



Araştırma Makalesi / Research Article

Yeşil Sertifikalı Limanların Performansının Entegre ENTROPİ-TOPSIS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

Gökhan Akandere¹

Öz

Küresel deniz ticaretinin önemli bir lojistik düğüm noktası olan limanlar, artan çevre kirliliğinin ve enerji tüketiminin ana kaynaklarından biri haline gelmiştir. Bu nedenle limanların çevresel ve operasyonel olarak performanslarının değerlendirilmesi konusu oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı, entegre Entropy-TOPSIS yöntemini kullanarak yeşil sertifikalı limanların performansını çevresel ve operasyonel kriterlerle değerlendirmektir. Bu amaçla, Entropi-TOPSIS yöntemi ile yeşil sertifikalı limanların sıralaması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, operasyonel süreçlerde elektrik ve LNG gibi çevre dostu enerji kullanımı sonucunda düşük emisyon üreten limanların performans değerlendirmesinde daha başarılı olduğunu göstermektedir. Ayrıca terminal sahası ve sahip oldukları elleçleme ekipmanı sayısı açısından daha fazla konteyner elleçleyen limanların daha başarılı olduğu görülmüştür. Hükümet ve idari organların destek ve teşvikleri, liman alanının doğal çevresinin kalitesinin artırılması, geri dönüşüm ve yeniden kullanma gibi sürdürülebilir kalkınma sağlayabilecek uygulamalar, gemilerin limanla bağlantı kurması sırasında Alternatif Deniz Gücü (AMP) teknolojisi kullanılması, çevreci enerjiyle çalışan taşıma araçları, gemi ve sahil vinçleri kullanılması limanların performansını artıracaktır.

Anahtar Kelimeler: Yeşil Liman, TOPSIS, entropi, performans.

Evaluation of The Performance of Green Certified Ports with Integrated ENTROPY-TOPSIS Methods

Abstract

Ports, an important logistic node of global maritime trade, have become one of the main sources of increasing environmental pollution and energy consumption. For this reason, it is very important to evaluate the environmental and operational performance of ports. The purpose of this study is to evaluate the performance of green certified ports with environmental and operational criteria using the integrated Entropy-TOPSIS method. Green certified ports were ranked using the Entropy-TOPSIS method. Findings show that ports that generate low emissions as a result of environmentally friendly energy use such as electricity and LNG in operational processes are more successful in performance evaluation. In addition, it has been observed that ports that handle more containers in terms of the terminal area and the number of handling equipment they have are more successful. Support and incentives of the government and administrative bodies, practices that can provide sustainable development such as increasing the quality of the natural environment of the port area, recycling and reuse, use of Alternative Marine Power (AMP) technology during the connection of ships with the port, environmentally-powered transport vehicles, ships and shore cranes its use will increase the performance of the ports.

Keywords: Green Port, TOPSIS, entropy, performance.

¹ Dr. Öğr.Üyesi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, gakandere@selcuk.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-5051-1154>

GİRİŞ

Tedarik zinciri ve uluslararası taşımacılık ağlarındaki önemli lojistik düğümler ve aktarma merkezleri olan limanlar, bölgesel ve küresel ticaret faaliyetlerinin büyümesini sağlayarak ekonomik kalkınmanın desteklenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Limanlar; (1) arazi ve temel altyapı sağlama (2) tarife belirleme, kiracılar ve diğer liman kullanıcıları için çevre standartları ve mekansal planlama yapma, (3) güvenli ve serbest geçiş sağlamak için kendi liman araçları ve ekipman filolarına sahip olma ve (4) iş birliği ve liman performansını geliştirmek için çeşitli liman paydaşlarını bir araya getirme gibi dört temel işlevi gerçekleştirmektedir (Verhoeven, 2010).

Dijitalleşme, teknoloji ve konteynerizasyon ile desteklenen uluslararası deniz ticaret hacmi 811,2 milyon TEU¹ ile 11.08 milyar tona ulaşmıştır (United Nations Conference on Trade and Development [UNCTAD], 2020)². Bu bağlamda, limanların gelişmesi ve limanlara olan talebin artması beklenmektedir. Ancak liman gelişimi de temel ve çevresel zorlukları beraberinde getirmiştir.

Uluslararası deniz ticaretinin, tesislerinin ve faaliyetleri ile ilgili kaynakların genişlemesiyle birlikte limanlar, hava, su, atık ve gürültü kirliliği oluşturma ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi çevre üzerinde ve ayrıca halk sağlığı ve güvenliği gibi toplum üzerinde de önemli olumsuz etkilere neden olmaktadır. Denizcilik endüstrisi yılda yaklaşık 940 milyon ton CO₂ emisyonu üreterek küresel karbon emisyonlarının %3,9'unu oluşturmaktadır (UNCTAD, 2020).

Son zamanlarda, küresel ısınma, iklim değişikliği ve artan sera gazı emisyonları, başta liman endüstrisi gibi önemli çevresel etkileri olan birçok ekonomik sektörde önemli bir yeniden yapılanmaya yol açmıştır. Bu bağlamda liman işletmeleri, maliyetlerini azaltmak ve paydaşların mevcut ve gelecekteki çıkarlarını korumak için tasarlanmış ekolojik açıdan sorumlu iş faaliyetlerine dayalı bir yeşil stratejiyi benimsemeye başlamıştır (Jasmi ve Fernando, 2018). Artan çevre bilincinin bir sonucu olarak yeşil liman kavramı, uygunsuz liman operasyonlarının çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için ortaya çıkmıştır (Hiranandani, 2014). Liman işletmeleri yeşil uygulamalarla çevresel etkilerini azaltarak, daha iyi bir performans sağlayabilirler. Bu bağlamda yeşil sertifikalı limanların çevresel ve operasyonel faaliyetlerinin etki ve çıktılarının değerlendirilmesi önem içermektedir. Bu çalışma en iyi performansı sergileyen limanların, hangi çevresel ve operasyonel uygulamaları daha iyi yaptıklarının belirlenmesini ve olumsuz çevresel etkilerin nasıl azaltılabileceğinin anlaşılmasını sağlayabilecektir.

Sürdürülebilirlik perspektifinden bakıldığında, en kötü çevresel sorunların bazıları gelişmekte olan ülkelerin denizcilik sektörlerinde gerçekleşmektedir (Hsu *vd.*, 2013). Markandya ve Halsnaes (2004), gelişmekte olan dünyanın yaklaşık %90'ının gelişmiş dünyanın %1'den daha azına kıyasla iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden muzdarip olduğunu belirtmektedir. Gelişmekte olan birçok ülke, yeşil uygulamaları benimseme düzeyi açısından hala temel süreçlerdedir (Zhu *vd.*, 2007: 1042).

Limanların, kaynakları verimli bir şekilde kullanmaması, emisyon ve atık oluşumlarını azaltacak önlemleri almaması, enerji tüketimini azaltmaması, liman alanının doğal çevresinin kalitesini artıracak faaliyetleri yerine getirmemesi, trafik sıkışıklığını önleyememesi, gürültü kirliliğini azaltamaması, geri dönüşüm ve yeniden kullanma gibi sürdürülebilir kalkınma sağlayacak faaliyetleri yerine getirmemesi düşük çevresel, operasyonel ve ekonomik performans sergilemelerine sebep olabilecektir.

Düşük liman performansı, yalnızca liman işletmelerinin gelişmesini olumsuz etkilemekle kalmayacak, aynı zamanda aşırı enerji tüketimine ve kaynak israfına da neden olacaktır. Bunun sonucunda da oluşan ekonomik kayıp, Türkiye'nin uluslararası lojistik ve ticaret faaliyetlerinde diğer gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerle rekabet etmesini zorlaştıracak ve sürdürülebilir kalkınma ve gelişme hedeflerini olumsuz etkileyebilecektir.

Türkiye, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini minimize ve bölgedeki konumun sağladığı lojistik potansiyelinin sağlayabileceği ekonomik etkileri maksimize etmek, gerekli değişim ve dönüşümleri yerine getirmek için başlatmıştır. Bu bağlamda, Türk Yeşil Liman Projesi 2012 yılında, Türk limanlarına teşvik

verme ve yeşil liman ilkeleri ile uyumlu olmaları durumunda yeşil sertifikaya sahip olmalarına yönelik bir politika olarak ortaya çıkmıştır (Dünya Ticaret Örgütü [DTÖ], 2013).

Türkiye, 2019 yılında dünyanın 12. en büyük konteyner limanı trafik hacmine sahiptir (UNCTAD, 2020: 71; World Bank, 2019). Türkiye'de 200 adet liman bulunmaktadır (Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenleri Derneği [UTİKAD], 2020)³. Avrupa ülkeleri içinde 2020 yılında 8. sırada yer alan Türkiye'de, deniz ticareti ile 29 milyon tondan fazla mal taşınmıştır (UNCTAD, 2020). Türkiye limanlarında 2020 yılında elleçlenen toplam konteyner miktarı 15,908 milyon TEU'a ulaşmıştır (UNCTAD, 2020: 71). Yeşil liman politikasının etkin bir şekilde uygulanması Türkiye'de ekonomik gelişmeyi artırabileceği düşünülmektedir (Denizhaber, 2013). Bu bağlamda yeşil limanların ekonomik etkilerinin değerlendirilmesi önem içermektedir. Bu çalışma, iyi performans sergileyen limanların hangi faaliyetleri daha iyi uygulayarak bölgesel, ulusal ve uluslararası ekonomiye katkı sağladığı anlaşılabilir.

