıf olan Türkiye, Fransa ve İspanya gibi ülkelerin yüksek üretim düzeyleri, çevresel etkilerin daha büyük ölçekli üretim yapılarından kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Çizelge 7'de K11 kriteri eklendikten sonra sekiz farklı ÇKKV Yöntemine Göre Ülkelerin Tarımsal Çevre Performansı Sıralamaları ve Nihai Borda Skoru Çizelge 5'te verilmiştir.

K11 kriterinin (Brüt Tarımsal Üretim Değeri) eklenmesiyle birlikte bazı ülkelerin genel performans sıralamalarında anlamlı değişiklikler gözlenmiştir. Çevresel göstergelere göre daha düşük performans gösteren Türkiye, Fransa, İspanya ve İtalya gibi ülkelerin, K11'in eklenmesiyle sıralamada yükseldiği görülmektedir. Örneğin Türkiye önceki analizde 27. sıradayken burada 20. sıraya yükselmiştir. Benzer şekilde Fransa 28. sıradan 23. sıraya, İtalya ise 25. sıraya yükselmiştir. Bu durum, bu ülkelerin yüksek tarımsal üretim değerlerinin, genel sürdürülebilirlik sıralamasında görece bir iyileşme sağladığını göstermektedir. Öte yandan çevresel kriterlerde ilk sıralarda yer alan Estonya, Letonya, İsveç ve Finlandiya, K11 kriteri dahil edilmesine rağmen üst sıralardaki yerlerini korumuş; bu da bu ülkelerin hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirlik açısından dengeli bir yapı sergilediğini göstermektedir. Buna karşılık Slovenya, Malta, Hollanda ve Kıbrıs gibi ülkeler, K11'in etkisiyle sıralamanın alt basamaklarında kalmaya devam etmiş, bu da hem çevresel hem ekonomik göstergelerde zayıf performans sergilediklerine işaret etmektedir.

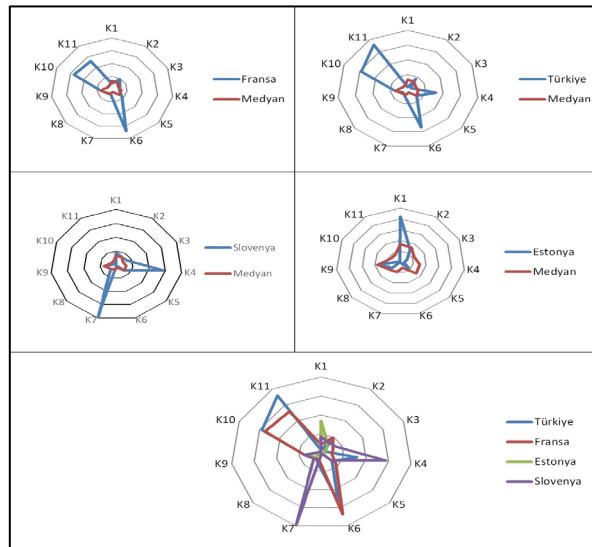
Genel olarak, K11 kriteri sıralamaya dahil edildiğinde, yüksek üretim değerine sahip ülkelerin genel performans puanlarında iyileşme gözlenmiş; çevresel performansı güçlü ama ekonomik hacmi düşük olan ülkeler ise yerlerini büyük ölçüde korumuştur. Bu durum, sürdürülebilirlik analizlerinde yalnızca çevresel değil, üretim ölçeğini de dikkate alan çok boyutlu değerlendirmelerin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Şekil 2'de Türkiye, Fransa, Slovenya ve Estonya'nın tarımsal çevre göstergelerine ait radar grafikleri sunulmuştur.

