

T.C. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ BİLİM DALI

KUZEYDOĞU MARMARA BÖLGESİ'NDE KONTEYNER YÜK
TALEP TAHMİNİ VE YÖNETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yusuf BAYKAN

KOCAELİ 2023

T.C. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ BİLİM DALI

KUZEYDOĞU MARMARA BÖLGESİ'NDE KONTEYNER YÜK
TALEP TAHMİNİ VE YÖNETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yusuf BAYKAN

Doç. Dr. Murat YORULMAZ

KOCAELİ 2023

T.C. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ BİLİM DALI

KUZEYDOĞU MARMARA BÖLGESİ'NDE KONTEYNER YÜK
TALEP TAHMİNİ VE YÖNETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tezi Hazırlayan: Yusuf Baykan

Tezin Kabul Edildiği Enstitü Yönetim Kurulu Karar ve No:26.04.2023/13

Jüri Başkanı:

Jüri Üyesi:

Jüri Üyesi:

KOCAELİ 2023

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmalarım boyunca gerek bilgisi gerek tecrübesiyle beni yönlendiren, destekleyen ve cesaretlendiren değerli danışmanım ve sevgili hocam Doç. Dr. Murat YORULMAZ'a,

Yüksek lisans eğitimimi gerçekleştirdiğim Kocaeli Üniversitesi Denizcilik Fakültesi'nin tüm değerli öğretim elemanlarına,

Hayatımın her aşamasında yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen, beni bu günlere getiren aileme sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim...

Yusuf BAYKAN

19.04.2023

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1. DENİZ TAŞIMACILIĞI VE KONTeyNER TERMİNALLERİ	4
1.1. Deniz Taşımacılığının Yapısı ve Özellikleri	4
1.2. Konteyner Taşımacılığı.....	6
1.3. Konteyner Terminallerinde Yük Operasyonları.....	7
1.3.1. Taşıma Araçları	9
1.3.2. Yardımcı Sistemler	13
1.4. Kuzeydoğu Marmara Limanları ve Konteyner Terminalleri.....	14

İKİNCİ BÖLÜM

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	19
2.1. Yük Talep Tahmini ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	19
2.2. Panel Veri Analizi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar.....	25

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. YÖNTEM.....	29
3.1. Panel Veri Analizi Regresyon Modeli.....	29
3.2.Tahmin Yöntemleri	33
3.2.1. ARIMA Yöntemi.....	33
3.2.2. Üstel Düzleştirme Yöntemi (ETS)	35
3.2.3. ELM Sinir Ağları.....	35

3.2.4. MLP Sinir Ağları	37
3.2.5. TBATS	38
3.3. Araştırma Modeli	39

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. BULGULAR.....	41
4.1. Araştırmanın Veri Seti.....	41
4.2. Panel Veri Analizi ve Öngörü Teknikleri Bulguları	41
4.2.1. Toplam Yük Değerlerinin Bağımlı Olduğu Panel Regresyon Analizi Sonuçları.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
4.2.2. Toplam Konteyner Değerlerinin Bağımlı Olduğu Panel Regresyon Analizi Sonuçları.....	47
4.2.3. Zaman serisi öngörü modellerine ait analiz sonuçları	49
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	68
KAYNAKÇA	72

ÖZET

Dünya lojistik sektörünün önemli bir parçası olan deniz taşımacılığının bel kemiği limanlarda, liman operasyonlarının sürdürülebilirliği, liman trafiğinin düzeni, güvenlik sorununun yaşanmaması, doğal ve mali kaynakların verimli kullanılması ve arz-talep uyumunun sağlanabilmesi için talep tahmini her geçen gün önem kazanmaktadır. Bu tez çalışmasının amacı, konteyner talebine etki eden GSYİH, nüfus, ithalat ve ihracat verilerini kullanarak, gelecek yıllarda oluşması muhtemel konteyner talep tahminini yapmak ve elde edilen talep sonuçlarına göre sektörün alması gereken önlem ve iyileştirmeler hakkında yol haritası oluşturmaktır. Birden çok talep tahmin yöntemine başvurularak, alternatif sonuçların karşılaştırılmasını sağlayan çalışma, panel veri analizi içermesi nedeni ile değişkenlerin etkisinin yanı sıra zaman serisi kavramının da çalışmaya entegre olmasına olanak sağlamaktadır.

Türkiye deniz taşımacılığı için önemli limanları barındıran Kuzeydoğu Marmara hinterlandı için yapılan tez çalışmasında uygulanan analizler sonucunda, yük talep ve konteyner bağımlı değişkenleri üzerinde GSYİH değişkenin pozitif yönlü, nüfus ve ihracatın ithalatı karşılama oranının negatif yönlü etkisi olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda gelecekte hinterland dahilinde denize kıyısı bulunan ve konteyner limanına sahip olan İstanbul ve Kocaeli limanlarında elleçlenen yük miktarının artacağı tespit edilirken, bölgede bulunan liman işletmelerinin bu rakamları göz önünde bulundurarak talebi karşılayacak adımları atması gerektiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Panel Veri Analizi, ARIMA, ETS, ELM, MLP, TBATS, Limanlar, Yük ve Konteyner Talebi

ABSTRACT

In ports, which are the backbone of maritime transport, which is an important part of the world logistics sector, demand forecasting gains importance day by day to ensure the sustainability of port operations, the order of port traffic, the avoidance of security problems, the efficient use of natural and financial resources, and the supply-demand harmony. The aim of this thesis study is to estimate the container demand that may occur in the coming years by using the GDP, population, import and export data that affect the container demand and to create a roadmap for the measures and improvements that the sector should take according to the demand results. The study, which enables the comparison of alternative results by applying multiple demand forecasting methods, allows the integration of the time series concept into the study as well as the effect of the variables, since it includes panel data analysis.