İlgili literatür incelendiğinde, ülkemizde yeşil limanlara yönelik yapılan çok sayıda çalışma olduğu görülmüştür. Ancak, yeşil limanların çevresel (Birim Emisyon Oranı, Birim Elektrik Tüketim, Oranı Birim Motorin Tüketim Oranı) ve operasyonel (TEU Oranı, m² Elleçleme Oranı, Ekipman Elleçleme Oranı) kriterler bakımından performanslarının entegre Entropi-TOPSIS yöntemi ile değerlendirmesiyle ilgili yapılmış benzer bir çalışma görülemez. Ayrıca, çevresel (Birim Emisyon Oranı, Birim Elektrik Tüketim, Oranı Birim Motorin Tüketim Oranı) ve operasyonel (TEU Oranı, m² Elleçleme Oranı, Ekipman Elleçleme Oranı) kriterlerle entegre Entropi-TOPSIS yönteminin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmaması konunun önemini artıran bir unsur olarak düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, entegre Entropi-TOPSIS yöntemi kullanarak yeşil sertifikalı limanların performansını çevresel (Birim Emisyon Oranı, Birim Elektrik Tüketim, Oranı Birim Motorin Tüketim Oranı) ve operasyonel (TEU Oranı, m² Elleçleme Oranı, Ekipman Elleçleme Oranı) kriterlerle değerlendirmektir. Bu amaçla, Entropi-TOPSIS yöntemi ile yeşil sertifikalı limanların sıralaması gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada öncelikle yeşil limanlarla ilgili yapılmış çalışmalara ilişkin ayrıntılı bir literatür incelemesi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra araştırmada kullanılan kriterlerin nasıl belirlendiği ortaya koyulmuştur. Sonrasında Entropi ve TOPSIS yöntemlerinin çözüm adımları gösterilmiştir. Uygulama kısmında seçilen yeşil liman sertifikalı limanların performansı entegre Entropi-TOPSIS yöntemi ile değerlendirilerek limanlar sıralanmıştır. Sonuç bölümünde ise araştırmanın sonuçları değerlendirilmiş ve gelecek çalışmalara dair öneriler sıralanmıştır.

1. LİTERATÜR

Mevcut literatür tarandığında yeşil liman kriterleri ve performans değerlendirilmesinin incelendiği birçok çalışmaya rastlanmaktadır. Korucuk ve Memiş (2019) araştırmada İstanbul'da bulunan yeşil liman sertifikalı limanlarda yeşil uygulamaları performans kriterlerinin DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemi ile önceliklendirilmesi 13 uzman görüşü alınarak yapılmıştır. DEMATEL yöntemi sonuçlarına göre, yeşil liman uygulamaları performans kriterlerinin en önemlileri sürdürülebilir çevre yönetimi ve minimum kirlilik olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Köseoğlu ve Solmaz (2019), dünyadaki ve Türkiye'deki yeşil liman kavramları, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından belirlenen, yeşil liman sertifikasını alabilmek için gerekli olan ölçütlerin ve yasal süreçleri, bu ölçütlerin ve süreçlerin dünyada benimsenen protokoller ile belirlenen ölçütler ve süreçler ile karşılaştırılmasını ve literatüre göre geçerliliklerini incelemiştir.

Koşar ve Özalp (2016) araştırmada, Marport liman işletmesinin E-RTG (Elektrikli Lastik Tekerlekli Vinç) dönüşümüyle emisyon oluşumunda önemli bir düşüş yaşandığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca yeşil yatırımların geri dönüşünün etkin bir şekilde olduğu belirlenmiştir.

Yılmaz (2019) çalışmasında, yeşil-eko liman yaklaşımının deniz taşımacılığı ve lojistik sektörüne katkılarını incelemiş ve Türkiye ile Avrupa Birliği'ndeki uygulamaları karşılaştırmıştır.

Chiu vd., (2014) araştırmada, literatürde yeşil limanlar için kullanılan beş boyut ve on üç faktör içeren bir Bulanık AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) modeli kurulmuştur. Araştırma sonucunda tehlikeli atık işleme, hava kirliliği, su kirliliği, liman yeşillendirme ve habitat kalite bakımı yeşil liman işletmelerinin en önemli beş önceliği olduğu belirlenmiştir.

Teerawattana ve Yang (2019) araştırmada, Tayland'daki yeşil liman değerlendirme kriterlerini ve çevresel performans göstergelerini 2011'den 2014'e kadar ikincil verileri Entropi yaklaşımı kullanarak belirlemeye çalışmıştır.

Asgari vd., (2015) çalışmada, İngiltere limanlarının sürdürülebilirlik performansını belirlemek için liman yöneticilerinden ve lojistik uzmanlarından anket uygulamasıyla veri toplamıştır. Elde edilen verileri AHP yöntemi kullanarak sıralamış ve sonuçlar arasındaki tutarlılığı doğrulamak için duyarlılık analizi yapmıştır.

Woo vd., (2018) araştırmada, Busan limanları üzerinde çevre politikalarının ve politika seçeneklerinin olumlu ve olumsuz etkilerini simülasyon tekniğiyle belirlemiştir.

He vd., (2017) araştırmada, çoklu durum çalışması ve literatür analizi yöntemi kullanılarak batı Çin'deki sekiz lider lojistik işletmesinin düşük karbonlu lojistiğin değerlendirilmesi için 12 boyuttan ve 42 göstergeli genel bir performans değerlendirme sistemi geliştirilmiştir.

Yang ve Lin (2013) çalışmada, konteyner sahalarında kullanılan otomatik ray, demiryolu, elektrikli ve lastik tekerlekli vinçlerin, performansını, çalışma verimliliği, enerji tasarrufu performansı ve karbon salınımlarını karşılaştırmak için yeşil konteyner terminali perspektifi oluşturmuştur. Araştırma sonucunda, otomatik raylı ve elektrikli lastik tekerlekli vinçlerin en uygun yeşil konteyner elleçleme ekipmanı türleri olduğu bulunmuştur.

Ha vd., (2017) araştırmada, liman performans iyileştirme stratejilerinin önceliklendirilmesi çok kriterli karar verme (ÇKKV) bağlamında ideal çözüm (FTOPSIS) yöntemi ve analitik hiyerarşi süreci (AHP) kullanarak belirlenmiştir.

Ha ve Yang (2017) çalışmada, liman performans göstergelerinin önemini analitik hiyerarşi sürecini (AHP), analitik aę sürecini (ANP) ve DEMATEL yöntemleri kullanarak karşılıklı bağımlı ilişkilerini dikkate alarak karşılaştırılmıştır.

Gök-Kısa vd., (2021) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye Cumhuriyeti Demiryolları İdaresi'ne ait olan ve 2007 yılından sonra özelleştirilen 5 limanın performansını çok kriterli karar verme (MCDM) yaklaşımı ile değerlendirmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en önemli kriter elleçlenen konteyner iken Mersin limanı en iyi performansa sahip liman olduğu belirlenmiştir.

Özispa (2021) tarafından yapılan çalışmada, liman sürdürülebilirliği kriterleri ile uluslararası bir limanın sürdürülebilirlik performansı AHP yöntemiyle değerlendirilmiştir.

İlgili literatür incelendiğinde, entegre Entropi-TOPSIS yönetimi ile yeşil limanların çevresel (Birim Emisyon Oranı, Birim Elektrik Tüketim, Oranı Birim Motorin Tüketim Oranı) ve operasyonel (TEU Oranı, m² Elleçleme Oranı, Ekipman Elleçleme Oranı) kriterler bakımından performanslarının değerlendirmesi konusuna yönelik benzer bir çalışma görülememiştir. Araştırmada yeşil limanların çevresel ve operasyonel kriterler bakımından performans değerlendirmesi için entegre Entropi-TOPSIS yönetimi kullanımıyla literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünölmektedir. Bu bağlamda araştırmada, yeşil liman sertifikasına sahip ve sürdürülebilirlik raporları yayınlayan konteyner limanları incelenmiştir. Araştırma sonucu elde edilen çıktıların karar alıcılar tarafından kullanılması, Türkiye liman ve terminal etkin gelişimlerine yol göstererek Türkiye ekonomisine ve literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

Bu çalışmada kullanılan yöntemlerden Entropi yöntemi; uzmanların kişisel yargı ve düşöncelerine başvurmadan literatüre göre belirlenen kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanmasına imkan sağladığı için tercih edilmiştir. TOPSIS yöntemi; hesaplamadaki kolaylığı ve sıralama yöntemi olarak literatürde en fazla

kullanılan yöntemlerden biri olması sebebiyle limanların sıralanması amacıyla tercih edilmiştir (Çakır, Perçin, 2013).

2. YEŞİL LIMAN

Çevresel açıdan sürdürülebilir yönetim veya yeşil yönetim, firmaların bir yandan kar ve pazar payı elde etmeleri ve diğer yandan çevrenin korunmasını taahhüt etmeleri için önemli bir yönetsel konu olarak ortaya çıkmıştır (Hock ve Erasmus, 2000: 29). Ayrıca yeşil yönetim, müşterilerin ve tedarikçilerin giderek doğal çevre üzerinde minimum olumsuz etki talep ettikleri için önemli bir konu haline gelmiştir. Liman ve bağlantılı faaliyetler, çevre koruma, enerji tasarrufu sağlama, karbon emisyonlarını azaltma ve sürdürülebilir kalkınma uygulamalarını içermektedir.

Liman faaliyetlerini yönetmekten sorumlu liman işletmeleri, çevresel iyileştirmenin kolaylaştırılmasında önemli rol oynayabilir. Yeşil liman kavramı, liman süreçleri, faaliyetleri, operasyonları ve yönetimine çevre dostu uygulamaları entegre etmektir (Hiranandani, 2014). Yeşil liman, sürdürülebilir kalkınma politikalarıyla birlikte, tüm faaliyet ve operasyonlarda yeşil düşünceyle, kaynakları verimli bir şekilde kullanmak, emisyon ve atık oluşumlarını azaltmak, enerji tüketimi azaltmak, trafik sıkışıklığını önlenmek, gürültü kirliliğini azaltmak, çevreci enerji kullanımını artırmak, çevre yönetim seviyesini yükseltmek, liman alanının doğal çevresinin kalitesini artırmak, geri dönüşüm ve yeniden kullanma gibi sürdürülebilir kalkınma sağlamak gibi çevresel gereklilikleri karşılamakla kalmayıp aynı zamanda ekonomik çıkarlarını da arttıran bir liman olarak tanımlanmaktadır (Clarke, 2006; Pedrick, 2006; Chen, 2009).

