



YEŞİL LİMANLAR VE PERFORMANSLARI: KUMPORT LİMAN
ÖRNEĞİGREEN PORTS AND THEIR PERFORMANCE: THE CASE OF KUMPORT
PORTYeliz Çelik¹  Murat YORULMAZ² 

Öz

Deniz yolu taşımacılığı, büyük hacimli malları tek seferde taşıyabilmesi, hızları nedeniyle daha az yakıt tüketmesi, uzun mesafede daha ekonomik olması ve dolayısıyla operasyonel maliyetleri azaltan bir taşımacılık türü olması sebebiyle diğer taşımacılık türlerine göre daha fazla tercih edilmektedir. Ülkeler tarafından daha fazla tercih edilen deniz taşımacılığının en önemli unsurlarından biri de limanlardır. Okyanus ve iç ulaşım hatlarını birleştiren küresel ulaşım ağında kilit nokta olan yüklerin ve insanların bir yerden bir yere ulaşımını sağlayan bünyesinde çeşitli yüklemeye ve boşaltma donanımları bulunan alt yapı ve üst yapılarıyla çeşitli uygulamaları gerçekleştirebilen teknolojik ve karmaşık bir varlıktır. Yeşil liman ise sürdürülebilirliğe teşvik eden fosil yakıtlara bağımlılığı azaltan kirletici emisyonları minimuma indiren çevre dostu ve rekabetçi bir politika belirleyen bir liman kompleksidir. Bu doğrultuda çalışmada, yeşil liman kavramı irdelenmiş, yeşil limanların performansını etkileyen kriterler literatür araştırması yardımı ile belirlenmiştir. Belirlenen bu kriterlerin ağırlıklandırılması ise sektör raporları ve liman sürdürülebilirlik raporlarındaki sayısal değerler kullanılarak entropi yöntemiyle yapılmıştır. Belirlenen kriter ağırlıkları ile TOPSIS yöntemi kullanılarak Kumport Limanı'nın yıllara göre performans sıralaması oluşturulmuştur. Tüm bu analizlerin sonucunda "Emisyon Miktarı (tCO₂/TEU)" kriteri en önemli kriter olarak belirlenirken "Yıllık Elleçlenen TEU Miktarı" kriteri önemi diğerlerine göre daha az olan kriter olarak tespit edilmiştir. 2020 yılında Kumport Limanı'nın yeşil performansı olarak en üst düzeyde çıkarken 2022 yılında ise performansı ise diğer yıllara kıyasla daha düşük çıkmıştır. Mevcut literatür incelendiğinde, bu çalışma için belirlenen kriterler ile entropi ile TOPSIS metodolojisinin birlikte kullanıldığı ve bir limanın yıllar bazında yeşil liman performans değerlendirilmesinin yapıldığı araştırma tespit edilememiştir. Yapılan çalışma ile literatürde bu eksikliğin giderilmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil Liman, Sürdürülebilirlik, Performans Kriterleri, Entropi, TOPSIS

Abstract

Maritime transportation is more preferred than other types of transportation because it can transport large volumes of goods at one time, consumes less fuel due to its speed, is more economical over long distances and therefore reduces operational costs. One of the most important elements of maritime transportation, which is more preferred by countries, is ports. It is a technological and complex entity that can perform various applications with its infrastructure and superstructures with various loading and unloading equipment, which is a key point in the global transportation network that connects the ocean and inland transportation lines, providing the transportation of cargo and people from one place to another. A green port is a port complex that encourages sustainability, reduces dependence on fossil fuels, minimizes pollutant emissions, and determines an environmentally friendly and competitive policy. In this direction, the study examined the concept of green port and the criteria affecting the performance of green ports were determined with the help of literature research. The weighting of these criteria was made by entropy method using the numerical values in sector reports and port sustainability reports. Using the TOPSIS method with the determined criteria weights, Kumport Port's performance ranking was made according to years. As a result of all these analyzes, the "Emission

¹ Öğr.Gör. Kocaeli Üniversitesi,
Karamürsel Denizcilik Meslek
Yüksekokulu, Deniz Ulaştırma ve İşletme
Programı, yeliz.celik@kocaeli.edu.tr,
<https://orcid.org/0000-0002-4766-8249>

² Doç.Dr., Kocaeli Üniversitesi, Denizcilik
Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi
Bölümü, murat.yorulmaz@kocaeli.edu.tr,
<https://orcid.org/0000-0002-5736-9146>

Citation: Çelik, Y.M.Yorulmaz, Yeşil
Limanlar Ve Performansları: Kumport
Liman Örneği, İşletme Ekonomi ve
Yönetim Araştırmaları Dergisi (2025) 8
(1):96-110, DOI:
<https://doi.org/10.33416/baybem.1550966>

Amount (tCO₂/TEU)" criterion was determined as the most important criterion, while the "Annual Handled TEU Amount" criterion was determined as the less important criterion compared to the others. In 2020, Kumpport Port's green performance was at the highest level, while its performance in 2022 was lower compared to other years. When the existing literature was examined, no research was found in which entropy and TOPSIS methodology were used together with the criteria determined for this study and a green port performance evaluation of a port on a yearly basis. This study is expected to fill this gap in the literature.

Keywords: Green Port, Sustainability, Performance Criteria, Entropy, TOPSIS

1.GİRİŞ

Deniz yolu taşımacılığı, uluslararası ticarete önemli bir konuma sahip olan ve gemiler aracılığı ile mal ve yolcu aktarımı yapılan çok yönlü bir sektördür. (Blokus-Roszkowska ve Smolarek, 2013). Dünya üzerindeki malların çok büyük bir kısmı deniz yolu taşımacılığı ile bir yerden bir yere aktarılmaktadır. Hacimsel olarak küresel taşımacılığın büyük çoğunluğunu yüklenen bu taşımacılık türü küresel ticarete önemli bir yere sahiptir (Chuen-Im ve Lee, 2011). Gemiler ve limanlar ise bu taşımacılığın bel kemiğidir. Ülkeler tarafından yoğun olarak tercih edilen bahse konu olan bu taşımacılık türü çevresel problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu problemlerin en aza indirilmesi içinse denizcilikte sürdürülebilirlik yaklaşımı önem arz etmektedir.

Denizcilikte sürdürülebilirlik kavramı ekonomik çıkarları korurken tedarik zincirindeki emisyonlar gibi olumsuz çevresel etkileri azaltarak deniz ekosistemi üzerindeki zararı minimuma indirmek için denizcilik faaliyetlerini düzenlemektedir. Limanların çevresel yansımalarını azaltmak ve kalıcı ekolojik dengeyi teşvik etmek de bu kavramın amaçları arasındadır. Multimodal taşımacılık ağlarında alternatif yakıtların kullanımını artırarak ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için yüklerin optimizasyonunu kapsayan önlemleri içermektedir ve ayrıca sıfır karbon ayak izine sahip enerji teknolojilerine geçişi kapsamaktadır (Wang ve diğ., 2023; Lähdeaho ve diğ., 2020; Bergek ve diğ., 2018; Kotrikla ve Chortatsian, 2022).

Yeşil liman ise denizcilikte sürdürülebilirliğin temel taşıını oluşturan, çevre üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak için çaba gösteren, liman operasyonlarında çevre dostu ekipmanların kullanılmasını destekleyen ve yenilenebilir enerjiyi temel alan bir kavramdır. Yeşil liman hava kalitesi, su kalitesi, enerji verimliliği, gürültü kirliliği, atık yönetimi gibi pek çok kavramı bünyesinde barındırır (Kurt, 2023; Demir ve diğ., 2023). Rekabet gücünü artıran operasyonel verimliliği hedefleyen limandır. (Elfarsi ve diğ., 2022). Ekolojik etkiyi azaltmak için limanlarda sürdürülebilir bir altyapıyı temel alır (Valesco ve diğ., 2022). Fosil yakıt tüketimini en aza indirerek alternatif enerji kaynaklarına yönelmeyi sağlar ve enerji tasarrufu gerçekleştirerek çevre bilincini artırmaya katkıda bulunur (Kurt, 2023; Esteves ve diğ., 2020). Sürdürülebilir uygulamalarla beraber bölgesel kalkınmaya da destek olur. Yeşil limanların esas amacı ise karbon salınımını minimuma indirmek, sera gazı emisyonunu azaltmak, çevreye ve ekosisteme katkı sağlarken ekonomik faydayı da beraberinde artırarak verimliliği sağlamaktır.

Doğa için önem arz eden bu limanların dünyada ve Türkiye’de örnekleri bulunmaktadır ve her geçen yıl sayıları daha da artmaktadır.

Aalborg Limanı, sürdürülebilirliği teşvik etmek için fotovoltaik sistemler ve rüzgâr enerjisi türbinleri ile donatılmıştır. Bu sistem fosil yakıt kaynaklarına olan bağılılığı azaltır ve sera gazlarının emisyonunu düşürür (Ning-zhao ve Xiao-fen, 2011). Kıyı elektrik şebekesiyle entegrasyonu sayesinde, limanın şebekesinden doğrudan elektrik tedarikini sağlar (Esposito ve diğ., 2018). Ek olarak, liman, enerji üretimi için uygun bir alternatif yakıt olarak sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) kullanır ve liman şebekesi elektriğini yenilenebilir enerji üretimi gerçekleştirir (Ding ve diğ., 2022).

San Diego Limanı ise sürdürülebilir ulaşım seçeneklerini geliştirmek için toplam 27 elektrikli araç şarj istasyonunu bünyesine dahil etmiştir. Limanda dört adet fotovoltaik güneş enerjisi tesisi kurulmuştur. Liman aydınlatması alanında daha verimli ve çevresel olan LED teknolojisine geçiş sağlanmıştır (Yorulmaz ve Patruna, 2022).

Valensiya Limanı’nda güneş ve rüzgâr da dahil olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının operasyonlara dahil edilmesi, enerji verimliliğini artırmakta ve liman operasyonlarında sürdürülebilirliği teşvik etmektedir (Sadiq ve diğ., 2021). Yarı otomatik sistemler ve enerji tasarrufu sağlayan cihazlar gibi gelişmiş teknolojilerin kullanılması yakıt tüketimini azaltmakta ve emisyonları minimuma indirmektedir (Andriani ve diğ., 2019).

Hamburg Limanı da ekonomik ilerlemeyi teşvik ederken ekolojik ayak izlerini azaltmayı amaçlayan çevresel açıdan sürdürülebilir liman uygulamalarını benimsemektedir. Kıyıda enerji altyapılarının kurulmasını sağlayarak gemilerin limanın elektrik şebekesine bağlanmasını kolaylaştırmaktadır ve sonuç olarak yardımcı motorların ürettiği emisyonları azaltmaktadır. Bu sistem hem emisyonları hem de işletme harcamalarını önemli ölçüde azaltan

rüzgâr türbinleri ve güneş panelleri gibi yenilenebilir enerji türleri ile entegre edilmiştir ve Cold ironing sistemi ile sürdürülebilirliğe uyum artırılmıştır (Samosir ve diğ., 2017; Nikitakos, 2012).