As a result of the analyzes applied in the thesis study for the Northeast Marmara hinterland, which hosts important ports for maritime transport in Turkey, it has been determined that the GDP variable has a positive effect on the cargo demand and container dependent variables, and the population and the import coverage ratio of the exports have a negative effect. At the same time, it has been determined that the amount of cargo handled in Istanbul and Kocaeli ports, which have a coastal and container port within the hinterland, will increase in the future, while it has been determined that the port operators in the region should take steps to meet the demand by considering these figures.

Keywords: Panel Data Analysis, ARIMA, ETS, ELM, MLP, TBATS, Northeast Marmara, Total Cargo and Container Demand

KISALTMALAR

AGV	: Otomatik yönlendirmeli araçlar
ALV	: Otomatik kaldırma araçları
AR-GE	: Araştırma-Geliştirme
ARIMA	: Otoregresif bütünleşmiş hareketli ortalama
BİT	: Bilgi işlem teknolojileri
DGPS	: Diferansiyel GPS
ELM	: Ekstrem makine öğrenme
ETS	: Üstel düzleştirme yöntemi
GPS	: Küresel konumlandırma sistemleri
GSYH	: Gayri safi yurtiçi hasıla
İİKO	: İhracatın ithalatı karşılama oranı
LNÜFUS	: Nüfus değişkenleri
LM	: Lagrange-Multiplier
LTOPKONT	: Toplam konteyner
LTÜK	: Doğal logaritması alınmış toplam yük
MAE	: Ortalama mutlak hata
MAPE	: Ortalama mutlak yüzde hata
MLP	: Çok katmanlı sinir ağları
MSE	: Ortalama kare hata
OBC	: Köprülü köprü vinçler
OECD	: Ekonomik kalkınma ve işbirliği örgütü
RMG	: Ray monteli gezer vinçler
RTG	: Lastik tekerlekli köprüler
SC	: Straddle taşıyıcılar
SFA	: Stokastik sınır analizi
T	: Trend S: Mevsimsel bileşenler
TBATS hataları	: T: Trigonometrik mevsimsellik B: Box-Cox dönüşümü A: ARIMA
TEU	: Yirmi fit eşdeğer birim
TÜİK	: Türkiye İstatistik kurumu
TÜRKLİM	: Türkiye liman işletmecileri derneği
VZA	: Veri zarflama analizi
YSA	: Yapay sinir ağları

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Bir liman konteyner terminalinin operasyon alanları ve nakliye akışı (Steenken ve diğ., 2004).....	8
Şekil 1. 2 a) Rıhtım vinci ve b) İstifleme vinci (Steenken ve diğ., 2004).....	11
Şekil 1. 3 Yatay taşıma şu anlama gelir: Otomatik yönlendirmeli araç ve üstüne binilir taşıyıcı. a) AGV'ler (rıhtım vinçlerinin önünde), b)Straddle taşıyıcı (Steenken ve diğ., 2004).	12
Şekil 3. 1 Yapay Sinir Ağlarının Yapısı (Şen, 2004).....	36
Şekil 3. 2 Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (Şahin, 2018).....	37
Şekil 4. 1 Balıkesir iline ait beş yıllık toplam yük tahminleri	50
Şekil 4. 2 Balıkesir iline ait beş yıllık toplam konteyner tahminleri	51
Şekil 4. 3 Bursa iline ait beş yıllık toplam yük tahminleri.....	52
Şekil 4. 4 Bursa iline ait beş yıllık toplam konteyner tahminleri.....	53
Şekil 4. 5 Çanakkale iline ait beş yıllık toplam yük tahminleri	54
Şekil 4. 6 Çanakkale iline ait beş yıllık toplam konteyner tahminleri	55
Şekil 4. 7 İstanbul iline ait beş yıllık toplam yük tahminleri	56
Şekil 4. 8 İstanbul iline ait beş yıllık toplam konteyner tahminleri.....	57
Şekil 4. 9 Kocaeli iline ait beş yıllık toplam yük tahminleri	58
Şekil 4. 10 Kocaeli iline ait beş yıllık toplam konteyner tahminleri	59
Şekil 4. 11 Tekirdağ iline ait beş yıllık toplam yük tahminleri	61
Şekil 4. 12 Tekirdağ iline ait beş yıllık toplam konteyner tahminleri	62
Şekil 4. 13 Genel olarak illerin toplamına ait beş yıllık toplam yük tahminleri.....	63
Şekil 4. 14 Genel olarak illerin toplamına ait beş yıllık toplam konteyner tahminleri	64
Şekil 4. 15 Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illerin beş yıllık toplam yük tahminleri	65
Şekil 4. 16 Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illerin beş yıllık toplam konteyner tahminleri	67