Yeşil limanların temel amacı, limanda uyumlu ve sürdürülebilir bir şekilde yerine getirilen lojistik ve liman hizmetleri ve entegre sanayi sisteminin inşa edilmesini sağlayarak, iyi ekolojik çevre ve yüksek ekonomik verimlilik yaratmaktır (Shao vd., 2009; Yang, 2015). Yeşil limanların, gemilerin demirlenmesini sağlayan otomatik yönlendirmeli araçlara, düşük emisyon özelliğine sahip nakliye araçlarına, bilgisayarlı konteyner terminal ekipmanlarına, elektrikli konteyner saha ve raylı vinçlere sahip olması beklenmektedir (Yang ve Chang, 2013).

Yeşil liman uygulamaları için üst yönetim, yatırımcılar, müşteriler, tedarikçiler, hükümet, topluluklar, politikalar, düzenlemeler ve çalışanlar itici güç oluşturabilmektedir. (DiMaggio ve Powell, 1983; OECD⁴, 2014). Bu itici güçlerin etkisiyle beraber çevresel etkileri en aza indirmek ve uzun vadede sürdürülebilir operasyonlar gerçekleştirmek amacıyla, uluslararası ve ulusal düzeyde çeşitli yasalar, mevzuatlar ve regülasyonlar uygulamaya konulmuştur.

EcoPorts, 1997'de bir dizi proaktif liman tarafından Avrupa liman sektöründeki limanlar arasında iş birliği ve bilgi paylaşımı yoluyla sağlanan deneyim ve en iyi uygulamalarla çevrenin korunması konusunda farkındalık yaratmak ve iyileştirmek amacıyla çevre girişimi olarak kurulmuştur. 2011'den beri Avrupa Deniz Limanları Örgütü'ne (The European Sea Ports Organisation-ESPO) tamamen entegre olarak süreçlerini sürdürmektedir (EcoPorts, 2021).

EcoPorts yönetimi, liman endüstrisinin standartlarını belirlemektedir. Ayrıca bu standartların sağlanması için gerekli olan pratik uygulamaların nasıl yerine getirileceği konusunda mevzuatları düzenlemektedir. EcoPorts yönetimi çevresel iletişimi geliştirmeye yardımcı olarak, limanların olumsuz etkiler karşısında şeffaf olarak raporlar sunması ve çevre politikalarının liman süreçlerine entegre edilmesi gibi konusunda yöneticileri desteklemektedir (EcoPorts, 2021).

Gemilerin limanla bağlantı kurması sırasında yardımcı güç jeneratörleri kullanan gemiler ciddi hava kirliliğine neden olmakta ve bu nedenle liman şehirleri için tehdit oluşturmaktadır. Yeşil liman uygulamaları kapsamında kullanılan Alternatif Deniz Gücü (AMP) teknolojisi, birçok ülkede kullanılan etkili bir kirlilik önleme uygulamasıdır. Kotrikla vd., (2017) çevreci enerji tüketimi gerçekleştiren Midilli limanı'nı vaka çalışmasında, hibrit yenilenebilir enerji üretim sisteminden kıyı gücü sağlayarak önemli ölçüde emisyon azaltımının gerçekleştirilebileceğini belirlemiştir. Yine Cai (2010) araştırmasında, Venedik ve La Spezia limanlarının kıyı güç kaynağı sistemi kullanarak CO₂ emisyonlarında %30, nitrik oksit (NO) emisyonlarında %95 ve gürültü kirliliğinde önemli ölçüde azalma olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Chang ve Wang (2012) ve Zhong (2011) Kaohsiung limanına yönelik yapmış oldukları çalışmalarda, gemi hızını azaltmanın ve kıyı gücünü benimsemenin emisyonları %91'e kadar azaltabileceğini tespit etmişlerdir. Ancak Kaohsiung limanı CO₂ emisyonunu azaltmaya başlamış olsa da gemilerin, konteyner elleçleme ekipmanlarının, kamyonların ve liman gemilerinin neden olduğu hava kirliliğinden kaynaklanan sağlık risklerini azaltmaya yönelik kapsamlı bir stratejiden yoksundur.

Gemilerin, konteyner elleçleme ekipmanlarının, kamyonların ve liman gemilerinin neden olduğu hava kirliliğine yönelik yapılacak uygulamalarda limanların olumsuz çevresel etkilerini azaltmaya yardımcı olabilecektir. Moon ve Woo (2014) çalışmalarında, yakıt verimliliğinin bir geminin limanda geçirdiği süreyi %30 azalttığı ve daha az yakıt kullanıldığını belirlemiştir. Ayrıca bu azalmanın sonucunda, %36,8 daha düşük emisyon miktarının üretildiğini bulgulamıştır. Liman verimliliğini artırmak liman ortamı üzerindeki olumsuz çevresel etkileri azaltabilmektedir. Magdeburg limanı yetkilileri liman süreçlerinde alternatif enerji kullanarak, dizel yakıt tüketiminde, kirletici bileşiklerde (CO₂, NO₂, SO₂, vb.) ve gürültü kirliliğinde önemli bir azalma sağlamıştır (Kluge, 2012).

Hükümet ve idari organların yeşil liman uygulamalarına yönelik destek ve teşviklerinin oluşturacağı liman yeşillendirme motivasyonu ve güdüsü, tüm paydaşların dahil olmasıyla başarılı olabilecektir. Tayvan limanlarında yeşil liman politikası için koordinasyona yönelik ortak kirliliği azaltma taahhüdü alınmasının, limanların çevresindeki su kalitesini artırdığı görülmüştür (Ko ve Chang, 2010). Rotterdam limanı yenilenebilir enerji sektörüne sadece teknoloji geliştirmekle kalmayıp aynı zamanda limanları ve ilgili sektörlerin de bu teknolojiyi benimsemesini teşvik etmektedir. Bu politika sadece yenilenebilir enerji sektörünü canlandırmakla kalmayıp ve aynı zamanda Rotterdam limanındaki çevresel durumu iyileştirmiştir (Lam, 2016).

Türkiye Liman İşletmecileri Derneği'nin (TÜRKLİM) yeşil liman standart düzenleme ve uygulama esaslarına göre yayınladığı raporda, yeşil liman politikasının, doğal yaşam açısından ekosistemi ve deniz tabiatını korumak ve iyileştirmek, hava kalitesi açısından liman faaliyetlerinin neden olduğu zararlı emisyonları azaltmak, su kalitesi bağlamında liman ve kıyı sularının temizliğini sağlamak, toprak/sedimentler bağlamında liman bölgesindeki kirli toprakların temizlenmesini sağlamak, paydaşların eğitimi bağlamında liman çevresi paydaşlarının liman operasyonlarının ve çevresel programlara yönelik işbirliğini ve eğitimi gerçekleştirmek, sürdürülebilirlik bağlamında liman içi yapı tasarım, operasyon ve yönetim uygulamalarını gerçekleştirmek şeklinde altı temel bileşeni olduğu belirtilmektedir (Türkiye Liman İşletmecileri Derneği [TÜRKLİM], 2013).

Yeşil liman sertifikasına sahip limanlardan, ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi, OHSAS 18001 İş Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemi ve ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemiyle birlikte entegre yönetim sistemi kurması, belgelendirmesi, aldığı kalite belgelerinin gereklerini etkin biçimde sürdürmesi, atıklarla ilgili tüm uygulamalarda söz konusu atık ile ilgili mevzuatta belirtilen hususları dikkate alması ve karbon emisyonunun minimize edilmesi için gerekli çalışmalar yapmış olması beklenmektedir (TÜRKLİM, 2013).

Bu proje kapsamında, Türkiye'de yeşil liman sertifikasına sahip 15 liman (AKSA, Altıntel, Asyaport, Bodrumport, Borusan Lojistik, Ege Port, Evyap Port, Hopa Port, Kumport, Limakport, Limaş, Mardaş, Marport, Petkim ve Yılport) bulunmaktadır (TÜRKLİM, 2019).

Yeşil Liman dönüşümü kapsamında Asyaport limanında tüm gemi ve sahil vinçleri elektrikle, liman içerisinde taşıma araçları LNG olarak adlandırılan likit doğalgaz ile çalışmaktadır (Asyaport, 2020). Kumport limanında, elektrikli ve hibrit ekipmanları kullanılarak karbon emisyonu önemli ölçüde azaltılmaktadır (Kumport, 2017). Marport limanında, cold ironing (AMP- Alternate Marine Power) denen yöntem kullanılarak gemi emisyonlarının sebep olduğu hava kirliliği ve bunların olumsuz etkilerini azaltılmıştır (Marport, 2017).

3. YÖNTEM

Çalışmada, Türkiye'deki Yeşil Liman Sertifikalı ve sürdürülebilirlik raporu yayınlayan 5 limanın 2015-2018 yılları emisyon miktarı, enerji tüketimi; elektrik ve motorin tüketimi, yıllık elleçlenen TEU miktarı, terminal alanı ve ekipman sayısı üzerinden oranları hesaplanmıştır. Performans ölçümü için çalışmada kullanılan oranlar ve hesaplama yöntemleri Tablo 2'de yer almaktadır.

Literatürde performans değerlendirmesi için yaygın yöntemlerden olan Entropi, Topsis ve bu yöntemlerin bütünsel uygulanması gibi çok kriterli karar verme yaklaşımları uygulanmaktadır. Araştırmada hesaplanan oranlar, entegre Entropi-TOPSIS çok kriterli karar verme yöntemleriyle değerlendirme faktörü olarak kullanılmış ve firmaların 2015–2018 döneminde her yıl ayrı ayrı performans derecelendirmesi yapılmıştır.

