

Konteyner Limanlarında Geleneksel İstifleme Yöntemlerinin Kaynak Temelli Yaklaşım Bağlamında Bulanık AHP Yöntemiyle Analizi: Sistemsel Bir Öneri

Umur Bucak ¹, Tarık Efe Kendir ²

¹ Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, Denizcilik Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye

² Araştırmacı

¹ (sorumlu yazar), umur.bucak@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5112-8133

² efetarikendir@yahoo.com, 0000-0003-0412-2585

ÖZET

Konteyner trafiğinin her geçen gün artması ile konteyner sahalarına ve limanlarına olan ihtiyaç gün geçtikçe aynı oranda artmaktadır. Bu bağlamda, özellikle konteyner terminallerdeki geri saha problemleri liman kapasitelerini sınırlamaktadır. Bu nedenle, liman kapasite artışlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer taraftan, yeni limanların yer problemleri nedeni ile sanayi bölgelerinden daha uzak bölgelere inşa edilmesi durumları ortaya çıkmaktadır. Bu durum hem ulaşım maliyetlerini artırmakta hem de karbon emisyonları bakımından üretim tesislerini dezavantajlı duruma getirmektedir. Ayrıca, geri-depo sahalarında kapasiteler belirlenirken hava şartları, geri saha istif ekipman kat sınırlamaları ve konteynerlerin zati kaldırma kapasiteleri dikkate alınmalıdır. Bu çalışmada geleneksel konteyner istifleme sistemlerinin darboğazlarını tanımlayan kriterler belirlenmiş ve Bulanık AHP yöntemi ile analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar en önemli kriterin 'Ekipman Sınırlamaları' olduğunu ortaya koymaktadır. Bu da liman kapasitesini belirleyen istifleme yüksekliğindeki sınırlamaya sebep olmaktadır. Bu nedenle, gelecekte ihtiyaç duyulması öngörülen kapasite artışına cevap verebilecek bir istifleme sisteminin uygun stratejik yaklaşımlarla belirlenmesi kaynak temelli yaklaşım açısından da en rekabetçi yaklaşım olması düşünülmektedir. Bu bağlamda, çok katlı konteyner istifleme sistemleri, kısıtlı liman sahasında yüksek istifleme kapasiteleri, yüksek operasyonel verimlilik, yeşil enerji üretimine olanak vermesi ve daha düşük karbon ayak izi gibi avantajları bakımından kapasite problemlerini gidermeye çalışan limanlar için rekabetçi avantaj getirecektir.

Anahtar kelimeler: Konteyner Limanları, Yüksek Katlı İstifleme Sistemleri, Kaynak Temelli Yaklaşım, Bulanık AHP

Makale geçmişi: Geliş 25/04/2023 – Kabul 01/08/2023

<https://doi.org/10.54926/gdt.1286963>

An Analysis of Traditional Storage Methods in Container Ports by Fuzzy AHP Method in the Context of Resource-Based View: A Systematic Recommendation

Umur Bucak¹, Tarık Efe Kendir²

¹ Department of Maritime Business Administration, Maritime Faculty, Kocaeli University, Türkiye

² Researcher

¹ (corresponding author), umur.bucak@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5112-8133

² efetarikendir@yahoo.com, 0000-0003-0412-2585

ABSTRACT

With the increase in container traffic day by day, the need for container fields and ports is increasing at the same rate. In this context, back-storage problems, especially in container terminals, limit port capacities. Therefore, port capacity increases are needed. On the other hand, there are cases where new ports were built in more distant areas from industrial zones due to location problems. This situation both increases transportation costs and puts production facilities at a disadvantage in terms of carbon emissions. In addition, while determining the capacities in the back-storage areas, weather conditions, backyard stacking equipment height limitations and the self-lifting capacities of the containers should be taken into account. In this study, criteria defining the bottlenecks of conventional container stacking systems were determined and analyzed. The results show that the most important criterion is 'Equipment Limitations'. This causes the limitation in the stacking height that determines the port capacity. For this reason, determining a stacking system that can respond to the anticipated capacity increase in the future with appropriate strategic approaches is considered to be the most competitive approach in terms of resource-based view. In this context, highbay container storage-stacking systems will bring competitive advantage to ports trying to solve capacity problems in terms of advantages such as high storage capacities in limited port areas, high operational efficiency, green energy production and lower carbon footprint.

Keywords: Container Ports, High Bay Container Storage Systems, Resource-Based View, Fuzzy AHP

Article history: Received 25/04/2023 – Accepted 01/08/2023

1. Giriş

Özellikle lojistik ağların konteynerize yüklere olan yönelimlerinin gün geçtikçe artması ve mevcut tesislerin güncel ihtiyaçlara dahi cevap veremez durumlara gelmesi (Akar and Esmer, 2015), lojistik ağlarda önemli darboğazlara neden olabilmektedir. Bu nedenle, Türkiye'deki limanların günümüzdeki en önemli problemlerinden biri liman tesislerinin kapasite yetersizlikleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kapasite probleminin, gelecek projeksiyonlarda artan konteynerize yük eğilimleri göz önünde bulundurulduğunda, gelecek için de önemini koruyacağı düşünülmektedir (TÜRKLİM, 2022).

Diğer taraftan, limanların operasyonel verimliliği ise hem gemilere olan hizmet kalitesi, hem maliyetler hem de karbon emisyonu üretimleri bakımında oldukça önem arz etmektedir. Karbon emisyonlarının iklim krizi etkileri ile beraber gittikçe önem kazanması, limanlardaki operasyonel hızları ön plana çıkarmaktadır. Bu bağlamda, gemilerin limanlardaki kalış süresinin kısalığı emisyonların azaltılması bakımından limanları tercih edilebilir konuma getirmektedir. Bir gemi ne kadar az süre boyunca limanda kalırsa o kadar iyi bir yakıt ekonomisi üretebilir. Tesislerde oluşan her operasyonel kayıp, o gemi için ilave bir yakıt tüketimi olarak karşımıza çıkabilir. Bu nedenle, yüksek operasyonel hızlar vaat eden tesisler denizyolu tedarik zincirinde tercih edilebilmektedir.