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1. 1 Deniz taşımacılığının son 10 yıl verilerine göre dünya taşımacılığındaki yeri (Deniz Ticaret Odası, 2022).....	5
Tablo 4. 1 Araştırma verilerine ait tanımlayıcı istatistikler.....	43
Tablo 4. 2 Yatay kesit bağımlılık testi sonuçları.....	44
Tablo 4. 3 Model-1 için F-testi sonucu	44
Tablo 4. 4 Model-1 için Breusch-Pagan LM testi sonucu.....	45
Tablo 4. 5 Model-1 için Hausman testi sonucu.....	45
Tablo 4. 6 Model-1 için ardışık bağımlılık testi.....	45
Tablo 4. 7 Model-1 için değişen varyans testi.....	46
Tablo 4. 8 Model-1 için panel regresyon modelinin katsayı istatistikleri	46
Tablo 4. 9 Model-2 için F-testi sonucu	47
Tablo 4. 10 Model-2 için Breusch-Pagan LM testi sonucu.....	47
Tablo 4. 11 Model-2 için Hausman testi sonucu.....	47
Tablo 4. 12 Model-2 için ardışık bağımlılık testi.....	48
Tablo 4. 13 Model-2 için değişen varyans testi.....	48
Tablo 4. 14 Model-2 için panel regresyon modelinin katsayı istatistikleri	49
Tablo 4. 15 Balıkesir ilinde toplam yük tahmini için performans ölçütleri	49
Tablo 4. 16 Balıkesir ilinde toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri	50
Tablo 4. 17 Bursa ilinde toplam yük tahmini için performans ölçütleri	51
Tablo 4. 18 Bursa ilinde toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri	52
Tablo 4. 19 Çanakkale ilinde toplam yük tahmini için performans ölçütleri.....	53
Tablo 4. 20 Çanakkale ilinde toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri..	54
Tablo 4. 21 İstanbul ilinde toplam yük tahmini için performans ölçütleri.....	56
Tablo 4. 22 İstanbul ilinde toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri.....	57
Tablo 4. 23 Kocaeli ilinde toplam yük tahmini için performans ölçütleri	58
Tablo 4. 24 Kocaeli ilinde toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri	59
Tablo 4. 25 Tekirdağ ilinde toplam yük tahmini için performans ölçütleri	60
Tablo 4. 26 Tekirdağ ilinde toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri	61
Tablo 4. 27 Genel olarak illerin toplam yük tahmini için performans ölçütleri.....	62
Tablo 4. 28 İllerin toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri	63
Tablo 4. 29 Kuzeydoğu Marmara Bölgesi'nin toplam yük tahmini için performans ölçütleri	64
Tablo 4. 30 Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illerin toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri	66

GİRİŞ

Dünya nüfusunun ve küreselleşmenin hızla arttığı günümüzde ülkelerin ayakta kalabilmeleri ancak üretip ürettiklerini satmaları ile mümkündür. Uluslararası ticarete konu malların yaklaşık yüzde 90'lık kısmının deniz yoluyla taşındığı genel olarak kabul edilmektedir. Bu oran göz önüne alındığında deniz ticaretinin dünya ticaretinde hayati öneme sahip olduğu rahatlıkla söylenebilir. Limanlar, deniz taşımacılığının uluslararası ticarete açılan tek kapısıdır. Ülkemizde konteyner taşımacılığı ele alındığında, Türkiye'de konteynerize yük elleçleyebilen 27 liman bulunmaktadır (Türklim Sektör Raporu, 2022). Bu limanların arasında Haydarpaşa, Beldeport, DP WORLD, Evyapport, LİMAŞ, Safiport ve Yılport konteyner terminali içeren kuzeydoğu Marmara hinterlandında bulunan limanlarıdır. Hinterland kelimesi Almanca'dan dilimize geçmiş bir söz olup (Aktaş, 2007), Türk Dil Kurumu tanımına göre iç bölge, arka bahçe anlamına gelmektedir (Coşkun, 2018).

Uluslararası ticaretin olmazsa olmazı limanlarda talep tahmini, kaynakların dağıtımı, kaynak israfını önlemesi, satış politikalarının oluşturulması, fiyatlandırma, iş riskinin azaltılması ve envanter yönetiminde avantajlar sağlamaktadır. Bu sayede işletmeler fikir sahibi olmakta ve geleceklerini tahmin edebilir hale gelmektedir.

Talep tahmini, geçmişte elde edilen verileri ya da ilgili sektörden elde edilen güncel verileri kullanılarak nicel yöntemler ve tahminlerle bir ürün veya hizmetin miktarını tahmin etme süreci olarak nitelendirilebilir. Aynı zamanda yeni planlar için karar destek sistemi olarak da görülebilir. Firmalar, geleceği öngörerek yeni stratejiler geliştirilebilir, yeni planlar yapılabilir ve yeni yatırım kararları alabilir.

Tüm bu bilgiler dışında firmalar arası rekabetin yoğunluğu ve hızla değişen rekabet ortamı, firmaların liman işletmeciliği ve tesislerinin geliştirilmesi gerçeğini ortaya koymaktadır. İşletmeler gelişime ayak uydurabilmek adına dijitalleşme ve Endüstri 4.0'ın gerekliliklerini yerine getirmeye çalışmakta, bu kapsamda devlet teşviklerinden faydalanmaktadır. Mevcutta bulunan bir limanın yeniden yapılması, geliştirilmesine oranla çok daha fazla süre ve yatırım maliyeti

gerektirmektedir. İşletmeler, operasyon maliyetini azaltmak ve daha fazla talebe yanıt verebilmek için geliştirme yoluna gitmektedir. Bunun için gelecek dönemleri tahmin edebilmek ve oluşan talebi öngörebilmek için çalışmalar yapmakta, elde edilen sonuçlara göre işletmelerini geliştirmektedir.

