

Çevreci Lojistik Uygulamaları: Türkiye’de Yeşil Lojistik Belgesi Sahibi Firmaların Performans Analizi

Handan ÖZTEMİZ¹ 

Çevreci Lojistik Uygulamaları: Türkiye’de Yeşil Lojistik Belgesi Sahibi Firmaların Performans Analizi	Environmental Logistics Practices: A Performance Analysis of Green Logistics Certified Companies in Turkey
Öz Yeşil lojistik, çevre dostu uygulamaların lojistik sektörüne entegre edilmesiyle hem çevresel hem de ekonomik faydalar sunan önemli bir alandır. Türkiye’de bu kapsamda, lojistik şirketlerin çevresel etkilerini azaltmalarını teşvik eden "Yeşil Lojistik Belgesi" uygulamaya konmuştur. Bu çalışmada, 2021-2023 yıllarında belge sahibi ve sürdürülebilirlik raporu yayımlayan firmaların çevresel performansları SD-COPRAS modeliyle analiz edilmiştir. Sonuçlara göre, atık yönetimi, geri kazanım oranı ve yenilenebilir enerji tüketimi en belirleyici kriterler olmuştur. Elde edilen bulguların, lojistik firmalarının çevresel uygulamalarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmelerine ve kamu otoritelerinin yeşil lojistik politikalarını önemli ölçüde güçlendirmelerine katkı sağlaması beklenmektedir.	Abstract Green logistics is an important field that offers both environmental and economic benefits by integrating eco-friendly practices into the logistics sector. In Turkey, the "Green Logistics Certificate" has been introduced to encourage companies to reduce their environmental impacts. This study analyzes the environmental performance of certified companies that have published sustainability reports for the years 2021–2023 using the SD-COPRAS model. The results indicate that waste management, recycling rate, and renewable energy consumption were the most influential criteria. The findings are expected to contribute to the comparative evaluation of environmental practices among green logistics companies and to the significant strengthening of green logistics policies by public authorities.
Anahtar Kelimeler: Yeşil Lojistik, Çevresel Performans, Sürdürülebilirlik, ÇKKV, SD, COPRAS	Keywords: Green Logistics, Environmental Performance, Sustainability, MCDM, SD, COPRAS
JEL Kodları: M11, Q53, C44	JEL Codes: M11, Q53, C44

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı	Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.
Yazarların Makaleye Olan Katkıları	Çalışmanın tamamı tek yazar tarafından oluşturulmuştur.
Çıkar Beyanı	Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, İİSBF, Uluslararası Ticaret Bölümü, handan.cinar@alanya.edu.tr

1. Giriş

Uluslararası ticaretin artan hacmi, küresel üretim, tüketim ve dağıtım süreçlerinin çevresel etkilerini artırmıştır (Dekker vd., 2012, s. 671). İklim değişikliği, doğal kaynakların tükenmesi, kirlilik ve atık yönetimi gibi çevresel meseleler, yalnızca tek bir ülkeyi değil, tüm dünyayı etkileyen küresel problemlerdir. Hava kirliliği, su kirliliği, toprak erozyonu, çölleşme ve plastik kirliliği gibi sorunlar, hükümetler ve uluslararası kuruluşlar tarafından çözüm arayışında ele alınan önemli çevresel sorunlardır. Bu sorunlarla başa çıkmak için en önemli yaklaşım ise sürdürülebilirlik olmuştur.

Küresel tedarik zincirlerinin ve ticaretin temel yapı taşlarından biri olan lojistik sektörünün, sürdürülebilirlik anlayışından geri kalması mümkün değildir. Özellikle uluslararası taşımacılık faaliyetleri başta olmak üzere; fosil yakıt kullanımına bağlı sera gazı emisyonları, yüksek enerji tüketimi gerektiren depolama süreçleri, taşıma ve koruma amaçlı kullanılan ambalaj malzemelerinin geri dönüşüm ve bertarafındaki yetersizlikler ile gürültü kirliliği gibi çevresel sorunlar, lojistik sektörünü sürdürülebilirlik açısından denetlenmesi gereken stratejik bir alan hâline getirmiştir. Bu noktada, sektördeki ekolojik dengeyi olumsuz etkileyen tüm faaliyetlerin çevre dostu politika ve stratejilerle yeniden şekillendirilmesi gerektiği anlaşılmış; böylece hem lojistik faaliyetlerin sürdürülebilirliğini sağlamak hem de çevresel sorumluluğu artırmak amacıyla yeşil lojistik olarak adlandırılan yeni bir anlayış ortaya çıkmıştır.

Artan küresel ticaret, lojistik faaliyetlerin çevresel etkilerini daha görünür hâle getirerek yeşil lojistiğin uluslararası düzeyde stratejik bir önem kazanmasına neden olmuştur (Wang, 2019, s. 1). Bu stratejik önem yeşil lojistiğin, sadece ticari girişimleri değil devletleri ve toplumları da pozitif yönde etkilemesini mümkün kılmaktadır (Larina vd., 2021, s. 184). Bu nedenle, devam eden süreçte, hükümetlerin, ulusal/uluslararası kuruluşların veya uluslararası iş birliklerinin çevresel sorunlara yönelik oluşturdukları politika, strateji ve uygulama mutabakatlarının çoğu, yeşil lojistikle ilişkilendirilebilmektedir. En güncel yaklaşımlardan biri olan ve 2019 yılında Avrupa Birliği (AB) tarafından duyurulan AB Yeşil Mutabakatı, yeşil lojistiğin gerekliliğini ve önemini ortaya koyan en güncel örneklerden biridir. Yeşil Mutabakat, üye ülkeler özelinde 2030 yılında sera gazı emisyonlarının ciddi oranlarda azaltılmasını²; 2050’de ise karbon nötr/iklim nötrlüğünü hedeflemektedir (European Commission (EC), 2024)³. Bu mutabakat kapsamında yeşil lojistiği doğrudan ilgilendiren “Sürdürülebilir ve Akıllı Ulaşım Stratejisi” planı yayınlanmıştır (T.C. Dış Ticaret Bakanlığı AB Başkanlığı, 2024). Bu stratejideki ana girişimler ise (EC, 2025) şunlardır:

- “Fit for 55 Package” kapsamında yer alan *RefuelEU* Havacılık ve *FuelEU* Denizcilik yönetmelikleri, sürdürülebilir havacılık ve denizcilik yakıtlarının arz ve talebini artırmayı hedeflemektedir. Bu yönetmelikler, sürdürülebilir yakıt kullanımına ilişkin yakıt ikmal kuralları, yakıt sınırlamaları ve yenilenebilir ile düşük karbonlu yakıtlara olan talebi artırmaya yönelik düzenlemeler içermektedir.
- Ulaştırma sektöründe yeşil enerji kaynaklarına dayalı olarak karbonsuzlaştırma çalışmalarına odaklanılmaktadır. Verimli ve Yeşil Ulaştırma Paketi kapsamında, Trans-Avrupa Ulaşım Ağı’nın (TEN-T) modernize edilmesi, yüksek hızlı demir yolu hatlarının (160 km/s ve üzeri) geliştirilmesi, aktarma terminallerinin güçlendirilmesi, yük terminallerinde elleçleme kapasitesinin artırılması ve daha fazla yükü daha temiz taşıma

² 1990 yılı karbon seviyelerine göre %55 oranında azalma.

³ https://competition-policy.ec.europa.eu/about/green-gazette/green-deal_en Erişim Tarihi:12.02.2025

modlarına kaydırmak için daha uzun trenlerin yanı sıra kamyonların tüm ağ boyunca trenlerle taşınabilmesi gibi uygulamalar planlanmaktadır. Ayrıca demir yolu–kara yolu ve su yolu entegrasyonu sağlanarak karbon açısından temiz taşıma koridorlarının oluşturulması ve intermodal taşımacılığın rekabet gücünün artırılması hedeflenmektedir. Diğer yandan sürdürülebilir kentsel yapılar kapsamında (AB’de 424 büyük şehir) yolcu hareketliliğini destekleyen akıllı ulaşım hizmetlerine ilişkin bir çerçeve oluşturulmuştur. Buna ek olarak, bilgi ve iletişim teknolojilerinin ulaşım alanında uygulanmasıyla hareketliliği daha güvenli, verimli ve sürdürülebilir hâle getirmeye yönelik çeşitli dijitalleşme süreçleri geliştirilmektedir. Bu kapsamda; Akıllı Ulaşım Sistemleri (ITS), yolculuk planlayıcıları, eCall sistemleri ve otonom sürüş teknolojileri öne çıkan uygulamalar arasında yer almaktadır.

Bu mutabakat her ne kadar yalnızca AB üye ülkeleri tarafından kabul edilmiş olsa da, AB ile ekonomik, politik ve ticari ilişkileri bulunan diğer ülkeleri de etkileyebilecek politika ve uygulamalar içermektedir (Tunahan vd., 2023, s. 226). Türkiye’nin 1963 Ankara Anlaşmasıyla başlayan AB yakın ilişkileri, devam eden üyelik süreci ve coğrafi yakınlığı dikkate alındığında, bu mutabakatın Türkiye için ticari açıdan kritik ve stratejik açıdan belirleyici bir öneme sahip olduğu açıktır. Bu bağlamda, mutabakatın getirdiği yenilik ve düzenlemelerin Türkiye’yi doğrudan etkilemesi olasıdır. Nitekim Türkiye’de faaliyet gösteren, ulusal ve uluslararası navlun akışında aktif rol üstlenen lojistik firmaları, sürdürülebilirlik raporlarında karbon azaltımı, yenilenebilir enerji kullanımı ve atık yönetimini başlıca hedefler olarak belirleyerek bu durumu doğrulamaktadır. Diğer yandan Türkiye, yeşil lojistiği teşvik etmek amacıyla 27.05.2022 tarihli 31848 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Kombine Taşımacılık Yönetmeliği” kapsamında “Yeşil Lojistik Belgesi’ni yürürlüğe koymuştur⁴. Firmaların söz konusu belgeye sahip olmalarıyla birlikte, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlamaları beklenmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, sürdürülebilirlik ve çevre dostu uygulamaları teşvik eden uluslararası politikalar doğrultusunda, Türkiye’nin AB üyelik süreci ve Yeşil Mutabakat’a uyum çabalarını dikkate alarak lojistik sektöründeki yeşil entegrasyon düzeyini değerlendirmektir. Bu çalışma, Yeşil Lojistik Belgesi’ne sahip firmaların çevresel performanslarını karşılaştırmalı bir bakış açısıyla ele almayı amaçlamaktadır. Literatür incelendiğinde, lojistik sektöründe sera gazı emisyonlarının azaltılmasına odaklanan çalışmaların büyük çoğunluğunun Yeşil Lojistik Belgesi ve ilgili uygulamaları göz ardı ettiği görülmektedir. Bu çalışmanın, söz konusu eksikliği gidererek literatüre bu alanda önemli bir katkı sağlaması öngörülmektedir.

Çalışmada öncelikle yeşil lojistik ve Yeşil Lojistik Belgesi kapsamlı bir biçimde ele alınmış; ardından konuya ilişkin literatür, ilgili çalışmalar, yöntemler ve kriterler bağlamında detaylı olarak incelenmiştir. Ardından, Türkiye lojistik sektöründe faaliyet gösteren ve Yeşil Lojistik Belgesi sahibi firmaların çevresel performansları, 2021-2023 aralığında, yıllara göre karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Son bölümde ise ulaşılan sonuçlar ışığında sektöre, politika yapıcılara ve akademik alana yönelik tartışma bölümü oluşturulmuş, çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

⁴ <https://uhdgm.uab.gov.tr/duyurular/yesil-lojistik-belgesi-basvurulari-1-ocak-2025-te-basliyor>

2. Teorik Arka Plan

2.1. Yeşil Lojistik

Yeşil lojistik, çevresel ve sosyal faktörleri dikkate alarak malların sürdürülebilir şekilde üretilmesi, taşınması ve dağıtılmasını sağlayan bir yaklaşım olarak tanımlanabilir (Sbihi & Eglese, 2010, s. 159). Bu yaklaşım, hammadde tedarikinden nihai tüketim ve kullanım sonrası kaynak geri dönüşümü ile atık yönetimine kadar tüm süreçlerde çevresel etkileri azaltmayı hedeflemektedir (Wang, 2019). Ayrıca, yük dağıtımı, malzeme elleçleme, paketleme, taşımacılık ve atık yönetimi gibi tedarik zinciri uygulamalarını kapsayarak çevresel ve enerji ayak izini minimize etmeye odaklanmaktadır (Seroka-Stolka & Ociepa-Kubicka, 2019, ss. 472-473). Temel amacı ise doğal çevreyle uyumlu, çevre dostu ve lojistik açıdan etkin sistemler oluşturmaktır (Zowada & Niestroj, 2019, s. 251).

Lojistik süreçlerde en büyük pay taşımacılık operasyonlarına ait olduğundan, Pazirandeh ve Jafari (2013), yeşil lojistiğin öncelikle bu faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmaya odaklandığını vurgulamaktadır. Ancak, bu yaklaşım oldukça sınırlı bir kapsama sahiptir. Larina vd. (2021), yeşil lojistiğin yalnızca sera gazı emisyonlarının, hava kirliliğinin, gürültü seviyelerinin ve alan kullanımının azaltılmasıyla sınırlı kalmadığını, aynı zamanda yoksulluğun azaltılmasına ve ekonomik büyümenin desteklenmesine de katkı sağladığını savunmaktadır. Bu bağlamda, yeşil lojistik uygulamalarının çevresel etkileri ele alınırken sosyal ve ekonomik boyutlarının da dikkate alınması gerektiği açıktır.

Dzwigol ve arkadaşları (2021), yeşil lojistiği üç farklı perspektiften incelemektedir: bir döngüsel ekonomi aracı, bir kurumsal sosyal sorumluluk unsuru ve ekosistemle uyumlu çevreci ekonomik faaliyetler bütünü. Döngüsel ekonomi perspektifinden yeşil lojistik, kaynakların verimliliğini artırmayı ve atıkların yeniden işlenmesini teşvik etmektedir. Kurumsal sosyal sorumluluk açısından ise işletmelerin yalnızca karlılık odaklı değil, aynı zamanda çevreye duyarlı, yasal sorumluluklarını yerine getiren, toplum nezdinde güvenilir ve sürdürülebilir olmasını desteklemektedir. Üçüncü yaklaşım açısından ise yeşil lojistik, lojistik operasyonlarının doğrudan çevresel etkilerini göz önünde bulundurarak çevresel etkilerin azaltılması, enerji verimliliği sağlama, düşük emisyonlu taşıma yöntemlerinin kullanımı ve atık yönetim sistemlerinin iyileştirilmesi gibi uygulamaları kapsamaktadır.