Konteyner limanlarındaki geleneksel istifleme sistemleri, zaten yetersiz olan liman sahalarının kullanımında verimsizlik oluşturmaktadır. Bu noktada rıhtım kapasitelerinin artırılması, liman sahalarının genişletilmesi gibi projeler ilk akla gelirken, şehir içinde kalmış limanlar (İzmir Alsancak limanı, ... gibi) için bu çözümler pek de mümkün olmamaktadır. Son zamanlarda ilgili literatürde yer alan çalışmalar, bu soruna çözüm olarak dikey istifleme sistemlerini önermektedir. Zaerpour vd. (2019) konteyner limanlarında dikey olarak yapılacak istifleme işlemlerinin finansal ve operasyonel fizibilitesini yapmışlardır. Buna göre bu istifleme sistemlerinin önemli bir kapasite artışı sağladığı ve %120 oranında elleçleme artışı yakalandığı ortaya konulmuştur. Alexandri vd. (2022) bir yüksek katlı konteyner istifleme sistemi olan BOXBAY projesini inceledikleri çalışmalarında limanların kapasite kısıtlarını aşmak amacıyla verimliliklerini artırmalarına odaklanmışlardır. BOXBAY projesinin verimliliği artırmanın yanında sürdürülebilirlik açısından da önemli çözümler ürettiğini vurgulamışlardır. Koroleva vd. (2020) konteyner limanlarının artan kapasite ihtiyaçlarının giderilmesi için dijital çözümlere odaklanmıştır ve bu çözümler içerisinde yüksek katlı konteyner istifleme sistemlerine de yer vermiştir. Literatürde geleneksel istifleme sistemlerinin zayıflıkları karşısında dikey olarak yükselen istifleme sistemlerinin faydaları çokça kez tartışılmıştır. Ancak limanlarda geleneksel istifleme sistemleri sebebiyle ortaya çıkan sınırlandırmalar, dışsal etkenler karşısındaki zayıflıklar, elleçleme kayıpları gibi kapasite kullanımını verimsizleştiren faktörler detaylandırılmamıştır. Ayrıca alternatif bir istifleme sistemi olarak sunulan yüksek katlı sistemlerin (YKS) yalnızca alan kullanımına yaptığı katkılara değinilerek, çevreci yaklaşımlar bağlamındaki katkıları göz ardı edilmiştir. Son olarak, literatürdeki herhangi bir çalışmada limanlardaki istifleme sistemlerini analiz ederken herhangi bir yönetim teorisiyle ilişkilendirme yapılmadığı anlaşılmaktadır. Bu çalışmada ise konteyner limanlarındaki geleneksel istifleme sistemlerinden doğan sıkıntılar anlatılmış ve analiz edilmiş, ve bu sıkıntıları gidermek üzere kaynak temelli yaklaşım göz önünde bulundurularak var olan kaynakların etkin kullanımını vurgulayacak şekilde YYS önerilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde çalışmanın bakış açısının dayandırıldığı kaynak temelli yaklaşım tanımlanmış, üçüncü bölümde Türkiye'deki konteyner limanlarının kapasite kısıtları anlatılmış, dördüncü bölümde çalışmada kullanılan analiz yöntemi anlatılmış, beşinci bölümde çalışmanın uygulaması çalışmanın problemi tanımlanarak ve bulgular ifade edilerek gösterilmiş, altıncı bölümde

çalışmanın problemine getirilebilecek çözüm önerileri tartışılmış, son bölümde ise çalışmanın bulguları yorumlanmıştır.

2. Teorik Çerçeve

Günümüzde limanlar, çok çeşitli hizmetler sunarak müşterilerin memnuniyet düzeyini artırmaya ve yeni müşteriler kazanmaya çalışmaktadırlar. Ancak bu noktada gelişen teknoloji verilen her hizmetin taklit edilebilirliğini mümkün kılmakta, dolayısıyla limanlar arasındaki rekabet düzeyi her geçen gün daha da artmaktadır. Sürdürülebilir bir rekabetçi avantaj yakalanması adına stratejik yönetim yazınında iki önemli görüş ön plana çıkmaktadır. Bunlardan ilki rekabet stratejilerini dış faktör paradigması çerçevesinde fırsat temelli bir bakış açısıyla değerlendiren pozisyon okulu, ikincisi ise rekabet stratejilerine içsel faktör paradigması çerçevesinde yaklaşan kaynak temelli görüştür (Özdemir ve Taşçı, 2020: 1019; Chakravarthy ve Doz, 1992: 6; Montgomery vd., 1989:192). Temellerini Penrose'un (1959) attığı kaynak temelli görüş, Ansoff (1965), Andrews (1971), Selznick (1975) ve Wernerfelt (1984) gibi yazarların katkılarıyla son halini almıştır (Bal, 2010: 269; Rangone, 1999: 233). Bu görüş bağlamında firmaların pazarda rekabetçi avantaj yakalamaları için iç dinamiklerini geliştirmeye odaklanmaları gerektiğini savunulmaktadır. Kaynak temelli görüşe göre işletme kaynakları, işletme tarafından kontrol edilen yetenekler, örgütsel süreçler, firma özellikleri, bilgi, birikim gibi tüm varlıkları ifade eder (Barney, 1991) ve taklidi maddi veya manevi açıdan maliyetli olduğu için işletmelere rekabetçi avantaj sağlar (Karacaoğlu, 2006: 4).

Konteyner limanlarının tesisler, altyapı olanakları, operasyon sistemleri gibi çeşitli düzeylerde olmak üzere kendilerine özgü kaynakları bulunmaktadır. Bu kaynakların etkin kullanımı, limanlara rekabetçi avantaj getirir ve dolayısıyla yeni müşteriler kazandırabilir (Cho ve Kim, 2015). Limanlara rekabetçi avantaj getiren en önemli adımlardan bir tanesi değer zinciri üzerinde kontrol sağlamayı içerir. Bu noktada P&O Limanlarının Avustralya'da yükleme-boşaltma, depo faaliyetleri ve hinterlanda taşıma operasyonlarını entegre etmesini değer zincirinde elde edilmiş kritik bir varlık olarak görülmüştür (Robinson, 2002). Limanlar var olan kaynaklarını etkin bir şekilde kullanarak ve bu kaynakları değer zincirine entegre ederek rekabetçi avantaj yakalarlar. Öte yandan, limanların kendilerini diğer limanlardan ayıran baskın kaynaklarını belirlemesi ve bu kaynaklar özelinde stratejilerini şekillendirmesi de önemli bir rekabetçi avantaj getirecektir. Cho ve Ha (2009) kaynak temelli görüş bağlamında limanların stratejilerini eşsiz özelliklerini öne çıkaracak şekilde belirlemeleri gerektiğini savunmuşlardır. Buna göre Pohang-Yeongil limanının konum avantajı yerine hinterland bağlantısını geliştirecek stratejilere odaklanması gerektiğini vurgulamışlardır. Benzer şekilde, Gordon vd. (2005) Singapur Limanı'nın rekabetçiliğini değerlendirdikleri çalışmalarında, limanın kaynak temelli görüş bağlamındaki avantajlarının konumu, doğal rıhtımı, altyapı için sermayesi, bilgi teknolojileri ve operasyonel yetenekleri olduğunu savunmuşlardır. Çalışmada ayrıca ileri teknoloji kullanımı ve operasyonel etkinlik, kısıtlı olan liman sahasına karşı önemli çözümler olarak sunulmuştur. Magala (2004) limanların kendi kaynaklarını etkin kullanacak şekilde stratejiler üretmesi gerektiğini söylerken genişleme için uygun alan kazanımına ve etkin yük elleçleme ve istiflemeye vurgu yapmıştır (Subhan vd., 2008). Bu çalışmada, limanların kısıtlı elleçleme sahalarında kendilerine rekabetçi avantaj getirecek üstyapı ve ekipman çözümlerine odaklanılmıştır. Bu kapsamda geleneksel istifleme faaliyetlerinin ortaya çıkardığı darboğazlar analiz edilmiş ve bunların giderilmesine yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.