Talebi öngörmek üzerine yapılan çalışmalar akademik düzeyde de araştırmalara konu olmaktadır. Türklim her yıl elde edilen verilere yönelik çalışmalar yapmakta ve gelecek yılların bölgesel tahminlerine yer vermektedir. 2021 yılında regresyon tekniği kullanılarak yapılan son Türklim değerlendirmesine göre Kuzey Doğu Marmara'da %11'lik bir büyüme öngörülmektedir (Türklim Sektör Raporu,2022). Akar ve Esmer (2015), yük talebini öngörmek ve Türkiye'deki limanların bu yükü elleçlemek için yeterli olup olmadığını belirlemek için çoklu lineer regresyon analizi kullanmıştır. Araştırma sonucunda 2023 yılında 12,7 milyon TEU yük elleçlemesi olacağı sonucuna ulaşmıştır. Benzer çalışmalara bakıldığında, Doğusel (2022) yılında Kocaeli limanlarında elde edilen verileri kullanarak 2045 yılına kadar olan talebi tahminlemiş, ve 2045 yılında 142 milyon tonluk bir konteyner talebinin oluşacağı sonucuna varmıştır. Türkiye limanları üzerine yapılan çalışmalar haricinde uluslararası liman ve ticaret yollarında oluşacak taleplerin konu alındığı pek çok çalışmaya da rastlamak mümkündür. Ubaid ve diğ,(2021) yaptığı çalışmada, Asya ve Okyanusya ticaret yolunda oluşacak talebin tahmini üzerinde durmuş olup, zaman serisine yer vererek uygulanan teknikler ile ithalattaki değişimi öngörmüşlerdir.

Yapılan taramalara göre, limanlar için yük talep tahmininde ağırlıklı olarak çoklu regresyon, doğrusal regresyon, logaritmik regresyon kullanılmış olup kullanılan yöntemlerde temel veri olarak yük tarihçesi, ithalat ve ihracat rakamları, nüfus verileri ve GSYİH değerleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmada, ithalat ve ihracat rakamları bir arada değerlendirilmeye alınarak analizde bağımlı değişkenler nedeni ile ortaya çıkabilecek hesaplama hatalarının önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Beş farklı yöntem olarak ARIMA, ETS-Üstel Düzleştirme Modeli, ELM Yapay Sinir Ağları, MLP Yapay Sinir Ağları ve TBATS modeli kullanılmaktadır. Sayıca fazla yöntem kullanılma sebebi, tahmin kapsamında en doğru modelin tespit edilmesi olup, analiz değerlendirmelerinde her bölge ve veri için farklı yöntemin daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmanın analiz bölümünde R programı tercih edilmiş olup, çalışmalarda en kapsamlı istatistiksel analiz programı olması nedeni ile tercih edilmiştir. Günümüzde en popüler programlama dili haline gelmekte olan akademik bilimler haricinde veri biliminin endüstriye dahil olması nedeni ile özel sektörde de tercih edilen bir programdır.

Bu tez çalışmasında, Marmara Bölgesi illeri için panel veri analizi yöntemi ile değişkenlerin etkileri üzerinde durulmuş olup, analiz bölümünde beş farklı yöntemin uygulanması ile tüm illerin tek tek ve Kuzeydoğu Marmara hinterlandı için toplam yük talep tahminleri yapılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında, Marmara'da yük elleçlemesi yapan illerin toplam yük talebi ve konteyner miktarı üzerine etkisi olan değişkenler belirlenmiş ve değişkenlerin etki düzeyleri tespit edilmiştir. İkinci aşamada ise illerin ve Kuzeydoğu Marmara hinterlandında oluşacak toplam talebin tahmini yapılmıştır. Çalışma en uygun yöntemi tespit edebilmek için beş farklı yöntemle başvurmakta olup, en iyi talep tahmin yöntemi elde edilen hata oranları ile tespit edilmektedir. Ulaşılmak istenen sonuç ve bu bulgular sonrası oluşan varsayımlar, limanların gelişmesi ve yeni liman inşalarına yol gösterici olabilmesi adına konteyner miktarı ile yük talep tahmini üzerinde durmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. DENİZ TAŞIMACILIĞI VE KONTEYNER TERMİNALLERİ

Bu bölümde deniz taşımacılığının özellikleri ve dünya lojistik sektöründe deniz taşımacılığının yerine değinilmiştir. Deniz taşımacılığının unsurları ve taşıma çeşitleri hakkında bilgi verilmiş olup, tez konusu olan Kuzeydoğu Marmara Limanları'nın teknik özellikleri ve bilgileri yer almaktadır.

1.1. Deniz Taşımacılığının Yapısı ve Özellikleri

Deniz taşımacılığı, uluslararası ticaretin ana kollarından birini oluşturmaktadır. Dünya taşımacılığının son 10 yıl verilerine bakıldığında, deniz taşımacılığı dünya taşımacılığının büyük çoğunluğunu oluşturduğu görülmektedir (Tablo 1.1). Nüfus artışı, artan yaşam standardı, hızlı sanayileşme, yerel kaynakların tükenmesi, yol sıkışıklığı ve ticaret engellerinin ortadan kalkması, deniz taşımacılığındaki büyümenin her geçen gün artmasını sağlamaktadır.