Çizelge 7. Sekiz Farklı ÇKKV Yöntemine Göre K11 Kriteri Eklenecek Hesaplanan Ülkelerin Performans Sıralamaları ve Borda Skor Puanı

Table 7. Performance Rankings and Final Borda Score of Countries Calculated by Adding K11 Criterion According to Eight Different MCDM Methods

Ülkeler	TOPSIS	MOOSRA	MABAC	PSI	ROV	WASPAS	REF-I	REF-II	BORDA	Sıralama
Belçika	21	23	21	27	21	28	21	18	44	26
Bulgaristan	17	27	16	4	16	14	10	25	95	15
Çekya	3	4	6	18	6	16	6	6	159	7
Danimarka	9	6	7	8	7	3	14	3	167	6
Almanya	14	8	12	12	12	13	20	13	120	13
Estonya	2	1	2	2	2	1	1	4	209	1
İrlanda	19	13	19	16	19	11	16	12	99	14
Yunanistan	7	10	11	10	11	12	12	9	142	8
İspanya	22	14	24	11	24	19	23	21	66	21
Fransa	23	16	22	14	22	22	22	27	56	23
Hrvatistan	15	20	13	23	13	24	13	14	89	17
İtalya	25	19	23	17	23	20	27	19	51	24
Kıbrıs	20	22	18	28	18	26	17	16	59	22
Letonya	4	3	4	3	4	2	2	5	197	2
Litvanya	10	17	14	1	14	4	7	15	142	9
Lüksemburg	13	12	9	24	9	8	8	8	133	10
Macaristan	12	21	15	21	15	23	11	17	89	16
Malta	26	28	27	26	27	10	25	28	27	27
Hollanda	28	25	25	13	25	7	28	23	50	25
Avusturya	16	7	10	20	10	17	18	2	124	12
Polonya	11	18	20	22	20	25	19	20	69	19
Portekiz	6	11	8	19	8	21	9	11	131	11
Romanya	18	24	17	6	17	18	15	24	85	18
Slovenya	27	26	28	25	28	27	26	26	11	28
Slovakya	8	9	3	9	3	9	4	10	169	5
Finlandiya	5	5	5	7	5	5	5	7	180	4
İsveç	1	2	1	15	1	6	3	1	194	3
Türkiye	24	15	26	5	26	15	24	22	67	20

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 2. Türkiye, Fransa, Slovenya ve Estonya'nın Tarımsal Çevre Göstergelerine Ait Radar Grafikleri (Yazar Tarafından Oluşturulmuştur).

Figure 2. Radar Charts of Agricultural Environment Indicators of Türkiye, France, Slovenia and Estonia (Created by the Author).

Radar grafikleri, çalışmanın çok kriterli karar verme yaklaşımıyla elde ettiği sayısal sıralamaları niteliksel olarak destekleyen görsel çıktılar sunmaktadır. Her bir ülkenin çevresel (K1–K10) ve ekonomik (K11) kriterler çerçevesindeki performansı, medyan değerlere göre normalize edilerek karşılaştırılmış; bu sayede hem kriterler arası denge hem de ülke bazında çevresel sürdürülebilirlik düzeyi somut biçimde değerlendirilmiştir.

Fransa'nın grafik profili, K6 (pestisit kullanımı), K9 (amonyak oranı) ve K10 (toplam amonyak emisyonu) gibi göstergelerde medyan değerinde oldukça üzerinde yer almakta ve bu durum, Fransa'nın yüksek üretim hacmi (K11) ile doğrudan ilişkili olan çevresel baskılarını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, Avrupa Sayıştay'ının (2024) Fransa için belirttiği yüksek pestisit kullanımı ve azot kirliliği tespitleriyle tutarlıdır. Öte yandan Fransa, organik tarım (K1) ve sera gazı (K2) gibi göstergelerde medyana yakın konumda yer alarak çevresel sürdürülebilirlik konusunda bazı alanlarda görece başarı sergilemektedir.

Türkiye'ye ait radar grafiği, çevresel kriterlerin çoğunda medyan altı düzeylere sahip, dengesiz ve içe kapalı bir profil çizmektedir. Bu durum özellikle hayvancılık yoğunluğu (K3), şiddetli erozyon (K7), amonyak oranı (K9) ve toplam amonyak emisyonu (K10) kriterlerinde açık biçimde görülmektedir. Bu grafiksel tablo, ülkemizde tarımsal üretimin yaygın ancak kontrolsüz çevresel etkilere sahip olduğunu göstermekte olup, buna dair bilimsel destek Özkan vd. (2024) tarafından yapılmış çalışmada görülen “gübre tüketimindeki %1'lik artışın taşıma kapasitesini %0.03 oranında azalttığı” bulgularıyla da örtüşmektedir. Aynı stüdyoda kullanılan “yük taşıma kapasitesi (load capacity factor)” modeli, Türkiye'nin yüksek üretim hacminde (K11) çevresel sürdürülebilirliğin geri planda kaldığı riskli bir dönüşüm yaşamakta olduğunu göstermektedir.