3. Türkiye'deki Konteyner Limanlarında Kapasite Kısıtları

Türkiye'de liman sektörünün gelişimi dünya limanlarında olduğu gibi devlet tarafından limanların inşa edilmesi ve devlet tarafından işletilmesi ile başlamıştır. Zaman içinde bazıları özelleştirilmiştir. Bu limanların Türkiye'nin denizlerle çevrili üç tarafında, hinterlandlar gözetilerek önemli pozisyonlara konumlandırıldığı da görülmektedir. İskenderun, Mersin, İzmir, Haydarpaşa ve Trabzon gibi devlet limanlarının kuruluş yıllarına bakıldığında seçilen alanların Türkiye'nin 3 tarafını kapsayacak şekilde iyi öngörülerle belirlendiği yadsınmaz. Ancak, limanların kuruluş yılları üzerinden uzun yıllar geçmesi ve bu limanların şehirler içinde kalması, her ne kadar deniz dolguları ile kapasite artışları elde edilmeye çalışılsa da, kapasite problemlerini ortaya çıkarmaktadır. Bu limanlar, özel limanlarla karşılaştırıldığında, yine de önemli boyutlarda alanlara sahiptirler.

Ambarlı, Kocaeli ve İskenderun bölgesi özel limanları incelendiğinde, bu limanların genel yapıları itibari ile dar alanlarda inşa edildikleri ve buldukları bölgelerde sıkıştıkları görülmektedir. Genelde genişleme olanakları ya kısıtlı ya da hiç yoktur. Kapasite kullanım oranları da gittikçe artmaktadır. Aynı zamanda, yoğunlukla ana trafik hatlarına ulaşım için yeterli genişlikte yollara da sahip olmadıkları görülmektedir.

Genel olarak, güncel şartlarda pik zamanlar hariç yeterli görülse de liman kapasitelerinin yakın zamanda ihtiyaçlara cevap veremeyecek hale gelmeleri muhtemeldir. TÜRKLİM'in (Türkiye Liman İşletmecileri Derneği) 'Vizyon 2050' kapsamında yaptığı çalışmadan da görüleceği üzere gereken kapasiteler artan trafikle beraber yakın gelecekte dar boğazlara neden olabilecektir (TÜRKLİM, 2022). Bu kapsamda, ivedikle projelendirilmiş limanların bir ana terminal gibi inşa edilerek devreye alınması yerinde olacaktır.

Diğer taraftan, 06.02.2023 Kahramanmaraş merkezli depremler silsilesinin İskenderun bölgesi limanlarını etkilemesi ve sonucunda bazı terminallerin kullanılamaz duruma gelmesi sonucu yüklerin Mersin limanına kayması ve bu limanın da kapasiteleri kaldıramaz duruma gelmesi önemli darboğazlara neden olmuştur. Bu durum, mevcut kapasitelerin istenmeyen durumlar için hazır olmadığını bir kez daha ortaya koymuştur. Aynı durumun, Marmara Bölgesi ve İzmir Bölgesi limanlarında da yaşanması olasıdır.

Dar alanlarda kurulu özellikle konteyner limanlarında geri saha kaynaklı kapasite problemleri gün geçtikçe artmakta ve liman idareleri tarafından çözüm yolları aranmaktadır. Bu kapsamda konteyner limanları, yük istifleme amacıyla kullanılan ekipmanlar olan Reach Stacker'lerden aynı amaçla kullanılan bir diğer ekipman olan RTG'lere (Rubber-Tyred Gantry Crane) geçmişlerdir. Bu değişim, yerine göre RTG kullanımı ile elde edilen istifleme kat artışı ile yaklaşık %20 gibi bir kapasite artışını karşılayabilmektedir. Bunun yanı sıra, bazı limanlarda faaliyette bulunan RTG'lerin mevcutta 5 kat üst üste istifleme yapabilirken bu kabiliyetlerinin 7 kat üst üste istiflemeye çıkarılması için çalışmalar yapıldığı görülmekte olup, ancak, bu eylem de Türklım Vizyon 2050 raporunda verilen bilgilere göre gelecekte gereken kapasiteler için de yeterli olmayacaktır (Türklım, 2022). Çünkü daha yüksek bir kapasite artışının günümüz ve gelecek için gerekli olacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan, yeni liman projeleri (Çandarlı Limanı, Yumurtalık Bölgesi Liman Projeleri) genellikle mevcut sanayi bölgelerinden uzaktadır. Mevcut limanlar etrafına kümelenmiş sanayi bölgeleri firmaları için de bu durum ekstra maliyet ve emisyon üretim problemi olarak ortaya çıkmaktadır. Tamamen yeşil enerji kullanan nakliye araçlarının yakın gelecekte kullanılmasının çok olanak dahilinde olmaması nedeni ile, bu durumun karbon emisyonu üretimlerinin artışına neden olacağı öngörülebilir (Bozhilov, 2021). Bu durum, Avrupa Birliği ve IMO'nun (Dünya Denizcilik Örgütü) 2050 karbon emisyon hedefleriyle uyumsuzdur.

Bu kapsamda, dar alanda yüksek istif yapabilecek sistemlerin devreye alınması, alanların efektif ve verimli kullanılmasına, nakliye maliyetlerinde artışın engellenmesine ve karbon emisyon üretimlerinin azalmasına olumlu etkiler yapacağı düşünülmektedir.

4. Yöntem

Çalışmada limanlarda geleneksel istifleme faaliyetleri sebebiyle ortaya çıkan eksiklikler analiz edilmek istenmektedir. Bu kapsamda, geleneksel liman elleçleme sistemleri araştırılmış, ortaya çıkan eksiklikler literatür ve uzman görüşü yardımıyla ortaya konulmuştur. Daha sonra, bu eksiklikler birer kriter haline getirilip, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process-AHP) yöntemi ile analiz edilmiştir. Bir problemdeki bazı faaliyetlerin durumunu karşılaştırarak bileşik karar verme problemini çözerken bulanıklık ve belirsizlik sıklıkla meydana gelir (Kim vd., 2022). Bu sebeple çalışmada daha geniş bir çerçevede karar verebilmek için ÇKKV yöntemlerinin bulanık sayılarla bütünleştirilmiş formu tercih edilmiştir. Bu kapsamda çalışmanın analizinde Bulanık AHP yönteminin Buckley (1985) tarafından geliştirilen versiyonu, ağırlıkları daha özenli bir şekilde dağıtması ve öznel yargıları daha iyi sansürleyebilmesi sebebiyle kullanılmıştır.