Rotterdam Limanı güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji ve biyokütle enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaktadır. Liman fotovoltaik panelleri içermektedir (Sanrı, 2021). Ayrıca, liman 2050 yılına kadar karbondioksit emisyonlarını %98 oranında azaltmayı amaç edinmektedir (Samadi ve diğ., 2016; Samadi ve diğ., 2018). Sürdürülebilir enerji kaynaklarının yanı sıra konteyner taşımacılığı için tasarlanmış sıfır emisyonlu Otomatik Güdümlü Kamyonlar (Automated Guided Trucks [AGT]) ise limanda uygulanan bir diğer yeşil lojistik girişimidir (Spruijt ve diğ., 2017).

Aksa Limanı, Altıntel Limanı, Asyaport, Bodrum Kruvaziyer Limanı, Borusan Limanı, Ege Port, Evyaport, Hopaport, Kumport, Limakport, Limaş Limanı, Mardaş, Marport, Petkim Limanı, Solventaş, Nempport, Efesanport, Qterminals Antalya, Poliport ve Samsunport ise Türkiye’de yeşil liman girişiminin belirlenen standart ve kriterlerini karşılayan limanlara örnek gösterilebilir (URL-1).

Yukarıda örneği verilen bu limanların performansının değerlendirilmesinde ve geliştirilmesinde ise çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV) ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada literatür araştırması yardımıyla yeşil limanların performansını etkileyen kriterler belirlenmiş ve çalışmaya dahil edilen bu kriterlerin ağırlıkları Entropi yöntemi yardımıyla ölçülmüştür. Belirlenen kriter ağırlıkları TOPSIS yöntemine atanarak uygulamanın yapıldığı Kumport Limanı’nın yıllar bazında kendi içerisinde performans sıralaması yapılmıştır.

Literatür incelendiğinde yeşil liman alanında yapılan çalışmaların sayısının fazla olduğu görülmüştür. Fakat Du (2015), Akın (2020), Demir (2021) ve Şimşek (2023) gibi yazarlar başta olmak üzere pek çok yazarın AHP yöntemini tercih ettiği Entropi ve TOPSIS’in ise kısıtlı çalışmada kullanıldığı görülmüştür. Belirtilen emisyon miktarı (tCO₂/TEU), su tüketimi (m³/TEU), TEU başına atık geri dönüşüm oranı, enerji tüketimi (kWh), yıllık elleçlenen TEU miktarı kriterleri ile Entropi-TOPSIS metodolojisi kullanılarak yeşil liman performans değerlendirilmesi ile ilgili benzer bir araştırma yapılmamıştır. Entropi-TOPSIS’in entegre olarak kullanılarak belirlenen bir limanın emisyon miktarı (tCO₂/TEU), su tüketimi (m³/TEU), TEU başına atık geri dönüşüm oranı, enerji tüketimi (kWh), yıllık elleçlenen TEU miktarı kriterleri ile yıllar bazındaki yeşil liman performansının değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan bu araştırmanın uygulanması ile mevcut literatürdeki bahse konu olan boşlukların giderilmesi beklenmektedir.

2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürü gözden geçirmeyi amaç edinen çalışmanın bu bölümde Science Direct ve Google Scholar gibi çeşitli veri tabanlarında “Yeşil Liman”, “Sürdürülebilirlik” “Performans Kriterleri”, “Green Port”, “Sustainability” ve “Performance Criteria” anahtar kelimeleri kullanılarak taramalar yapılmıştır. İnceleme için 2015 ve 2024 yılları arasında yayınlanan toplam 35 çalışma seçilmiştir. Seçilen çalışmalar kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve her birinin özeti aşağıda kronolojik bir sırayla sunulmuştur.

Du (2015), araştırmasında yeşil limanların performansı ile ilgili mevcut literatürün öncelikle tekil bir çıktıya odaklandığını belirtmiştir. Araştırmada, 5 temel kategoriye yayılan 14 gösterge incelenmiş ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) metodolojisini kullanarak liman otoriteleri görüşlerinden yararlanılmıştır. Rotterdam Limanı, Hamburg Limanı ve Anvers yeşil limanlar alanında öncü olarak ortaya çıkmıştır. Çalışmanın bulguları sonucunda, Rotterdam Limanı’nın istihdama etkisinin yetersiz olduğunu, Hamburg Limanı’nın karbon emisyon yönetimini geliştirmesi gerektiğini ve Antwerp Limanı’nın deniz trafiği cazibesini ve değer yaratmayı arttırmaya odaklanması gerektiğini öne sürülmüştür.

Roh ve diğ. (2016), yaptıkları çalışmada literatür taraması yöntemini kullanarak sürdürülebilirlik üzerine çalışmışlardır. Liman yöneticilerini de çalışmaya dahil ederek sürdürülebilirliğe etkileyen ana unsurları belirlemeyi hedeflemişlerdir. Literatürdeki çalışmaların çoğunun çevresel boyutla kısıtlı olduğunu söylemişlerdir. Çalışmalarında Vietnam limanları üzerine odaklanmışlar ve 3 boyutu da ele alarak çalışmalarını tamamlamışlardır. Bir liman, kriterlerinin çoğunu sağladığı zaman başarıyı yakalayacağını belirtmişlerdir.

Koşar ve Özalp (2016) çalışmalarında Marport liman işletmesinde Elektrikli Lastik Tekerlekli Vinç dönüşümlerinin yeşil limanlar üzerindeki etkisini incelemişler ve geri dönüşüme önemli katkısının olduğu sonucuna varmışlardır. Çalışmada elektrik enerjisi üretiminde temiz enerjiye yönelmenin önemli olduğu ve fosil yakıt tüketiminin en aza indirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ha ve Yang (2017) tarafından yürütülen çalışmada, liman performans göstergeleri arasındaki bağlantıları analiz etmek ve karşılaştırmak için analitik hiyerarşi süreci (AHP), analitik ağ süreci (ANP) ve Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı (DEMATEL) metodolojileri kullanılmıştır.

Özdemir (2018) tarafından yürütülen çalışmada DEMATEL tekniği kullanılarak yeşil liman kriterleri arasında önem dağılımı incelenmiştir. Yeşil liman sertifikasyonunun alınması için gerekli kriterlerden en önemlisi

“yenilenebilir enerji ile hareket eden araçlar kullanılması” olarak belirlenmiştir. Önemi en az olan kriter ise “liman işletmesinin gerekli tedbirleri alması” olarak bulunmuştur.

Korucuk ve Memiş (2019), İstanbul'da yeşil liman sertifikasına sahip işletmelerin performanslarını belirlemek ve sıralamak için DEMATEL yöntemini kullanmışlardır. Yeşil liman performans faktörlerinin belirlenmesi ve bu bağlamda DEMATEL yönteminin uygulanması konusunda araştırma eksikliği gözlemlemişlerdir. Çalışmada, 13 uzmanın görüşlerinden yararlanılmış ve “sürdürülebilir çevre yönetimi”, “minimum kirlilik” ve “atıkları en aza indirmek” kriterlerinin son derece önemli olduğu çalışma sonucunda belirlenmiştir. Bulanık mantığın gelecekteki araştırmalara entegre edilmesinin olumlu sonuçlar verebileceği öne sürülmüştür.

Köseoğlu ve Solmaz (2019) çalışmalarında literatür taraması yöntemini kullanarak dünyadaki ve Türkiye'deki yeşil liman kavramlarını araştırmışlar, yeşil liman ölçütlerinin değerlendirmesini yapmışlar ve belirlenen ölçütleri Avrupa limanlarının yeşil liman ölçütleri ile karşılaştırmışlardır. Çalışmada ölçütler arasındaki farklılıklar listelenmiştir. Devlet teşvikinin sağlanmasının ve yeşil liman olmanın prestij harici getirilerinin belirlenmesinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Bjerkana ve Setera (2019) çalışmalarında, literatür taraması yöntemini kullanarak sürdürülebilir limanlara yönelik araçlar ve teknolojiler hakkındaki çalışmaları incelemeyi amaç edinmişlerdir. Hakemli dergilerde yayınlanan 70 yayın çalışmanın konusu olmuştur. Literatürde az sayıda makalenin ampirik bulgulara dayanmasının limanların karar vermede yetersizliğinin nedeni olduğunu çalışmada belirtilmiştir. Liman yönetimi ve planları, güç ve yakıtlar, deniz faaliyetleri, kara faaliyetleri olmak üzere dört ana kategoride 26 araç ve teknoloji makalede incelenmiştir. Liman sürdürülebilirliğine olumlu etki sağlamak için ampirik verilerin kullanımının artırılmasının, liman sorumluluğunun ve liman karar verme sürecindeki katılımcıların ve süreçlerin anlaşılmasına dikkat edilmesi gerektiği gelecekte yapılacak olan çalışmalar için önerilmiştir.

Gürel ve Kuleyin (2019), çalışmalarında eko-marina kavramını dikkate alarak literatür taraması gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada eko-marina kavramı üzerine bir çalışma yapılmadığını belirtmişler ve yeşil liman, “sürdürebilir liman-yat limanı” gibi yakın kavramlar ile araştırmalarına devam etmişlerdir. Çalışma sonucunda 2000'li yıllardan itibaren bu alana dikkat edildiği görülmüş ve Türkiye'deki kurumlarda görev yapanların bu çalışmalara katkısının yüksek olduğu belirtilmiştir.

Alnıpak ve Yorulmaz (2019) çalışmalarında, yeşil liman kavramını ve sertifikasyonlarını açıklamayı amaç edinmişler ve bu konuda yapılmış akademik çalışmaları derlemişlerdir. Farkındalık geliştirmenin ve insan kaynağını eğitmenin başarıyı artıracığı sonucuna varmışlardır. Çevre politikalarının oluşturulması gerektiği, iş sağlığı ve güvenliği konusunda tedbir alınması gerektiği ve kalite yönetim sisteminin oluşturulması gerektiği sonucuna varılmıştır. Karbon ayak izini azaltma, cold ironing sisteminin kullanımını çoğaltma ve yenilenebilir enerji için yatırımları artırma önerisinde bulunmuşlar ve yeşil liman politikalarının zorunlu olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Yalılı Kılıç ve Adalı (2020) çalışmalarında Bursa-Güzelyalı'yı araştırma bölgesi olarak seçerek, Sound Level Meter (EXTECT 407738) ses ölçüm cihazı ile deniz ulaşımının gürültü kirliliğine etkisini ölçmeyi amaçlamışlardır. Denizyollarında yolcu taşımacılığı kaynaklı oluşan gürültü kirliliği çalışmasının literatürde yer almadığını belirtmişlerdir. Çalışma uygulanırken duvar, bina gibi yapıların yakınında ölçüm yapılmamıştır. Yalıtım malzemesinin kullanımının ve bakım yapmanın önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Akın (2020), çalışmasında analitik hiyerarşi süreci (AHS) yöntemini kullanarak Türkiye'deki limanlara uygulanabilir yeşil performans kriterlerini belirlemeyi ve daha sonra belirlenen bu kriterlere öncelik vermeye amaçlamıştır. Araştırma, 10 yan yeşil liman performans kriteri ile birlikte 5 ana kriteri içermektedir. Özellikle, Atık Yönetimi başlıca kriter arasında baskın kriter olarak ortaya çıkarken, Tehlikeli Atık Yönetimi en önemli alt kriter olarak belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerde öncelik sırasına bağlı kalmanın Türkiye'de yeşil limanlarla ilgili plan ve girişimlerin sürdürülebilirliğinin artmasına yol açacağı vurgulanmıştır.