Slovenya'nın grafiği daha homojen olmakla birlikte K7 (şiddetli erozyon) kriterinde istisnai şekilde aşırı dışa açılan bir yapı göstermektedir. Bu durum, ülkenin genel çevresel göstergelerde ortalama düzeyde seyretmesine rağmen toprak bozunumu konusunda ciddi bir yapısal sorun yaşadığını işaret etmektedir. Slovenya için radar grafiğindeki bu asimetrik sapma, çevresel başarıya engel oluşturan kritik bir zayıf nokta olarak değerlendirilebilir.

Estonya ise çalışmanın hem sayısal sıralamalarında hem de radar grafik yorumlarında istikrarlı biçimde öne çıkan ülkedir. Grafik yapısı oldukça simetrik, dengeli ve kriterlerin çoğunda medyanın üzerinde bir dış çemberde konumlanmıştır. Bu görünüm, Estonya'nın yüksek organik tarım oranı (K1), düşük sera gazı emisyonu (K2), kontrollü pestisit kullanımı (K6) ve düşük hayvansal yoğunluk (K3) gibi politika sonuçlarının görsel yansımalarıdır. Bu bulgu, HELCOM (2021) ve European Commission (2022) tarafından raporlanan Estonya'nın çevresel uyum düzeyiyle örtüşmektedir. K11 değerinin nispeten düşük olması, ülkenin çevresel sürdürülebilirliği yüksek, ancak üretim hacmi sınırlı bir tarımsal modele sahip olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak radar grafikler, çalışmanın çok kriterli analiz sonuçlarını hem bütünsel hem de ülkeye özel bazda doğrulayan ve görselleştiren bir araç işlevi görmektedir. Özellikle çevresel göstergelerde başarılı görünen ülkelerin dengeli, dışa açık ve simetrik grafikler sergilemesi; yüksek üretim hacmine sahip ancak çevresel baskısı yüksek ülkelerin ise asimetrik ve içe kapalı yapılarla temsil edilmesi, yöntemsel bulgularla politik gerçeklik arasındaki uyumu desteklemektedir. Bu grafikler, karar vericiler için sadece sıralama değil, hangi alanlarda müdahale gerektiğine dair yönlendirici bir çerçeve de sunmaktadır.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, çevresel on göstergeye (K1–K10) ek olarak Brüt Üretim Değeri (K11) dâhil edilerek gerçekleştirilen Borda ÇKKV analizi, Estonya, Letonya, İsveç, Finlandiya ve Slovakya'nın hem düşük çevresel baskı hem de görece üretim verimliliği açısından en başarılı grup olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, Estonya'nın tarım alanının yaklaşık %23'ünü organik üretime ayırması ve İsveç'in bu payın %20'ye yakın olmasıyla uyumludur; bu değerler, AB'nin 2030 organik tarım hedefi olan %25'e en yakın performansları temsil etmektedir (FiBL & IFOAM, 2025). Bu üstün performansın arkasında, “küçük fakat derin” yaklaşımıyla hayata geçirilen politika paketleri yer almaktadır. Estonya, 2014'ten itibaren küçük ölçekli çiftliklere yönelik EIP Agri inovasyon hibeleri ile kimyasal girdi kullanımını dijital toprak izleme ve kapalı devre besleme sistemleriyle sınırlamış; Letonya, 2020'de revize ettiği İyi Tarım Uygulamaları Kodu ile tüm çiftliklerde kapalı gübre deposu zorunluluğu getirerek Nitratlar Direktifi'ni tam kapsamlı uygulamaya başlamıştır (Latvian Ministry of Agriculture, 2020). İsveç ve Finlandiya, HELCOM'un Baltık Denizi Eylem Planı kapsamında tampon şeritler, fosfor vergisi ve kapalı drenaj önlemleriyle tarımsal N P sızıntılarını %50 üzeri düzeyde azaltmayı başarmıştır (HELCOM, 2021). Slovakya ise 2023–2027 CAP Stratejik Planı'nda doğrudan ödemelerin %27.6'sını ekoskenemlere tahsis ederek AB ortalamasının üzerinde destek sağlamış ve organik alanını iki katına çıkarma stratejisiyle bu politikaya somut bir taahhüt vererek öncü rol üstlenmiştir (European Commission, 2022b).