Bulanık AHP, karar verme sürecinde kriterleri sıralamak ve önceliklendirmek için kullanılan bir tekniktir. Yöntem, karar vericilerin değerlendirmelerindeki belirsizliği, tutarsızlıkları ve sübjektif değerlendirmeleri ortadan kaldırmak için bulanık sayıları kullanır (Demirel vd., 2018). Bulanık AHP, akademisyenlerin liman seçimi, yer seçimi, personel seçimi, emniyet, güvenlik ve rekabet edebilirlik evrimi gibi birçok farklı araştırma alanını dahil etmesine izin verdiği için yaygın olarak kullanılmakta ve kabul edilmektedir (Baştug vd., 2022; Li vd. 2020; Mollaoglu vd., 2019; Balci vd., 2018; Çelik ve Akyüz, 2018; Lirn vd., 2015; Nazemzadeh ve Vanelslander, 2015; Tseng ve Cullinane, 2015). Buckley (1985) ikili karşılaştırma matrisleri; her uzman için tutarlılık oranı hesaplamaları; üçgen bulanık sayılar; bulanık matrisler oluşturma; bulanık ağırlıkların hesaplanması ve durulaştırma gibi beş ana adımdan oluşan bir Bulanık AHP süreci önermiştir (Gümüş vd., 2013).



Şekil 1. Yöntemsel Model

Adım 1: İkili Karşılaştırma Matrisleri

Bu adımda uzmanların dilsel değerlendirmelerine göre karşılık gelen üçgensel bulanık sayılar dikkate alınarak (Tablo 1) ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur.

Tablo 1. Üçgen Bulanık Sayılar

| Gerçek Sayılar | Dilsel Değişkenler | Üçgen Bulanık Sayılar | Ters Üçgen Bulanık Sayılar |
|----------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 1 | Eşit önemli | (1, 1, 1) | (1, 1, 1) |
| 3 | Orta Derecede Önemli | (2, 3, 4) | (1/4, 1/3, 1/2) |
| 5 | Güçlü Derecede Önemli | (4, 5, 6) | (1/6, 1/5, 1/4) |
| 7 | Çok Güçlü Derecede Önemli | (6, 7, 8) | (1/8, 1/7, 1/6) |
| 9 | Aşırı Derecede Önemli | (8, 9, 9) | (1/9, 1/9, 1/8) |

Adım 2: Her Uzmanın Tutarlılık Değerlerinin Hesaplanması

Nesne kümesi $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ ve hedef kümesi $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_m\}$ olarak temsil edilirse, her bir nesne alınır ve kapsam analizi için her hedef Q_i sırasıyla gerçekleştirilir. $M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m$, $i = 1, 2, \dots, n$. birer nesne ve her bir M_{gi}^j ($j = 1, 2, \dots, m$) sayısı birer üçgensel bulanık sayı olmak üzere analizler yürütülür. i 'inci nesneye göre bulanık sentetik kapsamın (S_i) değeri şu şekilde tanımlanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (1)$$

$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$ 'nin değeri, aşağıdaki gibi bir matristen m kapsam analizi değerlerinin bulanık toplama işlemi gerçekleştirilerek bulunabilir:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = (\sum_{j=1}^m l_i, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j), i = 1, 2, \dots, n$$

Bu denklemi hesaplamak için, $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$ m sayıda genişletilmiş analiz değerinin bulanık toplanması yapılır.

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = (\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i)$ ve M_{gi}^j ($j = 1, 2, \dots, m$) Bu denklem için bulanık toplama yapılır. Bundan sonra,

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right)$$
 bu vektörü hesaplamak için

$(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i)$ vektörün tersi alınır.

Adım 3: Olasılık Derecesi Hesaplama

$$M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$$
 'nun olasılık derecesi

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{x \geq y} \left[\min(\mu_{m_1}(x), \mu_{m_2}(y)) \right], \quad (2)$$

yukarıda tanımlanmıştır ve aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{m_2}(d)$$

$$V(M_2 \geq M_1) = 1, m_2 \geq m_1$$

$$V(M_2 \geq M_1) = 0, l_1 \geq u_2$$

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} \text{ diğer koşullar.}$$

d değeri, μ_{m_2} ve μ_{m_1} arasındaki en yüksek kesişme noktasıdır.

Adım 4: Bulanık Matrisler Oluşturma ve Bulanık Ağırlıkları Hesaplama

Bir dışbükey bulanık sayının k dışbükey bulanık sayıdan ($M_i (i = 1, 2, \dots, k)$) büyük olma derecesi şu şekilde tanımlanabilir:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1), \dots, (M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i)$$

Daha önce ölçülen olasılık dereceleri,

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \text{ bu şekilde ifade edilirse,}$$

$k = 1, 2, \dots, n, k \neq i, W'$ ağırlık vektörü aşağıdaki gibi verilir,

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n)) T \text{ ve burada n elemandan oluşur.}$$

Adım 5: Durulaştırma

Ağırlık vektörü normalize edildikten sonra karar öğelerinin önem düzeyi ortaya çıkar ve aşağıdaki gibi temsil edilir:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n)) T \quad (3)$$

5. Uygulama

Bu bölümde konteyner limanlarında kullanılan geleneksel istifleme sistemlerinin ortaya çıkardığı darboğazlar incelenmiştir. Bu kapsamda ortaya çıkan darboğazların analizi yapılmış, hangi darboğazların diğerlerine göre ön plana çıktığı ortaya konulmuştur. Geleneksel istifleme sistemlerinden doğan darboğazlar çalışmada görüşüne başvurulmuş uzmanlarla yapılan ön görüşmeler neticesinde elde edilmiştir. Buna göre ilgili darboğazlar birer kriter olarak ele alınmış ve Tablo 2'de tanımlanmıştır. Ardından ilgili kriterler ikili karşılaştırma yapmaya uygun bir veri toplama aracına yerleştirilmiştir. Bu veri toplama aracı Tablo 3'te profil bilgileri paylaşılan uzmanların görüşüne sunulmuştur. Elde edilen verilen Bulanık AHP yöntemi ile analiz edilmiştir.

Aşağıdaki tabloda çalışma kapsamında görüşüne başvurulmuş uzmanların yeterlik düzeylerini gösteren bilgiler ve kriterlere dair yaptıkları değerlendirmelerin tutarlılık oranları gösterilmiştir. Buna göre seçilen uzmanların limancılık sektöründe ortalama 19,50 yıllık deneyime sahip oldukları görülmektedir. Her bir uzmanın en az bir departman müdürlüğü yaptığı yine tabloda görülmektedir. Çalışma kapsamında uzman görüşü sunan departman müdürleri ve direktörlerin %42,86'sının lisansüstü eğitim aldıkları belirlenmiştir. Bu durum uzmanların yaptıkları değerlendirmelerin akademik açıdan da analizin geçerlilik düzeyinin artırdığı düşünülmektedir. Ayrıca yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlılık oranı 0,10'un altında olmalıdır ki sonuçlar tutarlı olarak analiz edilebilsin. Bu noktada her bir uzmanın yaptığı değerlendirmelerin tutarlılık oranı 0,10 değerinin altında hesaplanmıştır.