Bu yaklaşımın uygulanabilirliği, sektör firmalarının yeşil lojistik süreçleri benimseme ve entegre etme kapasitelerine bağlıdır. Firmaların yeşil lojistik süreçlere entegrasyonu ise literatürde 4 aşamada incelenmektedir (Sarkis vd. 2004, ss.310-311; Vasiliauskas vd., 2013, s.45; Zowada & Niestroj, 2019, s. 252):

- İlk aşama, işletmelerin yeşil lojistikle yakın ilişkilendirilen doğa koruma ile ilgili yasal mevzuatları etkin bir şekilde uygulama aşamasıdır. Bu aşamada çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için gerekli yasal çerçevelerin kabul edilmesi ve bu çerçevelere uyum sağlanması beklenmektedir.
- İkinci aşama, modern teknolojilerin kullanılması yoluyla yeşil lojistik uygulamalarının geliştirilmesidir. Bu aşamada, lojistik süreçlerin daha verimli ve çevre dostu hâle gelmesi için inovatif teknolojilerin entegrasyonu sağlanmakta ve sürekli bir gelişim hedeflenmektedir.
- Üçüncü aşamada, dış paydaşlar veya dış kuruluşlarla iş birlikleri kurarak yeşil lojistiğin geliştirilmesidir. Bu aşama, tedarik zincirindeki tüm paydaşlarla uyumlu bir şekilde çalışmayı ve çevresel hedeflerin ortaklaşa gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır.

- Son aşama ise işletmelerin yeşil lojistik kavramının ilkelerine dayalı olarak etkili bir yönetim ve organizasyon politikası geliştirmelerini içermektedir. Bu aşama, yeşil lojistik uygulamalarının şirketin genel yönetim süreçlerinin ayrılmaz bir parçası haline getirilmesini ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için stratejik karar mekanizmalarının oluşturulmasını hedeflenmektedir.

Dzwigol vd. (2021) de benzer şekilde yeşil lojistiği etkili bir şekilde uygulamak için şu adımları önermektedir:

- Çevresel unsurlar göz önünde bulundurularak lojistik sistemlerinin gelişimindeki durum, özellikler ve eğilimler analiz edilmelidir,
- Lojistik sistemlerinin gelişimini etkileyen içsel ve dışsal faktörler belirlenmelidir,
- Lojistik faaliyetlerinin süreçlerini organize etmede karşılaşılabilecek riskler göz önünde bulundurulmalıdır,
- Yönetim açısından konular, nesneler, hedefler, amaçlar, ilkeler, işlevler, araçlar, yöntemler, yönetim araçları, bilgi teknolojisi ve kriterler dikkate alınarak bir organizasyonel ve ekonomik mekanizma geliştirilmelidir.

2.2. Yeşil Lojistik Belgesi

Yeşil lojistiğin geliştirilmesi ve izlenebilmesi açısından, firmaların çevresel performanslarını ölçebilecekleri standartlar, sertifikasyon sistemleri ve izleme mekanizmalarının önemi büyüktür. Bu kapsamda, Yeşil Lojistik Belgesi almak isteyen lojistik firmaları için gerekli şartlar, 27.05.2022 tarihli ve 31848 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Kombine Taşımacılık Yönetmeliği” kapsamında aşağıdaki şekilde düzenlenmiştir (Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenleri Derneği (UTİKAD), 2023)⁵:

- **Kombine yük taşımacılığı:** En az 200 seferin yapılması,
- **Yenilenebilir enerji kullanımı:** Enerjinin yüzde 5’inin yenilenebilir kaynaklardan sağlanması ve bunu gösteren Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Belgesine (YEK-G) veya Uluslararası Yeşil Enerji Sertifikasına (I-REC) sahip olunması.
- **Düşük küresel ısınma potansiyeli (KIP):** Çevre dostu iklimlendirme sistemlerinin kullanılması.
- **Yeşil paketleme:** Yılda asgari yüzde 5 oranında yeşil paketleme yapılması.
- **Fidan bağıışı:** Orman genel müdürlüğüne Türkiye genelinde ağaçlandırma sahaları için yılda en az 500 fidan bağıışı yapılması.
- **Sıfır atık yönetimi:** 12.07.2019 tarihli ve 30829 sayılı Resmî Gazete ’de yayımlanan Sıfır Atık Yönetmeliği kapsamında sıfır atık yönetim sistemine sahip olunması.
- **ISO çevre ve enerji belgeleri:** ISO 14001 (çevre), 14046 (su ayak izi), 50001 (enerji) ve 14064 (sera gazı) belgesine sahip olunması.

Şartlarda yer alan karbon emisyonlarının azaltılması, fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve ambalaj atıklarının minimize edilmesi gibi uygulamalar, sürdürülebilir kalkınmanın lojistik sektöründeki temel uygulama alanlarını oluşturmaktadır. Diğer yandan, belge sahipliği belirli teşvik ve indirimleri de beraberinde getirmektedir. İlgili yönetmeliğin dördüncü bölümünün 13. maddesinde söz konusu teşvik ve indirimler şu şekilde belirtilmiştir:

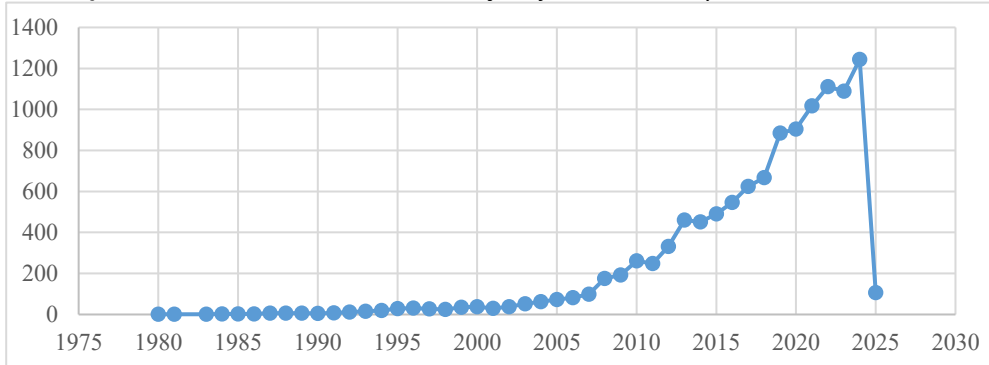
⁵ <https://www.utikad.org.tr/Detay/Sektor-Haberleri/35584/yesil-lojistik-belgesi-alan-firma-sayisi-artiyor>

- Taşıma Yetki Belgesi Ücretlerinde İndirim
- Tehlikeli Madde Faaliyet Belgelerinde (TMFB ve TMFB-DMR) İndirim
- Belge Yenileme İşlemlerinde İndirim
- Demiryolu İşletmeciliği Yetkilendirme Ücretlerinde İndirim
- Taşıt Kartı Yenileme Ücretlerinde Avantaj
- Geçiş ve UBAK Belgesi Ücretlerinde İndirim
- Uyarma Cezalarında İndirim Uygulaması.

3. Literatür

Yeşil kavramının ulaştırma sektöründe bir farkındalık sloganı olarak ortaya çıkması 1980'lerin sonları ile 1990'ların başlarına dayanmaktadır (Rodrigue vd., 2017, s. 340). Bu alana yönelik ilgi, araştırmacılar, politika yapıcılar, şirketler ve diğer paydaşlar tarafından giderek artmakta ve son 20 yılda yapılan araştırmalarda belirgin bir yükselişe yansımaktadır (Winter & Knemeyer, 2013, s. 22; Marchet vd., 2014, s. 775). Akademik literatürde yüksek etkili yayınlara erişim sağlayan Web of Science (WoS) veri tabanında yapılan “yeşil lojistik” taraması, çalışmaların ağırlıklı olarak mühendislik, çevre bilimleri, işletme ve ekonomi, bilim ve teknoloji ile yöneylem araştırması gibi disiplinlerde yoğunlaştığını göstermektedir. Bunu takiben, ulaştırma disiplini de yeşil lojistik konusuna yönelik artan bir akademik ilgi gözlemlenmektedir. 1980–2025 yılları arasında, araştırma türü gözetilmeksizin “yeşil lojistik” temasıyla ilişkilendirilmiş toplam 10.057 çalışma tespit edilmiştir. Özellikle 2007 sonrasında alanla ilgili çalışmalar iki kat artmış ve izleyen yıllarda sürekli yükselen bir eğilim sergilemiştir. Yıllara göre yayın sayısındaki artış eğilimi Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1: 1980-2025 Yılları Arasında Yeşil Lojistik Konulu Yayınların WoS Analizi



İlk olarak, yapılan alan yazın araştırmaları lojistik sektörünün sera gazı emisyonlarının önemli bir kaynağı olmaya devam ettiğini ve çözüm arayışlarının odağında yer aldığını ortaya koymaktadır (McKinnon, 2010, s. 2; Dekker vd., 2012, s. 672; Larina vd., 2021, s. 184). He vd. (2017), yeşil lojistik uygulamalarının, Çin’deki lojistik firmalarında teslimat ağlarının tasarlanması, teslimat rotalarının optimize edilmesi ve araç yük oranlarının iyileştirilmesi gibi önlemler aracılığıyla karbon salınımının azaltılmasına önemli ölçüde katkı sağladığını belirtmişlerdir. Lu ve Li (2023) ise yeni nesil enerji kaynaklı lojistik araçların yeşil lojistiğin hedeflerini desteklediği, uzun mesafe taşımacılığında kullanımların yaygınlaşmasının sadece çevresel kirleticilerin azaltılmasına katkı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda ulaşım maliyetlerine de olumlu yansıdığını tespit etmişlerdir. Bu bulgu Larina (2021)’in bahsettiği yeşil lojistik çevre yanında ekonomik fayda sağlayan bir araç olduğu ile paralellik göstermektedir. Marchet vd.

(2014), yeşil lojistiği depolama sistemleri perspektifinden ele alarak çevre dostu depo tasarımı, enerji tasarruflu ısıtma ve aydınlatma sistemleri ile malzeme taşıma ve bilgi teknolojileri kullanımının depo verimliliğini artırdığını belirtmiş; bu unsurların yeşil lojistik kapsamında öncelikli araştırma alanları olduğunu vurgulamıştır. Freis vd. (2016), yeşil lojistik bağlamında depolama faaliyetlerini ele alarak, paydaşların enerji verimliliği yüksek ve düşük karbon emisyonlu lojistik bina konseptlerini; ileri düzey depolama ve malzeme taşıma teknolojileriyle bütünleşik şekilde planlama, tasarlama ve uygulama gerekliliğini ortaya koymakta ve bu yaklaşımın toplam karbon emisyonlarının azaltılmasına önemli ölçüde katkı sağladığını belirtmektedir.

Karbon başta olmak üzere sera gazı emisyonlarına yönelik yoğun vurguya ek olarak, literatürde yeşil lojistiği, çevresel performans değerlendirmesi kapsamında ele alan çalışmalara da rastlanmaktadır. Ancak bu çalışmaların büyük bir bölümünün belirli ölçüm kriterlerine ve yöntemsel kalıplara yoğunlaştığı görülmektedir. Bununla birlikte, söz konusu araştırmaların önemli bir kısmının sistematik bir bütünlükten yoksun olduğu, kullanılan değerlendirme kriterlerinin çalışmadan çalışmaya önemli ölçüde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Tuzkaya (2009), Marmara Bölgesi'nde taşımacılık modlarını gürültü, emisyon azaltma potansiyeli, arazi ve yaban hayatı etkisi, güvenlik, enerji kullanımı, taşıma kapasitesi ve altyapı gibi kriterlere göre değerlendirilerek Bulanık AHP ve zenginleştirilmiş değerlendirme yöntemleri ile en uygun modları belirlemiştir. Benzer şekilde Wang ve Chan (2013), sürdürülebilir performans için iç/dış lojistik, paketleme ve sevkiyat doğruluğu kriterlerini esas alarak Bulanık Hiyerarşik TOPSİS yaklaşımını kullanmıştır.

Senir ve Büyükkökçü (2017), Fortune 500 Türkiye'de yer alan lojistik firmalarını enerji tüketimi, su tüketimi, sera gazı emisyonu, tehlikeli ve tehlikesiz atık kriterleriyle değerlendirilerek TOPSİS yöntemi ile çevresel performans sıralaması yapmıştır. Kılıç Akıncı ve Akıncı (2010) ile Tanç ve Cingöz (2011) de çevresel performans değişkenlerini kaynak kullanımı, atıklar ve diğer ekolojik etkiler şeklinde gruplandırmış; Tanç ve Gümrak (2015) ise geri dönüştürülen su, enerji tasarrufu, emisyon azaltımı, bertaraf edilen atıklar ve çevre yatırımları kriterleriyle TOPSİS uygulaması gerçekleştirmiştir.

Odock vd. (2024), Kenya'daki lojistik firmalarında doğal kaynak temelli görüşün yeşil lojistik uygulamaları ile firma performansı arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur. Kurumsal sürdürülebilirlik odaklı çalışmalardan biri olan Özen (2024) ise BİST Ulaştırma ve Depolama Sektörü firmalarının performansını, genel ilkeler, çevresel-sosyal-yönetimsel uyum ve sürdürülebilirlik raporu kriterleri çerçevesinde ENTROPİ tabanlı TOPSİS yöntemiyle değerlendirmiştir.

Kutlu ve Yalçın Ercoşkun (2021), UTİKAD üyesi firmaları eğitim, mimari, enerji, atık yönetimi, araç özellikleri, sosyal sorumluluk, bilgi sistemleri ve çevresel yönetim olmak üzere 21 kriter üzerinden incelemiştir. Yeşil tedarik zinciri performansına odaklanan Uygun ve Dede (2016) ise yeşil tasarım, satın alma, nakliye, lojistik ve ters lojistik kategorileri altında Bulanık DEMATEL-ANP-TOPSİS bütünleşik modelini uygulamış ve yeşil faaliyetlerdeki gelişimin çevresel performans açısından önemli olduğunu belirtmiştir.