Tablo 1: Literatürde Yer Alan Değerlendirme Kriterleri

	Kriter	Literatür
Çevresel İşlemler	Hava Kalitesi	Emisyonu/TEU (Birim Emisyon Oranı) Roos ve Kliemann Neto, 2017: 212; Ha vd., 2017: 109; Ha, Yang, 2017: 270; Asgari vd., (2015: 38); Yang ve Chang (2013: 72); Woo vd., (2018: 236); ESPO (2020; 18-19); Lim vd., (2019: 58); He vd., (2017: 401); Yang ve Lin (2013: 11); Seguí vd., (2016: 31); Teerawattana ve Yang, (2019: 66).
	Enerji Tüketimi	Birim Elektrik Tüketim Oranı Roo vd., 2017: 212; Antão vd., 2016: 273; Puig vd., 2017: 118; Puig vd., 2014: 126; Ha vd., 2017: 109; Seguí vd., 2016: 31; Ha ve Yang, 2017: 270; Asgari vd., (2015: 38), Yang ve Chang (2013: 72); Woo vd., (2018: 236); ESPO (2020; 18-19); Lim vd., (2019: 58); He vd., (2017: 401); Yang ve Lin (2013: 11); Seguí vd., (2016: 31); Teerawattana ve Yang, (2019: 66).
		Birim Motorin Tüketim Oranı Roo vd., 2017: 212; Antão vd., 2016: 273; Puig vd., 2017: 118; Puig vd., 2014: 126; Ha vd., 2017: 109; Seguí vd., 2016: 31; Ha ve Yang, 2017: 270; Asgari vd., (2015: 38); Yang ve Chang (2013: 72); Woo vd., (2018: 236); ESPO (2020; 18-19); Lim vd., (2019: 58); He vd., (2017: 401); Yang ve Lin (2013: 11); Seguí vd., (2016: 31); Teerawattana ve Yang, (2019: 66).
Operasyonel İşlemler	TEU Oranı	Ha vd., (2017: 109); Ha ve Yang, (2017: 270); Asgari vd., (2015: 38); Yang ve Chang (2013: 72); He vd., (2017: 401); Yang ve Lin (2013: 11); Teerawattana ve Yang, (2019: 66).
	m ² Elleçleme Oranı	Ha vd., (2017: 109); Ha ve Yang, (2017: 270); Asgari vd., (2015: 38); Yang ve Chang (2013: 72); He vd., (2017: 401); Yang ve Lin (2013: 11); Teerawattana ve Yang, (2019: 66).
	Ekipman Elleçleme Oranı	Ha vd., (2017: 109); Ha ve Yang, (2017: 270); Asgari vd., (2015: 38); Yang ve Chang (2013: 72); He vd., (2017: 401); Yang ve Lin (2013: 11); Teerawattana ve Yang, (2019: 66).

Literatürde yer alan çalışmalar incelenmiş ve çeşitli kriterlerin belirlendiği görülmüştür. Bu kriterler Tablo 1'de gösterilmiştir. Araştırmada, çevre kirliliği bağlamında hava kirliliği (CO₂ eşdeğeri ton), enerji tüketimi bağlamında yakıt tüketimi (litre) ve elektrik tüketimi (kWh), operasyonel işlemler bağlamında limanların terminal alanı (m²) ve ekipman miktarıyla elleçlenen TEU ve her limanın yıllık elleçlenen TEU

miktarının ne kadarını elleçlediği gibi kriterler literatürde yer alan çalışmalar dikkate alınarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan yöntemlerden Entropi yöntemi; uzmanların kişisel yargı ve düşüncelerine başvurmadan literatüre göre belirlenen kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanmasına imkan sağladığı için tercih edilmiştir. TOPSIS yöntemi; hesaplamadaki kolaylığı ve sıralama yöntemi olarak literatürde en fazla kullanılan yöntemlerden biri olması sebebiyle limanların sıralanması amacıyla tercih edilmiştir (Çakır, Perçin, 2013). Deng vd., (2000), Entropi yönteminden elde edilen objektif ağırlıklarla modifiye edilmiş TOPSIS yaklaşımının karşılaştırma problemi için uygun olduğunu belirtmiştir.

Araştırmanın uygulama bölümünde, Entropi yöntemiyle kriter ağırlıkları hesaplanacaktır ve daha sonra TOPSIS yöntemiyle de yeşil liman sertifikalı limanlar değerlendirilecektir. Ayrıca yöntem uygulanırken yeşil sertifikalı limanların emisyon, enerji ve yakıt kullanımları yöntemde minimize, TEU oranı, m elleçleme oranı ve ekipman elleçleme oranı ise yöntemde maksimize edilecektir. Araştırmada kullanılan değerlendirme kriterleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: Değerlendirme Kriterleri

Oran	Hesaplama
Birim Emisyon Oranı	Emisyon/ Elleçlenen TEU
Birim Elektrik Tüketim Oranı	Tüketilen Elektrik (kWh)/ Elleçlenen TEU
Birim Motorin Tüketim Oranı	Tüketilen Motorin (l)/ Elleçlenen TEU
TEU Oranı	Limanda Elleçlenen TEU/ Türkiye TEU
m ² Elleçleme Oranı	Limanda Elleçlenen TEU /Liman Alanı (m ²)
Ekipman Elleçleme Oranı	Limanda Elleçlenen TEU /Ekipman Sayısı

3.1. Entropi Yöntemi

Entropi kavramı, mevcut olan sistemdeki düzensizliğin belirsizlik ölçüsü olarak tanımlanmıştır (Shannon, 1948). Entropi teorisi, ağırlık tayini için nesnel bir yoldur. Entropi ağırlık yöntemi, uzmanların kişisel yargı ve düşüncelerine başvurmadan kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanmasına imkan sağlamaktadır (Ömürbek vd, 2017: 31).

Entropi yönteminin uygulama süreçleri aşağıda açıklanmıştır (Ömürbek vd, 2017: 31).

Aşama 1; Yöntem için değişkenlerin karar matrisi eşitlik yardımıyla düzenlenmiştir.

$$D = \begin{matrix} a_1 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Aşama 2; Karar matrisi değerlerinin ölçülmesinde kullanılan birimlerin farklılıkları yok edilerek, normalizasyon işlemleri eşitlik yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad \forall i, j \quad (2)$$

Aşama 3; Her bir kriterin Entropisi eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$e_{ij} = - \sum_{j=1}^n p_{ij} \cdot \ln(p_{ij}) \quad (3)$$

$$i=1,2,\dots,m \text{ ve } j= 1,2,\dots,n \quad k=(\ln(mm)^{-1}) \quad e_{ij}=0 \leq e_j \leq 1$$

Aşama 4; Farklılaşma dereceleri eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$d_j = 1 - e_j \quad (4)$$

$$j = 1, 2, 3 \dots n$$

Aşama 5; Her bir kriter için Entropi ağırlığı hesaplaması eşitlik yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (5)$$

Aşama 6; Negatif veriler varsa düzeltmeler yapılmıştır.

3.2. TOPSIS Yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan TOPSIS yaklaşımı, Hwang ve Yoon (1981: 72) tarafından geliştirilmiştir. Yöntemin amacı, çözüm alternatifinin pozitif ideal çözüme en yakın mesafe ve negatif ideal çözümden en uzak mesafe düşüncesine göre seçilmesidir. Pozitif ideal çözüm elde edilebilen en iyi ölçütlerin birleşimi ve negatif ideal çözüm ise en kötü ölçütlerin birleşimi olarak tanımlanmaktadır (Rao, 2008; Mahmoodzadeh vd., 2007). Bu araştırma kapsamında çok kriterli karar verme yaklaşımlarından TOPSIS yöntemi uygulanacaktır. TOPSIS yöntemlerinde uygulanan adımlar aşağıda açıklanmıştır (Rao, 2008; Mahmoodzadeh vd., 2007).

Aşama 1; Yöntem için değişkenlerin karar matrisi eşitlik yardımıyla düzenlenmiştir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Aşama 2; Karar matrisi değerlerinin ölçülmesinde kullanılan birimlerin farklılıkları yok edilerek normalizasyon işlemleri eşitlik yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (2)$$

Aşama 3; Ağırlıklandırılmış karar matrisi (V) eşitlik yardımıyla oluşturulmuştur.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_{11}r_{11} & \dots & w_n r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Aşama 4; İdeal (A*) ve negatif ideal (A-) çözümleri eşitlikler yardımıyla oluşturulmuştur.

$$A^* = \{(max_i v_{ij} | j \in J), (min_i v_{ij} | j \in J')\} A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\} \quad (4)$$

$$A^- = \{(min_i v_{ij} | j \in J), (max_i v_{ij} | j \in J')\} A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$$

Aşama 5; Ağırlıklı karar matrisinde her bir performans göstergesinin ilgili sütunundan pozitif ideal çözüm için (S+), negatif ideal çözüm için (S-) değerler eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^*)^2} \quad (5)$$

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

Aşama 6; İdeal çözüme göreli yakınlıklar eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$C_i^* = \frac{s_i^-}{s_i^- + s_i^*} \quad (6)$$

Aşama 7; Alternatiflerin önem sıralaması yapılmıştır.