5.1. Bulgular

Çalışma kapsamında konteyner limanlarındaki geleneksel istifleme sistemlerinden kaynaklanan darboğazlar belirlenmiş, ilgili darboğazlar birer kriter olarak tanımlanmış, analiz edilerek önceliklendirilmiştir. Tablo 4'te yapılan analiz sonuçları sunulmuştur. Buna göre, çalışmada görüşüne başvurulmuş uzmanların değerlendirmelerine göre K6 'Ekipman Sınırlamaları' 0,18486 puan ile en

yüksek önceliklendirme değerine sahip olan kriter olmuştur. Onu K3 'Zorunlu idari elleçleme kayıpları' 0,18061 puan ile izlemiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda en düşük öncelik değerine sahip olan kriter, 0,14597 puan ile K4 'İklim şartları' olmuştur.

Tablo 2. Geleneksel İstifleme Sistemlerinden Doğan Darboğazlar

| Kod | Kriter Adı | Tanım |
|-----|--|--|
| K1 | Konteyner zati kaldırma kapasite sınırlamaları | Konteyner zati kaldırma kapasitelerinin limitleri nedeni ile üst üste istif kısıtlılığıdır. |
| K2 | Saha inşa kısıtları | Sahanın inşası esnasında zemin yapıları ve kabul edilen kat planları nedeni ile tasarım ve yapım esnasında kabul edilen inşa kriterlerini (Genelde sahalar 6 veya 7 kat istif planı üzerinden inşa edilirler) tanımlar. |
| K3 | Zorunlu idari elleçleme kayıpları | Müşteri (yük iptali, tespit veya fotoğraf çekme vs.), gümrük (tam tespit, numune alma veya kapak açma vs.) veya acente kaynaklı (beyanname problemi, yük iptali, gemi veya tahliye liman değişimi) yapılması zorunlu olan idari hareketlerdir. |
| K4 | İklim şartları | İstif sahasının bulunduğu bölgedeki iklim şartları kaynaklı istif sınırlamalarını tanımlar. Örneğin, yüksek rüzgar hızlarına maruz kalan bir bölgede yüksek istif katlarına çıkılamaz. Aynı zamanda, fırtına ihbarlarında saha istif katlarında indirgemelere gidilmek üzere ya da blokların düzeltilmesi için elleçlemeler yapılır. |
| K5 | Depremler | Depremler ile oluşan yer değişimleri sonucu istif bloklarında devrilmeler oluşabilir. |
| K6 | Ekipman Sınırlamaları | Kullanılan ekipman cinsine göre istif kat sayıları belirlenir. Reach Stacker'lar için normalde 5, RTG ve RMG'ler için 6 veya maksimum 7 kat istife izin verilebilir. |

6. Tartışma

Doğal afetler, pandemiler ve savaşlar gibi istenmeyen durumlar gösteriyor ki, lojistik ağlar ne kadar sağlam temeller üzerine inşa edilirse, insanoğlu o kadar güvenli yaşam alanları oluşturabilir ve yaşamlarını rahat bir şekilde sürdürebilirler.

Pandemi (Covid-19) sürecinde ekipmana, bileşenlerine ve yedek parçalarına ulaşımın ne kadar zor olduğu tecrübe edilmiştir. Herhangi bir yaptırım durumunda da operasyonlar benzer şekilde çıkmaza girecektir. Geçmiş olaylar göstermiştir ki, yeri geldiğinde en ufak bir yedek parça tedarikindeki aksama, ekipmanları devre dışı bırakabilmekte, bunun sonucunda da domino taşı etkisi ile tüm zincir etkilenmektedir. Yine limanlarda yaşanan yığılmalar, kapasite sorunlarını ortaya çıkarmış, limanların çalışamaz hale gelmelerine neden olabilmişlerdir. Otonom olmayan yapılarda da personel problemleri oluşmuş, bunun sonucunda da indirgenmiş vardiyalara gidilmiştir. Bu gelişmeler, tedarik zincirlerine önemli darbeler vurmuştur.

Yukarıdaki nedenler kapsamında, lojistik ağların güçlü bir şekilde yönetilebilmesi, ancak, doğru sistem ve ekipman seçimleri ile gerçekleştirilebilir. Zaten kıt olan alanların efektif bir şekilde kullanılabilmesi için güncel şartlarda en iyi çözüm yüksek katlı istifleme sistemleri (YKS) olarak gözükmektedir. Limanlardaki

en önemli kıt kaynak olarak alan (saha) kısıtları görülmektedir. Bu kaynakları etkin kullanabilmek adına uygulanabilecek alternatifler olarak kara limanları kullanımı, açık denizde yüzer elleçleme sahaları inşası, yüklerin devinimini hızlandırmak ve dikey depolama sistemleriyle alan genişletmek ön plana çıkmaktadır. Bu noktada limanların şehirlerin içinde kalması sebebiyle var olan alan kısıtlılığı durumunda tüm limanların hinterlant alanına doğru genişlemesi pek mümkün gözükmemektedir. Yine, liman içindeki yük akışını hızlandırmak adına birçok strateji üretilse de (yük çekilmesi için verilen teşvikler gibi) bu akışın hızına etki eden birçok faktör (döviz kuru dalgalanmaları, gemi geliş zamanının aksaması, vb.) bulunmaktadır. Tüm bu gelişmeler değerlendirildiğinde YKS'nin limanların dikey olarak genişleyerek bu alan kısıtlamalarına en iyi çözüm olduğu düşünülmektedir.

Tablo 3. Seçilen Uzmanların Yeterlik Düzeyleri

| Uzman Kodu | Unvanı | Öğrenim Durumu | Mesleki Tecrübesi | Tutarlılık Oranı |
|------------|-------------------------------|----------------|-------------------|------------------|
| Uzman-1 | Teknik Departman Direktörü | Ön Lisans | 25 yıl | 0,0285 |
| Uzman-2 | Liman Müdürü | Doktora | 20 yıl | 0,0334 |
| Uzman-3 | Teknik Müdür | Lisans | 27 yıl | 0,0464 |
| Uzman-4 | İş Makineleri ve Bakım Müdürü | Doktora | 18 yıl | 0,0801 |
| Uzman-5 | Dijital Ürünler Müdürü | Lisans | 19 yıl | 0,0300 |
| Uzman-6 | Teknik Hizmetler Müdürü | Lisans | 12 yıl | 0,0718 |
| Uzman-7 | Pazarlama Müdürü | Yüksek Lisans | 25 yıl | 0,0104 |
| Uzman-8 | Operasyon Müdürü | Yüksek Lisans | 15 yıl | 0,0103 |
| Uzman-9 | Teknik Müdür | Yüksek Lisans | 17 yıl | 0,0733 |
| Uzman-10 | Teknik Müdür | Lisans | 6 yıl | 0,0058 |
| Uzman-11 | Ticaret Direktörü | Lisans | 15 yıl | 0,0120 |
| Uzman-12 | Liman Direktörü | Yüksek Lisans | 25 yıl | 0,0428 |
| Uzman-13 | Bakım Onarım Müdürü | Lisans | 27 yıl | 0,0287 |
| Uzman-14 | Gemi Trafik Müdürü | Lisans | 22 yıl | 0,0291 |