Buna karşılık, Hollanda, Fransa, Almanya ve İtalya gibi yüksek üretim hacmine sahip ülkeler, ölçek büyüklüğü ve gelir endişeleri nedeniyle bu önlemleri tam olarak uygulayamamaktadır. Avrupa Sayıştay'ının 20/2024 raporu, ekoskenemlerin çiftçi gelirini %2–3.5 oranında düşürebileceği gerekçesiyle katılımın sınırlı kaldığını, nitrat ihlallerinin ise devam ettiğini göstermektedir (European Court of Auditors, 2024).

Gübre kullanımının tarihsel izleri çalışmalara destek sunmaktadır. Zafeiriou vd. (2017), Avrupa'da azot-fosfor fazlalığının 1980'lerde zirveye ulaştığını, ancak bu kimyasalların etkilerinin on yıllarca sürdüğünü vurgulamıştır. Özellikle Baltık Denizi özelinde yapılan modellere göre, geçmiş tarımsal faaliyetlerle biriken "miras fosfor" (legacy phosphorus), bölgeye düşen toplam fosfor yükünün yüzde 15–30 arasında değişen önemli bir oranını oluşturmaktadır (Müller Karulis vd., 2024). Türkiye'ye ilişkin saha çalışmalarında ise, gübre tüketiminin ekolojik taşıma kapasitesini aştığı ve her %1'lik artışın yük taşıma kapasitesini yaklaşık %0.03 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Özkan vd., 2024).

AB Yeşil Mutabakatı çerçevesinde organik tarım oranını artıran ülkeler, AB üretiminin sınırlı bir bölümünü temsil etmektedir. Avrupa Komisyonu'nun 2023–2035 Tarımsal Görünüm raporu, organik tarım oranında her 10 puanlık artışın verimde %5–15 azalma mümkün olduğunu, ancak bu farkın hassas tarım ve biyobazlı gübre inovasyonlarıyla telafi edilebileceğini belirtmektedir (European Commission, 2023). Bu kapsamda Komisyon, hayvansal gübre kullanım koşullarını yeniden düzenlemeye yönelik RENURE taslağını yayınlamıştır (European Commission, 2024). Dönüşüm sürecinde özellikle Hollanda ve İtalya'daki çiftçi protestoları, politikaların sosyo ekonomik dirençle karşılaştığını göstermektedir (Financial Times, 2025).