Literatürdeki alanla ilgili uygulamalı araştırmaların büyük bölümünün, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri tercih ettiği görülmektedir. Özellikle Bulanık AHP, Bulanık TOPSİS, Bulanık DEMATEL gibi bulanık mantık tabanlı modeller ile AHP, TOPSİS, VIKOR gibi klasik ÇKKV

yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Tablo 1’de Yeşil Lojistik Literatüründe Kullanılan ÇKKV yöntemleri ve kriterler detaylandırılmıştır.

Tablo 1: Yeşil Lojistik Literatüründe Kullanılan ÇKKV Yöntemleri ve Kriterler

Araştırmanın konusu	Yazarlar	Metodoloji
Yeşil tedarikçi seçimi	Lu vd. (2007) Lee vd. (2009) Lee vd. (2011) Kannan vd. (2013) Kannan vd. (2014) Hashemi vd. (2015) Çelik & Ustasüleyman (2018) Gupta vd. (2019) Yıldızbaşı & Ariöz (2022) Wang vd. (2024)	Bulanık AHP Delphi – Bulanık AHP Bulanık -AHP Bulanık AHP- Bulanık TOPSİS- Doğrusal Programlama TOPSİS Gri İlişkisel Analiz- Bulanık AHP Bulanık AHP- Bulanık TOPSİS MABAC -Bulanık AHP, WASPAS ve TOPSİS Bulanık AHP-TOPSİS Olasılıksal Tereddütü Bulanık küme (PHFS)- DNMEREK- MABAC
Yeşil lojistikte dış kaynak kullanımı	Vazifehdan & Darestani (2019)	Bulanık DEMATEL – Bulanık AHP
Yeşil tedarikçi geliştirme programı seçimi	Pourjavad & Shahin, (2020)	Bulanık DEMATEL- Bulanık AHP- Bulanık TOPSİS
Yeşil lojistik hizmet sağlayıcı seçimi	Çelik vd. (2016a) Çelik vd. (2016b) Liao vd. (2018)	Bulanık GRA- Bulanık TOPSİS Aralıklı TİP-2, Bulanık ELECTRE Kümülatif beklenti teorisindeki değer transfer fonksiyonu- PROMETHEE
Yeşil tedarik zinciri performans değerlendirilmesi	Rostamzadeh vd. (2015) Uygun & Dede (2016)	Bulanık VIKOR Bulanık DEMATEL- Bulanık ANP- Bulanık TOPSİS
Yeşil tedarikçi performans değerlendirilmesi	Dos Santos vd. (2019)	ENTROPİ- Bulanık TOPSİS
Yeşil envanter yönetiminde tedarikçi değerlendirilmesi	Mohammadnazari vd. (2023)	VZA
Yeşil lojistik değerlendirilmesi	Kutlu & Erçoskun (2021)	Karşılaştırma Matrisi (Karar Matrisi)
Lojistik firmaların /firmaların çevresel performans değerlendirilmesi	Kılıç Akıncı & Akıncı (2010) Tanç & Gümrah (2015) Senir & Büyükkelik (2017) Peker vd. (2019) Tutkavul (2020) Demirci & Korkmaz (2023)	VZA TOPSİS TOPSİS Bulanık AHP-Bulanık VIKOR TOPSİS AHP-TOPSİS

Diğer taraftan, lojistik firmalarının çevresel performansını ve sürdürülebilirlik düzeyini —bir başka deyişle lojistikte yeşil entegrasyonu—ÇKKV yöntemleri çerçevesinde inceleyen çalışmalarda kullanılan değerlendirme kriterleri Tablo 2’de sunulmaktadır. Tablo 2 incelendiğinde, seçilen kriterlerin yeşil lojistik ve yeşil tedarik zinciri kavramları açısından net bir ayırım sunmadığı; analizlerin çoğunlukla doğrudan yeşil lojistikle ilişkili göstergeler yerine, daha geniş kapsamlı yeşil tedarik zinciri yönetimi kriterleri üzerinden gerçekleştirildiği görülmektedir.

Tablo 2: Lojistik Sektöründe Yeşil Uygulamalar Kapsamında Çevresel Performans Kriterler

Yazar	Yöntem	Örneklem	Çevresel Performans Kriterleri
Çelik vd. (2016a)	Bulanık GRA-Bulanık TOPSİS	5 Türk 3PL İşletme	Müşteri iş birliği (çevresel farkındalık), yeşil hükümet düzenlemeleri (yeşil teknolojiler ve politikalar), çevre yönetim sistemi (sertifikalar ISO14000, WEEE), yeşil süreç tasarımı (ürün tasarımı, üretim, dağıtım ve bertarafa ilişkin etkin olmayan kaynak kullanımı), enerji tüketiminde azalma (yakıt yönetimi) ve yeşil ağ tasarımı (yeşile kaynak optimizasyonu)
Uygun & Dede (2016)	Bulanık DEMATEL-Bulanık ANP-Bulanık TOPSİS	4 alternatif işletme	*Yeşil Tasarım (Düzenlemeler, Çevresel performans, ekonomik performans) * Yeşil Satın Alma (Tedarikçi-Müşteri İş birliği, Paydaşların Uygulanması, Kalite Düzenlemeleri) *Yeşil Dönüşüm (Yeşil Üretim, Yeşil Paketleme, Yeşil Stok Politikaları) * Yeşil Lojistik (Lojistik Ağlarının Organizasyonu, Hizmet Kalitesi, Teknoloji Kalitesi) *Tersine Lojistik (Yeniden kullanım, faaliyetlerde azaltma, yeniden üretim, Bertaraf)
Senir & Büyükkeklik, 2017	TOPSİS	Fortune 500- 2015 listesindeki 6 lojistik firma	Enerji tüketimi (kWh), Su tüketimi (m ³), Sera gazı emisyonları (CO ₂), Tehlikeli atık (ton) Tehlikesiz atık (ton)
Peker vd.,2019	Bulanık AHP-Bulanık VİKOR	Fortune 500-2017 listesinde yer alan net satış hasılatı en yüksek 5 lojistik firma	*Yeşil Tasarım (Optimum kaynak kullanımı, çevresel etkisi en az süreç tasarımı, rotasyon, yeşil tasarım-müşteri iş birliği), *Yeşil Enerji (Yenilenebilir enerji kullanımı, sera gazı yoğunluğu, çevreye duyarlı yakıt kullanımı, eko etkin taşıma modunun kullanılması) *Yeşil Malzeme (geri dönüşüm oranı, yeniden kullanım, çevre dostu malzeme kullanımı, optimum stok) * Yeşil Yönetim (Yeşil yönetimi destekleyen yönetici sayısı, yeşil yönetim eğitim/sertifikası, yeşil tedarikçi ile çalışma)
Dos Santos vd., 2019	Entropi-Bulanık TOPSİS	Brezilya Mobilyacılık sektörü-yeşil tedarikçiler	*Kirlilik üretimi (emisyonlar, kirleticiler, sıvı atıklar ve çevreye zararlı diğer malzemeler) *Kaynak tüketimi (Enerji, su ve hammaddeler açısından kaynak tüketimi) * Eko-tasarım Malzeme ve enerji tüketiminin azaltılması (yeniden kullanılabilir, geri dönüştürülebilir, geri kazanılabilir ürünler yaratılması, Toksik malzemelerin kullanımından kaçınılması) * Yeşil imaj * Çevre yönetim sistemi (ISO14001) * Yöneticilerin Yeşil Tedarik Taahhüdü * Çevre dostu malzeme yönetimi
Kutlu & Yalçiner Ercoşkun, 2021	Karşılaştırma Matrisi (Karar Matrisi)	UTİKAD'a kayıtlı 456 lojistik firma	Eğitim (Çevre bilincini attırmaya yönelik eğitimler vs), Mimari (Yeşil Bina), Enerji Kullanımı (Rüzgâr Enerjisi, Güneş Enerjisi, yenilenebilir enerji tüketimi, en az enerji tüketimi sunan aydınlatma sistemleri), İntermodal taşımacılık opsiyonları, Çevre (Salınımın azaltılması, Karbon ayak izinin ölçümü, ağaçlandırma, Ambalajda kullanılan malzeme türü), çevre yönetim sertifikalarına sahip olmak (EMAS, ISO14000, ISO14001, Mavi bayrak vb.)

Bu bağlamda, Senir ve Büyükkeklik'in (2017) Fortune 500'de yer alan lojistik firmalarının çevresel performanslarını incelediği çalışma, Yeşil Lojistik Belgesi'ne sahip firmaların sürdürülebilirlik raporları aracılığıyla erişilebilen çevresel performans kriterlerinin belirlenmesi açısından, bu araştırma için en uygun ve güçlü bir referans niteliği taşımaktadır.

4. Metodoloji

Bu kısımda araştırmanın amacına paralel olarak, Tablo 1’de yer alan metodolojik seçenekler gözden geçirilmiş; veri özellikleri ve literatür bulguları doğrultusunda ÇKKV yöntemlerinin tercih edilmesi metodolojik açıdan uygun bulunmuştur.

ÇKKV yöntemleri, birden fazla kriterin değerlendirildiği ve bu kriterlerin karşılaştırılması yoluyla en uygun alternatifin seçilebildiği sistematik yaklaşımlar sunmaktadır (Aslan & Bağ, 2021, s. 2302). Bu yöntemler, karar vericilerin farklı alternatifler arasında en uygun olanı seçmelerine olanak tanıırken (Vatansever, 2013, s. 158; Arslankaya & Göraltay, 2019, s. 12), aynı zamanda çeşitli kriterlerin dengeli biçimde ele alınmasını da sağlamaktadır. ÇKKV yöntemleri, alternatifler arasında seçim yapmayı sağlayan ve uygulama bağlamına göre değişen avantajlar ile duyarlılık özellikleri sunan nicel karar destek teknikleridir.

İlgili literatür incelendiğinde, karar verme süreçlerinde sıklıkla Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Analitik Ağ Süreci (ANP) gibi subjektif temelli yöntemlerin tercih edildiği görülmektedir. Bu yöntemler, uzman görüşlerine dayalı olarak kriterlerin ağırlıklandırılmasına olanak sağlasa da, değerlendirme sürecinin öznel yapısı nedeniyle tutarlılık sorunları ile karar vericilerin yargılarına bağlı sapmalar ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca bu yöntemlerde iyi ve kötü puanlar arasındaki farklılıkların bilgi kaybına neden olabildiği belirtilmektedir (Haliloğlu ve Odabaş, 2018, s. 16). Bu bağlamda, çalışmada söz konusu sınırlılıkların giderilmesi amacıyla, literatürde nadiren kullanılan ve sübjektifliği en aza indirerek tamamen veriye dayalı nesnel sonuçlar üreten Standart Sapma (SD) yaklaşımı kriter ağırlıklandırma yöntemi olarak tercih edilmiştir.

SD yöntemi, karar matrisinde yer alan kriterlerin varyans değerlerini esas alarak, daha fazla bilgi içeren kriterlere daha yüksek ağırlıklar atayan bir yapıya sahiptir. Böylece, uzman yargısından bağımsız, tamamen veriye dayalı ve nesnel bir ağırlıklandırma süreci sunmaktadır. Kriter ağırlıklarının nesnel olarak belirlenmesinin ardından, alternatiflerin çevresel performansları COPRAS (Complex Proportional Assessment) yöntemi ile değerlendirilmiştir. COPRAS, karar verme sürecinde alternatiflerin hem pozitif hem negatif ideal çözümlere olan uzaklıklarını dikkate alarak daha dengeli ve kapsamlı bir sıralama sunmasıyla literatürde öne çıkan ÇKKV yöntemlerden biridir.

Bu bütünlük yaklaşım sayesinde hem kriter ağırlıklandırma sürecinde hem de alternatiflerin değerlendirilmesinde nesnelliğin artırılması hedeflenmiş; bununla birlikte, literatürde sınırlı sayıda örneği bulunan bu tür bütünlük yöntemlerin uygulanmasıyla alandaki metodolojik çeşitliliğe katkı sağlanması amaçlanmıştır.

4.1. SD

SD yöntemi, bir serinin kendi ortalamasından sapma düzeyini ölçerek kriterlerin önem derecelerini belirlemeye imkân tanıyan objektif bir ağırlıklandırma yaklaşımıdır. Diakoulaki vd. (1995) tarafından literatüre kazandırılan bu yöntem, kriterlerin kontrast yoğunluğunu esas alarak tamamen veriye dayalı ve nesnel bir değerlendirme sunmaktadır (Diakoulaki vd., 1995, s. 766). AHP veya SWARA gibi uzman görüşüne dayalı subjektif yöntemlerden farklı olarak, SD yaklaşımı öznel yargılardan bağımsızdır ve değerlendirme sürecine doğrudan veriyi temel alır (Ünal, 2019, s. 885). SD yönteminin uygulama süreci üç temel adımdan oluşmaktadır (Diakoulaki vd., 1995, ss. 765–767; Kılıç & Çerçioğlu, 2016, ss. 212–213):

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulmasının ardından, matrisin normalize edilmesidir. Bu aşamada CRITIC metodolojisinin ilk adımındaki maliyet ve fayda kriteri dikkate alınmalıdır.

Fayda kriteri için eşitlik (1), maliyet kriteri için eşitlik (2) kullanılarak normalize edilmiş karar matrisi ele edilir.

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{ij}^{min}}{x_{ij}^{mak} - x_{ij}^{min}} \quad (1)$$

$$y_{ij} = \frac{x_{ij}^{mak} - x_{ij}}{x_{ij}^{mak} - x_{ij}^{min}} \quad (2)$$

i : Alternatifler ($i=1,2, \dots, m$)

j : Kriterler ($j=1,2, \dots, n$)

x_{ij}^{mak} : j . kriterin maksimum değeri

x_{ij}^{min} : j . kriterin minimum değeri

y_{ij} : Normalize edilmiş değerler

Adım 2: Kriterler standart sapması için eşitlik (3) kullanılır:

$$\sigma_j = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m (y_{ij} - \bar{y}_{ij})^2}}{m} \quad j = 1,2, \dots, n \quad (3)$$

Adım 3: Eşitlik (3) ile elde edilen kriterlere ait standart sapma değerleri kullanılarak, eşitlik (4)'de gösterildiği gibi kriterlere ait önem dereceleri hesaplanır:

$$w_j = \frac{\sigma_j}{\sum_{j=1}^n \sigma_j} \quad j = 1,2, \dots, n \quad (4)$$

4.2. COPRAS

Alternatiflerin önem ve fayda derecesi açısından aşamalı bir sıralama ve değerlendirme prosedürü olarak kullanılan COPRAS metodu Zavadskas vd. (1994) tarafından geliştirilen, pek çok alanda sıklıkla tercih edilen ÇKKV yöntemlerinden birisidir. Bu yöntem, en iyi karar alternatiflerini seçerken, ideal ve en kötü ideal çözümleri dikkate almaktadır (Das vd., 2012, s. 236). Temelleri Zavadskas vd. (1994) ve Zavadskas ve Kaklauskas (1996)'ya dayanan bu yöntemin algoritması 6 adımlı bir süreci içermektedir (Zavadskas vd., 2008, s. 88; Das vd., 2012, ss. 7-8):

Adım 1: Karar Matrisinin oluşturulması ilk adımdır. M alternatif, n kriter için, SD yöntemi içinde kullanılan karar matrisi bu aşamada tekrar oluşturulur.