Karlı ve diğ. (2020) çalışmalarında, Rotterdam, Antwerp ve Hamburg limanlarını değerlendirmeyi amaç edinmişlerdir. Bütüncül çoklu durum desenini kullanılarak akıllı limanın operasyon, enerji, çevre, emniyet ve güvenlik boyutlarını değerlendirmişlerdir. Çalışmada Rotterdam limanının operasyon boyutunda farklı uygulamaları olduğu belirtilmiştir. Limanların sürdürülebilirlik odaklı teknolojilere yönelerek çevre ve enerji boyutuna, siber emniyet ve güvenlik konusunda önlemler geliştirerek emniyet ve güvenlik boyutuna katkı sağladığı belirtilmiştir.

Sanrı (2021) çalışmasında, literatür taraması yöntemini kullanarak 2009-2020 yılları arasında yayınlanan makaleleri derlemeyi amaç edinmiştir. Çalışmada, Analitik Hiyerarşi Süreci, Analitik Ağ Süreci ve Entropi Yönteminin yazarlar tarafından daha çok tercih edildiği ve araştırmaların çoğunu kirlilik üzerine yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde daha çok yeşil liman gelişimi ve yeşil liman operasyonları konularına ağırlık verildiği belirtilmiştir. Gelecekte daha kapsamlı bir içerik analizi yapılması önerilmiştir.

Keske (2021), Türkiye'deki limanların yeşil liman potansiyellerini ANP-BOCR yöntemini kullanarak değerlendirmeye çalışmıştır. Çalışmada, mevcut literatürün yeşil liman girişimleriyle ilgili yasal ve kurumsal boyutlara odaklandığı belirtilmiştir. Değerlendirmede Mersin Uluslararası Limanı (MIP), özellikle Hava Kirliliğini Azaltma konusundaki vurgusu nedeniyle yeşil liman statüsü için en umut verici seçenek olarak belirlenmiştir. Gelecekte, alternatif çok kriterli karar verme yaklaşımlarını dahil ederek çalışmaların geliştirebileceği öne sürülmüştür.

Demir (2021) çalışmasında, analitik hiyerarşi süreci (AHS) yöntemini kullanarak bir limanın yeşil liman olması için hangi özelliklere sahip olması gerektiğini ve mevcut durumunun iyileştirilmesi için hangi düzenlemeleri yapması gerektiğini tespit etmeyi amaç edinmiştir. Çalışmada 0,224 değeri ile K6-Personel yönetimi kriterinin en yüksek önem derecesine sahip olan kriter olduğu belirlenmiştir. Her limanın kendi iç dinamiklerine göre değerlendirilebilmesi için bu çalışmanın örnek teşkil edeceği ve gelecekteki çalışmalar için çalışmada yer alan bu kriterlerin de dikkate alınmasının faydalı olacağı belirtilmiştir.

Özkan ve Şahin (2021) araştırmalarında, literatür taraması yöntemini kullanarak Türkiye'de 2010-2019 yılları arasında yayınlanan çalışmaları inceleyip sürdürülebilir sistemler hakkında bilgi vermeyi amaç edinmişlerdir. Sürdürülebilirlik kavramını altı farklı bölüme açıklamışlardır. Çalışmada, her bir bölümde yöntem önerilmesinde ve yol haritasında eksiklikler olduğu belirtilmiştir. Gelecek çalışmalar için yenilenebilir enerji türlerinin dahil edilmesi önerilmiştir.

Özispas ve Arabelen (2021) çalışmalarında, gelişmekte olan ülkelerin sürdürülebilirlik stratejilerine odaklanmışlardır. Türkiye örnek olarak seçilerek İzmir, Antalya ve İskenderun'daki 8 uzman ile çalışma yapılmıştır. Analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak analizler yapılmış ve çalışmanın sonucunda çevresel boyutta deniz biyolojisinin ve ekosistemin korunmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesi, ekonomik boyutta işletme performansını ve ekonomik faydayı artırmaya yönelik stratejilerin oluşturulması ve sosyal boyutta ise iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında üst yönetimin desteğinin sağlanmasına ilişkin stratejilerin geliştirilmesi öncelikli değişkenler olarak belirlenmiştir.

Akandere (2021), Entropi ve TOPSIS metodolojilerinin birlikte kullanımıyla beş yeşil limanın etkinliğini değerlendirmek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Araştırma da çevresel ve operasyonel faktörler beraber yer almıştır. Çalışmada alternatif deniz gücü (AMP) teknolojisinin kullanılmasıyla beraber geri dönüşüm ve yeniden kullanım uygulamalarının da teşvik edilmesinin yeşil limanların performansına olumlu katkıda bulunduğu belirtilmiştir. Çalışmada, hükümet teşviklerinin çok önemli bir rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Kriter sayısını genişletmenin ve farklı çok kriterli karar verme yaklaşımlarının çalışmalara dahil edilmesinin gelecekteki araştırmalar için faydalı olabileceği öne sürülmüştür.

Camargo-Díaz ve diğ. (2022) çalışmalarında, içerisinde Kolombiya'nın da bulunduğu 16 ülkenin deniz ve iç su yolu taşımacılığının karbonizasyonunu sağlamak için uygulanan politika ve düzenlemelerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Literatür taraması yöntemini kullanmışlardır. Teşvik çeşitlerini üç gruba ayırıp, liman tarifelerinin en yaygın teşvik olduğunu belirtmişlerdir. Gelecekte diğer ülkelerin de çalışmalara dahil edilmesinin karbonsuzlaştırmayı olumlu yönde etkileyeceği tespitinde bulunmuşlardır.

Schwartz ve diğ. (2022) çalışmalarında, pahalı ve sürdürülebilir yakıtların deniz taşımacılığına etkisini değerlendirmeyi amaç edinmişlerdir. Sürdürülebilir yakıtlı çalışan motorların sermaye giderleri ve ödenen vergiler çalışmanın dışında bırakılmış sadece yakıt gideri hesaba katılmıştır. Taşıma zincirinin başlangıç ve bitiş noktasına odaklanılarak çalışma yapılmıştır. Düşük karbonlu yakıtlara geçişin çoğu malın fiyatı üzerinde sınırlı bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Fragkos (2022) ise, PROMETHEE metodolojisini kullanarak denizcilik ve havacılık endüstrilerinin etkilerini araştırmayı birincil amaç olarak belirlemiştir. Araştırma bulguları olarak deniz taşımacılığında karbon emisyonlarının azaltılmasına ilişkin çalışmalara daha fazla vurgu yapıldığı gözlemlenirken, havacılık sektöründe araştırma sayısının az olduğu gözlemlenmiştir. Modellemelerde iyileştirmelerin gerekli olduğu sonucuna varılmış ve bulguların alternatif enerji sistemi modellerine entegrasyonu pekiştirilebileceği vurgulanmıştır.

Yorulmaz ve Patruna (2022) çalışmalarında, görüşme formuyla beraber içerik analizi ve betimsel analiz teknikleri kullanarak liman yöneticilerinin yeşil liman kavramına bakış açısını incelemeyi amaçlamışlardır. Türkiye'deki uygulamaların yetersiz kaldığı, maliyetin fazla olduğu ve yeşil liman örneklerinin sınırlı sayıda kaldığı araştırma katılımcıları tarafından belirtilmiştir. Çalışmada örneklemin artırılması ve detaylı veri toplayıp değerlendirilme yapılması gelecek çalışmalar için önerilmiştir.

Garg ve diğ. (2022) çalışmalarında, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (FAHP) tekniğini kullanarak çevre dostu limanlar için sürdürülebilirlik faktörlerini saptamayı birincil amaç olarak belirlemiştir. Araştırma, Çin'de bulunan yeşil limanlara odaklanarak tamamlanmıştır. Çevre, Dijitalleşme, Otomasyon ve Strateji kriterleri altı ana

faktör arasında önemli ilk üç faktör olarak tanımlanmıştır. Çalışmada, ek sürdürülebilirlik faktörlerini ortaya çıkarmak için alternatif karar verme yöntemlerinin kullanımının faydalı olacağı belirtilmiştir.

Budiyanto ve diğ. (2022) çalışmalarında, konteyner gemilerinin terminallerdeki faaliyetleri sonucu oluşturduğu CO₂ emisyonlarını tahmin etmeyi amaç edinmişlerdir. Kullanılan yöntemde motor gücü, yük faktörü ve yakıt emisyon faktörü dikkate alınarak manevra faaliyetleri, liman bölgesinde bekleme ve yanaşma faaliyetleri dikkate alınmıştır. Demirleme, manevra ve yanaşma faaliyetlerine ilişkin emisyon katkıları sırasıyla 0,45 kg/DWT, 0,04 kg/DWT ve 1,1 kg/DWT olarak belirlenmiştir. Yanaşma faaliyetlerinin konteyner limanındaki toplam gemi faaliyetlerinin %69'una kadar emisyonu katkıda bulunduğu tespit edilmiştir.

Doğan (2022), yaptığı araştırmada üç akademisyen ve on iki liman sektörü yöneticisinin uzmanlığını kullanarak bir anket çalışması uygulamıştır. Çalışmasında, SWARA tekniğinin kullanılması yoluyla yeşil liman kriterlerinin önem derecelerini belirlemeyi amaç edinmiştir. Analizde toplam 5 ana kriter ve 13 ara kriter kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularında, “tehlikeli atık elleçlemenin” en önemli kriter olarak ortaya çıktığı, “gürültü kirliliğinin” en az önemli kriter olarak belirlendiği görülmüştür.