4. UYGULAMALAR

Yeşil liman sertifikalı 5 limanın 2015-2018 yılları yayınlamış oldukları halka açık sürdürülebilirlik raporlarında yer alan emisyon miktarı, elektrik ve motorin tüketimi, yıllık elleçlenen TEU miktarı, liman alanı ve ekipman sayıları ve Türkiye Liman İşletmecileri Derneği'nin (TÜRKLİM) yıllık yayınladığı Türkiye'de elleçlenen toplam TEU miktarı Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Yeşil Limanlar ve Değerleri

Yeşil Liman	Yıl	Emisyon (CO ₂) eşdeğeri ton	Elektrik Tüketimi (kWH)	Mazot Tüketimi (Litre)	TEU	Terminal Alanı (m ²)	Toplam Ekipman
YL1	2015	2678835	1308453	757544	227120	465000	74
	2016	2402009	1418331	629116	252450		
	2017	2146714	1369682	546020	237113		
	2018	1336943	1141802	299854	247070		
YL2	2015	524709	186053	224546	129200	300000	122
	2016	3400216	3723330	455000	694107		
	2017	5341770	6919477	420000	1000000		
	2018	9540570	13838954	342627	1117749		
YL3	2015	10236500	14701366	396937	1169019	477867	238
	2016	6855221	9976261	259383	665139		
	2017	8257660	12005118	300128	1063246		
	2018	9301618	13539000	324940	1258294		
YL4	2015	6252282	9543055	138280	144686	1000000	46
	2016	7520251	11292777	195080	253499		
	2017	7456115	11527777	115910	269583		
	2018	8119232	12533611	124190	317961		
YL5	2015	19254192	17787757	3008640	1705929	530000	176
	2016	23856026	20626332	4043366	1846995		
	2017	22122534	20089714	3527924	1711359		
	2018	17378768	19481791	1914402	1923435		
Türkiye		2015	2016	2017	2018		
Toplam TEU		8146398	8761974	10010536	10843998 ⁵		

(Araştırmada Değerlendirilen Yeşil Sertifikalı 5 Limanın Hakla Açık Sürdürülebilirlik Raporları Verileri, 2015-2018; Türkiye Liman İşletmecileri Derneği'nin (TÜRKLİM) yıllık yayınladığı Türkiye'de elleçlenen toplam TEU miktarı, 2015-2018; YL: Yeşil Liman).

Araştırmada kullanılan karar matrisleri Tablo 3'te gösterilmiştir. Bu bağlamda analiz kapsamına alınan limanların 2015-2018 yılı karar matrisi Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4: 2015-2018 Karar Matrisi

Yeşil Liman	Yıl	Emisyon/TEU	Elektrik Tüketimi/TEU	Mazot Tüketimi/TEU	TEU %	TEU/Terminal Alanı	TEU/Toplam Ekipman
YL1	2015	11.79	5.76	3.34	0,03	0.49	3069.19
YL2		4.06	1.44	1.74	0,02	0.43	1059.02
YL3		8.76	12.58	0.12	0,14	2.45	4911.84
YL4		43.21	65.96	0.96	0,02	0.14	3145.35
YL5		11.29	10.43	1.76	0,21	3.22	9692.78
YL1	2016	9.51	5.62	2.49	0,03	0.54	3411.49
YL2		4.90	5.36	0.66	0,08	2.31	5689.40
YL3		10.31	15.00	0.38	0,08	1.39	2794.70
YL4		29.67	44.55	0.77	0,03	0.25	5510.85
YL5		12.92	11.17	2.19	0,21	3.48	1049.29
YL1	2017	9.05	5.78	2.30	0,02	0.51	3204.23
YL2		5.34	6.92	0.42	0,10	3.33	8196.72
YL3		7.77	11.29	0.25	0,11	2.22	4467.42
YL4		27.66	42.76	0.43	0,03	0.27	5860.50
YL5		12.93	11.74	2.06	0,17	3.23	9723.63
YL1	2018	5.41	4.62	1.21	0,02	0.53	3338.78
YL2		8.54	12.38	0.31	0,10	3.73	9161.88
YL3		7.39	10.76	0.25	0,12	2.63	5286.95
YL4		25.54	39.42	0.39	0,03	0.32	6912.20
YL5		9.04	10.13	1.00	0,18	3.63	10928.61

Araştırmada kullanılan karar matrisleri Tablo 4'te gösterilmiştir. Bu bağlamda analiz kapsamına alınan limanların 2015-2018 yılları normalize edilmiş karar matrisi Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: 2015-2018 Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Yeşil Liman	Yıl	Emisyon/ TEU	Elektrik Tüketimi/TEU	Mazot Tüketimi/TEU	TEU %	TEU/Terminal Alanı	TEU/Toplam Ekipman
YL1	2015	0.259	0.084	0.782	0.109	0.119	0.261
YL2		0.115	0.021	0.408	0.062	0.105	0.090
YL3		0.183	0.184	0.029	0.559	0.597	0.417
YL4		0.912	0.967	0.224	0.069	0.035	0.267
YL5		0.233	0.153	0.414	0.816	0.786	0.824
YL1	2016	0.281	0.115	0.714	0.119	0.122	0.246
YL2		0.142	0.110	0.188	0.329	0.520	0.410
YL3		0.289	0.307	0.109	0.315	0.313	0.202
YL4		0.831	0.910	0.221	0.120	0.057	0.397
YL5		0.355	0.228	0.628	0.874	0.783	0.757
YL1	2017	0.290	0.124	0.729	0.104	0.098	0.213
YL2		0.162	0.148	0.133	0.439	0.644	0.545
YL3		0.233	0.242	0.080	0.467	0.430	0.297
YL4		0.831	0.917	0.136	0.118	0.052	0.390
YL5		0.382	0.252	0.653	0.751	0.623	0.646
YL1	2018	0.203	0.105	0.729	0.095	0.091	0.196
YL2		0.284	0.281	0.184	0.432	0.636	0.538
YL3		0.246	0.244	0.152	0.486	0.449	0.310
YL4		0.853	0.893	0.235	0.123	0.054	0.406
YL5		0.298	0.230	0.598	0.743	0.619	0.641

Tablo 5 2015-2018 yılları normalize edilmiş karar matrislerini göstermektedir. Bu adımda karar matrislerinin tüm satırlarının kareleri alınıp toplanmış ve her bir sütundaki değer sütunların kareleri toplamına oranlanmıştır. Entropi yöntemi uygulanarak kriter ağırlıkları hesaplanacak, daha sonra uygulamanın ikinci kısmı olan TOPSIS yöntemi uygulanarak limanlar değerlendirilecektir. Bu bağlamda Entropi yöntemiyle hesaplanan kriter ağırlıkları Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6: Entropi Yöntemiyle Hesaplanan Kriter Ağırlıkları

	Emisyon/ TEU	Elektrik Tüketimi/TEU	Mazot Tüketimi/TEU	TEU %	TEU/Terminal Alanı	TEU/Toplam Ekipman
2015	0.142	0.270	0.114	0.185	0.195	0.094
2016	0.127	0.238	0.160	0.187	0.210	0.078
2017	0.125	0.221	0.242	0.161	0.199	0.052
2018	0.144	0.215	0.156	0.194	0.229	0.061

Üçüncü adımda normalize edilmiş standart matris değerleri Entropi ağırlık katsayıları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi oluşturulmuştur. Bu bağlamda 2015-2018 yılları ağırlıklandırılmış karar matrisi Tablo 7’de yer almaktadır.

Tablo 7: 2015-2018 Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

Yeşil Liman	Yıl	Emisyon/TEU	Elektrik Tüketimi/TEU	Mazot Tüketimi/TEU	TEU %	TEU/Terminal Alanı	TEU/Toplam Ekipman
YL1	2015	0.035	0.023	0.089	0.022	0.023	0.024
YL2		0.012	0.006	0.047	0.014	0.020	0.008
YL3		0.026	0.050	0.003	0.101	0.117	0.039
YL4		0.130	0.261	0.026	0.014	0.007	0.025
YL5		0.034	0.041	0.047	0.152	0.153	0.077
YL1	2016	0.034	0.027	0.114	0.023	0.025	0.019
YL2		0.017	0.026	0.030	0.062	0.109	0.032
YL3		0.037	0.073	0.017	0.062	0.066	0.016
YL4		0.105	0.217	0.035	0.023	0.012	0.031
YL5		0.046	0.054	0.100	0.162	0.164	0.059
YL1	2017	0.034	0.027	0.176	0.014	0.020	0.011
YL2		0.020	0.033	0.032	0.071	0.128	0.028
YL3		0.029	0.053	0.019	0.078	0.085	0.015
YL4		0.104	0.202	0.033	0.021	0.010	0.020
YL5		0.049	0.056	0.158	0.120	0.124	0.034
YL1	2018	0.026	0.023	0.113	0.016	0.021	0.012
YL2		0.041	0.060	0.029	0.080	0.146	0.033
YL3		0.036	0.053	0.023	0.097	0.103	0.019
YL4		0.123	0.192	0.037	0.024	0.013	0.025
YL5		0.044	0.049	0.094	0.145	0.142	0.039

Tablo 7 2015-2018 yılları ağırlıklı standart karar matrislerini göstermektedir. Matrislerin oluşturulması için ilk olarak ağırlık dereceleri hesaplanmıştır. Ağırlık derecesi, normalize edilmiş karar matrisinin her bir sütunun toplamının diğer sütunların toplamına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Sonrasında normalize edilmiş karar matrisinin her bir elemanı, Entropi yöntemiyle bulunan ağırlık derecesi ile çarpılarak ağırlıklı standart karar matrisleri oluşturulmuştur.

Dördüncü adımında ideal pozitif (A⁺) ve ideal negatif (A⁻) çözüm kümeleri oluşturulmuştur. Yeşil sertifikalı limanların emisyon, enerji ve yakıt tüketimleri yöntemde minimize edilmiş, TEU oranı, m² elleçleme oranı ve ekipman elleçleme oranı ise yöntemde maksimize edilmiştir. 2015-2018 yılları pozitif ideal A⁺ ve negatif ideal A⁻ çözüm kümeleri Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8: Pozitif İdeal (A⁺) ve Negatif İdeal (A⁻) Çözüm Kümeleri

Yıl		Emisyon/TEU	Elektrik Tüketimi/TEU	Mazot Tüketimi/TEU	TEU %	TEU/Terminal Alanı	TEU/Toplam Ekipman
2015	A ⁺	0.0122	0.0057	0.0032	0.1516	0.1532	0.0772
	A ⁻	0.1300	0.2614	0.0894	0.0144	0.0067	0.0084
2016	A ⁺	0.0174	0.0261	0.0174	0.1625	0.1642	0.0593
	A ⁻	0.1054	0.2166	0.1142	0.0232	0.0118	0.0158
2017	A ⁺	0.0201	0.0273	0.0191	0.1199	0.1282	0.0337
	A ⁻	0.1041	0.2023	0.1762	0.0141	0.0104	0.0111
2018	A ⁺	0.0261	0.0225	0.0234	0.1448	0.1459	0.0391
	A ⁻	0.1234	0.1924	0.1134	0.0161	0.0125	0.0119

Tablo 8’de ideal pozitif çözüm kümesi için ağırlıklandırılmış karar matrisinde her bir sütundaki en büyük değer alınmış, ideal negatif çözüm kümesi için her bir sütundaki en küçük değer seçilmiştir. Daha sonra her karar noktasının pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm noktalarından sapmaları (S⁺ ve S⁻) hesap edilmiştir. Tablo 9’da 2015-2018 yılları her bir liman için pozitif ve negatif ideal çözüm setleri gösterilmektedir.