Türkiye açısından ise, yüksek üretim değerine rağmen çevresel göstergelerde düşük performans sergilenmektedir. CBAM'ın gübre ve amonyak sektörlerini kapsamıyla birlikte ihracatta gömülü karbon beyanı gerekecektir. Güncel hesaplamalara göre bu durumun Türkiye için yıllık 1–1.8 milyar Euro arasında ek maliyet yaratabileceği öngörülmektedir (Erdem, 2024). Dolayısıyla Türkiye'nin karbon sınırlamalarına karşı tampon kuşaklar, kapalı gübre depolama ve hassas azot uygulamaları gibi Baltık modeline benzer önlemler uygulamaları hem çevresel hem de dış ticaret açısından yüksek öneme sahiptir. Bu çalışma metodolojik olarak ÇKKV yaklaşımının gücünü ortaya koyarken, çevre ekonomi dengesi üzerine politika düzeyinde eleştirel bir bakış açısı sunmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarımsal üretimin çevresel etkileri, günümüzde sürdürülebilirlik politikalarının merkezinde yer almakta; bu nedenle sadece üretim hacmi değil, üretim sürecinin doğa üzerindeki baskısı da dikkate alınmalıdır. Bu çalışmada, Avrupa ülkeleri ile Türkiye'nin tarımsal çevre performansı, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleriyle değerlendirilmiş ve ülkeler, çeşitli çevresel göstergeler üzerinden karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Estonya, Letonya ve İsveç gibi ülkeler çevresel açıdan dengeli bir tarımsal yapıya sahipken; Türkiye, Fransa ve Slovenya gibi ülkeler, özellikle yoğun kimyasal kullanımına bağlı göstergelerde düşük performans sergilemiştir. Bu durum, tarımsal faaliyetlerde çevreye duyarlı bir üretim modeli benimsemenin gerekliliğini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Çalışmanın bulguları, organik tarım uygulamalarının çevresel performansa olumlu katkı sağladığını göstermektedir. Ancak organik tarım sistemine hızlı ve plansız bir geçiş, özellikle gıda arz güvenliği açısından bazı riskler barındırabilir. Bu nedenle, organik tarıma geçiş süreci yalnızca çevresel kaygılarla değil; üretim kapasitesi, bölgesel uygunluk, çiftçi eğitimi ve pazar yapısı gibi faktörlerle birlikte değerlendirilmelidir. Kademeli bir geçiş hem üretim dengesini koruma hem de çevresel kazanımı optimize etme açısından daha mantıklı bir yaklaşım sunmaktadır. Ülkeler için mutlak oranlar belirlemekten ziyade, tarımsal yapıya, iklim koşullarına ve ekonomik kapasiteye göre esnek planlamalar yapılması önem taşımaktadır. Bu bağlamda, her ülkenin veya bölgenin organik, iyi tarım ve konvansiyonel tarım sistemleri arasında geçişi, kısa, orta ve uzun vadeli stratejilerle desteklenmelidir. Bu çalışma, doğrudan böyle bir oran önermemekle birlikte, bu konunun politika düzeyinde tartışılması ve gelecek araştırmalar için bir gündem oluşturması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Politika Yapıcılara Yönelik Öneriler

Organik tarıma geçiş süreci kademeli olarak planlanmalı; üretim düşüşlerinin olası etkilerine karşı destekleme mekanizmaları geliştirilmelidir.

Organik, iyi tarım ve konvansiyonel sistemler arasında denge sağlayacak biçimde bölgesel ve ulusal stratejiler oluşturulmalıdır.

Tarımda kimyasal kullanımına yönelik düzenlemeler sıklaştırılmalı, çevre dostu alternatif girdiler teşvik edilmelidir.

Yerel düzeydeki çevresel baskılar dikkate alınarak farklı bölgeler için özgün tarım politikaları geliştirilmelidir.

AB Yeşil Mutabakatı ve Ortak Tarım Politikası ile uyumlu, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği birlikte gözeten ulusal stratejiler belirlenmelidir.

Araştırmacılara Yönelik Öneriler

Organik tarıma geçişin üretim çıktıları üzerindeki etkisi, farklı senaryolarla dinamik modelleme teknikleriyle incelenmelidir.

ÇKKV yöntemleriyle yapılan analizlerde farklı ağırlıklandırma sistemleri kullanılarak duyarlılık analizleri derinleştirilmelidir.

Bölgesel düzeyde (NUTS-2) analiz yapılarak daha detaylı ve yerel düzeyde politika önerileri geliştirilebilir.

Gelecek araştırmalarda, organik ve iyi tarım uygulamaları arasında dönüşüm süreçlerinin izlenebilirliği artırılmalı ve çok aktörlü politika etkileşimleri modellenmelidir.