Vaio ve diğ. (2023) çalışmalarında, literatür taraması yöntemini kullanarak dekarbonizasyon teknolojisinin cinsiyet eşitliği ile ilişkisini belirlemeyi amaç edinmişlerdir. Çalışmada, veri tabanlarının günlük güncellenmesinden kaynaklı veri dalgalanmalarının olması, verilerin doğruluğunun kuşku olması ve araştırma alanlarının belirli olması gibi kısıtlar bulursa da dekarbonizasyon ve cinsiyet eşitliği kavramlarının arasındaki ilişkiyi inceleyen ilk çalışma olması nedeniyle bahse konu olan bu çalışmanın faydalı olacağı ve gelecek çalışmalara örnek teşkil edeceği belirtilmiştir. Kadınların yetkili pozisyonlara ulaşmasının önem arz ettiği ve bu amaca yönelik kadınlara eğitim ve çalıştaylar sağlaması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Mahmud ve diğ. (2023) araştırmalarında, sürdürülebilir liman operasyonlarını teşvik etmek amacıyla Yeşil Liman Yönetimi Uygulamalarını (GPMP) incelemeyi ve göstergelerini tespit etmeyi amaç edinmişlerdir. Çalışmada liman yöneticileri, politika yapıcılar ve terminal operatörleri üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır ve DEMATEL tekniği kullanılmıştır. Veri eldesi ile ilgili kısıtlamalar ve liman yetkililerinin bilgi paylaşma isteksizliği nedeniyle, çalışma, dokuz farklı ülkeden gelen yalnızca on iki önde gelen Asya limanını kapsamıştır. GPMP faktörlerinin uygulanmasının hem operasyonel hem de finansal performansa yansımalarının araştırılması sonraki çalışmalar için önerilmiştir.

Beyene ve diğ. (2023) çalışmalarında, literatür taraması yöntemini kullanarak 2000–2023 yılları arasında yayınlanan toplam 232 makale ile kuru limanların operasyonel sürdürülebilirliğini araştırmayı amaç edinmişlerdir. Araştırmalar özetlenmiş, bilgi kusurları tespit edilmiş ve araştırma alanları önerilmiştir. Analizlerin Asya, Kuzey Amerika, Avrupa, Latin Amerika, Avustralya ve Afrika dahil olmak üzere çeşitli bölgeleri kapsadığı fakat bölgelerdeki yapılan araştırma sayılarının değişkenlik gösterdiği sonucuna varılmıştır. Çalışmada kuru liman çalışmalarına ilginin arttığı belirlenmiş ve makalelerin çoğunluğunun Çin ve Avrupa'da yayınlandığını belirtilmiştir. Fakat ilgi artsa dahi sürdürülebilirlik kriterlerinin analizleri ve ilgili literatürün kapsamlı bir değerlendirmesini içeren çalışmaların sınırlı sayıda olduğu sonucuna varılmıştır.

Tezcan ve Kan (2023) çalışmalarında, meta sentez yöntemini kullanarak küresel ve daha geniş bir bakış açısıyla yeşil limanın ihtiyaçlarını belirlemek için gerekli olan kriterleri belirlemeyi amaç edinmişlerdir. 6 ana kriter ve 22 alt kriter belirlenmiştir. Çalışmada “çevresel” ana kriterinin alt kriterleri; hava kirliliği yönetimi, su kirliliği yöntemi, çöp yönetimi ve gürültü yönetimi olarak “enerji ve kaynaklar” ana kriterinin alt kriterleri; temiz enerji, yeşil teçhizat seçimi, su tüketimi ve geri dönüşüm olarak “yönetim” ana kriterinin alt kriterleri; çevresel politika, çevre dostu çalışan, teknolojik ilerleme, eğitim ve gelişim olarak, “sosyal” ana kriterinin alt kriterleri; yerel toplumla ilişkiler, paydaş yönetimi, kentsel doku, yerel yatırımlar, yerel yönetim ve kurumlarla işbirliği olarak, “ekolojik” ana kriterinin alt kriterleri; sulak alan ve deniz yaşam alanlarının korunması, tortu kontrolü, ağaçlandırma olarak ve “ekonomik” ana kriterinin alt kriterleri ise; liman verimliliği, ücretler ve ek ücretler olarak belirlenmiştir.

Parhamfar ve diğ. (2023) çalışmalarında, literatür taraması yöntemini kullanarak yeşil liman kavramını ve yenilenebilir enerji teknolojilerini araştırmayı amaç edinmiştir. Yeşil limanlarda yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımının önümüzdeki yıllarda artacağı söylenmiş ve farkındalığın artması, kurulum maliyetlerinin azalması ve teşviklerin varlığıyla ilerleyeceği belirtilmiştir. Yüzen güneş panelleri, rüzgâr enerjisi gibi teknolojilerin geliştirilmesinin önemli olduğu, akıllı liman teknolojileri, yapay zekâ ve nesnelerin interneti gibi dijital çözümlerin entegrasyonu olumlu katkı sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Paydaşlar ile iş birliğinin öneminden bahsedilmiştir. Gelecekte yapılacak olan çalışmalar için yenilenebilir enerji teknolojileri uygulamalarının ekonomik-çevresel değerlendirmesinin yapılarak çevreye faydasının niceliksel olarak belirlenmesi önerilmiştir.

Tezcan (2023) çalışmasında, literatür taraması yöntemini kullanarak ve belirlediği 50 akademik çalışma üzerinde Türkiye'de yer alan denizcilikte sürdürülebilirlik çalışmalarını incelemeyi amaçlamıştır. Liman odaklı çalışmaların

literatürde daha çok bulunduğu ve çalışmalarda sürdürülebilirlik kriterleri üzerine yoğunlaştığı sonucuna varılmıştır. Gemiler üzerine yapılan çalışmalarda ise sosyal boyutun kısıtlı sayıda çalışmada incelendiğini belirtmiştir. Çalışmada, gemi sahibi, liman yetkilileri, denizcilik çalışanları gibi paydaşların gelecek çalışmalara dahil edilmesi önerilmiştir.

Yorulmaz ve Baykan (2023) çalışmalarında, MaxQda programından yararlanarak Türkiye’de konusu liman ve sürdürülebilirlik olan çalışmaları analiz edilmişlerdir. Literatür taraması yöntemi kullanılmıştır. Çalışmalarda çevre yönetim sistemi yaklaşımı kavramının ön planda olduğu, etkin ve verimli çalışma kavramının ise az kullanıldığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda sürdürülebilir liman işletmeciliği alanındaki incelenen konu başlıkları belirlenmiş, eksik kalan konular tespit edilmiştir.

Şimşek (2023), Türkiye'deki konteyner limanları için enerji verimliliği kriterlerinin öncelik sırasını belirlemeyi amaç edinmiştir ve çalışmasında AHP yöntemini kullanmıştır. Çalışmada kriterlerin önem derecelerini değerlendirmek için liman otoritelerine ve akademisyenlere bir anket uygulanmıştır. En önemliden en az önemliye doğru sırasıyla elektrifikasyon ve otomasyon teknolojileri, devlet teşvikleri ve yeşil sertifikalar olmak üzere 3 adet kriter belirlenmiştir. Türkiye'deki limanlar için belirlenen enerji verimliliği kriterlerine uygun olarak yeni teknolojik gelişmelerin limanlara entegrasyonunun faydalı olacağı sonucuna varılmış ve bu konu üzerine planlar geliştirilmesi önerilmiştir.

Diniz ve diğ. (2024) çalışmalarında, IRaMuTeQ ve VOSviewer yazılımlarını kullanarak literatür taraması yöntemiyle Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG'ler) ile uyumlu sürdürülebilirlik eğilimlerini belirlemeyi amaç edinmişlerdir. Avrupa'nın ve limanlarının literatürde ön planda olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri doğrultusunda stratejik politika değişikliğinin yapılması gerektiği ve disiplinler arası iş birliğinin artırılmasının önemli olduğu belirtilmiştir.

3. YÖNTEM

Çalışmada kullanılan ÇKKV, karar vericilerin çeşitli kriterler kullanarak alternatifleri değerlendirdiği ve seçtiği bir karar verme metodolojisidir (Zheng ve Wang, 2023). Çok kriterli karar verme (MCDM), aynı anda birden fazla kriteri göz önünde bulundurarak en iyi alternatifi seçmeyi içerir (Mu, 2023). Çok kriterli karar verme, çevresel sürdürülebilirlik, sağlık hizmetleri, proje yürütme, finans, mühendislik ve kentsel gelişim dahil olmak üzere bir dizi disiplinde uygulanır ve kriterleri eş zamanlı değerlendirip alternatiflerden en uygun olanını belirlemeyi amaç edinir (Lee, 2023). Çalışmada kriterlerin ağırlıklandırılması için ‘Entropi’ yöntemi, limanın yıllara göre performans sıralamasını analiz edebilmek için ise ‘TOPSIS’ yöntemi kullanılmıştır.

3.1 Entropi Yöntemi ve Uygulama Aşamaları

Entropi yöntemi, birden fazla disiplinde çeşitli sorunları ele almak için kullanılan çok yönlü bir analitik yaklaşımdır. Entropi olarak adlandırılan nesnel ağırlıklandırma tekniği, bir veri kümesinde bulunan belirsizlik veya düzensizlik düzeyini ölçmek için kapsamlı bir şekilde uygulanır ve böylece ağırlıkların bilgi önemlerine göre farklı kriterlere atanmasını kolaylaştırır. Uygulanan problemlerde, kriterin düzensizliği arttığında, entropisi yükselecek ve kriterin öneminde bir artış olacaktır. Tersine, düzensizliğin azaldığı durumlarda, önem azalacaktır (Ecer, 2020). Genellikle çok kriterli karar verme problemlerinde tercih edilmektedir (Olgun ve diğ., 2022).

Karar kriterlerinin ağırlıklarını gerçek verilerle ön yargı içermeden objektif olarak belirler ve yöntem kısıtlayıcı koşullarına sahip bir ağırlıklandırma yöntemini kolayca belirlemeyi sağlar (Wang ve diğ., 2022; Kozulia ve diğ., 2021). Mevcut yöntemlerle karşılaştırıldığında, daha sağlam olan bu yöntemin uygulanması da kolaydır (Velichko ve Heidari, 2021; Mittelhammer ve diğ., 2022). Bu yöntem finans, mühendislik, tıp, ekonomide sıkça kullanılmaktadır. Entropi yönteminin aşamaları aşağıdaki şekilde gösterilebilir (Karami ve Joahansson, 2014; Organ ve Kaçaroğlu, 2020);

Aşama 1. Karar Matrisinin Normalleştirilmesi; Farklı ölçü birimlerinin yer aldığı karar matrisinin normalleştirilmesi, Denklem (1) uygulanarak gerçekleştirilir. Denklem (1)'de yer alan alternatif değerini ‘i’, kriter değerini ise ‘j’ temsil eder ve ‘ r_{ij} ’ ise normalleştirilmiş değerleri ifade eder. ‘ X_{ij} ’ içinde yer alan ‘i’ alternatif için atanan fayda değerlerini belirtirken, ‘j’ kriter için atanan fayda değerini belirtir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_1^j(x_{ij})} \quad (1)$$

Aşama 2. Entropi Değerinin Belirlenmesi; Denklem (2) yardımı ile hesaplanır.

$$e_j = -k \sum_{j=1}^m r_{ij} \ln(r_{ij}) \quad (2)$$

Aşama 3. Sapma Değerlerinin Hesaplanması; Analizde yer bilgileri kullanarak her kriter için sapma değeri hesabı Denklem (3) yardımıyla yapılır

$$d_j = 1 - e_j \quad j=1,2,3,\dots,n \quad (3)$$

Aşama 4. Ağırlık Değerinin Belirlenmesi; Her bir kriterin ağırlık değeri Denklem (4) yardımıyla hesaplanır. ‘‘w_j’’ ağırlık değerini, ‘‘e_j’’ ise entropi değerini ifade etmektedir.

$$w_j = \frac{1-e_j}{\sum_{j=1}^m 1-e_j} \quad (4)$$

Denklem 5'te gösterildiği gibi, her kriter için belirlenen katsayıların toplamı daima ‘‘1’’ olacaktır.

$$\sum_{j=1}^m w_j = 1 \quad (5)$$

3.2 TOPSIS Yöntemi ve Uygulama Aşamaları

1981 yılında Hawang ve Yoon tarafından geliştirilen bu yöntem ideal bir çözüme olan mesafelerini karşılaştırarak alternatifleri sıralamayı ve içlerinden en iyisini seçmeyi amaç edinir (Susmaga ve diğ., 2023). Süreç, uygunluk derecelendirmeleri yoluyla kriterlere dayalı alternatifleri değerlendirmek, karar matrislerini normalleştirmek ve optimal çözüme benzerliği belirlemek gibi adımları içermektedir (Letelay ve diğ., 2023).