Tablo 9: 2015-2018 Yılları Alternatifler Arasındaki Mesafe Ölçüleri

Yıl		YL1	YL2	YL3	YL4	YL5
2015	S ⁺	0.212	0.207	0.087	0.350	0.061
	S ⁻	0.258	0.285	0.289	0.066	0.323
2016	S ⁺	0.223	0.119	0.156	0.296	0.092
	S ⁻	0.203	0.250	0.198	0.080	0.273
2017	S ⁺	0.220	0.052	0.069	0.248	0.144
	S ⁻	0.189	0.272	0.249	0.144	0.223
2018	S ⁺	0.203	0.077	0.070	0.267	0.077
	S ⁻	0.216	0.216	0.205	0.020	0.257

Tablo 9, 2015-2018 yılları alternatiflerin pozitif ve negatif ideal çözümden olan mesafelerini göstermektedir. Yöntemin son aşamasında, her karar noktasının ideal çözüme göreli olarak yakınlığı (C) Tablo 10’da hesaplanmıştır. C⁺ değerleri büyükten küçüğe doğru dizilerek limanların performans sıralamaları belirlenmiştir. C⁺ değeri en yüksek olan liman ilk seçilmesi gereken liman iken, C⁺ değeri en düşük olan liman en son seçilmesi gereken limandır.

Tablo 10: İdeal Çözüme Göreli Yakınlık

	2015		2016		2017		2018
C1 ⁺	0.549	C1 ⁺	0.476	C1 ⁺	0.462	C1 ⁺	0.515
C2 ⁺	0.579	C2 ⁺	0.678	C2 ⁺	0.840	C2 ⁺	0.738
C3 ⁺	0.769	C3 ⁺	0.559	C3 ⁺	0.784	C3 ⁺	0.733
C4 ⁺	0.158	C4 ⁺	0.213	C4 ⁺	0.367	C4 ⁺	0.070
C5 ⁺	0.842	C5 ⁺	0.748	C5 ⁺	0.607	C5 ⁺	0.768

Tablo 10 2015-2018 yılları limanların ideal çözüme göreli yakınlık değerlerini göstermektedir. Tablo 11'de limanların performans sıralamaları CC⁺ değerlerinin büyüklüğüne göre oluşturulmuştur.

Tablo 11: 2015-2018 Yılları Arası Performans Sıralamaları

Sıra	Liman	2015 C Değeri	Liman	2016 C Değeri	Liman	2017 C Değeri	Liman	2018 C Değeri
1	YL5	0.842	YL5	0.748	YL2	0.840	YL5	0.768
2	YL3	0.769	YL2	0.678	YL3	0.784	YL2	0.738
3	YL2	0.579	YL3	0.559	YL5	0.607	YL3	0.733
4	YL1	0.549	YL1	0.476	YL1	0.462	YL1	0.515
5	YL4	0.158	YL4	0.213	YL4	0.367	YL4	0.070

Çözümün ideal çözüme yakınlığı ne kadar fazlaysa çözüm o kadar iyidir. Sıralama sonuçlarından, kapsamlı verimliliğin optimal olduğu 2015, 2016 ve 2018 yıllarında ilk sırada yer alan YL5 limanı en çevreci ve operasyonel işlemler açısından en başarılı liman olmuştur. YL2 2015 yılında kurulmasına rağmen yeşil liman sertifikasına sahip olarak 2016 ve 2018 yıllarında ikinci, 2017 yılında ise birinci sırada yer aldığı belirlenmiştir. YL3 limanı ise 2015 ve 2017 yıllarında ikinci sırada ve 2016-2018 yıllarında ise üçüncü sırada yer aldığı bulgulanmıştır. YL1 limanı ise performansını dört yıl boyunca dördüncü sırada yer aldığı tespit edilmiştir. YL4 limanı'nın performansının değerlendirilmesi sonucunda 2015-2018 yıllarında son sırada olduğu belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu açıdan çalışmanın amacı, sürdürülebilirlik raporu yayınlayan yeşil sertifikalı limanların performansını değerlendirmektir. Bu amaçla, bu limanların performansının değerlendirilmesi için entegre entropi-TOPSIS yaklaşımı uygulanmaktadır. Literatür ve veri mevcudiyetine göre 6 kriter kullanılmıştır (Birim Emisyon Oranı, Birim Elektrik Tüketim Oranı, Birim Motorin Tüketim Oranı, Konteyner (TEU) oranı, m² Elleçleme Oranı, Ekipman Elleçleme Oranı).

Entropi yönteminin adımlarını izleyen Tablo 6'daki her yıl için sonuçlar önemli kriterlerin, elektrik tüketim oranı, m² elleçleme oranı ve Gök-Kısa vd., (2021) ile paralel olan konteyner (TEU) oranı olduğunu görülmüştür. Ekipman elleçleme oranının ise en az önemli olan kriterler olduğu belirlenmiştir. Daha sonra limanların sıralanması için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

YL5 limanı performans değerlendirilmesi sonucunda en başarılı liman olmuştur. YL5 limanı, Türkiye'nin en çok konteyner elleçleme işleminin yapıldığı liman olma özelliğini taşımaktadır. Limanda yapılan enerji yatırımlarıyla emisyon oluşumlarının olumsuz etkileri azaltılmıştır. Ayrıca liman son yıllarda elektrik enerjisiyle çalışan elleçleme ekipmanlarına da yatırım yapmış olması değerlendirmede ilk sırada yer almasına imkan sağlamıştır.

Sonuçlar, en iyi performans gösteren limanların daha çevreci ve operasyonel tesis, ekipman ve lojistik yapılara sahip olan limanlar olduğunu göstermiştir. Ayrıca performansı iyi olan limanların benimsemiş olduğu politikaların, yerine getirmiş olduğu değişim ve dönüşüm faaliyetlerinin ve bu gelişimler için yapılan yatırımların neler olduğu oldukça önemlidir. Çünkü bu değişim, dönüşüm ve yenilikler, Türkiye'deki diğer liman işletmeleri tarafından kendilerinde eksik olan strateji, uygulama, ekipman ve liman süreçlerinde gerekli olabilecek tüm çevresel, ekonomik ve operasyonel gereksinimleri belirleyerek limanlarına kazandırmalarına yardımcı olabilecektir. Yeşil limanlar, çevresel bozulmayı, biyolojik çeşitlilik kaybını ve sürdürülemez doğal kaynak kullanımını önlerken, ekonomik büyüme ve kalkınmayı sürdürmeye imkan sağlayabilecektir.

YL4 limanı performans değerlendirilmesi sonucunda en başarısız liman olmuştur. YL4 limanı dökme yük elleçlemede daha aktif olan bir liman olduğu için elleçlediği konteyner miktarının az olması performansının en düşük olmasına sebep olmuştur. Ayrıca liman yüz ölçümünün çok büyük olması ve elleçlenen konteyner sayısının az olması nedeniyle performansı en düşük olan yeşil liman olmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre, düşük performans gösteren limanların daha az konteyner elleçlediği ve bu operasyonlar sırasında daha fazla elektrik ve yakıt tüketimi gerçekleştirdiği belirlenmiştir. Düşük liman performansı, yalnızca liman işletmelerinin gelişmesini olumsuz etkilemekle kalmayacak, aynı zamanda aşırı enerji tüketimine ve kaynak israfına da neden olacaktır. Bu bağlamda, hükümet ve idari organların yeşil liman uygulamalarına yönelik destek ve teşviklerinin oluşturacağı liman yeşillendirme motivasyonuna ve güdüsüne, tüm paydaşların dahil olması politikaların etkin uygulanmasını sağlayacak ve limanların sürdürülebilir şekilde değişim ve dönüşüm için gerekli adımları yerine getirerek performanslarını artırabilmelerine imkan sağlayabilecektir.

Ayrıca, liman işletmeleri gemilerin limanla bağlantı kurması sırasında Alternatif Deniz Gücü (AMP) teknolojisini kullanması, etkili bir kirlilik önleyici uygulama olacak ve limanın emisyon ve atık oluşumu gibi çevresel etkilerini azaltarak performansını artırmasına sebep olabilecektir. Gemilerin, konteyner elleçleme ekipmanlarının, kamyonların ve liman gemilerinin neden olduğu hava kirliliğinden kaynaklanan sağlık risklerini azaltmaya yönelik kapsamlı bir stratejide, limanların performansını önemli ölçüde artırmalarına imkan sağlayacaktır. Bu bağlamda gemilerin, konteyner elleçleme ekipmanlarının, kamyonların ve liman gemilerinin neden olduğu hava kirliliğine yönelik yapılacak uygulamalarda çevre kirliliğinin azaltılabilmesine imkan sağlayabilecektir.

Yeşil Liman dönüşümü kapsamında liman işletmeleri, gemi ve sahil vinçlerini elektrik enerjisiyle ve liman içerisindeki taşıma araçları LNG olarak adlandırılan likit doğalgaz ile çalıştırıldığında, oluşan karbon emisyonu ve olumsuz çevresel etkileri önemli ölçüde azaltabilecek ve performanslarını önemli ölçüde artıracaktır. Ayrıca liman işletmeleri, limanlarının sürdürülebilir kalkınma ve ticaretteki rollerini yeniden konumlandırmalı ve koordineli gelişim modeliyle kendilerini yeniden inşa ederek bölgesel, ulusal ve uluslararası ekonomiye katkı sağlayarak performanslarını artıracaktır.