KAYNAKLAR

- Aytekin, A. (2020). Çok Kriterli Karar Problemine Uzaklık ve Referans Temelli Çözüm Yaklaşımı. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi.
- Borda, J. C. D. (1781), Mémoire sur les élections au scrutin. Histoire de l'Academie Royale Des Sciences, 102, 657–665.
- Brauers, W. K. (2003), Optimization methods for a stakeholder society: a revolution in economic thinking by multi-objective optimization (Vol. 73), Springer Science & Business Media.
- Çakır, S., & Perçin, S. (2013), Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü. Ege Akademik Bakış Dergisi, 449-459.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, (2025), <https://cevreselegostergeler.csb.gov.tr/erozyon-tehlikesi-altındaki-alanlar-i-85769>.
- Çukur, T., & Işın, F. (2024), Bazı Avrupa Birliği ülkelerinin organik tarım performanslarının TOPSIS yöntemiyle değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 30(2), 99-109.
- Das, M. C., Sarkar, B., & Ray, S. (2012), Decision making under conflicting environment: A new MCDM method. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 5(2), 142–162.
- European Commission. (2021), *The common agricultural policy: 2023–2027*. Directorate-General for Agriculture and Rural Development. https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27_en.
- European Commission. (2022a), *Commission Implementing Decision C(2022) 8657 final approving the CAP Strategic Plan 2023–2027 of Estonia*.
- European Commission. (2022b), *Commission Implementing Decision approving the CAP Strategic Plan 2023–2027 of the Slovak Republic*. Brussels: C(2022) 7345 final.
- European Commission. (2022c), *CAP Strategic Plan 2023–2027 of Finland*. Retrieved July 13, 2025, from https://agriculture.ec.europa.eu/cap-my-country/cap-strategic-plans/finland_en.
- European Commission. (2023), *EU Agricultural Outlook for Markets, Income and Environment, 2023-2035*. Brussels: DG AGRI.
- European Commission. (2024), *Draft regulation on the safe use of RENURE products derived from livestock manure* (COM(2024) 182 final),
- European Court of Auditors. (2024), *Special Report 20/2024: Eco-schemes—More ambition needed to reduce nutrient pollution in EU agriculture*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Environment Agency (2022), *National emissions reported to the UNFCCC and to the EU Greenhouse Gas Monitoring Mechanism*. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/national-emissions-reported-to-the-unfccc>.
- FAO. (2021), *The state of the world's land and water resources for food and agriculture 2021 Systems at breaking point (SOLAW 2021)*, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FiBL & IFOAM. (2023), *The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends*. Frick & Bonn: FiBL & IFOAM – Organics International. <https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2023.html>.
- FiBL & IFOAM. (2025), *The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2025*. Frick & Bonn.
- Financial Times. (2025, January 18), *Farmers step up protests in Italy and Netherlands over green rules*. London.
- Gabrielli, E. (2016), Impact of Agro-environmental measures in the Tuscany Region. Geographic Multi-Criteria Analysis. *Italian Review of Agricultural Economics (REA)*, 71(1), 607-634. <https://doi.org/10.13128/REA-18676>.
- Gómez-Limón, J. A., Arriaza, M., & Guerrero-Baena, M. D. (2020), Building a composite indicator to measure environmental sustainability using alternative weighting methods. *Sustainability*, 12(11), 4398. <https://doi.org/10.3390/su12114398>.
- Gürlük, S., & Uzel, H. B. (2016), An evaluation of agri-environmental indicators through a multi-criteria decision-making tool in Germany, France, the Netherlands, and Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(6), 2407–2414. <https://doi.org/10.15244/pjoes/62127>.
- HELCOM. (2021), *Baltic Sea Action Plan 2021–2030*. Helsinki: Baltic Marine Environment Protection Commission. <https://helcom.fi/baltic-sea-action-plan>.
- Ka-decision, (2025), <https://github.com/kadirkirda/ka-decision>.