Deniz taşımacılığı, taşınacak olan malın güvenli, ekonomik, zamanında ve bütün olarak yerine ulaştırılması olarak açıklanabilir. Deniz taşımacılığı, tersaneler, armatör firmalar, brokerlar, gemi acenteleri, limanlar, lojistik firmaları ve devlet kurumlarından oluşur (Öztürkoğlu ve diğ., 2016).

Deniz taşımacılığının en önemli unsuru limanlar, gemilerin kabulünden, malların yükleme ve boşaltmasına, depolanmasına, bu malların kara taşımacılığı ile teslim alınması ve teslimi ile deniz taşımacılığına bağlı işletmelerin faaliyetlerini de içeren bir kara ve su alanı olarak tanımlanabilir. Limanlar, kıyı ekonomisinde önemli bir rol oynamakta ve kara ve deniz taşımacılığı arasında çok önemli bir bağlantı sağlamaktadır. Limanlar çalıştıkları bölgelere göre kıtalararası, ulusal, bölgesel ve yerel limanlar olarak sınıflandırılmaktadır. Limanlarda elleçlenen yük çeşidine göre genel kargo limanı, konteyner limanı, çok amaçlı liman, Ro-Ro limanı, dökme yük limanı, sıvı yük limanları bulunmakta olup; sahiplik durumuna göre kamu limanları,

kamu-özel limanları, özel limanlar; verdikleri hizmetlere göre ana liman, aktarma limanları, uğrak limanı ve besleme limanı olarak ayrılır (Balık, 2014).

Tablo 1. 1 Deniz taşımacılığının son 10 yıl verilerine göre dünya taşımacılığındaki yeri (Deniz Ticaret Odası, 2022)

Yıllar	Deniz Taşımacılığı (Milyar Ton)	Dünya Denizyolu Taşımacılığı (Milyar Ton)	Dünya Taşımacılığında Denizyolunun Payı (%)
2021	14.11	11.95	85
2020	13.33	11.54	87
2019	14.07	11.95	85
2018	13.95	11.89	85
2017	13.56	11.57	85
2016	12.95	11.12	86
2015	12.78	10.79	84
2014	12.5	10.56	85
2013	12.19	10.19	84
2012	11.83	9.88	84

Ülkemiz, üç tarafı denizlerle çevrili ve coğrafi konumu gereği Avrupa, Balkanlar, Karadeniz, Kafkasya, Orta Asya, Kuzey Afrika ve Orta Doğu ticaret yolunun ortasında yer almaktadır. Uluslararası ticaretin büyük çoğunluğu denizyolu taşımacılığıyla yapılmaktadır. Yaklaşık 8.333 km kıyı şeridi bulunan Türkiye'de 174 adet liman bulunmaktadır. Ülkemizde bulunan limanlarda en fazla elleçlenen yüklerin sıvı dökme yük, konteyner ve katı dökme yük bilinmektedir (Kabadurmuş ve diğ., 2020). Son dönemlerde dünya genelinde tercih edilme eğilimi artan konteyner taşımacılığı, tek seferde çok miktarda taşıma olanağı sağlaması ve taşımacılıktaki güven standartları ile ön plana çıkmaktadır.

1.2. Konteyner Taşımacılığı

Konteyner taşımacılığı ilk olarak Malcolm P. McLean tarafından ortaya atılmış ve 1956 yılında tanker gemisinden dönüştürülen 60 konteyner taşıyabilen Maxton isimli gemiyle kullanılmaya başlanmıştır. Konteynerler, yaklaşık 50 yıldan fazla zamandır uluslararası deniz taşımacılığı için etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Solmaz ve Saygılı, 2008) ve bir birim yük konseptini temel alması nedeniyle kullanımı hızla yaygınlaşmıştır.

Konteyner taşımacılığı, konteynerler ve konteynerlerin lojistiğini sağlayan ve TEU bazında büyüklüğü ölçülen gemileri içermektedir. Konteyner gemilerinin yanaşarak yüklerin elleçlendiği konteyner limanlarının yanı sıra, gemi ve liman işletmeleri de bu taşımacılığın bileşenlerini oluşturmaktadır (Ateş ve diğ., 2010).

Konteynerler, içerikleri her transfer noktasında ambalajından çıkarılması gerekmeyen nispeten tekdüze kutulardır. Yüklerin kolay ve hızlı taşınması için tasarlanmıştır. Boşaltma ve yükleme işlemine yönelik avantajlarının yanı sıra, metal kutuların standardizasyonu taşımacılık için birçok avantajı beraberinde getirir. Hava koşullarına ve hırsızlığa karşı koruma, iyileştirilmiş ve basitleştirilmiş planlama ve kontrol ve karlı bir fiziksel kargo akışı sağlar.

Kısa bir konteynerin uzunluğu, yirmi fit (20') uzunluğundaki bir standart konteynıra atıfta bulunarak tanımlanır. Diğer kaplar, bu kaplar aracılığıyla ölçülür ve yirmi fit eşdeğer birim (TEU) cinsinden ifade edilir. Konteynerlerin ek özellikleri, örneğin, bir konteynerin ağırlığı veya ağırlık sınıfı, soğutuculu konteynerler veya büyük boy konteynerler için özel elleçleme gereklilikleri belirlenebilir.