Adım 2: Karar matrisi eşitlik (5) yardımıyla normalize edilmelidir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^m x_{ij}} \quad j = 1,2, \dots, n \quad (5)$$

Adım 3: Ardından normalize karar matrisinin ağırlıklandırılması eşitlik (6) yardımıyla elde edilir. Bu aşamada SD yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları kullanılmaktadır.

$$d_{ij} = r_{ij} \times w_j \quad i = 1,2, \dots, m; j = 1,2, \dots, n \quad (6)$$

Adım 4: Bu aşamada fayda kriteri ve maliyet kriteri diğer bir ifadeyle faydasızlık kriteri dikkate alınmaktadır. Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş değerlerinin toplamı; fayda kriterine göre eşitlik (7); maliyet kriterine göre eşitlik (8) kullanılarak ayrı ayrı hesaplanır ve ayrıca bu değerler sırasıyla S_{i+} ve S_{i-} simgeleriyle temsil edilir.

$$S_{i+} = \sum_{j=1}^k d_{ij} \quad (7)$$

$$S_{i-} = \sum_{j=1}^{k+1} d_{ij} \quad (8)$$

Adım 5: Her bir alternatif için göreceli önem dereceleri (Q_i) eşitlik (9) kullanılarak hesaplanır. Alternatifler arasında göreceli önem değeri en yüksek olan en iyi seçim olarak değerlendirilecektir.

$$Q_i = S_{i+} + \frac{\sum_{i=1}^m S_{i-}}{S_{i-} \times \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_{i-}}} \quad (9)$$

Adım 6: Her bir alternatif için eşitlik (10)'da gösterildiği gibi maksimum görece önem derecesi kullanılarak performans değeri hesaplanır.

$$p_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} \times 100 \quad (10)$$

5. Analiz ve Bulgular

5.1. Veri Seti

1 Eylül 2025 itibarıyla, Türk ticaret siciline kayıtlı olup lojistik ve uluslararası taşımacılık faaliyetleriyle iştigal eden 30 firmanın Yeşil Lojistik Belgesi'ne sahip olduğu görülmektedir. 1 Ocak 2023 ve 1 Ocak 2024 dönemlerindeki başvurulara göre Yeşil Lojistik Belgesi'ne sahip firmalara ilişkin liste Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: Yeşil Lojistik Belgesi'ne Sahip Firmalar

Sıra	Firma Adı	Sürdürülebilirlik raporu erişilebilirlik
1	Alışan Lojistik Anonim Şirketi	√
2	Arclog Uluslararası Nakliyat Gümrükleme Depolama Dış Ticaret ve Lojistik Hizmetleri LTD.ŞTİ.	-
3	Atom Uluslararası Nakliyat ve Lojistik Hizmetleri Ticaret Anonim Şirketi	√
4	Barsan Global Lojistik Anonim Şirketi	√
5	BDP International Lojistik Limited Şirketi	
6	Borusan Lojistik Dağıtım Depolama Taşımacılık ve Ticaret Anonim Şirketi	√
7	DHL Freight Taşımacılık ve Lojistik Hizmetleri Anonim Şirketi	-
8	DSV Hava ve Deniz Taşımacılığı A.Ş.	√
9	Ekol Lojistik Anonim Şirketi	√
10	Elmas Grup Lojistik Taşımacılık Depolama Dağıtım ve Ticaret Anonim Şirketi.	-
11	ELS Uluslararası Taşımacılık Hizmetleri Ticaret Anonim Şirketi	-
12	Fevzi Gandur Lojistik A.Ş.	-
13	Greenlog Intermodal Lojistik Hizmetleri Anonim Şirketi	-
14	Gökbil Nakliyat Depolama Lojistik Sanayi ve Dış Ticaret Anonim Şirketi	-
15	Keyline Lojistik Hizmetler Limited Şirketi	-
16	Landsea Global Taşımacılık Ticaret Anonim Şirketi	-
17	Mars Lojistik Ulus.Taş.Dep.Dağ.ve Tic AŞ.	√
18	Medlog Lojistik Gemicilik Turizm Anonim Şirketi.	-
19	Multimodal Express Taşımacılık Anonim Şirketi	-
20	Omsan Lojistik Anonim Şirketi	-
21	Origin Lojistik Taşımacılık Ticaret Anonim Şirketi	-

22	Pasifik Eurasia Lojistik Dış Ticaret Anonim Şirketi	-
23	Sağlık Transport Nakliye ve Ticaret LTD.ŞTİ.	-
24	Stein Freight Lojistik Anonim Şirketi	-
25	T.G.L. Tetglobal Lojistik Nak. San. ve Tic. AŞ.	-
26	Talay Lojistik Anonim Şirketi	-
27	Tio Lojistik Taşımacılık Depolama Danışmanlık Kimya Satış Pazarlama Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi	-
28	Vip Uluslararası Taşımacılık ve Dış Ticaret Anonim Şirketi	-
29	Wiz Lojistik Ticaret Limited Şirketi	-
30	Çobantur Turizm Ticaret ve Nakliyat Anonim Şirketi	-

Kaynak: T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. <https://uhdgm.uab.gov.tr/uploads/pages/kombine-tasimacilik/yesil-lojistik-belgesi-firma-listesi.pdf>. Erişim Tarihi: 21.02.2025

Çalışma kapsamında Tablo 3'te yer alan firmalardan yalnızca yedisinin sürdürülebilirlik raporlarına erişilebilmiştir. Bu firmalar: Alışan Lojistik, Atom Uluslararası Nakliyat, Barsan Global Lojistik, Borusan Lojistik, DSV Hava ve Deniz Taşımacılığı, Ekol Lojistik ve Mars Lojistik'tir. Ancak Atom Uluslararası Nakliyat'a ilişkin geri kazanım ve yenilenebilir enerji verilerinin bulunmaması nedeniyle analiz altı firma ile sınırlandırılmıştır. Söz konusu firmaların 2021, 2022 ve 2023 yıllarına ait sürdürülebilirlik raporları incelenmiş ve ortak çevresel performans göstergeleri belirlenerek Tablo 4'te sunulmuştur. Ancak her yıl için tüm firmaların veri setlerine erişilemediğinden, analiz 2021 yılı için dört, 2022 yılı için altı ve 2023 yılı için üç firmanın verileriyle gerçekleştirilmiştir. Tablo 4'te ayrıca, literatürde öne çıkan çevresel performans göstergelerinin yanı sıra, finansal büyümeyi de göz önünde bulundurarak sürdürülebilirlik sürecini daha bütüncül değerlendirmeye olanak tanıyan net satış hacmindeki yıllık artış oranı (%) da yer almaktadır. Bu değişken ile Yeşil Lojistik Belgesi'ne sahip firmaların sürdürülebilirlik performansının yalnızca çevresel ölçütler doğrultusunda değil, aynı zamanda işlem hacmi bağlamında bütüncül bir yaklaşımla ele alınması öngörülmüştür.

Tablo 4: Çevresel Performans Ölçütleri: 2021- 2022- 2023 Yılı Gerçekleşen Değerler

Yıl	Firma Kodları	Firma lar	Enerji Tüketimi (KWh)	Su Tüketimi (m³)	Sera gazı Emisyonları (Kapsam 1+2+3) (Ton CO ₂)	Tehlikeli Atık (Ton)	Tehlikesiz Atık Ton	Toplam Atık	Geri Kazanım Atık (Ton)	Yüzde	Yenilenebilir Enerji	NET SATIŞ (TL)	Net Satış Artış (%)
2021	A1	EKOL	31250250	109726,7	439950	25300	4084	29384	29261	99,5	0,1	5,99E+09	153,6
	A2	BORU SAN	8245897	447667	154975,3	16,2	1055,4	1071,6	1072	100	0,33	5,18E+09	165,5
	A3	MARS	2112148	20643	35980	13143	261131	274274	261105	95,2	1	2,84E+09	124,5
	A4	ALİŞA N	1,47E+08	31826,95	24812,72	376095	564732	940827	645268	68,6	0		29
2022	A1	EKOL	28390783	119629,8	398518	3761	23400	27161	27017	99,5	0,7	1,21E+10	201,2
	A2	BORU SAN	55711279	1070600	167667	14,2	838	852,2	838	98,3	0,37	1,13E+10	221,2
	A3	MARS	2248423	24342	43202	17896	155866	173762	173640	99,9	1	8,57E+09	302,4
	A4	ALİŞA N	3,51E+08	32481,47	25413,32	357395	144655	502050	256759	51,1	0		142
	A5	BARSAN	5141085,9	33170	45053,75	1644	460433	462077	460998	99,8	0	5,47E+08	118,2
	A6	DSV	1414280	1274000	15930	1651	55688	57339	28508	49,7	0,09	7,45E+09	237
2023	A2	BORU SAN	7848522	21470	237959	2,9	657	659,9	650	98,5	100	1,46E+10	128,9
	A5	BARSAN	82502,5	28546	69456,34	115	300486	300601	601087	100	0,07	7,30E+08	133,5
	A6	DSV	1484179	1662000	12652	4718	65631	70349	35107	49,9	0,11	8,89E+09	119,3

*: Firmalara ilişkin kodlama alfabetik değildir.

Kaynak: Veriler, firmaların web sitelerindeki sürdürülebilirlik raporlarından ve net satış (TL) verisi ise bunlara ek Fortune 500- 2021/ 2022/2023 yılı veri setinden elde edilmiştir. <https://www.barsan.com/>, <https://www.borusanlojistik.com/tr>, <https://www.dsv.com/en/>, <https://www.ekol.com/tr/>, <https://www.marslogistics.com/tr>, <https://www.fortuneturkey.com/fortune500?yil=2022&tip=1>, <https://www.fortuneturkey.com/fortune500?yil=2021&tip=1> Erişim Tarihi: 28.02.2025

Tablo 4'te yer alan çevresel kriterler arasındaki mükerrerlikleri önlemek amacıyla, analizde kullanılacak kriterler yeniden düzenlenmiş; kriter kodları ve yönleri güncellenerek Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5: Kriterler ve Kodları

Kodlama	Kriterler	Yönü	Referansı
C ₁	Enerji Tüketimi (kWh)	Maliyet	Kılıç Akıncı & Akıncı (2010); Tanç & Cingöz (2011); Senir & Büyükkelik, (2017);
C ₂	Su Tüketimi (m3)	Maliyet	Kılıç Akıncı & Akıncı (2010); Tanç & Cingöz (2011); Senir & Büyükkelik, (2017)
C ₃	Sera gazı Emisyonları (Kapsam 1+2+3) (Ton CO2)	Maliyet	McKinnon,(2010) Dekker vd., (2012); Senir & Büyükkelik, (2017), Kutlu & Yalçiner Ercoşkun (2021): Tanç & Gümrah (2015)
C ₄	Tehlikeli Atık (Ton)	Maliyet	Kılıç Akıncı & Akıncı (2010); Senir & Büyükkelik, 2017; Tanç & Gümrah (2015)
C ₅	Tehlikesiz Atık (Ton)	Maliyet	Kılıç Akıncı & Akıncı (2010); Tanç & Gümrah (2015); Senir & Büyükkelik, 2017;
C ₆	Geri Kazanım Atık Yüzde (%)	Fayda	Wang (2019); Peker vd. (2019)
C ₇	Yenilenebilir Enerji tüketimi (%)	Fayda	Peker vd (2019)
C ₈	Net Satışlar Artış	Fayda	-

Bu kriterden ilk beşinin maliyet, diğerlerinin ise fayda yönlü olduğu öngörülerek analize dahil edilmesi planlanmıştır.

5.2. SD Yöntemi ile Kriterlere yönelik ağırlıkların belirlenmesi

Bu bölümde öncelikle, her bir yıla ait kriterler ve alternatifleri içeren karar matrisleri Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6: Başlangıç Karar Matrisleri: 2021-2022-2023

2021 Yılı- Başlangıç Karar Matrisi								
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
A ₁	31250250	109726,7	439950	25300	4084	99,58	10	153,6
A ₂	8245897	447667	154975,3	16,2	1055,4	100	33	165,5
A ₃	2112148	20643	35980	13143	261131	95,	100	124,5
A ₄	1,47E+08	31826,95	24812,72	376095	564732	68,58	0	29
2022 Yılı- Başlangıç Karar Matrisi								
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
A ₁	28390783	119629,8	398518	3761	23400	99,46	70	201,2
A ₂	55711279	1070600	167667	14,2	838	98,33	37	221,1
A ₃	2248423	24342	43202	17896	155866	99,92	100	302,4
A ₄	3,51E+08	32481,47	25413,32	357395	144655	51,14	0	142
A ₅	5141085,9	33170	45053,75	1644	460433	99,76	0	118,2
A ₆	1414280	1274000	15930	1651	55688	49,71	9	237
2023 Yılı- Başlangıç Karar Matrisi								
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
A ₂	7848522	21470	237959	2,9	657	98,49	100	128,9
A ₅	82502,5	28546	69456,34	115	300486	100	7	133,5
A ₆	1484179	1662000	12652	4718	65631	49,90	11	119,3

Tablo 6’da gösterilen başlangıç karar matrislerindeki ham verilere dayalı olarak firmaların kriterler açısından gelişimi incelendiğinde;

A₁ (Ekol) firması, 2021 yılında orta düzeyde çevresel etkiye (C₁–C₅) sahip olup yüksek atık geri kazanım oranı (%99,58) sergilemiştir. 2022 yılı itibarıyla ise “enerji (C₁)”, “su tüketimi (C₂)” ve “tehlikeli atık (C₄)” miktarlarında bir azalma gözlemlenmiştir. Benzer şekilde “sera gazı emisyonlarını (C₃)” da bir önceki yıla kıyasla azaltmayı başarmıştır. Ayrıca, yüksek “geri dönüşüm oranı (C₆)” performansını sürdüren A₁ firması, bir önceki yıla kıyasla “yenilenebilir enerji tüketimi (C₇)” ve “net satış hacmini (C₈)” de yükseltmiştir.