Çalışmanın sonuçları ile Gök-Kısa vd., (2021)'nin yaptığı çalışma arasında liman performans değerlendirme kriterleri açısından bazı benzerlikler ve farklılıklar söz konusudur. Örneğin; her iki çalışmada da konteyner elleçleme kriteri en önemli kriterler arasında yer almıştır. En önemli farklılık ise, bu çalışmada orta düzeyde önemli olan terminal alanı elleçleme oranı kriterinin Gök-Kısa vd., (2021)'nin çalışmasında son sıralarda yer almasıdır. Özispa (2021) tarafından yapılan çalışmada, limanların sürdürülebilir performansını AHP yöntemiyle değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucuyla Özispa (2021) tarafından yapılan çalışma arasında liman performans değerlendirme kriterleri açısından bazı benzerlikler ve farklılıklar söz konusudur. Örneğin; her iki çalışmada da yakıt tüketim kriteri az önemli kriterler arasında yer almıştır. En

önemli farklılık ise, bu çalışmada en önemli olan elektrik tüketimi kriterinin Özispa (2021)'nin çalışmasında en önemsiz çevresel kriter olmasıdır.

Çalışma alanı ve yöntemleri ile ilgili bazı sınırlamalar vardır. Bu çalışmada yeşil sertifikalı 5 liman incelenmiş olup, alternatiflerin sayısı ve verilerine ulaşılması bir sınırlamadır. Ayrıca, her bir kriterle ilgili veri bulunmadığından, seçilen kriterlerin sayısı başka bir sınırlama olarak düşünülebilir. Uygulamada performansı etkileyen farklı ve daha fazla kriterin kullanılması gelecekteki bir çalışma önerisi olabilir. Bu çalışmada limanların performansının başka çok kriterli karar verme yöntemleriyle değerlendirilmediği için sınırlı kalmıştır. Gelecekte yeşil limanlara yönelik yapılacak olan çalışmalarda daha fazla ve farklı çok kriterli karar verme yöntemleri kullanarak değerlendirme yapılması ve karşılaştırılması araştırma sonuçlarına derinlik kazandırabilecektir.

Sonuç olarak bu araştırmayla elde edilen çıktılar, karar alıcılar tarafından kullanılabilir, Türkiye'deki limanların ve terminallerin etkin gelişimlerine yol göstererek Türkiye ekonomisine ve literatüre katkı sağlayabilir.

NOTLAR

¹ TEU kavramı, Yirmi ayak eşdeğer birimi (Twenty-foot Equivalent Unit) veya kısaca TEU, genellikle kargo kapasitesi bir kesin olmayan konteyner gemileri ve konteyner terminallerinin kapasitesini tanımlamak için kullanılan bir birimdir (Wikipedia, 2021).

² Türkçe kısaltmasının karşılığı İngilizcede UNCTAD olan Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı, Birleşmiş Milletler Genel Kurulunun ticaret ve kalkınma alanında temel organıdır (UNCTAD, 2021).

³ 1986 yılında kurulan Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenleri Derneği (UTİKAD); Türk taşımacılık ve lojistik sektörünün en geniş kapsamlı sivil toplum kuruluşudur (UTİKAD, 2021).

⁴ Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development), uluslararası bir ekonomi örgütüdür (OECD, 2021).

⁵ Tablo 3: Araştırmada Değerlendirilen Yeşil Sertifikalı 5 Limanın 2015-2018 Halka Açık Sürdürülebilirlik Raporları Verileri; Türkiye Liman İşletmecileri Derneği'nin (TÜRKLİM) 2015-2018 yılları yayınladığı Türkiye'de elleçlenen toplam TEU miktarı

YAZAR BEYANI / AUTHOR STATEMENT

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Etik Kurul Onayı

Bu araştırma etik kurul izni gerektiren analizleri kapsamadığından etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Yazar Katkıları

Yazar çalışmanın tümünü tek başına gerçekleştirmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

Antão, P., M. Calderón, M. Puig, A. Michail, C. Wooldridge, R. M. Darbra (2016), "Identification of Occupational Health, Safety, Security (OHSS) and Environmental Performance Indicators In Port Areas", Safety Science, 85, 266–275.

Asgari, N., A. Hassani, D. Jones, H. H. Nguye (2015), "Sustainability Ranking Of The UK Major Ports: Methodology And Case Study", Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 78, 19-39.

- Asyaport (2015), Asyaport Sosyal Sorumluluk Raporu 2015, <https://www.asyaport.com/tr-TR>, E.T.: 10.01.2021.
- Asyaport (2016), Asyaport Sosyal Sorumluluk Raporu 2016, <https://www.asyaport.com/tr-TR>, E.T.: 10.01.2021.
- Asyaport (2017), Asyaport Sosyal Sorumluluk Raporu 2017, <https://www.asyaport.com/tr-TR>, E.T.: 10.01.2021.
- Asyaport (2018), Asyaport Sosyal Sorumluluk Raporu 2018, <https://www.asyaport.com/tr-TR>, E.T.: 10.01.2021.
- Asyaport (2020), Çevre ve Sosyal Sorumluluk, <http://www.asyaport.com/tr-TR/cevre-ve-sosyal-sorumluluk/627903>, E. T.: 10.01.2021.
- Borusan (2015), Borusan Grubu Sürdürülebilirlik Raporu 2015, <https://www.borusanport.com/tr>, E.T.: 15.01.2021.
- Borusan (2016), Borusan Grubu Sürdürülebilirlik Raporu 2016, <https://www.borusanport.com/tr>, E.T.: 15.01.2021.
- Borusan (2017), Borusan Grubu Sürdürülebilirlik Raporu 2017, <https://www.borusanport.com/tr>, E.T.: 15.01.2021.
- Borusan (2018), Borusan Grubu Sürdürülebilirlik Raporu 2018, <https://www.borusanport.com/tr>, E.T.: 15.01.2021.
- Cai, L. N. (2010), "Green Port Development In Foreign Countries, in: Proceeding of Annual Conference on Ship Pollution Prevention", 4, 487-491.
- Chang, C. C., C. M. Wang (2012), "Evaluating The Effects of Green Port Policy: Case Study of Kaohsiung Harbor In Taiwan", Transportation Research Part D: Transport and Environment, 17(3), 185-189.
- Chen, S. L. (2009), "Port Administrative Structure Change Worldwide: Its Implication For Restructuring Port Authorities In Taiwan", Transport Reviews, 29(2), 163-181.
- Chiu, R. H., L. H. Lin, S. C. Ting (2014), "Evaluation of Green Port Factors And Performance: A Fuzzy AHP Analysis", Mathematical Problems In Engineering, 1-12.
- Clarke, R. (2006), An Automated Terminal is a Green Terminal, American Association of Port Authorities. <http://www.aapa-ports.org>, E.T.: 10.01.2021.
- Çakır, S., S. Perçin (2013), "AB Ülkeleri'nde Bütünleşik Entropi Ağırlık-Topsis Yöntemiyle ArGe Performansının Ölçülmesi", Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 32(1), 77-95.
- Deng, H., C. H. Yeh, R. J. Willis (2000), "Inter-Company Comparison Using Modified TOPSIS With Objective Weights", Computers and Operations Research, 27, 963-973.
- Denizhaber (2013), Lined Up To Be Green Port. <http://www.denizhaber.com.tr/yesil-liman-olmak-icin-siraya-girdiler-haber-48808.htm>, E.T.: 03.01.2021.
- DiMaggio, P., W. W. Powell (1983), "The Iron Cage Revisited: Collective Rationality And Institutional Isomorphism In Organizational Fields", American Sociological Review, 48(2), 147-160.
- Deniz Ticaret Odası (DTO) (2013), İklim Değişikliği ve Emisyonlar. <http://www.denizticaretodasi.org.tr/Sayfalar/iklimdegisikligi.aspx>, E.T.: 05.01.2021.
- EcoPorts (2021), The Story of EcoPorts Building a Worldwide Network for Sharing Experience in Port Environmental Management. https://www.ecoport.com/assets/files/common/brochures/The_Story_of_EcoPorts-v8-with_pictures.pdf, E.T.: 21.03.2021.
- European Sea Ports Organisation (ESPO), 2020, Environmental Report 2020, <https://www.espo.be/media/Environmental%20Report-WEB-FINAL.pdf>, E.T.: 22.03.2021.
- Gök-Kısa A.C., P. Çelik, I. Peker (2021), "Performance Evaluation of Privatized Ports by Entropy Based TOPSIS and ARAS Approach", Benchmarking: An International Journal.
- Ha, M. H., Z., Yang (2017), "Comparative Analysis Of Port Performance Indicators: Independency And Interdependency", Transportation Research Part A: Policy and Practice, 103, 264-278.
- Ha, M. H., Z. Yang, M. W. Heo (2017), "A New Hybrid Decision Making Framework for Prioritising Port Performance Improvement Strategies", The Asian Journal of Shipping and Logistics, 33(3), 105-116.
- He, Z., P. Chen, H. Liu, Z. Guo (2017), "Performance Measurement System And Strategies For Developing Low-Carbon Logistics: A Case Study In China", Journal of Cleaner Production, 156, 395-405.