Her alternatifin ideal çözümlere yakınlığını inceleyerek, karar vericilere belirli bir problem için en uygun seçeneği seçmelerine yardımcı olan bir sıralama sunduğu için çok kriterli karar vermede kullanılan temel bir yöntemdir (Vashdev, 2022). Sade ve uygulaması kolay bir yöntem olmasının yanı sıra hem nitel hem de nicel verileri işleme yeteneğine sahiptir. Karar vermede şeffaflığı ve doğruluğu tercih edilen bir yöntem olmasını sağlamıştır (Letelay ve diğ., 2023). Aynı anda birden çok kriteri inceleyerek kapsamlı bir analiz yapar ve en iyi seçeneğin kolayca belirlenmesine imkân tanır (Mijalkovski ve diğ., 2022). Yöntem finans, sigorta, eğitim gibi alanlarda sıkça kullanılmaktadır. TOPSIS yöntemi 6 aşamadan oluşur ve bu aşamalar aşağıdaki şekilde açıklanabilir (Li ve diğ., 2011);

Aşama 1. Karar Matrisinin Oluşturulması; Alternatifler karar matrisinin satırlarını, kriterler ise sütunlarını oluşturur. Karar matrisi Denklem (6) da gösterildiği gibi mxn şeklindedir.

$$A_{ij} = \begin{matrix} a_{11} & \dots & a_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mp} \end{matrix} \quad (6)$$

Aşama 2. Karar Matrisinin Standardizasyonu; Karar matrisini normalleştirme işlemi, Denklem (7) yardımıyla yapılır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (i= 1,\dots,m \text{ ve } j= 1,\dots,p) \quad (7)$$

Aşama 3. Ağırlıklı Karar Matrisinin Oluşturulması; Normalleştirilmiş matrisin her bir sütun elemanı Denklem (8) de gösterildiği gibi kriter ağırlığı (W_i) ile ağırlıklı standart matris (V) oluşturulur.

$$V_{ij} = R_{ij} \times W_{ij} \quad (8)$$

Aşama 4. İdeal ve İdeal Olmayan Çözümün Tanımlanması; İdeal çözüm, ağırlıklarla normalleştirilmiş matrisin en iyi performans ölçümlerini içerirken, negatif ideal çözümde en az arzu edilen değerleri içerir. Hesaplama yapılırken Denklem (9) ve Denklem (10) dan yararlanır.

$$A^+ = \{x_1^+, x_2^+, \dots, x_k^+\} \quad (\text{Maksimum Değer}) \quad (9)$$

$$A^- = \{x_1^-, x_2^-, \dots, x_k^-\} \quad (\text{Minimum Değer}) \quad (10)$$

Aşama 5. Uzaklık Ölçümlerinin Hesaplanması; İdeal ve ideal olmayan noktalar arasındaki uzaklığın hesaplanması Denklem (11) ve Denklem (12) yardımıyla gerçekleştirilir.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2} \quad (11)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (12)$$

Aşama 6. Görelî Yakınlığın İdeal Çözüme Göre Hesaplanması; Denklem (13), her karar noktasının ideal çözüme görelî yakınlığını belirlemek için kullanılır. C_i^{*}, [0,1] aralığıyla sınırlandırılmış bir değişkendir. C_i^{*}, 1'e doğru eğilimli olduğunda, ideal çözüme doğru yakınsama oluştuğu anlamına gelir; tersine, 0'a doğru eğilimli olduğu zaman ise ideal olmayan bir çözüme doğru yakınsandığını gösterir.

$$C_i^* = \frac{s_i^-}{s_i^- + s_i^+} \quad (13)$$

4. BULGULAR

4.1. Problemin Tanımlanması

Bu çalışmada, yeşil limanların performansı için önem arz eden kriterler tespit edilmiş ve Entropi yöntemi ile kriterlerin ağırlıklandırılması yapılmıştır. TOPSIS yöntemi kullanılarak Kumport Limanı'nın 2017'den 2022'ye kadar yeşil liman performansındaki değişimler analiz edilmiştir.

4.2. Kriterlerin Oluşturulması ve Verilerin Sunumu

Yeşil liman performansı sıralaması oluşturmak için, ilk adım, analizde kullanılacak kriterlerin belirlenmesini içerir. Çalışmada, yeşil liman performansını değerlendirmek için kullanılan kriterler, literatürde vurgu yapılan ve limanların sürdürülebilirlik raporlarında üzerinde durduğu faktörler dikkate alınarak belirlenmiştir. Kriterlerin belirlenmesi sürecinde (ESPO, 2018)'in dikkate aldığı hava kalitesi, su kalitesi, çöp/liman atıkları, enerji tüketimi prosedürleri ile ilgili olan kriterler çalışmaya dahil edilmiştir. Anastasopoulou ve diğ. (2011), Maritz ve Yeh (2014), Satır ve Sağlamtimur (2018), Yang ve Chang (2013) ile Teerawattana ve Yang (2019) tarafından yürütülen araştırmalar başta olmak üzere çok sayıda bilimsel araştırmada bu kriterler odak noktası olmuştur ve bahse konu olan bu çalışmalarda kriterlerin yeşil liman performansına etki ettiğini savunulmuştur.

Emisyon miktarı kriteri çalışmada "tCO₂/TEU" olarak, su tüketimi kriteri "m³/TEU", enerji tüketimi kriteri ise "kWh" olarak ölçülmüştür. Atık geri dönüşümü kriteri ise "TEU Başına Atık Geri Dönüşüm Oranı" olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Mevcut literatürde limanların yeşil liman performansının değerlendirilmesine ilişkin sınırlı araştırma yer almasına rağmen Akandere (2021)'in de çalışmasında belirttiği gibi önem arz eden yıllık elleçleme miktarı" kriteri de dahil edilerek çalışmanın özgünleşmesi sağlanmış ve birimi "TEU" olarak hesaplanmıştır.

Araştırmada girdi olarak kullanılan tüm sayısal değerler TÜRKLİM (Türkiye Liman İşletmecileri Derneği) sektör raporları ve Kumport Limanı'nın sürdürülebilirlik raporlarından elde edilmiştir.

4.3. Entropi Tekniği ile Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Araştırmanın bu aşamasında çevre dostu limanlardan olan Kumport Limanı'nın son 2017-2022 yılları arasında yeşil liman performans etkinliğini değerlendirmek için kullanılan kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Emisyon miktarı (tCO₂/TEU), su tüketimi (m³/TEU), TEU başına atık geri dönüşüm oranı, enerji tüketimi (kWh) ve yıllık elleçlenen TEU miktarı faktörlerine ağırlık atamak için ise nicel bir yöntem olan entropi çalışmada kullanılmıştır. Tablo 4.1.'de başlangıç karar matrisi gösterilmiştir.

Tablo 4.1

Başlangıç Karar Matrisi

Kriterler Yıllar	Emisyon miktarı (tCO ₂ /TEU)	Su Tüketimi (m ³ /TEU)	TEU Başına Atık Geri Dönüşüm Oranı	Enerji Tüketimi (kWh)	Yıllık Elleçlenen TEU miktarı
2017	0,012	0,0341	0,21	116	1.063.246
2018	0,011	0,0312	0,187	136	1.258.294
2019	0,011	0,0177	0,165	135	1.281.850
2020	0,011	0,0162	0,199	137	1.210.780
2021	0,011	0,0186	0,222	146	1.211.515
2022	0,027	0,0217	0,2024	148	1.175.741

Normalleştirme işlemi, Denklem (1) kullanılarak başlangıç karar matrisi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ortaya çıkan normalleştirilmiş karar matrisi Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2

Karar Matrisinin Normalleştirilmesi

Kriterler Yıllar	Emisyon miktarı (tCO ₂ /TEU)	Su Tüketimi (m ³ /TEU)	TEU Başına Atık Geri Dönüşüm Oranı	Enerji Tüketimi (kWh)	Yıllık Elleçlenen TEU miktarı
2017	0,144578313	0,244444444	0,177155391	0,141809291	0,147643814
2018	0,13253012	0,223655914	0,157752657	0,166259169	0,17472845
2019	0,13253012	0,12688172	0,139193521	0,165036675	0,177999468
2020	0,13253012	0,116129032	0,167875823	0,167481663	0,16813059
2021	0,13253012	0,133333333	0,187278556	0,178484108	0,168232653
2022	0,325301205	0,155555556	0,170744053	0,180929095	0,163265026

e_j entropisinin hesaplanması Denklem (2) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. e_j entropisinin tablo sonuçları Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3 e_j Entropi Değerlerinin Belirlenmesi

	Emisyon miktarı (tCO ₂ /TEU)	Su Tüketimi (m ³ /TEU)	TEU Başına Atık Geri Dönüşüm Oranı	Enerji Tüketimi (kWh)	Yıllık Elleçlenen TEU miktarı
e_j	0,957865118	0,976362206	0,997630771	0,998344195	0,99902504

Denklem (3) kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılmıştır. Her kritere karşılık gelen ağırlık değerleri Tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4

Entropi Yöntemi Kullanılarak Ağırlık Değerlerinin Belirlenmesi

	Emisyon miktarı (tCO ₂ /TEU)	Su Tüketimi (m ³ /TEU)	TEU Başına Atık Geri Dönüşüm Oranı	Enerji Tüketimi (kWh)	Yıllık Elleçlenen TEU miktarı
Kriter Ağırlıkları	0,595355268	0,333996071	0,033476604	0,023396111	0,013775945

4.4. TOPSIS Algoritmasına Göre Performansın Değerlendirilmesi

Araştırmaya altı seçenek (yıl) dahil edilmiştir. Bu seçenekler altı kritere göre değerlendirilmiş ve TOPSIS tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz yoluyla belirlenen değerler aşağıdaki bölümde sunulmuştur. 6 seçenek ve 5 adet kriter ile, Aşama 1'de gösterilen (6x5) boyutlu karar matrisi formüle edilmiştir ve normalleştirme adımı ise Denklem (6) yardımıyla yapılmıştır. Elde edilen standart karar matrisi Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.5

Standart Karar Matrisi

Kriterler Yıllar	Emisyon miktarı (tCO ₂ /TEU)	Su Tüketimi (m ³ /TEU)	TEU Başına Atık Geri Dönüşüm Oranı	Enerji Tüketimi (kWh)	Yıllık Elleçlenen TEU miktarı
2017	0,3258	0,5740	0,4321	0,3464	0,3610
2018	0,2986	0,5252	0,3848	0,4061	0,4273
2019	0,2986	0,2980	0,3395	0,4031	0,4353
2020	0,2986	0,2727	0,4095	0,4091	0,4111
2021	0,2986	0,3131	0,4568	0,4359	0,4114
2022	0,7329	0,3653	0,4165	0,4419	0,3992

Standart karar matrisi, Denklem (7) yardımıyla kriter ağırlıkları ile çarpılarak Tablo 4.6'da ayrıntılı olarak yer alan ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisi oluşturulmuştur. Denklem (8) ve Denklem (9) kullanılarak da Tablo 4.6'da yer alan ideal çözüm seti ve negatif ideal çözüm seti oluşturulmuştur.