A₂ (Borusan) firması, 2021–2023 yılları arasında, çevresel performansını önemli ölçüde iyileştirmiştir. “Enerji tüketimi (C₁)”, özellikle 2023 yılında belirgin bir düşüş göstermiştir. Ayrıca, “sera gazı emisyonları (C₃)” ve “atık miktarlarında (C₄–C₅)” da azalma kaydedilmiştir. “Geri kazanım oranı (C₆)” ise her yıl yaklaşık %100 olarak devam etmiştir, bu da firmanın atık yönetimindeki etkinliğini ortaya koymaktadır. 2023 yılı itibarıyla yenilenebilir “enerji kullanımı (C₇)” da %100 seviyesine ulaşmıştır, bu durum firmanın sürdürülebilir enerjiye geçişte önemli bir adım attığını göstermektedir. Öte yandan, “net satış artışı (C₈)” yıllar içerisinde istikrarlı bir performans göstermiştir. Ancak, 2023 yılı itibarıyla firmanın “sera gazı emisyonları (C₃)” bir önceki yıla göre ciddi oranda (%41,9) artmıştır.

A₃ (Mars) firması, 2021 yılında “enerji (C₁)” ve “su tüketimi (C₂)” açısından en düşük seviyelere ulaşarak çevresel verimlilik sağlamış; ancak aynı dönemde “sera gazı emisyonlarında (C₃)” %20,1 oranında bir artış yaşayarak çevresel etkilerinde yükselme göstermiştir. 2021 yılı itibarıyla firmanın “geri kazanım oranı (C₆)” %95 olarak gerçekleşmiş, “net satışları (C₈)” ise %124 oranında artmıştır. 2022 yılına gelindiğinde firma, “enerji (C₁)” ve “su tüketiminde (C₂)” sınırlı bir artış göstermiş; buna karşılık “geri kazanım oranı (C₆)” %99,92’ye yükseltmiş ve “yenilenebilir enerji kullanımı (C₇)” %100 seviyesinde korumuştur. Ayrıca, “net satışlarının (C₈)” %302 oranında artması, firmanın ticari performansındaki belirgin iyileşmeyi ortaya koymaktadır.

A₄ (Alışan) firması, 2021 yılında en yüksek “enerji tüketimi (C₁)”, “tehlikesiz atık üretimi (C₅)” ve “sera gazı emisyonlarına (C₃)” sahip firma olarak öne çıkmaktadır. Aynı dönemde “geri kazanım oranı (C₆)” ise görece düşük kalarak %68 seviyesinde gerçekleşmiştir. 2022 yılına gelindiğinde A₄ firması, “enerji tüketiminde (C₁)” belirgin bir artış göstermiş ve tüketim düzeyi önceki yılın üzerine çıkarak katlanmıştır. Ayrıca “geri kazanım oranının (C₆)” %51’e gerilemesi, firmanın çevresel performansında ilave bir düşüşe işaret etmektedir. Bu bulgular, A₄ firmasının sürdürülebilirlik performansının zayıf olduğunu ve çevresel etkilerinin görece olarak yüksek seyrettiğini göstermektedir.

A₅ (Barsan) firması, 2022 yılında düşük “enerji (C₁)” ve “su tüketimi (C₂)” ile dikkat çekmiş, “geri kazanım oranı (C₆)” ise %99,76 seviyesine ulaşmıştır. Ancak, firma o yıl yenilenebilir “enerji kullanımına (C₇)” henüz başlamamış, buna karşın genel çevresel denge başarılı bir şekilde korunmuştur. 2023 yılı itibarıyla, A₅’in “enerji tüketimi (C₁)” artmış olsa da “yenilenebilir enerji kullanımı (C₇)” %7 seviyesine ulaşmıştır. Aynı dönemde satışlar (C₈) %133 oranında artarak firmanın ticari başarısını pekiştirmiştir. A₅ firmasının “sera gazı emisyonları (C₃)”, 2022 ile 2023 yılları arasında yaklaşık %54,2 oranında artmıştır.

A₆ (DSV) firması, 2023 yılında çevresel performans açısından bazı iyileşmeler sağlasa da önemli zorluklarla karşılaşmıştır. “Enerji tüketimi (C₁)” %4,95 ve “su tüketimi (C₂)” %30,5 oranında artarken, “sera gazı emisyonları (C₃)” %20,7 oranında azalmıştır. A₆ firması “sera gazı

emisyonları" (C_3) azaltan tek firma olmuştur. "Geri kazanım oranı (C_6)" %49,71'den %49,90'a küçük bir artış gösterse de hala düşük seviyelerde seyretmektedir. Tehlikeli atık miktarı (C_4) %185,6 oranında artmış olup, bu durum atık yönetiminde ciddi iyileştirmelere ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. "Yenilenebilir enerji kullanımı (C_7)" ise %9'dan %11'e çıkmıştır, "Net satış artışı (C_8)" %119,32'ye düşerek 2022'deki %236,96'lık artışı geride bırakmıştır.

Tablo 6'da verilen başlangıç karar matrisleri Eşitlik (1) ve (2) yardımıyla normalize edilmiştir. Tablo 7, normalize karar matrislerini göstermektedir. Tablo 7, normalize karar matrislerini göstermektedir.

Tablo 7: Normalize Karar Matrisi

2021								
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8
A_1	0.798	0.791	0.000	0.933	0.995	0.044	0.100	0.913
A_2	0.958	0.000	0.686	1.000	1.000	0.000	0.330	1.000
A_3	1.000	1.000	0.973	0.965	0.539	0.404	1.000	0.699
A_4	0.000	0.974	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2022								
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8
A_1	0.923	0.924	0.000	0.990	0.951	0.991	0.700	0.451
A_2	0.845	0.163	0.603	1.000	1.000	0.968	0.370	0.559
A_3	0.998	1.000	0.929	0.950	0.663	1.000	1.000	1.000
A_4	0.000	0.993	0.975	0.000	0.687	0.028	0.000	0.129
A_5	0.989	0.993	0.924	0.995	0.000	0.997	0.000	0.000
A_6	1.000	0.000	1.000	0.995	0.881	0.000	0.090	0.645
2023								
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8
A_2	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.970	1.000	0.676
A_5	1.000	0.996	0.748	0.976	0.000	1.000	0.000	1.000
A_6	0.820	0.000	1.000	0.000	0.783	0.000	0.043	0.000

Normalize karar matrislerinin elde edilmesinin ardından her bir kriter için elde edilen standart sapma değerleri ve ardından SD ağırlık değerleri Eşitlik (3) ve (4) yardımıyla hesaplanmış, Tablo 8'deki gibi gösterilmiştir.

Tablo 8: Kriterlerin Ağırlıklandırılması

2021									
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	
A ₁	0.012	0.010	0.442	0.043	0.131	0.101	0.066	0.067	
A ₂	0.072	0.478	0.000	0.076	0.134	0.131	0.001	0.120	
A ₃	0.097	0.095	0.095	0.058	0.009	0.002	0.413	0.002	
A ₄	0.475	0.080	0.112	0.525	0.401	0.407	0.128	0.426	
σ_{2021}	0.405	0.407	0.403	0.419	0.411	0.400	0.390	0.393	3.227
w_{2021}	0.125	0.126	0.125	0.130	0.127	0.124	0.121	0.122	1
2022									
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	
A ₁	0.017	0.060	0.545	0.028	0.065	0.107	0.116	0.000	
A ₂	0.003	0.266	0.018	0.032	0.092	0.093	0.000	0.009	
A ₃	0.042	0.103	0.036	0.016	0.001	0.113	0.410	0.287	
A ₄	0.628	0.099	0.056	0.675	0.000	0.404	0.130	0.112	
A ₅	0.039	0.099	0.034	0.030	0.486	0.111	0.130	0.215	
A ₆	0.043	0.461	0.068	0.030	0.034	0.441	0.073	0.033	
σ_{2022}	0.359	0.426	0.356	0.368	0.336	0.460	0.378	0.331	3.012
w_{2022}	0.119	0.141	0.118	0.122	0.112	0.153	0.125	0.110	1
2023									
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	
A ₂	0.368	0.112	0.339	0.116	0.164	0.098	0.426	0.014	
A ₅	0.155	0.109	0.027	0.101	0.353	0.118	0.121	0.195	
A ₆	0.045	0.443	0.174	0.434	0.036	0.431	0.093	0.312	
σ_{2023}	0.435	0.470	0.425	0.466	0.430	0.464	0.462	0.417	3.568
w_{2023}	0.122	0.132	0.119	0.131	0.120	0.130	0.129	0.117	1

Tablo 8’de sunulan kriter ağırlıkları incelendiğinde, çevresel performans göstergeleri açısından yıllara göre öne çıkan değişkenlerde belirgin farklılıklar gözlemlenmektedir. 2021 yılı itibarıyla en yüksek ağırlığa sahip kriterler; “C₄ Tehlikeli Atık (Ton)” (%13), “C₅ Tehlikesiz Atık (Ton)” (%12,7) ve “C₂ Su Tüketimi (m³)” (%12,6) olarak sıralanmıştır. Bu durum, söz konusu yılda atık yönetimi unsurlarının görece ön planda olduklarını göstermektedir.

2022 yılında ise “C₆ Geri Kazanım Atık Yüzdesi” (%15,3), “C₂ Su Tüketimi (m³)” (%14,1) ve “C₇ Yenilenebilir Enerji Tüketimi (%)” (%12,5) en yüksek ağırlıklara sahip kriterler olarak öne çıkmıştır. Bu bulgular, 2022 yılındaki örneklem büyüklüğü de dikkate alındığında firmaların geri dönüşüm süreçlerine önem verdiğini ve doğal kaynak kullanımına yönelik sürdürülebilirlik çabalarının daha görünür hâle geldiğini ortaya koymaktadır.

2023 yılına gelindiğinde ise “C₂ Su Tüketimi (m³)” (%13,2) en yüksek öneme sahip kriter olurken “C₄ Tehlikeli Atık (Ton)” (%13,1) ikinci sırada yer almaktadır. “C₆ Geri Kazanım Atık Yüzdesi” (%13) ise yine yüksek ağırlıklı değişkenler arasına girmiştir. Bu bulgular, çevresel sürdürülebilirlik açısından özellikle su tüketimi yönetimi ve atık geri kazanım süreçlerinin firmaların öncelikli odak alanları hâline geldiğini göstermektedir.

5.3. COPRAS ile Firmaların Performanslarının Sıralanması

COPRAS metodunun ilk aşamasında bahsedilen karar matrisi Tablo 4’te gösterilen ham verilerden oluşturulmuş karar matrisi ile aynıdır. Ancak normalize edilmesi eşitlik (5) kullanılarak hesaplanmış, normalize karar matrisi Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9: COPRAS Metoduna göre Normalize Karar Matrisleri

2021								
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
A ₁	0,166	0,180	0,671	0,061	0,005	0,274	0,070	0,325
A ₂	0,044	0,734	0,236	0,000	0,001	0,275	0,231	0,350
A ₃	0,011	0,034	0,055	0,032	0,314	0,262	0,699	0,263
A ₄	0,779	0,052	0,038	0,907	0,680	0,189	0,000	0,061
2022								
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
A ₁	0,065	0,047	0,573	0,010	0,028	0,200	0,324	0,165
A ₂	0,127	0,419	0,241	0,000	0,001	0,197	0,171	0,181
A ₃	0,005	0,010	0,062	0,047	0,185	0,201	0,463	0,247
A ₄	0,799	0,013	0,037	0,935	0,172	0,103	0,000	0,116
A ₅	0,001	0,013	0,065	0,004	0,548	0,200	0,000	0,097
A ₆	0,003	0,499	0,023	0,004	0,066	0,100	0,042	0,194
2023								
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
A ₂	0,834	0,013	0,743	0,001	0,002	0,397	0,998	0,338
A ₅	0,009	0,017	0,217	0,024	0,819	0,403	0,001	0,350
A ₆	0,158	0,971	0,040	0,976	0,179	0,201	0,001	0,313

Eşitlik (6) ve SD yöntemi ile elde edilen w_{2021} , w_{2022} ve w_{2023} kriter ağırlıklarından yararlanılarak, COPRAS metoduna ait ağırlıklı normalize karar matrisleri ise Tablo 10'daki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 10: Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

2021								
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
A ₁	0,021	0,023	0,083	0,008	0,001	0,035	0,008	0,039
A ₂	0,005	0,092	0,029	0,000	0,000	0,035	0,028	0,042
A ₃	0,001	0,004	0,007	0,004	0,040	0,033	0,084	0,032
A ₄	0,097	0,007	0,005	0,117	0,086	0,024	0,000	0,007
2022								
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
A ₁	0,008	0,007	0,068	0,001	0,003	0,030	0,041	0,018
A ₂	0,015	0,059	0,028	0,000	0,000	0,030	0,021	0,020
A ₃	0,001	0,001	0,007	0,006	0,021	0,031	0,058	0,027
A ₄	0,094	0,002	0,004	0,114	0,019	0,016	0,000	0,013
A ₅	0,001	0,002	0,008	0,001	0,061	0,031	0,000	0,011
A ₆	0,000	0,071	0,003	0,001	0,007	0,015	0,005	0,021
2023								
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
A ₂	0,101	0,002	0,088	0,000	0,000	0,051	0,131	0,039
A ₅	0,001	0,002	0,026	0,003	0,098	0,052	0,000	0,041
A ₆	0,019	0,128	0,005	0,127	0,021	0,026	0,000	0,036

Ardından COPRAS metoduna göre alternatiflerin nihai sıralamasını elde etmek için Eşitlik (7), (8), (9) ve (10) kullanılmış ve firmaların yıllara göre çevresel performans sıralaması Tablo 11'deki gibi belirlenmiştir.