- Hiranandani, V., (2014), "Sustainable Development In Seaports: A Multi-Case Study", *WMU Journal of Maritime Affairs*, 13 (1), 127–172.
- Hock V, R.I. Erasmus (2000), "From Reversed Logistics To Green Supply Chain", *Logistics Solutions*, 2, 28–33.
- Hsu, C. C., K., Choon Tan, S. Hanim Mohamad Zailani, V. Jayaraman (2013), "Supply Chain Drivers That Foster The Development of Green Initiatives In An Emerging Economy", *International Journal of Operations & Production Management*, 33(6), 656–688.
- Hwang, C. L., K. Yoon (1981), *Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications*, Berlin: Springer.
- Jasmi, M. F. A., Y. Fernando (2018), "Drivers of Maritime Green Supply Chain Management", *Sustainable Cities And Society*, 43, 366-383.
- Kluge, B. (2012), "Green Logistics In Inland Ports. Federal Association of German Inland Ports", 2nd German-Chinese Conference on the Implementation of the Action Plan Green Logistics, Berlin.
- Ko, T.T., Y.C. Chang (2010), "Integrated Marine Pollution Management: A New Model of Marine Pollution Prevention And Control In Kaohsiung", *Taiwan Ocean Coastal Management*, 53(10), 624–635.
- Korucuk, S., S. Memiş (2019), "Yeşil Liman Uygulamaları Performans Kriterlerinin Dematel Yöntemi ile Önceliklendirilmesi: İstanbul Örneği", *AVRASYA Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7(16), 134-148.
- Koşar Danışman, İ, G. Özalp (2016)", *Karbon Ayak İzinin Azaltılmasında Yeşil Liman Uygulamasının Rolü: Marport Örneği*", *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 99-166.
- Kotrikla, A.M., T. Lilas, N., Nikitakos (2017), "Abatement of Air Pollution At An Aegean Island Port Utilizing Shore Side Electricity And Renewable Energy", *Marine Policy*, 75, 238–248.
- Köseoğlu, M., M., Solmaz (2020), "Türkiye ve Dünya Yeşil Liman Ölçütlerinin Karşılaştırmalı Bir Değerlendirmesi", *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 12, 33-58.
- Kumport (2015), Kumport Sürdürülebilirlik Raporu, <https://www.kumport.com.tr/>, E.T.: 12.01.2021.
- Kumport (2016), Kumport Sürdürülebilirlik Raporu , <https://www.kumport.com.tr/>, E.T.: 12.01.2021.
- Kumport (2017), Kumport Sürdürülebilirlik Raporu, <https://www.kumport.com.tr/>, E.T.: 12.01.2021.
- Kumport (2017), Sürdürülebilirlik Raporu, https://www.kumport.com.tr/resources/files/documents/surdurulebilirlik_raporu_v2.pdf, E.T.: 12.01.2021.
- Kumport (2018), Kumport Sürdürülebilirlik Raporu 2018, <https://www.kumport.com.tr/>, E.T.: 12.01.2021.
- Lam, J.S.L. (2016), "Strategy of A Transshipment Hub: The Case of Port of Singapore", *Dynamic Shipping And Port Development In The Globalized Economy*, 12-38.
- Lim, S., S. Pettit, W. Abouarghoub, A. Beresford (2019), "Port Sustainability And Performance: A Systematic Literature Review", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 72, 47-64.
- Limakport (2015), Limak Şirketler Grubu Sürdürülebilirlik Raporu 2015, <http://www.limakports.com.tr/tr>, E.T.: 18.01.2021.
- Limakport (2016), Limak Şirketler Grubu Sürdürülebilirlik Raporu 2016, <http://www.limakports.com.tr/tr>, E.T.: 18.01.2021.
- Limakport (2017), Limak Şirketler Grubu Sürdürülebilirlik Raporu 2017, <http://www.limakports.com.tr/tr>, E.T.: 18.01.2021.
- Limakport (2018), Limak Şirketler Grubu Sürdürülebilirlik Raporu 2018, <http://www.limakports.com.tr/tr>, E.T.: 18.01.2021.
- Mahmoodzadeh, S., J. Shahrabi, M. Pariazar, M. S. Zaeri (2007), "Project Selection By Using Fuzzy AHP and TOPSIS Technique", *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 30(1), 333-338.
- Markandya, A., K. Halsnaes (2004), "11 Developing Countries And Climate Change", *The Economics of Climate Change*, 3, 239.

- Marport (2015), Marport Sera Gazı Envanter Raporu, http://www.marport.com.tr/marport_online.html, E.T.: 25.01.2021.
- Marport (2016), Marport Sera Gazı Envanter Raporu, http://www.marport.com.tr/marport_online.html, E.T.: 25.01.2021.
- Marport (2017), Marport Sera Gazı Envanter Raporu, http://www.marport.com.tr/marport_online.html, E.T.: 25.01.2021.
- Marport (2018), Marport Sera Gazı Envanter Raporu, http://www.marport.com.tr/marport_online.html, E.T.: 25.01.2021.
- Moon, S.H., J.K. Woo (2014), "The Impact of Port Operations on Efficient Ship Operation From Both Economic And Environmental Perspectives", *Maritime Policy Management*, 41(5), 444–461.
- Organisation for Economic Co-operation and Development OECD, (2014), Shipping Emissions in Ports, <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/dp201420.pdf>, E.T.: 20.01.2021
- Organisation for Economic Co-operation and Development OECD, (2021), Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development), <https://www.oecd.org/>, E.T.: 20.01.2021.
- Ömürbek, N., E. R. E. N. Hande, D. A. Ğ. Okan (2017), "Entropi-Aras ve Entropi-Moosra Yöntemleri ile Yaşam Kalitesi Açısından AB Ülkelerinin Değerlendirilmesi", *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 29-48.
- Özispä, N. (2021), "How Ports Can Improve Their Sustainability Performance: Triple Bottom Line Approach", *Journal of ETA Maritime Science*, 9(1), 41-50.
- Pedrick, D. (2006), Green Terminal Design, www.fasterfreightcleaner.com. E.T.: 20.01.2021.
- Port of Long Beach, (2005), Green Port Annual Report, https://aapa.files.cms-plus.com/PDFs/EnvironmentalAwards/2005/2005_EnviroAward_Long%20Beach.pdf, E.T.: 15.01.2021.
- Puig, M., A. Michail, C. Wooldridge, R. M. Darbra (2017), "Benchmark Dynamics In The Environmental Performance of Ports", *Marine Pollution Bulletin*, 121(1-2), 111–119.
- Puig, M., C. Wooldridge, R. M. Darbra (2014), "Identification and Selection of Environmental Performance Indicators For Sustainable Port Development", *Marine Pollution Bulletin*, 81(1), 124–130.
- Rao, R. V. (2008), "Evaluation of Environmentally Conscious Manufacturing Programs Using Multiple Attribute Decision-Making Methods", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 222(3), 441-451.
- Roos E. C., F. J. Kliemann Neto (2017), "Tools For Evaluating Environmental Performance At Brazilian Public Ports: Analysis And Proposal", *Marine Pollution Bulletin*, 115(1), 211-216.
- Seguí, X., M. Puig, E. Quintieri, C. Wooldridge, R. M. Darbra (2016), "New Environmental Performance Baseline For Inland Ports: A Benchmark For The European Inland Port Sector", *Environmental Science & Policy*, 58, 29-40.
- Shannon C. E. (1948), "A Mathematical Theory of Communications", *Bell Systems Technical Journal*, 27(3), 379-423.
- Shao, C. F., M. T. Ju, J. L. Yu, C. J. Hu, C. L. Chu (2009), "The Strategies And Proposals For Ecological Port Construction In China", *Journal of US-China Public Administration*, 6(7), 23-33.
- Teerawattana, R., Y. C. Yang (2019), "Environmental Performance Indicators For Green Port Policy Evaluation: Case Study of Laem Chabang Port", *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 35(1), 63-69.
- Türkiye Liman İşletmecileri Derneği (Türklım) (2019), Türkiye Liman İşletmecileri Derneği 2019 Raporu, <http://www.turklım.org/>, E.T.: 21.03.2021.
- Türkiye Liman İşletmecileri Derneği (Türklım) (2013). Yeşil Liman Raporu/Yeşil Liman Politika, Düzenleme ve Uygulamaları, Türkiye Limancılık Sektörü Raporu. http://www.turklım.org/kport/yesil_liman/upload/Yesil-Liman-Turklım-Raporu.pdf, E.T.: 21.03.2021.

- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) (2020), Review of Maritime Transport, https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2020_en.pdf, E.T.: 14.01.2021.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) (2021), <https://unctad.org/>, E.T.: 24.03.2021.
- Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenleri Derneği (UTİKAD) (2020), UTİKAD Lojistik Sektör Raporu 2020, <https://www.utikad.org.tr/images/HizmetRapor/utikadlojistiksektoruraporu2020-53923.pdf>, E.T.: 24.03.2021.
- Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenleri Derneği (UTİKAD) (2021), <https://www.utikad.org.tr/UTIKAD-Hakkinda>, E.T.: 24.03.2021.
- Verhoeven, P. (2010), "A Review of Port Authority Functions: Towards A Renaissance?", *Maritime Policy & Management*, 37(3), 247–270.
- Wikipedia (2021), TEU https://tr.wikipedia.org/wiki/Yirmi_ayak_e%C5%9Fde%C4%9Fer_birimi, E.T.: 24.03.2021.
- Woo, J. K., D. S. Moon, J. S. L. Lam (2018), "The Impact of Environmental Policy on Ports and the Associated Economic Opportunities", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 110, 234-242.
- World Bank (2020), https://data.worldbank.org/indicator/IS.SHP.GOOD.TU?most_recent_value_desc=true, E.T.: 10.01.2021.
- Yang, Y. C., W. M. Chang (2013), "Impacts of Electric Rubber-Tired Gantries on Green Port Performance", *Research in Transportation Business & Management*, 8, 67-76.
- Yang, Y. C., C. L. Lin (2013), "Performance Analysis of Cargo-Handling Equipment From A Green Container Terminal Perspective", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 23, 9-11.
- Yang, Y.C. (2015), "Determinants of Container Terminal Operation From Green Port Perspective", *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 7(3), 319-346.
- Yılmaz, F. (2019), "Yeşil-Eko Liman Yaklaşımının Deniz Ticareti ve Lojistik Sektörüne Katkıları: Türkiye ve AB'deki Uygulamaların Karşılaştırması", *Journal of Transportation and Logistics*, 4(2), 65-78.
- Zhong, Y. F. (2011), "Current Status of Green Port Development For Kaohsiung Port", *Taiwan International Ports Corporation*. (Online) Available at <http://www.twport.com.tw>. E.T.: 13.01.2021.
- Zhu, Q., J., Sarkis, K. H Lai (2007), "Green Supply Chain Management: Pressures, Practices And Performance Within The Chinese Automobile Industry", *Journal of Cleaner Production*, 15(11), 1041–1052.