Tablo 4. Bulanık AHP Analiz Sonuçları

| Kriter Kodu | Kriter Adı | En İyi Bulanık Olmayan Performans (BNP) | Öncelik Sıralaması |
|-------------|--|---|--------------------|
| K1 | Konteyner zati kaldırma kapasite sınırlamaları | 0,16599 | 4 |
| K2 | Saha inşa kısıtları | 0,16626 | 3 |
| K3 | Zorunlu idari elleçleme kayıpları | 0,18061 | 2 |
| K4 | İklim şartları | 0,14597 | 6 |
| K5 | Depremler | 0,15631 | 5 |
| K6 | Ekipman Sınırlamaları | 0,18486 | 1 |

Bilinen ilk yüksek katlı sistemin uygulandığı Japonya'nın OHİ terminalinde kendi saha kapasitelerine göre yaklaşık olarak %67 daha fazla kapasite kullanım oranı ve operasyonel hızlarda ise, yaklaşık olarak %33 daha yüksek hız elde edildiği bildirilmektedir (JFE Engineering Corporation, 2023). Bu sistemlerde, geleneksel istifleme sistemlerinde yapılması zorunlu idari operasyonel hareketlere gerek kalmamaktadır. YKS sistemleri dar alanda yüksek istif katı ile yüksek kapasiteye ve her konteynere direk erişim kabiliyeti nedenleri ile kapasitelerin tam olarak kullanılmasına olanak vermektedir. YKS'lerin rijit yapıları sayesinde insanın çalışma sahalarından çıkarılması ile yüksek operasyonel hızlar elde edilebilmekte ve rahatlıkla otonom sistemler uygulanabilmektedir. Bu avantaj, sistemin her konteynere doğrudan erişim olanağı vermesi kabiliyeti ile elde edilebilmekte ve de böylelikle %100 kapasite kullanım oranına ulaşılabilir. Diğer taraftan, çatısının güneş panelleri ile kaplanması ile yeşil enerji kullanımı sağlanarak enerji üretimleri ve kazanımları elde edilebilmekte ve de karbon emisyon üretimleri azaltılabilmektedir. Böylelikle sistem, yüksek hız ve düşük enerji tüketimleri ile ön plana çıkmıştır (Tokyo Port Terminal Corporation, 2023). Daha sonra, YKS'leri atası sayılabilecek Multilevel Container Warehouse Sistem'e benzer, fakat bazı tasarım farklılıklarına sahip olan diğer bir sistemin ilk prototipi, DP World ve SMS Demag iş birliği ile Dubai Jebel Ali Terminal'inde inşa edilerek 2021 yılında devreye alınmıştır. Boxbay'in bu prototipi, 11 katlı olarak konteyner istiflemesi gerçekleştirebilme ve %75'lere varan alan tasarrufu sağlayabildiği belirtilmektedir. Aynı zamanda, iskele vinçleri verimliliğinde %20 oranına varan bir artış öngörmektedirler (BOXBAY, 2023).

Bu noktada YKS'nin iklim şartlarından etkilenme olasılıklarının düşüklüğü, uygulanabilecek sismik izolatörler ile depremlerden istifleri koruması, dar alanda yüksek istifleme kapasitesi, yüksek operasyonel hızlar sağlaması, tam otonom uygulama kolaylığı, sürdürülebilirlik ve yeşil enerji kullanımına olanak vermesi gibi çeşitli avantajlarıyla geleneksel istifleme sistemlerinin ortaya çıkardığı darboğazların giderilmesi noktasında önemli bir çözüm sunduğu görülmektedir.

7. Sonuç

Konteyner limanları, son yıllarda artan gemi boyutları, gemi trafiğinin özellikle bazı rotalarda yoğunlaşması, konteynerize ürün yelpazesinin günden güne çeşitlenmesi, vb. birçok sebeple kapasite baskısıyla yüzleşmektedir. Var olan kapasiteler bugünün ürün tedarikinde bile aksamalara sebep olurken, gelecekte daha da artacak ihtiyaçlar, gemi boyutları, vb. karşısında limanların operasyonlarının sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Bu çalışmada konteyner limanlarının içsel süreçlerinde kapasite sınırlamalarını tehdit eden durumlar incelenmiş ve geleneksel konteyner istifleme sistemlerinin oluşturduğu darboğazlar analiz edilmiştir. Geleneksel konteyner istifleme sistemleri, liman sahasının etkin kullanılmasını engellemekte, iklim şartlarından kolay etkilenmekte, ekipmanlarla koordinasyonunda kapasiteyi sınırlamakta ve depremler karşısında dayanaksız kalmaktadır. Bunun yerine konteynerler, YKS'lerde yüksekliği 50 metreye kadar çıkabilen on bir katlı bir rafta depolanabilmekte, bu da geleneksel bir konteyner terminalinden yüzde 200 daha fazla kapasite sağlayabilmekte veya aynı kapasiteyi geleneksele göre üçte birinden daha az alan kullanarak sunabilmektedir (Schuler, 2018). Ayrıca hektar başına 3.000 TEU'nun üzerinde alan kullanımı sağlayan YKS, bir RTG'ye kıyasla hektar başına yıllık alan verimini %300'ün üzerinde artırmaktadır (BOXBAY, 2023). Bu çalışma kapsamında geleneksel konteyner istifleme sistemlerinin ortaya çıkardığı bu darboğazların özellikle hangilerinin liman kapasitelerini daha fazla tehdit ettiği analiz edilmiştir.

Çalışma kapsamında yapılan analiz sonucunda "Ekipman Sınırlamaları" kriterinin ankete katılan taraflar tarafından en önemli kriter olarak ortaya konulması ekipman seçiminin önemini gözler önüne sermektedir. Limanlarda istif kat yüksekliğinin hem maliyet hem de istif güvenliği açısından sınırlandırılması, liman kapasitesini en fazla tehdit eden durum olarak değerlendirilmiştir. Ekipman

sınırlamaları kapsamında liman içerisinde yük istif yapan araçların kapasitelerinin sınırlı olması sonucu depo kapasitelerinin kısıtlanması ifade edilmektedir. Liman kapasitesini doğrudan etkileyen bu duruma çözüm olarak dikey genişleme veya kara limanı kullanılması önerilebilir. Limanların var olan alan kısıtları düşünüldüğünde kara limanı kullanılmasının çok da mümkün olmadığı söylenebilir. Bu noktada, YKS'lerin çok katmanlı depolama yapabilmeye kabiliyetleri bu darboğazın çözümünde faydalı olabilecektir. İkinci en büyük öneme sahip olan kriter ise "Zorunlu İdari Elleçleme Kayıpları" olmuş, bu durum da doğrudan ekipman sınırlamaları ile ilişkilidir. Çünkü mevcut geleneksel istifleme sistemlerinde konteynerlere doğrudan erişim kabiliyeti olmaması nedeni ile idari operasyonel elleçlemelerden kaçınılamamaktadır. Zorunlu idari elleçleme kayıplarının azaltılmasının bir yöntemi ise istif yüksekliğinin azaltılmasıdır ki, bu durumun uygulanması ise önemli bir kapasite kaybına neden olacaktır.