Tablo 11: Alternatiflerin Sıralanması

	Alternatifler	S_i^+	S_i^-	Q_i	P_i	Sıralama
2021	A ₁	0,083	0,135	0,21163	42.59	3
	A ₂	0,105	0,127	0,242357	46.31	2
	A ₃	0,149	0,056	0,458612	100	1
	A ₄	0,031	0,312	0,087401	31.20	4
2022	A ₁	0,089	0,086	0,0899	86.99	2
	A ₂	0,071	0,103	0,0723	78.34	3
	A ₃	0,116	0,036	0,1161	100	1
	A ₄	0,028	0,234	0,0302	57.34	6
	A ₅	0,041	0,072	0,0417	63.56	5
	A ₆	0,042	0,081	0,0424	63.84	4
2023	A ₂	0.201	0.192	0.401	100	1
	A ₅	0.101	0.131	0.302	75.15	2
	A ₆	0.075	0.301	0.275	68.62	3

Tablo 11’de yer alan sonuçlara göre, 2021 yılında en yüksek çevresel performansa sahip firma A₃ olurken; A₃’ü sırasıyla A₂, A₁ ve A₄ izlemiştir.

2022 yılında A₃ firması, önceki yıl olduğu gibi bu yıl da en yüksek çevresel performansı sergileyerek liderliğini sürdürmüştür. A₁ firmasının ikinci sıraya yükselmesi ise bu yıl önemli bir çevresel performans artışı kaydettiğine, bir başka deyişle atağa geçtiğine işaret etmektedir. Üçüncü sırada yer alan A₂, önceki yıla göre bir basamak geride konumlanırken, analize yeni dahil edilen A₆ dördüncü sırada yer almıştır; bu durum, A₆’nın çevresel sürdürülebilirlik açısından umut vadeden bir başlangıç yaptığını göstermektedir. A₅ bunu takip etmektedir. Buna karşılık, A₄ firması altıncı sıraya gerileyerek listenin sonunda yer almıştır. Bu durum, örneklem yeni dâhil edilen firmaların çevresel performansının A₄’e kıyasla daha yüksek olmasıyla ilişkilidir.

2023 yılı itibarıyla analiz kapsamına alınan örneklem sayısı üçe düşmüş ve yalnızca A₂, A₅ ve A₆ firmaları üzerinden bir değerlendirme sağlanabilmektedir. A₂, 2023 yılı itibarıyla en yüksek çevresel performansa sahip firma olarak öne çıkmıştır. Bu durum, 2022 yılındaki çevresel başarılarının sürdürüldüğünü göstermektedir. Öte yandan, A₅; 2022 yılına kıyasla A₆’ya göre daha yüksek bir çevresel performans sergilemiştir.

5.4. Duyarlılık Analizi

Duyarlılık analizi, farklı senaryoların sistematik olarak incelenmesi yoluyla kriterlere ilişkin verilerde meydana gelen değişimlerin sonuçlar üzerindeki etkisinin değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, değişen koşullara bağlı olarak senaryolardan elde edilen çıktıları karşılaştırmaya imkân sunarken, modelin farklı durumlarda nasıl tepki verdiğinin daha açık biçimde anlaşılmasını sağlamaktadır (Goodridge, 2016, s. 27). Duyarlılık analizi, literatürde de yaygın olarak görüldüğü üzere, araştırma modeli olarak seçilen ÇKKV yönteminin sonuçlarının alternatif yöntemlerle elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması yoluyla gerçekleştirilmektedir. Bu karşılaştırmalı yaklaşım ile modelin tutarlılığı ve sonuçların güvenilirliği sınanmaktadır (Karande vd., 2016, s. 400). Bu çalışmada, ilk aşamada kriter ağırlıkları için tercih edilen SD yöntemi ile elde edilen ağırlıklar, ENTROPİ ve IDOCRIW yöntemlerinden elde edilen ağırlık skorlarıyla karşılaştırılmıştır. Kriter ağırlıklarına göre sıralamalar da karşılaştırmalı olarak incelenmiş, ardından hem ağırlıklar için hem de sıralamalar için Spearman Korelasyon Katsayıları (r_s) hesaplanmıştır. Sonrasında, ENTROPİ-COPRAS ve IDOCRIW-COPRAS analizleri gerçekleştirilmiş; elde edilen kriter ağırlıklarındaki değişimlerin alternatiflerin sıralamaları ve performans skorları

üzerindeki etkileri incelenmiştir. 2021-2023 dönemini kapsayan üç yıllık periyot için gerçekleştirilen duyarlılık analizi sonuçları Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 12: Duyarlılık Analizi-SD Yöntemi

	Kriter Ağırlıkları			Kriter Sıralamaları			Alternatif Skorları ve Sıralamaları							
2021	SD	ENTROPİ	IDOCRIW	SD	ENTROPİ	IDOCRIW	2021	SD COPRAS		ENTROPİ COPRAS		IDOCRIW COPRAS		
C ₁	0.1256	0.1377	0.1106	4	3	6		Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra	
C ₂	0.1263	0.1135	0.1445	3	6	2		A ₁	42.59	3	44.71	3	45.81	3
C ₃	0.1250	0.0964	0.1378	5	7	3		A ₂	46.31	2	50.01	2	48.37	2
C ₄	0.1300	0.1985	0.1569	1	1	1	A ₃	100	1	100	1	100	1	
C ₅	0.1274	0.1415	0.1239	2	2	4	A ₄	31.20	4	30.90	4	24.56	4	
C ₆	0.1242	0.1282	0.1224	6	4	5	r _s değ.	-	0.998		0.997			
C ₇	0.1209	0.1193	0.0992	7	5	8	r _s sıra	-	1		1			
C ₈	0.1206	0.0647	0.1047	8	8	7	2022	SD COPRAS		ENTROPİ COPRAS		IDOCRIW COPRAS		
r _s	-	0.8003	0.8220	-	0.7380	0.8095		Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra	
2022	SD	ENTROPİ	IDOCRIW	SD	ENTROPİ	IDOCRIW		A ₁	86.99	2	95.35	2	95.09	2
C ₁	0.1191	0.1077	0.1019	5	6	4		A ₂	78.34	3	90.42	3	90.02	3
C ₂	0.1414	0.1501	0.1037	2	3	3	A ₃	100	1	100	1	100	1	
C ₃	0.1180	0.0081	0.0109	6	8	8	A ₄	57.34	6	79.23	6	72.59	6	
C ₄	0.1221	0.2869	0.2178	4	1	2	A ₅	63.56	5	84.96	4	84.53	4	
C ₅	0.1115	0.1221	0.0925	7	4	6	A ₆	63.84	4	80.57	5	73.92	5	
C ₆	0.1526	0.2063	0.3654	1	2	1	r _s değ.	-	0.9821		0.9398			
C ₇	0.1255	0.1100	0.0943	3	5	5	r _s sıra	-	1		1			
C ₈	0.1098	0.0088	0.0136	8	7	7	2023	SD COPRAS		ENTROPİ COPRAS		IDOCRIW COPRAS		
r _s	-	0.5058	0.7518	-	0.6429	0.8095		Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra	
2023	SD	ENTROPİ	IDOCRIW	SD	ENTROPİ	IDOCRIW		A ₂	100	1	100	1	100	1
C ₁	0.1219	0.1465	0.1040	5	4	4		A ₅	75.15	2	75.38	3	80.45	2
C ₂	0.1318	0.2259	0.3406	1	2	1	A ₆	68.62	3	75.96	2	77.94	3	
C ₃	0.1190	0.1000	0.1397	7	6	3	r _s değ.	-	0.9761		0.9955			
C ₄	0.1306	0.2341	0.1557	2	1	2	r _s sıra	-	0.50		1			
C ₅	0.1204	0.1470	0.0963	6	3	6	2023	SD COPRAS		ENTROPİ COPRAS		IDOCRIW COPRAS		
C ₆	0.1302	0.0103	0.0637	3	7	7		Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra	
C ₇	0.1294	0.1359	0.0964	4	5	5		A ₂	100	1	100	1	100	1
C ₈	0.1168	0.0003	0.0037	8	8	8		A ₅	75.15	2	75.38	3	80.45	2
r _s	-	0.4790	0.5508	-	0.6429	0.5952	A ₆	68.62	3	75.96	2	77.94	3	

Tablo 12 incelendiğinde, özellikle 2021 yılında kriter ağırlıkları, kriter sıralamaları ve alternatif ağırlıkları arasında yüksek düzeyde pozitif korelasyon gösterdiği; alternatif sıralamalarının ise tamamen örtüştüğü görülmektedir. 2022 yılında alternatifler açısından benzer bir uyum sürmekle birlikte, kriterler arasında orta-üst düzey pozitif bir korelasyon ilişkisi tespit edilmiştir. 2023 yılında ise hem kriterler hem de alternatifler için korelasyon katsayılarının nispeten daha düşük olmakla birlikte hâlâ orta düzeyi koruduğu ve pozitif yönde olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, 2023 yılı için SD-COPRAS ve ENTROPİ-COPRAS bütünleşik modellerinin alternatif sıralamaları arasındaki ilişkinin de orta düzeyde pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilirken, SD-COPRAS ve IDOCRIW-COPRAS bütünleşik yöntemleri sonucunda tam korelasyon ilişkisi gözlenmiştir.

Üç dönem genel olarak değerlendirildiğinde, kriter ağırlıklarında meydana gelen değişimlerin ilk iki dönemde alternatif sıralamalarında herhangi bir farklılığa yol açmadığı; yalnızca son dönemde ENTROPİ-COPRAS yönteminin, diğer bütünleşik yöntemlerden farklı olarak, ikinci ve üçüncü sıradaki alternatiflerin yer değiştirmesine neden olduğu görülmüştür.

Bunun dışında, SD yönteminin karşılaştırmalı modellerle gerçekleştirilen analiz sonuçlarıyla elde edilen alternatif sıralamaları arasında güçlü ve pozitif bir ilişki bulunduğu ifade edilebilmektedir. Bu durum, seçilen SD yönteminin güvenilir ve tutarlı sonuçlar üretebildiğini göstermektedir. Duyarlılık analizinin ikinci aşamasında, COPRAS yönteminin güvenilirliğini ve tutarlılığını değerlendirmek amacıyla SD-WASPAS, SD-MOOSRA ve SD-ARAS yöntemleriyle karşılaştırmalı modeller kullanılmıştır. Bu modellerden elde edilen analiz bulguları Tablo 13'te ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 13: Duyarlılık Analizi- COPRAS Yöntemi

2021					2022					2023				
	COPRAS	WASPAS	MOOSRA	ARAS		COPRAS	WASPAS	MOOSRA	ARAS		COPRAS	WASPAS	MOOSRA	ARAS
A ₁	3	4	3	4	A ₁	2	4	2	5	A ₂	1	1	1	1
A ₂	2	2	2	2	A ₂	3	2	3	1	A ₅	2	2	2	2
A ₃	1	1	1	1	A ₃	1	1	1	2	A ₆	3	3	3	3
A ₄	4	3	4	3	A ₄	6	6	6	6	rs	1.000	1.000	1.000	1.000
rs	0.800	1.000	0.800		A ₅	5	5	4	4					
					A ₆	4	3	5	3					
					rs	0.828	0.943	0.543						

Tablo 13 incelendiğinde, tüm dönemler için tercih edilen COPRAS yöntemiyle elde edilen sonuçlar ile alternatif modellerin çıktıkları arasında yüksek düzeyde pozitif korelasyon ilişkisi bulunduğu görülmektedir. Bu bulgular, söz konusu yöntemin güvenilirliğini ve tutarlılığını önemli ölçüde desteklemektedir.

6. Sonuç ve Tartışma

Küreselleşme ve artan çevresel kaygılar, lojistik sektöründe sürdürülebilir ve çevre dostu uygulamaların zorunlu hâle gelmesine yol açmıştır. Bu bağlamda, T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, firmaların enerji verimliliğini artırmaları, etkin atık yönetimi uygulamaları geliştirmeleri ve yenilenebilir enerji kullanımını yaygınlaştırmaları amacıyla Yeşil Lojistik Belgesi uygulamasını hayata geçirmiştir. Belgenin yaygınlaşmasıyla hem düşük karbon ekonomisi hedeflerine katkı sağlanması hem de Türkiye'nin sürdürülebilir lojistik altyapısının güçlendirilmesi beklenmektedir. Özellikle sera gazı emisyonları açısından öncelikli çözüm gerektiren lojistik sektörü için belgeye sahip firma sayısının artırılması, sektörün çevre dostu uygulamalarını yaygınlaştırmasına ve ülkenin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

Yeşil Lojistik Belgesi'ne sahip olabilmek için başlıca kriterler arasında kombine taşımacılık uygulamaları, yenilenebilir enerji kullanımı, sıfır atık uygulamaları, fidan bağışi ve ISO çevre/enerji belgelerine sahip olma gibi unsurlar yer almaktadır. 1 Ocak 2023 tarihi itibarıyla firmalar ilk kez Yeşil Lojistik Belgesi için başvuruda bulunmuş olup, güncel verilere göre yalnızca 30 firmanın bu belgeye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında, söz konusu 30 firmanın belge sahipliği ve sürdürülebilirlik raporları firma resmî web siteleri aracılığıyla incelenmiştir. İnceleme sonucunda, sürdürülebilirlik raporları⁶ dışında belge ile ilgili doğrudan

⁶ Firmaların erişilebilen sürdürülebilirlik raporları genellikle GRI (Global Reporting Initiative) çevresel performans kriterleri kapsamında istatistiksel veriler sunmaktadır. "GRI, Sürdürülebilirlik Raporlama, şirketlerin çevresel, sosyal ve

veri paylaşımının bulunmadığı; erişilen raporlarda belge sahipliği için kombine yük taşımacılığı sayısı, yeşil paketleme ve fidan başışı gibi gerekli kriterlere ilişkin istatistiksel bilgilerin yer almadığı, yalnızca süreçlere ilişkin genel ifadelerin sunulduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, raporlarda enerji tüketimi, su tüketimi, atık yönetimi ve yenilenebilir enerji kullanımı gibi çevresel performans göstergelerine yer verilmiş olsa da, bazı yıllara ait verilerin eksik veya tutarsız olduğu görülmüştür. Bu durum, çalışmanın tüm yıllarda aynı sayıda firma ile yürütülmesini sınırlamış ve veri analizinde bazı kısıtlar yaratmıştır. Bu kapsamda çalışmada, analiz yöntemi ve çevresel performans değişkenleri değiştirilmeden, her yıl verilerine tam olarak ulaşılabilen firmalar üzerinden uygulama gerçekleştirilmiştir. 2021 yılında verilerine ulaşılabilen firma sayısı 4; 2022 yılında 6 ve 2023 yılında ise 3 ile sınırlı kalmıştır. Diğer yandan bu analiz kapsamında, firmaların belge almadan önceki performans değerlendirmesi için 2021 ve 2022 yılı sürdürülebilirlik raporlarına odaklanılmıştır.