Konteyner gemilerinin kapasiteleri yıllara göre hızla artmaktadır. 1980 yılında 3057 TEU'luk kapasiteye sahip gemiler, 2008 yılına gelindiğinde 15000 TEU'luk kapasitelere ulaştığı görülmektedir. Emma Mearsk isimli gemi, 15.200 TEU'luk kapasitesiye sahip en yüksek kapasiteli gemilerin başında gösterilmektedir. Bu gemilere hizmet edebilmek için liman altyapıları geliştirilmektedir (Ateş ve diğ., 2010). 2019 yılında üretimi yapılan Mediterranean Ship Company'e ait olan Gülsün

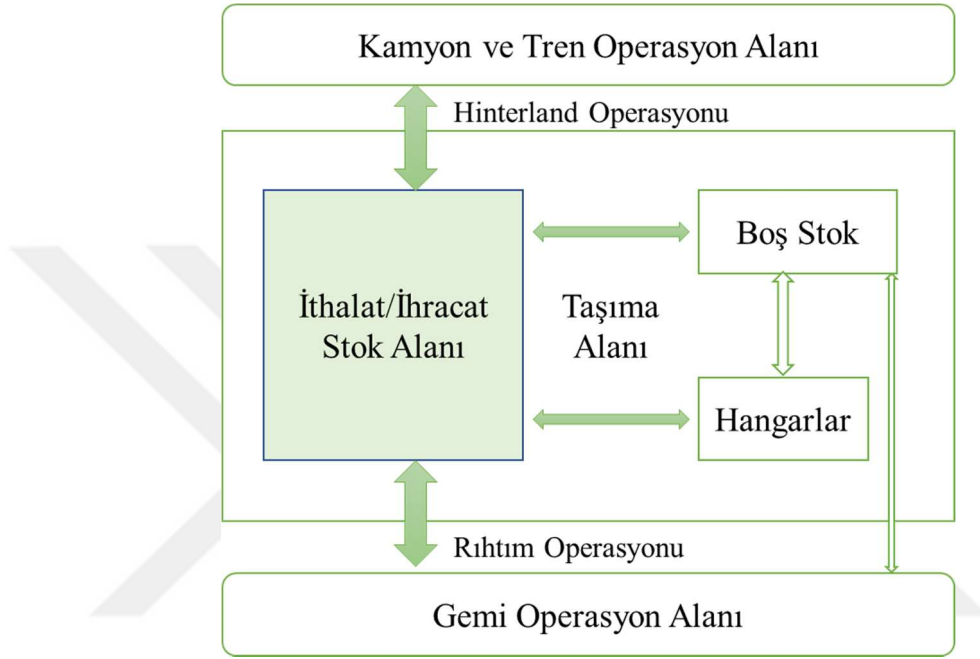
gemisi ise 400 metre uzunlukta,62 metre genişlikte ve 23.000 TEU kapasitesine sahip bir gemi olarak konteyner taşıma kapasitesinin gelişmesini ortaya koymaktadır (URL1).

Liman konteyner terminalleri boyut, işlev ve geometrik düzen bakımından önemli ölçüde farklılık gösterse de temelde aynı alt sistemlerden oluşurlar. Liman konteyner terminalleri, kullanılan taşıma ve elleçleme ekipmanı türüne göre büyük ölçüde farklılık gösterir. Liman konteyner terminalleri, artan konteyner sevkiyatı sayısı, konteyner lojistiği ve yönetimi ile teknik ekipman konusunda daha yüksek taleplere neden olmaktadır. Limanlar arasında, özellikle coğrafi olarak yakın olanlar arasında artan rekabet, bu gelişmenin bir sonucudur. Limanlar, esas olarak okyanus taşıyıcısı himayesi ve kısa deniz operatörleri (besleyiciler) ile karaya dayalı kamyon ve demiryolu hizmetleri için rekabet eder. Konteyner limanının rekabet edebilirliği, farklı başarı faktörleri, özellikle gemilerin limanda kalma süresi (aktarma süresi) ve düşük yükleme ve boşaltma oranları ile belirlenir. Bu nedenle, önemli bir rekabet avantajı, konteyner gemilerinin limanda geçirdikleri sürenin ve aktarma sürecinin kendisinin maliyetlerinin azalmasına karşılık gelen, konteynerlerin hızlı devridir. Bir geminin rıhtımda kaldığı sürenin en aza indirilmesi, terminal yük operasyonlarına ilişkin genel bir hedef olarak ifade edilebilir (Günther ve Kim, 2006).