Ayrıca yapılan analiz sonucunda tüm kriterlerin birbirine yakın skorlara sahip olması, konteyner limanlarında geleneksel istifleme sistemlerinin birçok yönden ciddi şekilde kapasite sınırlamalarına sebep olduğunu gözler önüne sermektedir. Bu noktada liman sahalarının ve rıhtımların genişletilmesi, limanların yüzer konteyner elleçleme sistemleri ile donatımı, geri saha istifleme sahaları (Off Dock-kara limanı) kullanımı gibi kapasite artırıcı çözümler üretilse de, uzun yıllardır piyasada hizmet veren ve bu sayede kurumsal hafızası güçlü limanlar, artık şehirlerin içinde kalmaları sebebiyle bu çözümlerden tam anlamı ile verimli bir şekilde faydalanamamaktadır. İmkânı olan limanlar için de arazi genişleme çalışmaları birçok bürokratik kısıtla karşılaşmaktadır (Örneğin Pire Limanı). Yine, kara limanı vasıtasıyla kapasite artışı için ayrı bir organizasyon kurulmasını, ana limanla kara limanı arasındaki koordinasyonun sağlanmasını gerektirmekte, bu da ekstra iş yükü, operasyonel zaman kaybı, maliyet olarak dönmektedir. Mega gemilerin etkili bir şekilde elleçlenmesi için önerilen çözümlerden biri de 'Açık Deniz Liman Sistemleri (ADLS)'dir (Kurt vd., 2023). Bu sistem, uzun yıllardır yüksek hacimli kuru yüklerin elleçlenmesinde kullanılsa da, konteyner taşımacılığında mega gemi kullanımının yaygınlaşmasıyla beraber artan tek seferde elleçlenecek yük miktarı, bu sistemi konteyner limanlarının bu kapasiteyi karşılamaları için önemli bir alternatif yapmaktadır (Baird ve Rother 2013). ADLS, daha güvenli seyir, boyutsal kısıtlamaları aşacak şekilde gemileri mega gemileri elleçleme kabiliyeti, görece düşük yatırım maliyeti, operasyonel etkinlik ve tasarruf, düşük çevresel etki gibi önemli avantajlar sunmaktadır (Baird ve Rother 2013; Pachakis vd. 2017; Kurt vd. 2021). Kim ve Morrison (2012) sistemi teknik yönden analiz etmiş ve ADLS'nin hızlıca konuşlandırılabilme, sökülme, yeniden konumlandırma ve genişletilebilme; deniz tabanı koşullarından minimum düzeyde etkilenme; temel kazma işleri gerektirmeme; birçok yerde kurulabilme; zemin çökmesi riski taşımama; ve çevre üzerinde düşük bir etkiye sahip olma gibi avantajları olduğundan bahsetmiştir. Öte yandan, ADLS'nin teknik fizibilite, yatırım uygunluğu, uygulanabilirlik ve yapısal güvenlik ve operasyonel sürdürülebilirlik açısından belli zorluklarla karşılaştığı görülmektedir (Kurt vd., 2021). Ayrıca, ADSL hava koşullarına duyarlıdır; şiddetli dalgalardan zarar görebilir; demirleme veya stabilizasyon sistemleri gerektirir; ve kısa ömür döngüleri ve şişirilmiş işletme maliyetleri vardır (Kim ve Morrison, 2012). Bu kapsamda, bu ekipman sınırlamalarını, zorunlu idari elleçleme kayıplarını ve diğer kriterleri elimine edebilecek ve de güncel şartlarda zaten kıt olan alanların efektif bir şekilde kullanılabilmesine olanak sağlayabilecek sistem olarak dar alanda yüksek istif kapasiteleri veren YKS'ler çalışma kapsamında önerilmektedir. Diğer taraftan, YKS'lerin deprem etkileri göz önüne alınarak tasarlanması diğer geleneksel sistemlere göre daha dayanıklı ve daha avantajlı olarak görülmektedir. Çünkü çelik yapıları ve konteynerlerin üst üste istiflenmemesi nedenleri ile istiflerden devrilme olasılıkları çok düşüktür. Ayrıca, sismik izolatörlerin uygulanması ile sistem daha katı bir şekilde depremlere dayanıklı bir yapı oluşturabilecektir. Bunun yanı sıra, elde edilecek yüksek kapasitelerin karşılanması için özellikle tesis giriş ve çıkışlarında trafik akışlarını sağlayacak alt yapılar da bu kapsamda hazır edilmelidir. Aksi takdirde, tesislerin bulunduğu alanlardaki yollarda oluşan trafik,

kapasiteleri kaldıramayacak ve aşırı sıkışıklara neden olarak operasyonların önemli derecede aksamasına neden olabilecektir. Öte yandan, YKS'lerin kullanımı limanlar için ek bir yatırım maliyeti oluşturmakta, üst üste konteyner depolama konusunda yasal mevzuata eklemeler yapılması gerekliliğini doğurmaktadır. Bu gibi dezavantajlı durumları elimine edebilmek ve gelecekteki muhtemel yüksek kapasiteleri karşılamak adına politikaların uyumlaştırılması oldukça önemlidir.

Çalışma teorik olarak konteyner limanlarının kapasite problemlerine kaynak temelli yaklaşımı getirmiştir. Bu bağlamda limanların kendi kaynaklarını daha efektif kullanarak kapasite problemini çözmeleri doğrultusunda ilgili literatüre katkı sağlanmıştır. Çalışmanın uygulama noktasındaki katkıları ise iki yönlüdür. İlk olarak, limanlarda geleneksel konteyner istifleme sistemlerinin ortaya çıkardığı darboğazlardan kapasiteyi en fazla tehdit eden unsurlara dikkat çekilmiş, böylece uygulamaya dönük olarak doğru ekipman kullanımının önemi vurgulanmıştır. İkinci olarak ise, geleneksel istifleme sistemlerine alternatif üretilmiş ve YKS'nin konteyner liman kapasite kullanımına yapacağı katkı tartışılmıştır. Uygulamanın Türkiye limanlarının yöneticileriyle yürütülmesi ve verilerin 2023 Maraş depremleri sonrasında toplanması, çalışmanın kısıtları olarak gösterilebilir. Gelecek çalışmalar için, ilgili kriterler detaylı literatür taramasıyla artırılabilir, bu kriterler farklı ÇKKV yöntemlerinden biriyle analiz edilebilir.