Çalışmada, kriter ağırlıklarının belirlenmesinde SD yöntemi, alternatiflerin sıralanmasında ise COPRAS metodu kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, kriter ağırlıklarının birbirine oldukça yakın değerler aldığını göstermiştir. Bu nedenle, modelin istikrarlılığını ve sonuçların güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla, modele ek olarak ağırlıklandırma yöntemleri ENTROPİ ve IDOCRIW; sıralama yöntemleri ise WASPAS, MOOSRA ve ARAS kullanılarak bir duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Alternatif modellerle elde edilen kriter ağırlıkları ve sıralamalar ile bütünleşik model sonucunda elde edilen firma performans sıralamaları arasında tüm dönemlerde genellikle yüksek düzeyde pozitif korelasyon ilişkisi saptanmıştır. Bu bulgu, kullanılan her iki modelin de tutarlı ve güvenilir sonuçlar ürettiği şeklinde yorumlanmıştır.

Bütünleşik analiz sonuçları, beklentilerin aksine çevresel performans açısından en kritik kriterin sera gazı emisyonları olmadığını açıkça ortaya koymuştur. Sera gazı emisyonları genellikle çevresel performansın ön plana çıkan göstergesi olarak algılsa da bütünleşik analiz sonuçları, atık yönetimi, su tüketimi ve yenilenebilir enerji kullanımı gibi diğer kriterlerin de en az sera gazı emisyonları kadar kritik olduğunu ortaya koymaktadır:

Yıllara göre incelendiğinde, 2021 yılında çevresel performansı belirleyen başlıca unsurlar atık yönetimi kapsamında tehlikeli ve tehlikesiz atık olurken, su tüketimi de dikkat çeken önemli bir kriter olarak öne çıkmıştır. 2022 yılında, artan firma sayısının etkisiyle geri kazanım oranı tehlikeli atık miktarını geride bırakarak en önemli kriter hâline gelmiş; su tüketimi ve yenilenebilir enerji kullanımı ise diğer kritik göstergeler olarak öne çıkmıştır. 2023 yılında ise su tüketimi ile yenilenebilir enerji kullanımı eşit öneme sahip kriterler olarak ön plana çıkmış; tehlikeli atık ikinci, geri kazanım oranı ise üçüncü sırada yer almıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde, tehlikeli ve tehlikesiz atık yönetimi ile geri dönüşümün çevresel performans üzerinde en güçlü etkiye sahip unsurlar olduğu; su tüketimi ve yenilenebilir enerji kullanımının ise giderek daha öncelikli bir rol üstlendiği görülmektedir.

Bu bulgular, beklenenin aksine lojistik sektöründe çevresel önceliklerin yalnızca karbon emisyonu ile sınırlı olmadığını göstermekte; atık yönetimi, su tüketimi ve yenilenebilir enerji kullanımı gibi unsurların da firmaların çevresel performansını belirlemede en az sera gazı emisyonları kadar önemli rol oynadığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda sektör açısından sürdürülebilirlik stratejilerinin, yalnızca karbon azaltımına odaklanmak yerine çok boyutlu çevresel göstergeleri dikkate alacak şekilde planlanması gerekmektedir. Karbon emisyonunun

yanı sıra yenilenebilir enerji kullanımı gibi yeni araçların daha yüksek önem derecelerine sahip olması literatürde yer alan Senir ve Büyükkelik (2017) ve Peker vd. (2019) ile paralellik göstermektedir.

Belirlenen kriterlerin ağırlık değerlerinden yararlanılarak COPRAS yöntemiyle firmaların yıllık performansları incelendiğinde, 2021 yılında en yüksek çevresel performansa sahip firmanın Mars Lojistik olduğu; bunu sırasıyla Borusan Lojistik, Alişan Lojistik ve Ekol Lojistik'in izlediği tespit edilmiştir.

2022 yılında, Mars Lojistik en yüksek çevresel performansı sergileyen firma olurken, Ekol Lojistik, artan örneklem içinde bir önceki yıla göre performansını artırarak ikinci sıraya yerleşmiş, üçüncü sırada ise Borusan Lojistik yer almıştır. Örneklem dâhil edilen DSV Hava ve Deniz Taşımacılık A.Ş. dördüncü en yüksek performansa sahip firma olurken, Barsan Global Lojistik beşinci sırada yer almıştır.

2023 yılında, en yüksek çevresel performansı sergileyen firma Borusan Lojistik olurken, Barsan Global Lojistik'in, DSV Hava ve Deniz Taşımacılık A.Ş.'yi geride bırakarak ikinci en yüksek çevresel performansa sahip firma olduğu belirlenmiştir.

Yıllara göre veri erişilebilirliğindeki sınırlılıklar nedeniyle analizler farklı firma sayılarıyla yürütülmüş olsa da çevresel sürdürülebilirlik açısından Mars Lojistik, Borusan Lojistik, Ekol Lojistik ve Barsan Lojistik Ltd. Şti.'nin yüksek performans gösteren firmalar arasında yer aldığı belirlenmiştir. Bunun yanında literatürdeki çalışmalarla ortak biçimde yeşil lojistik belgesine sahip üç firmanın—Borusan Lojistik, Mars Lojistik ve Ekol Lojistik—analiz kapsamına alınması sağlanmıştır. Analiz dönemleri itibarıyla Borusan Lojistik'in her ne kadar birinci sırada olmasa da üst sıralarda konumlanarak yüksek performans sergilemesi, Çelik vd. (2016a) ile Senir ve Büyükkelik (2017) çalışmalarının bulgularıyla uyumludur. Öte yandan, 2021 yılında üçüncü sırada yer alan Ekol Lojistik'in performansı, Çelik vd. (2016a) çalışmasında raporlanan en yüksek başarı düzeyine ulaşmamakla birlikte, Senir ve Büyükkelik (2017) tarafından ortaya konan sıralamayla büyük ölçüde paralellik göstermektedir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, yeşil lojistik uygulamalarının belge sahipliği şartlarında yer alan kriterlerin doğrudan etkili olup olmadığı tam olarak belirlenemese de firmalar arasında çevresel sürdürülebilirliğe yönelik belirgin bir farkındalık oluşmasına katkı sağladığı söylenebilir. Diğer yandan çevresel performans göstergelerinin yıllar içinde tutarlı bir odak alanı oluşturmaması ve dönemsel olarak farklı çevresel unsurların öne çıkması, firmaların çevresel önceliklerinde dalgalanmalar yaşandığını gösterse de genel eğilim, çevresel sürdürülebilirlik alanında kaydedilen ilerlemeye işaret etmektedir.

Firmaların sera gazı emisyonlarını azaltma hedefi korunurken, enerji ve su tüketimi ile tehlikeli/tehlikesiz atık yönetimine ilişkin süreçlerde daha verimli uygulamalara geçtikleri gözlemlenmiştir. Bu bulgular, firmaların çevresel performanslarını iyileştirmeye yönelik stratejik hedefler belirlediklerini, kaynak kullanımında verimlilik odaklı politikalar geliştirme eğiliminde olduklarını ve özellikle emisyon azaltımı, atık yönetimi ile yenilenebilir enerji kullanımına ilişkin daha sistematik yaklaşımlar benimsediklerini göstermektedir. Ancak, bu ilerlemelerin sürdürülebilir bir stratejiye dönüşüp dönüşmediği, uzun dönemde tutarlılık arz eden çevresel göstergelerle daha net anlaşılabilir. Bu kapsamda, Yeşil Lojistik Belgesi'ne sahip firmaların belge şartlarını ne ölçüde karşıladıklarını ve çevresel iyileşme sağlayıp sağlamadıklarını izleyebilmeleri ve değerlendirebilmeleri için, çevresel gösterge standartlarının sürdürülebilirlik raporlarında açık, ölçülebilir ve karşılaştırılabilir biçimde sunulması büyük

önem taşımaktadır. Özellikle belge sahipliğindeki faaliyetlerin şeffaflığı açısından da sürdürülebilirlik raporlama standartlarının aranması son derece stratejik olacaktır; bu durum, hem akademik araştırmacılara güvenilir veri sağlamak hem de uygulayıcılara çevresel performanslarını izleme ve geliştirme konusunda yol göstermek açısından büyük önem taşımaktadır.

Gelecek çalışmalarda, raporlarda standartlaşma ve yaygın erişim sağlandıktan sonra, Yeşil Lojistik Belgesi sahibi firmaların çevresel performanslarının uzun dönemli ve tutarlı göstergeler kullanılarak izlenmesi son derece önemlidir. Ayrıca, nitel araştırmalar veya karma metotlar aracılığıyla, çevresel uygulamaların firmaların stratejik karar süreçlerine ne ölçüde entegre edildiği incelenebilir. Bununla birlikte, belge sahipliği ile çevresel iyileşmeler arasındaki ilişkinin, belgeye sahip olmayan firmalarla karşılaştırmalı olarak analiz edilmesi faydalı olacaktır.

Kaynakça

- Aslan, E., & Bağ, M. E. (2021). Çok kriterli karar verme yöntemleri AHP ve PROMETHEE ile bursiyer seçimi. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(4), 2301-2313. <https://doi.org/10.33206/mjss.748963>
- Arslankaya, S. & Göraltay, K. (2019). *Çok kriterli karar verme yöntemlerinde güncel yaklaşımlar*. İKSAD Yayınları.
- Celik, E., Erdogan, M., & Gumus, A. T. (2016a). An extended fuzzy TOPSIS–GRA method based on different separation measures for green logistics service provider selection. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 13, 1377-1392. <https://doi.org/10.1007/s13762-016-0977-4>
- Celik, E., Gumus, A. T., & Erdogan, M. (2016b). A new extension of the ELECTRE method based upon interval type-2 fuzzy sets for green logistic service providers evaluation. *Journal of Testing and Evaluation*, 44(5), 1813-1827. <https://doi.org/10.1520/JTE20140046>
- Çelik, P., & Ustasüleyman, T. (2018). Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ile yeşil tedarikçilerin değerlendirilmesi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(75), 375-390. <https://doi.org/10.16992/ASOS.13938>
- Dekker, R., Bloemhof, J., & Mallidis, I. (2012). Operations research for green logistics—an overview of aspects, issues, contributions and challenges. *European Journal of Operational Research*, 219(3), 671-679. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.11.010>
- Demirci, E., & Korkmaz, A. (2023). Sürdürülebilirlik raporlamaları çerçevesinde perakende ticaret ve gıda imalatı yapan şirketlerin çevresel performansları üzerine bir uygulama. *PressAcademia Procedia*, 17(1), 113-123. <https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2023.1763>
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763–770. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00059-H](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00059-H)
- Dos Santos, B. M., Godoy, L. P., & Campos, L. M. (2019). Performance evaluation of green suppliers using entropy-TOPSIS-F. *Journal of Cleaner Production*, 207(2019), 498-509. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.235>
- Dzwigol, H., Trushkina, N., & Kwilinski, A. (2021). The organizational and economic mechanism of implementing The concept of green logistics. *Virtual Economics*, 4(2), 41-75. <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=1020152>
- EC. (2024). *The European Green Deal*. https://competition-policy.ec.europa.eu/about/green-gazette/green-deal_en Erişim Tarihi:12.02.2025
- EC. (2025). *Sustainable & Smart Mobility*. https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/eu-mobility-transport-achievements-2019-2024/sustainable-smart-mobility_en Erişim Tarihi: 21.04.2025.
- Goodridge, W. S. (2016). Sensitivity analysis using Simple Additive Weighting method. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 8(5), 27-33. <https://doi.org/10.5815/ijisa.2016.05.04>
- Gupta, S., Soni, U., & Kumar, G. (2019). Green supplier selection using multi-criterion decision making under fuzzy environment: A case study in automotive industry. *Computers & Industrial Engineering*, 136(2019), 663-680. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.038>
- Haliloğlu, M., & Odabaş, M. S. (2018). Çok ölçütlü karar vermede AHP yöntemi. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 13-18. <https://izlik.org/JA98ZL48BJ>
- Hashemi, S. H., Karimi, A., & Tavana, M. (2015). An integrated green supplier selection approach with analytic network process and improved Grey relational analysis. *International Journal of Production Economics*, 159(2015), 178-191. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.027>

- He, Z., Chen, P., Liu, H., & Guo, Z. (2017). Performance measurement system and strategies for developing low-carbon logistics: A case study in China. *Journal of Cleaner Production*, 156(2017), 395-405. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.071>
- Freis, J., Vohlidka, P., & Günthner, W. A. (2016). Low-carbon warehousing: Examining impacts of building and intra-logistics design options on energy demand and the CO2 emissions of logistics centers. *Sustainability*, 8(5), 448. <https://doi.org/10.3390/su8050448>
- Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A., & Diabat, A. (2013). Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multi-objective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 47(2013), 355-367. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.010>
- Kannan, D., de Sousa Jabbour, A. B. L., & Jabbour, C. J. C. (2014). Selecting green suppliers based on GSCM practices: Using fuzzy TOPSIS applied to a Brazilian electronics company. *European Journal of Operational Research*, 233(2), 432-447. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.07.023>
- Karande, P., Zavadskas, E. K., & Chakraborty, S. (2016). A study on the ranking performance of some MCDM methods for industrial robot selection problems. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 7(3), 399-422. <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2016.1.001>
- Kılıç Akıncı, S., & Akıncı, M. M. (2010). Sürdürülebilir kalkınmaya katkı bağlamında örgütlerin çevresel performansları ve performans değerlendirme teknikleri. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(1), 193-207.
- Kılıç, O., & Çerçioğlu, H. (2016). TCDD iltisak hatları projelerinin değerlendirilmesinde uzlaşık çok ölçütlü karar verme yöntemleri uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(1), 211-220. <https://doi.org/10.17341/gummfd.15002>
- Kutlu, B. H., & Ercoşkun, Ö. Y. (2021). Türkiye'deki lojistik firmalarının yeşil lojistik uygulamaları üzerinden değerlendirmesi. *Eksen Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2(1), 52-71. <https://izlik.org/JA55KN27NZ>
- Larina, I. V., Larin, A. N., Kiriliuk, O., & Ingaldi, M. (2021). Green logistics-modern transportation process technology. *Production Engineering Archives*, 27(3), 184-190. <https://doi.org/10.30657/pea.2021.27.24>
- Lee, A. H. I., Kang, H.-Y., Hsu, C.-F., & Hung, H.-C. (2009). A green supplier selection model for high-tech industry. *Expert Syst Appl.* 36(4), 7917-7927. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.11.052>
- Lee, T. R., Phuong Nha Le, T., Genovese, A., & Koh, L. S. (2011). Using FAHP to determine the criteria for partner's selection within a green supply chain: The case of hand tool industry in Taiwan. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(1), 25-55. <https://doi.org/10.1108/17410381211196276>
- Liao, H., Wu, D., Huang, Y., Ren, P., Xu, Z., & Verma, M. (2018). Green logistic provider selection with a hesitant fuzzy linguistic thermodynamic method integrating cumulative prospect theory and PROMETHEE. *Sustainability*, 10(4), 1291. <https://doi.org/10.3390/su10041291>
- Lu, Y., & Li, S. (2023). Green transportation model in logistics considering the carbon emissions costs based on improved grey wolf algorithm. *Sustainability*, 15(14), 11090. <https://doi.org/10.3390/su151411090>
- Lu, L. Y., Wu, C. H., & Kuo, T. C. (2007). Environmental principles applicable to green supplier evaluation by using multi-objective decision analysis. *International Journal of Production Research*, 45(18-19), 4317-4331. <https://doi.org/10.1080/00207540701472694>
- Marchet, G., Melacini, M., & Perotti, S. (2014). Environmental sustainability in logistics and freight transportation: A literature review and research agenda. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(6), 775-811. <https://doi.org/10.1108/JMTM-06-2012-0065>