Tablo 4.6

Ağırlıklı Karar Matrisinin Oluşturulması

Kriter ağırlıkları	0,595355268	0,333996071	0,033476604	0,023396111	0,013775945
Kriterler Yıllar	Emisyon miktarı (tCO ₂ /TEU)	Su Tüketimi (m ³ /TEU)	TEU Başına Atık Geri Dönüşüm Oranı	Enerji Tüketimi (kWh)	Yıllık Elleçlenen TEU miktarı
2017	0,1939	0,1917	0,0145	0,0081	0,0050
2018	0,1778	0,1754	0,0129	0,0095	0,0059
2019	0,1778	0,0995	0,0114	0,0094	0,0060
2020	0,1778	0,0911	0,0137	0,0096	0,0057
2021	0,1778	0,1046	0,0153	0,0102	0,0057
2022	0,4364	0,1220	0,0139	0,0103	0,0055
A*	0,17778	0,09108	0,01529	0,00810	0,00600
A-	0,43637	0,19173	0,01137	0,01034	0,00497

Pozitif ve negatif ideal noktalara olan mesafeler Denklem (10) ve Denklem (11) kullanılarak hesaplanmıştır. Denklem (12) kullanılarak da optimal çözüme göreli yakınlık değerleri belirlenmiştir ve Kumport Limanı'nın 2017-2022 yılları arasındaki yeşil performans sıralaması yapılmıştır.

Tablo 4.7

Uzaklık Ölçümlerinin Hesaplanması ve Sıralamanın Yapılması

Yıllar	Si*	Si-	Ci*	SIRA
2017	0,1019	0,2425	0,7040	5
2018	0,0844	0,2591	0,7543	4
2019	0,0094	0,2745	0,9669	2
2020	0,0022	0,2775	0,9922	1
2021	0,0137	0,2729	0,9523	3
2022	0,2604	0,0698	0,2113	6

Araştırmada, 2017 yılı yeşil liman performans değer oranı (0,7040), 2018 yılı yeşil liman performans değer oranı (0,7543), 2019 yılı yeşil liman performans değer oranı (0,9669), 2020 yılı yeşil liman performans değer oranı (0,9922), 2021 yılı yeşil liman performans değer oranı (0,9523) ve 2022 yılı yeşil liman performans değer oranı ise (0,2113) olarak belirlenmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkeler pek çok avantaja sahip olması nedeniyle deniz taşımacılığını tercih etmekte ve bu taşımacılığın gelişimine önem vermektedirler. Büyük miktardaki yükleri tek seferde ulaştırabilmesi, maliyetinin düşük olup ekonomik bir taşımacılık türü olması, kriz zamanlarında yük hareketini kolaylaştırması, diğer taşımacılık türlerinin tıkanıklığını önlemesi gibi sebeplerle denizyolu taşımacılığı stratejik öneme sahiptir. Denizcilik sektörü ulusal kalkınma için kilit nokta olurken bir yanda da bu taşımacılık türü için zaruri olan liman faaliyetleri çevresel bozulmaya önemli ölçüde sebebiyet vermektedir.

Atıkların toplanması ve ayrıştırılması, hava su ve gürültü kavramlarına önem verilmesi, yenilenebilir enerji ve geri dönüşüm ise bu bozulmayı en aza indirmek için önde gelen kavramlardan bazılarıdır. Yeşil liman ise, tüm bu kavramları bünyesinde barındıran ve denizyolu taşımacılığı yapan ülkeler önem arz eden bir yapıdır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada yeşil limanların performans ölçüm kriterleri belirlenmiş ve yeşil liman sertifikasına sahip Kumport Limanı'nın 2017-2022 yılları arasındaki yeşil liman performansının analizi yapılmıştır. Araştırmada, Entropi ve TOPSIS metodolojileri bir arada kullanılmış ve kriterler bazında değerlendirmeler yapılmıştır.

Literatürü incelerken, başta Roh ve diğ. (2016), Sanrı (2021), Köseoğlu ve Solmaz (2019), Bjerkana ve Setera (2019), Gürel ve Kuleyin (2019), Özkan ve Şahin (2021), Vaio ve diğ. (2023), Beyene ve diğ. (2023), Parhamfar ve diğ. (2023), Tezcan (2023) olmak üzere çok sayıda yazar, yeşil liman ve sürdürülebilirlik çalışmaları bağlamında literatür taraması yapmayı tercih etmişlerdir. Literatür taramasının yanı sıra çok kriterli karar verme yöntemleri de yazarlar tarafından kullanılmıştır.

Du (2015), Akın (2020), Demir (2021) ve Şimşek (2023) AHP yöntemini, Özdemir (2018), Korucuk ve Memiş (2019) ve Mahmud ve diğ. (2023) DEMATEL yöntemini, Doğan (2022) SWARA, Fragkos (2022) ise PROMETHEE yöntemini kullanmış ve konu hakkında değerlendirmeler yapmışlardır. Garg ve diğ. (2022) ise bahse konu olan sürdürülebilirlik alanında FAHP yöntemi ile, Keske (2021) ise ANP-BOCR yöntemini kullanarak analizler yapmışlardır. Ha ve Yang (2017) ise süreci AHP, ANP ve (DEMATEL) yöntemi bir arada kullanmayı tercih ederek çalışmalarını tamamlanmışlardır.

Sanrı (2021) tarafından yürütülen araştırmada, Analitik Hiyerarşi Süreci, Analitik Ağ Süreci ve Entropinin kirlilik alanında yazarlar tarafından çok tercih edilen yöntemler olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada da AHP ve DEMATEL yönteminin yeşil liman ve sürdürülebilirlik konularında çok sayıda yazar için yaygın bir tercih olduğunu ortaya çıkmıştır. SWARA ve PROMETHEE gibi ÇKKV yöntemlerinin de kullanıldığı görülmüştür. Bu alanda entropi ve TOPSIS yönteminin kullanımının kısıtlı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu araştırma, sürdürülebilir limanların verimliliğini değerlendirmek için Entropi ve TOPSIS yöntemlerinin beraber kullanılabileceğini ve limanların yıllar bazında değerlendirmelerine olumlu katkı sağlayacağını göstermektedir. Bu katkının gelecekteki araştırma çabaları için bir model sağlayarak mevcut bilgi birikimini zenginleştireceği tahmin edilmektedir.

Bu araştırmada, yeşil liman ve sürdürülebilirlik ile ilişkili olarak 5 kritere ağırlık atamak için Entropi yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra ağırlıklandırma sürecinden elde edilen değerler ile TOPSIS yöntemi uygulanarak Türkiye'de faaliyet gösteren ve yeşil limanlardan birisi olan Kumport Limanı'nın 2017-2022 yılları arasındaki performans değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmada girdi olarak kullanılan sayısal değerler TURKLİM (Türkiye

Liman İşletmecileri Birliği) sektör raporlarından ve Kumport'un liman sürdürülebilirlik raporlarından elde edilmiştir.

Entropi yöntemiyle hesaplanan ağırlıkların incelenmesi üzerine, daha önce Anastasopoulou ve diğ. (2011), Maritz ve Yeh (2014), Satır ve Sağlamtimur (2018), Yang ve Chang (2013) ile Teerawattana ve Yang (2019) tarafından da araştırılan *Emisyon Miktarı* (0,595355268) kriterinin yeşil limanların etkinliğini değerlendirmek için baskın kriter olarak ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Yeşil liman performansını her yıl artırabilmek için Kumport Limanı'nın emisyon üretimine dikkat etmesi ve emisyon üretimini azaltmak için üstün performans gösterme eğiliminde olması gerektiği belirlenmiştir. Bu kriteri *Su Tüketimi* (0,333996071), *TEU Başına Atık Geri Dönüşüm Oranı* (0,033476604), *Enerji Tüketimi* (0,023396111) takip etmektedir. Yeşil liman olma yolunda en az önem taşıyan kriter ise *Yıllık Elleçlenen TEU miktarı* (0,013775945) olarak belirlenmiştir. Kriterler incelendiğinde yeşil liman olma yolunda tümünün önemli olduğu görülmüştür. Birbirine yakın değerlere sahip olsalar da *Emisyon Miktarı* ve *Su Tüketimi* kriterleri diğerlerinden ayrılarak öne geçmiştir. Yeşil liman performansını artırmak ve diğer limanlarla rekabetini üst boyutlara çekmek için Kumport Limanı'nın bahse konu olan bu iki kritere ayrıca önem göstermesi gerekmektedir. Emisyon miktarını azaltıcı önlemler almalı ve su tüketimini minimum seviyeye indirmelidir.

Araştırma dahilinde entropi ile kriter ağırlıkları belirlendikten sonra, 2017-2022 yılları arasındaki Kumport'un yeşil liman performansı birbirine göre sıralanmıştır. Performans değerlerinin en yüksekte en düşüğe sırasıyla 2020 yılında (0,9922), 2019 yılında (0,9669), 2021 yılında (0,9523), 2018 yılında (0,7543), 2017 yılında (0,7040) ve 2022 yılında (0,2113) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek performansa sahip 2020 yılı ile en düşük performansa sahip 2022 yılı karşılaştırıldığında, 2020 yılının emisyon miktarının daha düşük olduğu görülmüştür. Su tüketiminin ve enerji tüketiminin de daha az olduğu tespit edilmiş ve yeşil liman olma yolunda 2020 yılında daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. 2022 yılında ise TEU Başına Atık Geri Dönüşüm Oranında artış görülmüş ve bu kriter geliştirilmiştir. Yıllık Elleçlenen TEU miktarı ise 2022 yılında düşüş yaşamış ve yeşil liman olma potansiyelinde gerileme görülmüştür. Mevcut çalışmada, söz konusu liman yeşil liman kriterlerine sahip olsa da performans açısından düşüş gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Akandere (2021) tarafından yapılan çalışmada da belirtildiği gibi, Entropi ve TOPSIS yöntemleri yeşil limanların performansını ölçme konusunda başarılı bir yöntemlerdir. Bu çalışmada, limanların birbirleri arasındaki performans sıralamasının yapılması yanında, tek bir liman seçilerek yıllar bazında performansının bu yöntemlerle değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. Böylece liman, yıllar bazında hangi kriterde geri kaldığını hangi kriterde ise başarı yakaladığını görebilecektir. Bir sonraki yıl için stratejisini analiz sonuçları ile daha doğru belirleyebilecektir.