Referanslar

Akar, O. And Esmer, S. (2015). Cargo Demand Analysis of Container Terminals in Turkey. *Journal of ETA Maritime Science*, 3 (2), 117-122.

Alexandri, I. O., Yuan, M., Zhou, C., ve Xue, L. (2022). Efficiency Analysis of a High-bay Container Storage System–BoxBay. Paper Presented in IEEE 18th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE), Mexico City, Mexico, August 20-24, 2022.

Baird, A. J. (2002). The economics of container transshipment in Northern Europe. *International Journal of Maritime Economics*, 4(3), 249-280.

Balcı, G., Cetin, I. B., ve Esmer, S. (2018). An evaluation of competition and selection criteria between dry bulk terminals in Izmir. *Journal of Transport Geography*, 69, 294-304.

Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management* 17 (1), 99–120.

Baştuğ, S., Haralambides, H., Esmer, S., ve Eminoğlu, E. (2022). Port competitiveness: Do container terminal operators and liner shipping companies see eye to eye?. *Marine Policy*, 135, 104866.

BOXBAY (2023). High Bay Storage System, <https://www.boxbay.com/boxbay-high-bay-storage> [Çevrimiçi] [Erişim Tarihi: 02.04.2023]

Bozhilov, N. (2021). The Potential Power Struggle Behind Logistics Electrification, *The Logistics Point*, <http://www.thelogisticspoint.com/2021/02/15/the-potential-power-struggle-behind-logistics-electrification/>[Çevrimiçi] [Erişim Tarihi: 30.05.2023]

Buckley, J. J. (1985). Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy sets and systems*, 17(3), 233-247.

Çelik, E. ve Akyuz, E. (2018). An interval type-2 fuzzy AHP and TOPSIS methods for decision-making problems in maritime transportation engineering: the case of ship loader. *Ocean engineering*, 155, 371-381.

Cho, H. ve Kim, S. (2015). Examining container port resources and environments to enhance competitiveness: a cross-country study from resource-based and institutional perspectives. *The Asian journal of shipping and logistics*, 31(3), 341-362.

Cho, H. ve Ha, Y. (2009). Determinants of FDI inflow in regional port with resource-based view and institutional theory: a case of Pohang-Yeongil port. *The Asian journal of shipping and logistics*, 25(2), 305-331.

Demirel, H., Balin, A., Çelik, E., ve Alarçin, F. (2018). A fuzzy AHP and ELECTRE method for selecting stabilizing device in ship industry. *Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike*, 69(3), 61-77.

Gordon, J. R., Lee, P. M., ve Lucas Jr, H. C. (2005). A resource-based view of competitive advantage at the Port of Singapore. *The Journal of Strategic Information Systems*, 14(1), 69-86.

Gümüş, A. T., Yayla, A. Y., Çelik, E., ve Yildiz, A. (2013). A combined fuzzy-AHP and fuzzy-GRA methodology for hydrogen energy storage method selection in Turkey. *Energies*, 6(6), 3017-3032.

JFE Engineering Corporation (2023). Container Hangar, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.tptc.co.jp/cms/corporate/file/file2015/ContainerHangar.pdf. [Erişim Tarihi: 18.07.2023].

Kim, A. R., Lee, S. W., ve Seo, Y. J. (2022). How to control and manage vessels' ballast water: The perspective of Korean shipping companies. *Marine Policy*, 138, 105007.

Kim, J., & Morrison, J. R. (2012). Offshore port service concepts: classification and economic feasibility. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 24, 214-245.

Koroleva, E., Sokolov, S., Makashina, I., ve Filatova, E. (2020). Digital maritime container terminal-An element of digitalization of container transportation systems. Paper presented in E3S Web of Conferences, Blagoveshchensk, Russia, September 23-24, 2020.

Kurt, I., Aymelek, M., Boulougouris, E., & Turan, O. (2021). Operational cost analysis for a container shipping network integrated with offshore container port system: A case study on the West Coast of North America. *Marine Policy*, 126, 104400.

Kurt, I., Boulougouris, E., & Pachakis, D. (2023). Comparative technical-economic evaluation of offshore container port systems. *Ships and Offshore Structures*, 1-13.

Li, K. X., Lin, K. C., Jin, M., Yuen, K. F., Yang, Z., ve Xiao, Y. (2020). Impact of the belt and road initiative on commercial maritime power. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 135, 160-167.

Lirn, T. C., Thanopoulou, H. A., Beynon, M. J., ve Beresford, A. K. (2015). An application of AHP on transshipment port selection: a global perspective. *Port Management*, 314-338.

Magala, M. (2008). Modelling opportunity capture: a framework for port growth. *Maritime Policy & Management*, 35(3), 285-311.

Mollaoğlu, M., Bucak, U., ve Demirel, H. (2019). A quantitative analysis of the factors that may cause occupational accidents at ports. *Journal of ETA Maritime Science*, 7(4), 294-303.

Nazemzadeh, M., ve Vanelsländer, T. (2015). The container transport system: Selection criteria and business attractiveness for North-European ports. *Maritime Economics & Logistics*, 17(2), 221-245.

Pachakis, D., Libardo, A., & Menegazzo, P. (2017). The Venice offshore-onshore terminal concept. Case studies on transport policy, 5(2), 367-379.

Robinson, R. (2002). Ports as elements in value-driven chain systems: the new paradigm. Maritime Policy & Management, 29(3), 241-255.

Schuler (2018). High Bay Storage System Could 'Revolutionize' Container Handling in Ports, <https://gcaptain.com/high-bay-storage-system-could-revolutionize-container-handling-in-ports/>. [Erişim Tarihi: 30.05.2023]

Subhan, M., Bashawir, A. ve Ghani A. (2008). Analyzing growth opportunity of port from the resource-based perspective. Gadjah Mada International Journal of Business, 10(3), 353-373.

Tseng, P. H., ve Cullinane, K. (2018). Key criteria influencing the choice of Arctic shipping: a fuzzy analytic hierarchy process model. Maritime Policy & Management, 45(4), 422-438.

TÜRKLİM (2022). Türkiye Limancılık Sektörü 2022 Raporu: Vizyon 2050. TÜRKLİM Yayınları: İstanbul.

Tokyo Port Terminal Corporation (2023). Enhancements of Terminal Functions (Development of innovative Container Hanger at Ohi Container Terminal No6), <https://www.tptc.co.jp/cms/corporate/file/file2015/ContainerHangar.pdf> [Çevrimiçi] [Erişim Tarihi: 02.04.2023]

Zaerpour, N., Gharehgozli, A., ve De Koster, R. (2019). Vertical expansion: A solution for future container terminals. Transportation Science, 53(5), 1235-1251.