- McKinnon, A. (2010). Green logistics: The carbon agenda. *Electronic Scientific Journal of Logistics*, 6(3), 1-9.
- Mohammadnazari, Z., Alipour-Vaezi, M., & Hassannayebi, E. (2023). Green inventory management in a multi-product, multi-vendor post-disaster construction supply chain. *Environment, Development and Sustainability*, 27, 3629-3664. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04034-x>
- Odock, S. O., Mutua, D. M., Ndungu, C., & Mwangi, M. (2024). Green logistics practices and firm performance: The mediating effect of environmental performance among logistics firms in Kenya. *International Journal of Professional Business Review*, 9(11), 1-28. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2024.v9i11.4905>
- Pazirandeh, A., & Jafari, H. (2013). Making sense of green logistics. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 62(8), 889-904. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-03-2013-0059>
- Peker, İ., Ar, İ. M., & Baki, B. (2019). Lojistik firmalarının çevresel yenilik performanslarının bulanık ÇKKV yaklaşımı ile değerlendirilmesi. *Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 8(2), 1-20. <https://izlik.org/JA22TH37HU>
- Pourjavad, E., & Shahin, A. (2020). Green supplier development programmes selection: A hybrid fuzzy multi-criteria decision-making approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, 13(6), 463-472. <https://doi.org/10.1080/19397038.2020.1773569>
- Rodrigue, J.-P., Slack, B., & Comtois, C. (2017). Green logistics. A. M. Brewer, K. J. Button, & D. A. Hensher (Ed.), *Handbook of logistics and supply-chain management* (Cilt 2, ss. 339-350) içinde. Emerald Group Publishing. <https://doi.org/10.1108/9780080435930-021>
- Rostamzadeh, R., Govindan, K., Esmaili, A., & Sabaghi, M. (2015). Application of fuzzy VIKOR for evaluation of green supply chain management practices. *Ecological Indicators*, 49(2015), 188-203. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.045>
- Sarkis J., Meade L.M., & Talluri S. (2004). E-logistics and the natural environment, *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(4), 303-312. <https://doi.org/10.1108/13598540410550055>
- Senir, G., & Büyükköklik, A. (2017). Sürdürülebilirlik raporlaması ve lojistik şirketler üzerine Bir uygulama. *The International New Issues in Social Sciences*, 5(5), 119-138. <https://izlik.org/JA63NH84BA>
- Seroka-Stolka, O., & Ociepa-Kubicka, A. (2019). Green logistics and circular economy. *Transportation Research Procedia*, 39, 471-479. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.049>
- Sibihi, A., & Eglese, R. W. (2010). Combinatorial optimization and green logistics. *Annals of Operations Research*, 175, 159-175. <https://doi.org/10.1007/s10479-009-0651-z>
- Tanç, Ş. G., & Cingöz, A. (2011). Kurumsal yönetim ve çevresel performans: İMKB'de işlem gören şirketler üzerine bir araştırma. *World of Accounting Science*, 13(4), 203-220.
- Tanç, A., & Gümrah, A. (2015). Sürdürülebilirlik raporlaması ve çevresel performans: Borsa İstanbul'da bir uygulama. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 258-273.
- T.C. Dış Ticaret Bakanlığı AB Başkanlığı. (2024). *Avrupa Yeşil Mutabakatı*. https://www.ab.gov.tr/avrupa-yesil-mutabakati_53729.html Erişim 21.04.2025
- Tunahan, H., Karataş, A., Garip, B., & Atakan, G. (2023). Avrupa Yeşil Mutabakatı 55'e Uyum: Türk Lojistik Sektörü Üzerine İnceleme. *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi*, 22(1), 225-255.
- Tutkavul, K. (2020). Kurumsal sürdürülebilirlik bağlamında sürdürülebilirlik raporları ve sürdürülebilirlik performansının ölçümü: Arçelik AŞ'de bir uygulama. *Financial Analysis/Mali Cozum Dergisi*, 30(158), 141-169.
- Tuzkaya, U. R. (2009). Evaluating the environmental effects of transportation modes using an integrated methodology and an application. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 6, 277-290. <https://doi.org/10.1007/BF03327632>

- Uygun, Ö., & Dede, A. (2016). Performance evaluation of green supply chain management using integrated fuzzy multi-criteria decision making techniques. *Computers & Industrial Engineering*, 102(2016), 502-511. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.02.020>
- UTİKAD. (2023). *Yeşil Lojistik Belgesi Alan Firma Sayısı Artıyor* <https://www.utikad.org.tr/Detay/Sektor-Haberleri/35584/yesil-lojistik-belgesi-alan-firma-sayisi-artiyor>.
- Ünal, E. A. (2019). Bütünleşik entropi ve Edas yöntemleri kullanılarak BİST sigorta şirketlerinin performansının ölçülmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(4), 555-566. <https://doi.org/10.29106/fesa.649946>
- Vatansever, K. (2013). Tedarikçi seçim kararlarında bulanık TOPSIS yönteminin kullanımı ve bir uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(3), 155-168.
- Vasiliauskas A.V., Zmkevičiūtė V., & Šimonyte E., (2013). Implementation of the concept of green logistics referring to IT applications for road freight transport enterprises. *Business: Theory and Practice*, 14(1), 43-50. <https://doi.org/10.3846/btp.2013.05>
- Vazifehdan, M. N., & Darestani, S. A. (2019). Green logistics outsourcing employing multi criteria decision making and quality function deployment in the petrochemical industry. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 35(4), 243-254. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2019.12.011>
- Wang, X. (2019). Study on relationship between green logistics activity and logistics performance. *Cluster Computing*, 22, 6579-6588. <https://doi.org/10.1007/s10586-018-2344-3>
- Wang, X., & Chan, H. K. (2013). A hierarchical fuzzy TOPSIS approach to assess improvement areas when implementing green supply chain initiatives. *International Journal of Production Research*, 51(10), 3117-3130. <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.754553>
- Wang, Q., Zhang, X., Su, J., & Zhang, N. (2024). Supplier selection for carbon emission reduction collaboration in green supply chain using an improved multi-criteria decision-making method. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 36(8), 1918-1945. <https://doi.org/10.1108/APJML-11-2023-1084>
- WCED (1987). *Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development*, Oxford University Press.
- Winter, M., & Knemeyer, A. M. (2013). Exploring the integration of sustainability and supply chain management: Current state and opportunities for future inquiry. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 43(1), 18-38. <https://doi.org/10.1108/09600031311293237>
- Yıldızbaşı, A., & Arioz, Y. (2022). Green supplier selection in new era for sustainability: a novel method for integrating big data analytics and a hybrid fuzzy multi-criteria decision making. *Soft Computing*, 26, 253-270. <https://doi.org/10.1007/s00500-021-06477-8>
- Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., & Sarka, V. (1994). The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and Economic Development of Economy*, 1(3), 131–139.
- Zavadskas, E. K., & Kaklauskas, A. (1996). *Pastatu sistemo techninis ivertinimas* [Multiple criteria evaluation of buildings], Technika.
- Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., Turskis, Z., & Tamošaitienė, J. (2008). Selection of the effective dwelling house walls by applying attributes values determined at intervals. *Journal of Civil Engineering and Management*, 14(2), 85-93. <https://doi.org/10.3846/1392-3730.2008.14.3>
- Zowada, K., & Niestrój, K. (2019). Cooperation of small and medium--sized enterprises with other supply chain participants in implementing the concept of green logistics. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 63(6), 140-160. <https://doi.org/10.15611/pn.2019.6.20>

Extended Summary

Environmental Logistics Practices: A Performance Analysis of Green Logistics Certified Companies in Turkey

With globalization and expanding international trade, environmental issues have become urgent global challenges. Problems like greenhouse gas emissions from fossil fuels, resource depletion, pollution, and waste management threaten both local and global ecosystems (Dekker et al., 2012, p. 671). Sustainable development—meeting present needs without compromising future generations' ability to meet theirs—has thus become central to economic and environmental policies (WCED, 1987, p. 43).

The logistics sector is integral to the operation of global production and trade systems, playing a critical role in facilitating the efficient and timely movement of goods and services across the supply chain. However, despite its strategic importance, this sector is also one of the most environmentally impactful, contributing significantly to energy consumption, greenhouse gas emissions, noise pollution, and natural resource depletion. Therefore, restructuring logistics activities in accordance with environmental sustainability principles is essential for preserving ecological balance and ensuring long-term economic viability. Specifically, carbon emissions from international transportation, energy-intensive storage processes, challenges related to recycling commonly used packaging materials, and increasing noise pollution collectively heighten the environmental responsibilities of the logistics sector (McKinnon, 2010). In this context, the emerging approach of green logistics emphasizes the need to redesign logistics operations to protect ecological balance. Green logistics involves implementing strategies that minimize environmental impacts, enhance resource efficiency, and promote sustainable development throughout the entire process of delivering goods and services from production to the final consumer (Sbihi & Eglese, 2010; Wang, 2019).

In recent years, international policies and strategies have increasingly emphasized the significance of green logistics within the logistics sector. Notably, the European Green Deal, introduced by the European Union in 2019, outlines a transformative vision focused on environmental sustainability, with the objectives of reducing greenhouse gas emissions by 55% by 2030 and attaining a carbon-neutral economy by 2050 (European Commission, 2024). Within this framework, a "Sustainable and Smart Transportation Strategy" has been formulated for the transportation sector, aiming to enhance rail transport, support intermodal systems, and promote the utilization of renewable energy sources. Turkey, which maintains robust economic and commercial relations with the European Union, is directly impacted by this transformation and is undertaking various initiatives to modernize its logistics sector (Tunahan et al., 2023).

One of the most concrete regulations in this context in Turkey is the Green Logistics Certificate application, which was enacted through the Combined Transport Regulation published in the Official Gazette on May 27, 2022, issue number 31848. This certificate mandates that logistics companies adopt environmentally sustainable practices, encompassing criteria such as the utilization of renewable energy, implementation of zero-waste management systems, adoption of green packaging methods, contributions to tree planting initiatives, and adherence to international standards such as ISO 14001 and ISO 50001 (UTİKAD, 2023). Furthermore, document holders receive financial advantages in the form of discounts and incentives on administrative fees. Consequently, this policy instrument yields both environmental and economic benefits.

The main aim of this study is to analyze the environmental performance of companies with Green Logistics Certificates in Turkey from a comparative perspective and to reveal the current status of these companies in terms of sustainable logistics practices. The environmental impacts and sustainability performance of the logistics sector have been a subject of research in the literature for a long time, but most of the studies focus on general trends at the sectoral level or make assessments within the framework of specific sustainability indicators (Tańç & Gümrah, 2015; Senir & Büyükkelik, 2017; Peker et al., 2019). However, there is a lack of systematic studies evaluating companies that have obtained the Green Logistics Certificate. Consequently, this study is significant as it addresses this gap in the existing literature.

This study was analyzed six companies—Alışan Lojistik, Barsan Global Lojistik, Borusan Lojistik, DSV, Ekol Lojistik, and Mars Lojistik—selected from a total of 30 Turkish firms holding a Green Logistics Certificate, based on the availability of their sustainability reports. Data spanning the years 2021, 2022, and 2023 were examined. The evaluation criteria included energy consumption, water usage, greenhouse gas emissions, quantities of hazardous and non-hazardous waste, recycling rates, renewable energy utilization, and net sales growth rates.

This study employed a multi-criteria decision-making (MCDM) approach to assess the environmental performance of companies, utilizing a two-stage methodology. In the initial stage, criterion weights were established through the Standard Deviation (SD) method, which is entirely data-driven and independent of decision-maker subjectivity (Diakoulaki et al., 1995). The SD method allocates greater weights to criteria that provide more information, specifically those exhibiting higher comparative power, by accounting for the variance among criteria. In the second stage, the performance ranking of companies was established using the Complex Proportional Assessment (COPRAS) method,

which incorporates both benefit-oriented criteria (e.g., recovery rate, renewable energy utilization) and cost-oriented criteria (e.g., energy consumption, CO₂ emissions) (Zavadskas et al., 1994). This comprehensive approach enabled a balanced analysis of companies' strengths and weaknesses concerning environmental sustainability.

The analysis indicates that waste management practices, recovery rates, and renewable energy consumption constitute the most critical criteria influencing companies' environmental performance. Annual comparative evaluations revealed that Mars Logistics exhibited the highest environmental performance in 2021; this distinction shifted to Ekol Logistics in 2022, while Borusan Logistics attained the leading position in 2023.

Empirical evidence indicates that companies exhibiting high recovery rates alongside increased utilization of renewable energy sources have achieved notable enhancements in their overall performance metrics. For instance, Borusan Logistics' accomplishment of sourcing 100% of its energy consumption from renewable resources by 2023 has been instrumental in elevating the company to the forefront of performance rankings. Conversely, certain firms, such as Barsan and Ekol, which have reported substantial growth in net sales revenue, have concurrently experienced increases in greenhouse gas emissions and total waste generation. This phenomenon suggests that economic growth does not invariably correlate positively with environmental sustainability; rather, an inverse relationship between environmental and economic performance may sometimes prevail (Larina et al., 2021). These findings underscore the critical necessity of harmonizing economic development with environmental considerations to achieve sustainable development objectives.