1.3. Konteyner Terminallerinde Yük Operasyonları

Konteyner terminalleri, iki harici arayüze sahip açık malzeme akış sistemleri olarak tanımlanabilir. Bu arayüzler, gemilerin yüklendiği ve boşaltıldığı rıhtım tarafı ve konteynerlerin kamyon ve trenlere yüklenip boşaltıldığı kara tarafıdır. Konteynerler istifler halinde depolanır, böylece rıhtım tarafı ve kara tarafı operasyonlarının birbirinden ayrılması kolaylaşır. Limana ulaştıktan sonra bir konteyner gemisi, konteynerleri yüklemek ve boşaltmak için vinçlerle donatılmış bir gemi operasyon veya yanaşma (rıhtım) alanına atanır. Boşaltılmış konteynerler, bir sonraki aktarma yapılacakları yerin yakınındaki tersane pozisyonlarına taşınır. Soğutma veya tehlikeli malları depolamak için elektrik kaynağına ihtiyaç duyan soğutuculu konteynerler için özel istif alanları ayrılmıştır (Kim ve Günther, 2007). Terminale karayolu veya demiryolu ile gelen konteynerler, tır ve tren operasyon

alanlarında elleçlenmektedir. Dahili ekipman tarafından toplanır ve alandaki ilgili stoklara dağıtılır. Bir terminal içinde hangarlar ve/ boş stok depoları varsa ek taşımalar gerçekleştirilir. Ek taşımalar, taşıma alanları kullanılarak boş stok, paketleme merkezi ve ithalat ve ihracat konteyner stokları arasındaki taşımaları kapsar (Şekil 1.1) (Steenken ve diğerleri, 2004).



Şekil 1.1 Bir liman konteyner terminalinin operasyon alanları ve nakliye akışı (Steenken ve diğ., 2004).

Rıhtım kenarlarında farklı türde gemilere hizmet verilmektedir. En önemlileri, farklı ülke ve kıtaların ana limanlarına hizmet veren, 24.000 konteyner birimine (TEU) kadar yükleme kapasiteli derin deniz gemileridir. Bu tür gemiler yaklaşık 400 m uzunluğunda, 60 m genişliğinde ve 13 m su çekimindedir; güvertede konteynerler 8 sıra yüksekliğinde ve 17 sıra genişliğinde, ambarda 9 yüksekliğinde ve 15 genişliğinde istiflenebilir (UTİKAD, 2019). Gemilerin verileri, vinçlerin yüksekliğinin ve pergel uzunluğunun ilgili boyutlarını gerektirir. Büyük limanlarda yaklaşık 2.000 kutunun yüklenmesi yaygındır; aynıısı boşaltma için de geçerlidir. 100 ila 1.200 TEU kapasiteli besleme gemileri, daha küçük bölgesel limanları, derin deniz gemileri için konteyner teslim eden denizaşırı limanlara bağlar. İç mavnalar, konteynerleri nehirler ve kanallar üzerinden hinterlanda taşımak için kullanılır.

İşlevsel olarak mavnalar, hinterland ulaşım aracıdır (kamyon ve tren gibi), operasyonel olarak rıhtım vinçlerinin hizmet verdiği gemilerdir.

Kamyonlar üç TEU'ya kadar kapasiteye sahiptir. Konteyner terminallerinde yükleme ve boşaltmalarının yapılacağı aktarma noktalarına yönlendirilirler. Trenlere hizmet vermek için, birkaç hatta sahip tren istasyonları, konteyner terminallerinin bir parçası olabilir. Bir trenin kapasitesi yaklaşık 120 TEU'dur. Bir terminali belirli bir hinterland destinasyonuna bağlayan servis trenleri artan bir önem kazanır. Hinterland taşımacılığının mod ayrımı, terminallerin düzeni ve ekipman türü üzerinde doğrudan etkisi olan farklı limanlara özgüdür.

Konteyner depolama alanı genellikle sıralara, bölmelere ve katmanlara ayrılan farklı istiflere (veya bloklara) ayrılır. Bazı istif alanları, elektrik bağlantısı gerektiren reefer'lar, tehlikeli maddeler veya normal istiflemeye izin vermeyen aşırı yüksek/geniş konteynerler gibi özel konteynerler için ayrılmıştır. Genellikle yığınlar ihracat, ithalat, özel ve boş konteynerler için alanlara ayrılır.

Bu genel işlevlerin yanı sıra bazı terminaller operasyonel birimlerinde de farklılık gösterir. Örneğin, terminalin içinde tren istasyonları yoksa, konteynerlerin harici istasyon ile terminal arasında kamyonlarla veya diğer kara tarafı ulaşım araçlarıyla taşınması gerekir. Bu, ek lojistik taleplerle sonuçlanır.

Terminal alanı içinde hangarlar varsa başka farklılıklar ortaya çıkar. Barakalarda konteynerler doldurulur ve sıyırılır ve mallar depolanır. Avlu yığınlarını sundurmalara bağlayan ek hareketler yapılmalıdır. Aynı durum, nakliye hatlarının ihtiyacına göre boş konteynerlerin depolandığı boş depolar için de geçerlidir.

1.3.1. Taşıma Araçları

Genellikle konteyner terminalleri, donanımları ve istifleme tesisleri ile tanımlanır. Lojistik açıdan terminaller yalnızca iki bileşenden oluşur: stoklar ve nakliye araçları. Tersane yığınları, gemiler, trenler ve kamyonlar "stok" kategorisine aittir. Stoklar statik olarak konteynerleri depolama yetenekleriyle tanımlanırken,

dinamik bir bakış açısıyla konteynerlerin nasıl ve nerede depolanması gerektiğini tanımlayan bir istifleme talimatı gereklidir (Sağlam, 2013). Bu farklı stok türleri arasında temel bir fark yoktur, yalnızca kapasite ve karmaşıklık farkı vardır. Gemilerin, trenlerin ve kamyonların rota ve çizelgeleme işlemleri konteyner terminali işletmeciliğine ait değildir. Bu nedenle, statik olarak depolama birimleri olarak kabul edilebilirler. Özel istifleme için gemiler ve trenler, her konteyner için konumu tanımlayan talimatlara ihtiyaç duyar.