- Kırda, K., & Aytekin, A. (2024), Assessing industrialized countries' environmental sustainability performances using an integrated multi-criteria model and software. *Environment, Development and Sustainability*, 26(7), 17505-17550. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03349-z>.
- Latvia Ministry of Agriculture. (2020), *Code of Good Agricultural Practice for the Reduction of Nitrate Pollution*. Riga: Ministry of Agriculture. <https://www.zm.gov.lv>.
- Madiyoh, A. (2020), *Güneydoğu Asya Ülkeler Birliği'ne Üye Ülkelerin (ASEAN) Tarım Sektörlerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle İncelenmesi* (Doctoral dissertation, Bursa Uludağ University (Turkey)).
- Maniya, K., & Bhatt, M. G. (2010), A selection of material using a novel type decision-making method: Preference selection index method. *Materials and Design*, 31(4), 1785–1789. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2009.11.020>.
- Marković, M., Stanković, J., Marjanović, I., Krstić, B., & Papatthasiou, J. (2024), Multi-criteria measurement of agri-environmental performance in European Union countries. *Ekonomika Poljoprivrede*, 71(3), 835-851. <https://doi.org/10.59267/ekoPolj2403835M>.
- Mulliner, E., Malys, N., & Maliene, V. (2016), Comparative analysis of MCDM methods for the assessment of sustainable housing affordability. *Omega*, 59, 146–156. <https://doi.org/10.1016/J.OMEGA.2015.05.013>.
- Müller-Karulis, B., McCrackin, M. L., Dessirier, B., Gustafsson, B. G., & Humborg, C. (2024), Legacy nutrients in the Baltic Sea drainage basin: How past practices affect eutrophication management. *Journal of Environmental Management*, 370, 122478.
- Namiotko, V., Galnaityte, A., Krisciukaitiene, I., & Balezentis, T. (2022), Assessment of agri-environmental situation in selected EU countries: A multi-criteria decision-making approach for sustainable agricultural development. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(17), 25556-25567. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17655-4>.
- OECD. (2023), *Measuring the environmental performance of agriculture across OECD countries*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/4edcd747-en>.
- Özkan, O., Destek, M. A., & Erdem, A. (2024), Assessing the environmental impact of fertilizer consumption in Turkey. *The Science of the total environment*, 955, 177107. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.177107>.
- Özkaya, G. (2022), Country comparisons on the concept of economic freedom: A multi-criteria decision-making approach. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(03), 245-268. <https://doi.org/10.18026/cbayarsos.1098468>.
- Pamučar, D., & Čirović, G. (2015), The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC), Expert Systems with Applications, 42(6), 3016–3028. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2014.11.057>.
- Shin, E., Shin, Y., Lee, S. W., & An, K. (2024), Evaluating the environmental factors of organic farming areas using the Analytic Hierarchy Process. *Sustainability*, 16(6), 2395. <https://doi.org/10.3390/su16062395>.
- Streimikienė, D., Remeikienė, R., & Lapinskienė, G. (2024), Evaluating agri-environmental indicators for land use impact in Baltic countries using multi-criteria decision-making and EUROSTAT data. *Land*, 13(12), 2238. <https://doi.org/10.3390/land13122238>.
- Triantaphyllou, E. (2000), *Multi-criteria decision making methods*. Boston, MA: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3157-6_2.
- Yakowitz, D. S., Lane, L. J., & Szidarovszky, F. (1993), Multi-attribute decision making: Dominance with respect to an importance order of the attributes. *Applied Mathematics and Computation*, 54(2–3), 167–181. [https://doi.org/10.1016/0096-3003\(93\)90057-L](https://doi.org/10.1016/0096-3003(93)90057-L).
- Yıldırım, M. (2020), Water quality and two-way effects in terms of animal production. *Toprak Su Dergisi*, 9(2), 122-129. <https://doi.org/10.21657/topraksu.780468>.
- Yoon, K., & Hwang, C. L. (1980), TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)- A Multiple Attribute Decision Making. In A state-of-the-art survey.
- Zafeiriou, E., Mallidis, I., Galanopoulos, K., & Arabatzis, G. (2018), Greenhouse Gas Emissions and Economic Performance in EU Agriculture: An Empirical Study in a Non-Linear Framework. *Sustainability*, 10(11), 3837. <https://doi.org/10.3390/su10113837>.
- Zafeiriou, E., Sofios, S., & Partalidou, X. (2017), Environmental Kuznets curve for EU agriculture: Empirical evidence from new entrant EU countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 15510-15520.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., & Zakarevicius, A. (2012), Optimization of weighted aggregated sum product assessment, *Elektronika ir elektrotechnika*. 122(6), 3-6. <https://doi:10.5755/j01.eec.122.6.1810>.