Bu çalışmada, limanlar ve kriterler literatür taraması ile tespit edilmiştir ve yeşil limanlarla ilgili önceki çalışmalardan farklı hale getirilmiştir. Çalışma, mevcut sürdürülebilirlik raporlarında yer alan bazı kriterleri kapsamaktadır. Literatürde yer alan tüm kriterlerin sürdürülebilirlik raporlarında sayısal olarak yer almaması ve bu sebeple bazılarının çalışmaya dahil edilememesi çalışmanın bir kısıtı olarak gösterilebilir. Bu araştırma, gelecekteki araştırmalar için farklı limanlar arasında uygulanma ve çeşitlendirilme potansiyeline sahiptir. Türkiye'de artan yeşil liman sayısı ile diğer limanların da yıllar bazında potansiyeli incelenebilir ve çeşitli kriterler çalışmaya entegre edilebilir. Ayrıca, yeni metodolojiler ve yaklaşımlar ile de literatürü geliştirilmesi mümkündür.

KAYNAKÇA

- Andriani, D. P., Novianti, V. D., Adnandy, R., A'yunin, Q. (2019). Quantitative Risk Modelling of Occupational Safety in Green-Port. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 546. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/546/5/052007>
- Akandere, G. (2021). Yeşil Sertifikalı Limanların Performansının Entegre ENTROPİ-TOPSIS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 39(4), 515-535. <http://dx.doi.org/10.17065/huniibf.888903>
- Akın, M. (2020). Yeşil Limanlarda Performans Kriterlerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma (Yayın No: 637656). Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İskenderun.
- Alnıpak, S., Yorulmaz, M. (2019). Limanlarımızda Sürdürülebilir Çevre Yönetimi: Yeşil Liman Kavramı. *VI. Yıldız Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi*, İstanbul, Türkiye, 12-13 Aralık 2019.
- Anastasopoulou, D., Kolios S., Stylios, C. (2011). How Will Greek Ports Become Green Ports?. *Geo-Eco Marina*, 17, 73-80. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.56900>

- Bergek, A., Bjørgum Ø., Hansen, T., Hanson, J., Steen, M. (2018). Towards a Sustainability Transition In The Maritime Shipping Sector: The Role of Market Segment Characteristics. *9th International Sustainability Transitions (IST) Conference*, Manchester, 2-14 June 2018.
- Beyene, Z. T., Nadeem, S. P., Jaleta, M. E., Kreie, A. (2024). Research Trends in Dry Port Sustainability: A Bibliometric Analysis. *Sustainability*, 16, 263. <http://dx.doi.org/10.3390/su16010263>
- Bjerkan, K. Y., Seter, H. (2019). Reviewing Tools and Technologies for Sustainable Ports: Does Research Enable Decision Making in Ports?. *Transportation Research Part D*, 72, 243–260. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2019.05.00d>
- Blokus-Roszkowska, A., Smolarek, L. (2013). Application of Simulation Methods for Evaluating the Sea Waterways Traffic Organisation. *Hindawi Publishing Corporation ISRN Applied Mathematics*, 2013, 8. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/715142>
- Budiyanto, M. A., Habibie, M. R., Shinoda, T. (2022). Estimation of CO₂ Emissions for Ship Activities at Container Port as an Effort Towards a Green Port Index. *Energy Reports*, 8, 229-236. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.10.090>
- Camargo-Díaz, C. P., Paipa-Sanabria, E., Zapata-Cortes, J. A., Aguirre-Restrepo, Y., Quiñones-Bolaños, E. E. (2022). A Review of Economic Incentives to Promote Decarbonization Alternatives in Maritime and Inland Waterway Transport Modes. *Sustainability* 2022, 14(21), 14405. <https://doi.org/10.3390/su142114405>
- Chuen-Im, C., Lee, J. J. (2011). A Coastal Development Idea For Gulf of Thailand To Improve Global Trades, *Coastal Engineering* 2010, 1(32). <https://doi.org/10.9753/icce.v32.management.53>
- Demir, E. (2021). Yeşil Liman Kriterlerinin AHS Metodu ile Analiz Edilerek Liman Performans Değerlendirilmesinin Yapılması (Yayın No: 677401). Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Demir, E., Satır, T., Sağlamtimur, N., Çalışkan, U. Y. (2022). Energy Efficiency In Ports From A Green Port Perspective: A Conceptual Framework. *Mersin University Journal of Maritime Faculty*, 4(2). <https://doi.org/10.47512/meujmaf.1113213>
- Ding, K, Yao, C, Li, Y, Hao, Q, Lv, Y, Huang, Z. (2022). A Review on Fault Diagnosis Technology of Key Components in Cold Ironing System. *Sustainability*, 14, 6197. <https://doi.org/10.3390/su14106197>
- Diniz, N. V., Cunha, D. R., Porte, M. S., Oliveira, C. B. M., Fernandes, F. F. (2024). A Bibliometric Analysis of Sustainable Development Goals in The Maritime Industry and Port Sector. *Regional Studies in Marine Science*, 69, 103319. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103319>
- Doğan, H. (2022). Yeşil Liman Performans Kriterlerinin Önem Derecelerinin SWARA Yöntemiyle Belirlenmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Konferansı II*, Çanakkale, Türkiye, 4-5 Temmuz 2022.
- Du, T. (2014-2015). AHP Analysis for Evaluation of European Container Port Performance. Master's Thesis. Erasmus University Rotterdam in Maritime Economics and Logistics.
- Ecer, F. (2020). Çok Kriterli Karar Verme Geçmişten Günümüze Kapsamlı Bir Yaklaşım. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Elfarsi, E., Ekram, A., Elkwafi, W., Ismail, A. (2022). The Relationship between the Green Port Concept and Competitiveness (A Comparative Applied Study for the Port of Tripoli). *Journal of Marine Sciences & Environmental Technologies*, 8(1), 32-44.
- Esposito, F., Mancinelli, E., Morichetti, M., Passerini, G. Rizza, U. (2018). ‘‘ A Cogeneration Power Plant To Integrate Cold Ironing And District Heating And Cooling’’. *International Journal of Energy Production and Management*, 3(3), 214-225. <https://doi.org/10.2495/EQ-V3-N3-214-225>
- Esteves, J., Gouveia, A. M. V., Silva, N. P., Liu, C., Qu, B., Yang, P. (2022). Green Ports-Building a Shore Power Load Model for Simulation. *2022 IEEE International Power and Renewable Energy Conference*, 1-5.
- Fragkos, P. (2022). Decarbonizing the International Shipping and Aviation Sectors. *Energies* 2022, 15, 9650. <https://doi.org/10.3390/en15249650>
- Garg, C. P., Kashav, V., Wang, X. (2023). Evaluating Sustainability Factors of Green Ports in China Under Fuzzy Environment. *Environment, Development and Sustainability*, 25, 7795–7821. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02375-7>

- Gürel, B., Kuleyin, B. (2019). Eko-Marina Alanında Yapılan Akademik Çalışmaların İçerik Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, ULK 2017 Özel Sayı*, 17-32. <https://doi.org/10.18613/deudfd.565129>
- Ha, M. H., Yang Z. (2017). Comparative Analysis Of Port Performance Indicators: Independency And Interdependency. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 103, 264-278. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.06.013>
- Karami, A., Johansson, R. (2014). Utilization of Multi Attribute Decision Making Techniques To Integrate Automatic And Manual Ranking of Options. *Journal of Information Science And Engineering*, 30, 519-534. <https://doi.org/10.1688/JISE.2014.30.2.14>
- Karlı, H., Öztaş Karlı, R. G., Aydın, H. (2020). Rotterdam, Antwerp ve Hamburg Limanlarının Akıllı Liman Bağlamında Değerlendirilmesi, *Global Journal of Economics and Business Studies*, 9 (18), 01-16.
- Keske, B. (2021). Yeşil Liman Olabilme Potansiyelleri Açısından Limanların ANP-BOCR Yöntemi ile Değerlendirilmesi (Yayın No: 696491). Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gümüşhane.
- Korucuk, S., Memiş, S. (2019). Yeşil Liman Uygulamaları Performans Kriterlerinin Dematel Yöntemi ile Önceliklendirilmesi: İstanbul Örneği. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7(16), 134-149. <https://doi.org/10.33692/avasyad.543735>
- Koşar Danışman, İ., Özalp, G. (2016). Karbon Ayak İzinin Azaltılmasında Yeşil Liman Uygulamasının Rolü: Marport Örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 8, 99-166. <https://doi.org/10.18613/deudfd.98463>
- Kotrikla, A. M., Chortatsiani, E. (2022). Environmental Sustainability in the Cruise Industry. *Interdisciplinary Journal of Research and Development*, 9(4), 2. <https://doi.org/10.56345/ijrdv9n4s212>
- Kozulia, T. V., Sviridova A. S., Kozulia M. M. (2021). Entropy Approach In System Research of Different Complexity Objects To Assess Their Condition And Functionality. *Radio Electronics, Computer Science*, 4, 149-163. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2021-4-14>
- Köseoğlu, M. C., Solmaz, M. S. (2020). Türkiye ve Dünya Yeşil Liman Ölçütlerinin Karşılaştırmalı Bir Değerlendirmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik fakültesi Dergisi*, 12, 33-57. <https://doi.org/10.18613/deudfd.803386>
- Kumport. (2020). Sürdürülebilirlik Raporu, *KUMPORT Liman İşletmeleri*, 1-48.
- Kumport. (2022). Sürdürülebilirlik Raporu, *KUMPORT Liman İşletmeleri*, 1-77.
- Kurt, İ. (2023). Evaluation of the Green Port Concept for Decarbonized Maritime Industry. *Decarbonization of Maritime Transport Energy, Environment, and Sustainability*, 157-176. https://doi.org/10.1007/978-981-99-1677-1_9
- Lähdeaho, O., Hilmola, O., Kajatkari, R. (2020). Maritime Supply Chain Sustainability: South- East Finland Case Study. *Journal of Shipping and Trade*, 5(16). <https://doi.org/10.1186/s41072-020-00073-z>
- Lee, S. (2023). Comparative Study of Multi-criteria Decision Analysis Methods in Environmental Sustainability. *Smart Innovation, System and Technologies*, 338, 223-231. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9205-6_21
- Li, K. Wang, L. Liu, J. Xin, H. Yang, C. Gao. (2011) Application of The Entropy Weight And TOPSIS Method in Safety Evaluation of Coal Mines, *Procedia Engineering*, 26, 2085-2091. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2410>
- Letelay, K., A.S. Mola, S. A. S., Snae, D. P. (2023). Penerapan Metode TOPSIS Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Pemberian Bantuan Rehabilitasi Rumah. *Jurnal Dialektika Informatika (Detika)*, 3(2), 54-59. <https://doi.org/10.24176/detika.v3i2.10251>
- Mahmud, K. K., Chowdhury, M. M. H., Shaheen, M. M. A. (2023). Green Port Management Practices for Sustainable Port Operations: A Multi Method Study of Asian Ports. *Maritime Policy & Management*, 50(8). <https://doi.org/10.1080/03088839.2023.2258125>
- Maritz, A. ve Yeh, S. P. (2014). Innovation and Success Factors in the Construction of Green Ports. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 15(3A), 1255-1263.

- Mijalkovski, S., Efe, Ö. F., Despodov, Z., Mirakovski, D., Mijalkovska, D. (2023). Underground Mining Method Selection With The Application of TOPSIS Method. *GeoScience Engineering*, 68(2), 125-133. <https://doi.org/10.35180/gse-2022-0075>
- Mittelhammer, R., Judge, G., Henry, M. (2022). An Entropy-Based Approach for Nonparametrically Testing Simple Probability Distribution Hypotheses. *Econometrics*, 10(5). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2201.06647>
- Mu, E. (2023). Multicriteria Decision Making as Interdisciplinary Research. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 14(3). <https://doi.org/10.13033/ijahp.v14i3.1080>
- Nikitakos, N. (2012). Green Logistics: The Concept of Zero Emissions Port. *FME Transactions*, 40(4), 201-206.
- Ning-zhao, L., Xiao-fen, Z. (2011). Notice of Retraction: Design Discharge Equipment for Cold Ironing Power Cable. *2011 IEEE Power Engineering and Automation Conference, Wuhan, China*, 185-188.
- Olgun, M., Türkarlan, E., Ye, J., Ünver, M. (2022). Single and Interval-Valued Hybrid Enthalpy Fuzzy Sets and a TOPSIS Approach for Multicriteria Group Decision Making. *Mathematical Problems in Engineering Volume 2022*, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2022/2501321>
- Organ, A., Kaçaroğlu, M. O. (2020). Entropi Ağırlıklı TOPSIS Yöntemi İle Türkiye'deki Vakıf Üniversiteleri'nin Değerlendirilmesi. *Pamukkale İşletme ve Bilişim Yönetimi Dergisi*, 7(1), 28-45.
- Özdemir, Ü. (2018). Türkiye'de Yeşil Liman Uygulamaları Üzerine Bir Değerlendirme Örneği. *Social Sciences Studies Journal*, 4 (16), 1209-1218. <https://doi.org/10.26449/sss.498>
- Özispä, N., Arabelen G. (2021). Limanların Sürdürülebilirlik Stratejilerinin AHP Yaklaşımı ile Önceliklendirilmesi. *Journal of Yasar University*, 16(63), 1430-1453. <https://doi.org/10.19168/jyasar.873388>
- Özkan, E., Şahin, Y. (2021). Sürdürülebilir Sistemler: 2010-2020 Yılları Arası Literatür İncelemesi. *UMÜFED Uluslararası Batı Karadeniz Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1), 18-47.
- Parhamfar, M., Sadeghkhanı, I., Adeli, A. M. (2023). Towards the Application of Renewable Energy Technologies in Green Ports: Technical and Economic Perspectives. *IET Renewable Power Generation*, 17, 3120-3132. <https://doi.org/10.1049/rpg2.12811>
- Roh, S., Thai V. V., Wong, Y. D. (2016). Towards Sustainable ASEAN Port Development: Challenges and Opportunities for Vietnamese Ports. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 32(2), 107-118. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2016.05.004>
- Sadiq, M., Ali, S. W., Terriche, Y., Mutarraf, M. U., Hassan M. A., Hamid, K., Ali, Z., Sze, J. Y., Su, C., Guerrero, J. M. (2021). Future Greener Seaports: A Review of New Infrastructure, Challenges, and Energy Efficiency Measures. *IEEE Access*, 9, 75568-75587. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3081430>
- Samadi, S., Lechtenböhrer, S., Schneider, C., Arnold, K., Fishedick, M., Schüwer, D., Pastowski, A. (2016). Decarbonization Pathways for the Industrial Cluster of the Port of Rotterdam: Final Report. *Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy*.
- Samadi, S., Schneider, C., Lechtenböhrer, S. (2018). Deep Decarbonisation Pathways for The Industrial Cluster of the Port of Rotterdam. *European Council for an Energy Efficient Economy (ECEEE)*, 399-409.
- Samosir, D. H., Markert, M., Busse, W. (2017). The Technical and Business Analysis of Using Shore Power Connection in The Port of Hamburg. *Jurnal Teknik ITS (Sepuluh Nopember Institute of Technology)*, 5(2), 213244. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.18860>
- Sanrı, Ö. (2021). Yeşil Limanlar Üzerine İçerik Analizi, 2009-2020. *Beykoz Akademi Dergisi*, 9(2), 50-72. <https://doi.org/10.14514/BYK.m.26515393.2021.9/2.50-72>
- Satır, T., Sağlamtimur, N. D. (2018). The Protection of Marine Aquatic Life: Green Port (EcoPort) Model inspired by Green Port Concept in Selected Ports from Turkey, Europe and the USA. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 6(1), 120-129. <https://doi.org/10.21533/pen.v6i1.149>
- Schwartz, H., Solakivi, T., Gustafsson, M. (2022). Is There Business Potential for Sustainable Shipping? Price Premiums Needed to Cover Decarbonized Transportation. *Sustainability* 2022, 14(21), 5888. <https://doi.org/10.3390/su14105888>
- Spruijt, A., Van Duin, R., Rieck, F. (2017). Intralog Towards an Autonomous System for Handling Interterminal Container Transport. In *Proceedings of EVS30 Symposium: EVS30 International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium*, 1-12.

- Susmaga, E., Szczęch, I., Brzezinski, D. (2024). Towards Explainable TOPSIS: Visual Insights into the Effects of Weights and Aggregations on Rankings. *Applied Soft Computing*, 153, 111279. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.111279>
- Şimşek, N. (2023). Konteyner Limanlarında Enerji Verimliliği Uygulamalarının AHP Yöntemi ile Değerlendirilmesi (Yayın No: 808189). Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İskenderun.
- Teerawattana, R., Yang, Y. C. (2019). Environmental Performance Indicators for Green Port Policy Evaluation: Case Study of Laem Chabang Port. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 35(1), 36-69. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2019.03.009>
- Tezcan, Ö. (2023). Sustainability Focused Maritime Studies Performed in Türkiye: A Literature Analysis. *Marine Science Technology Bulletin*, 12(1), 51-62. <https://doi.org/10.33714/masteb.1229745>
- Tezcan, Ö., Kan, Ö. (2023). Meta-Synthesis of Research on Green Port Performance Evaluation Criteria. *Scientific Journal of Maritime Research*, 37, 227-239. <https://doi.org/10.31217/p.37.2.6>
- TÜRKLİM. (2021). Türkiye Limancılık Sektörü Raporu, *Türkiye Liman İşletmecileri Derneği*, 101.
- TÜRKLİM. (2023). Türkiye Limancılık Sektörü Raporu Sürdürülebilir Limanlar, *Türkiye Liman İşletmecileri Derneği*, 111. URL-1:<https://www.turklim.org/turklim-uyesi-20-liman-yesil-liman-sertifikasinin-sahibi-oldu/>, (Erişim Tarihi: 05.09.2024).
- Vaio, A. D., Zaffar, A., Balsalobre-Lorente, D., Garofalo, A. (2023). Decarbonization Technology Tesponsibility To Gender Equality in The Shipping Industry: A Systematic Literature Review and New Avenues Ahead. *Journal of Shipping and Trade*, 8(9). <http://doi.org/10.1186/s41072-023-00140-1>
- Vashdev, V. D. (2022). Assessment of Manufacturing Process Selection Utilizing the TOPSIS Method. *REST Journal on Banking, Accounting and Business*, 1(4), 52-58. <http://doi.org/10.46632/jbab/1/4/8>
- Velasco, E. R., González-Cancelas, N., Orive, A. C., Díaz-Gutiérrez, D. (2022). Green Ports Analysis Using an End-to-End Tool Application in the Fishing Port of Vigo. *Journal of Marine Science Engineering*, 10, 1959. <http://doi.org/10.3390/jmse10121959>
- Velichko, A., Heidari, H. (2021). A Method for Estimating the Entropy of Time Series Using Artificial Neural Networks. *Entropy* 2021, 23, 1432. <http://doi.org/10.3390/e23111432>
- Wang, C-N., Le, T. Q., Chang, K-H. Dang, T-T. (2022) Measuring Road Transport Sustainability Using MCDM-Based Entropy Objective Weighting Method. *Symmetry*, 14(5),1033. <https://doi.org/10.3390/sym14051033>
- Wang, L., Yao, J., Zhang, H., Pang, Q., Fang, M. (2023). A Sustainable Shipping Management Framework In The Marine Environment: Institutional Pressure, Eco-Design, And Cross-Functional Perspectives. *Frontiers Maritime Science*, 9, 1070078. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1070078>
- Yalılı Kılıç, M., Adalı, S. (2020). Deniz Ulaşımından Kaynaklanan Gürültü Kirliliğinin Belirlenmesi: Bursa Güzelyalı Örneği. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 25(2), 1015-1024. <https://doi.org/10.17482/uumfd.763450>
- Yang, Y. C., Chang, W. M. (2013). Impacts of Electric Rubber-tired Gantries on Green Port Performance. *Research in Transportation Business & Management*, 8, 67-76. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2013.04.002>
- Yorulmaz, M., Baykan, Y. (2023). Türkiye’de Sürdürülebilir Liman İşletmeciliği ve Yönetimi Literatürünün Değerlendirilmesi. *Sürdürülebilir Çevre Dergisi*, 3(1), 01-12.
- Yorulmaz, M., Patruno, E. (2022). Sürdürülebilir Yeşil Liman Algısının ve Yönetiminin Değerlendirilmesi. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 7(13), 148-168.
- Zheng, Y., Wang, D. (2023). Multi-Criteria Decision Making and Recommender Systems. IUI '23: 28th International Conference on Intelligent User Interfaces. <https://doi.org/10.1145/3581754.3584163>

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

*Katkı oranlarının tümü eşit olması durumunda oranlar belirtilmeyecektir/If the contribution rates are all equal, the rates will not be specified

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Teşekkür: -

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The author has no conflict of interest to declare.

Grant Support: The author declared that this study has received no financial support.

Acknowledgement: -