Taşıma, konteynerlerin iki veya üç boyutlu olarak taşınması anlamına gelir. Yatay taşıma için vinçler ve araçlar kullanılır (Alp, 2009). Lojistik özellikleri, nakliye işlerinin nakliye araçlarına tahsis edilmesi ve iş dizilerinin gerçekleştirilmesi gerektirir. Sekansların hesaplanması, taşıma araçları için gereklidir. Konteyner terminallerinde uygulanan her bir bileşenin ve ekipmanın özelliklerine odaklanmak, çeşitli yöneylem araştırması yaklaşımları ve çözümleri ile sonuçlanır.

1.3.1.1.Vinç Çeşitleri

Konteyner terminallerinde farklı tiplerde vinçler kullanılmaktadır. Gemileri yüklemek ve boşaltmak için rıhtım vinçleri (Şekil 1.2a) önemli bir rol oynamaktadır. İki tip rıhtım vinci vardır: tek arabalı vinçler ve çift arabalı vinçler. Arabalar, bir vincin kolu boyunca hareket eder ve konteynerleri almak için özel cihazlar olan yayıcılarla donatılmıştır. Modern yayıcılar, iki adet 20'lik konteynerin aynı anda taşınmasına izin verir. Geleneksel olarak tek arabalı vinçler, konteyner terminallerinde devreye girer. Konteynerleri gemiden kıyıya rıhtıma veya bir araca koyarlar. Tek arabalı vinçler insan güdümlüdür. Çift arabalı vinçler, yalnızca çok az sayıda terminalde bulunur. Ana trolley konteyneri gemiden bir platforma taşırken, ikinci bir trolley konteyneri platformdan alıp kıyıya taşır. Ana araba insan güdümlüdür, ikinci araba ise otomatiktir. Modern vinçlerde, vinç sürücüsü yarı otomatik bir direksiyon sistemi tarafından desteklenir; bu hem bir hem de iki arabalı vinçler için geçerlidir. Rıhtım vinçlerinin maksimum performansı, vinç tipine bağlıdır. Vinçlerin teknik performansları 50–60 kutu/saat aralığında iken, çalışır haldeyken performansları 22–30 kutu/saat aralığındadır.

Yığınlara ikinci bir vinç kategorisi uygulanır. Ray monteli gezer vinçler (RMG) veya lastik tekerlekli köprüler (RTG) ve köprülü köprü vinçler (OBC) olmak üzere üç tip vinç vardır. Kauçuk tekerlekli köprüler operasyonda daha esnekken, raylı köprüler daha stabildir ve gezer köprülü vinçler beton veya çelik sütunlar üzerine monte edilir. Genellikle portal vinçler 8-12 sıraya kadar uzanır ve 4-10 yüksekliğinde konteynerlerin istiflenmesine izin verir. Teknik arıza durumunda operasyonel kesintiyi önlemek ve üretkenliği ve güvenilirliği artırmak için, genellikle bir yığın alanında (blok) iki RMG kullanılır. Bloğun bir tarafından diğerine taşınması gereken konteynerler, bloğun bir geçiş alanında tamponlanmalıdır. Çift-RMG sistemleri yeni bir gelişmeyi temsil etmektedir. Birbirinden geçebilen farklı yükseklik ve genişlikteki iki RMG'den oluşurlar, böylece bir el sıkışma alanından kaçınırlar (Şekil 1.2b). Bu, sistemin biraz daha yüksek üretkenliği ile sonuçlanır. Portal vinçlerin çoğu insan tarafından çalıştırılsa da eğilim bazı terminallerde (örn. Thamesport, Rotterdam, Hamburg) kullanımda olan otomatik sürücüsüz portal vinçlere yöneliktir. Portal vinçlerin teknik performansı yaklaşık 20 hareket/saattir.

Trenlerin yüklenmesi ve boşaltılması için benzer vinçler kullanılmaktadır. Trenlerden trenlere aktarılabacak konteynerler, rayların yanında bir tampon alanda önceden istiflenir. Forkliftler ve istifleyiciler, özellikle boş olan hafif konteynerleri taşımak ve istiflemek için kullanılır.



Şekil 1. 2 a) Rıhtım vinci ve b) İstifleme vinci (Steenken ve diğ., 2004)

1.3.1.2.Yatay taşıma araçları

Hem gemiden kıyıya taşıma hem de kara operasyonları için yatay taşımada çok çeşitli araçlar kullanılmaktadır. Taşıma araçları iki farklı tipte sınıflandırılabilir. Birinci sınıf araçlar, konteynerleri kendi başlarına kaldıramayacakları anlamında 'pasif' araçlardır. Bu araçların yükleme ve boşaltma işlemleri rıhtım vinçleri veya portal vinçler ile yapılmaktadır. Römorklu kamyonlar, çoklu römorklar ve otomatik yönlendirmeli araçlar (AGV, Şekil 1.3a) bu sınıfa aittir. AGV'ler, AGV'lerin konumunu kontrol etmek için yerdeki elektrik kabloları veya transponderlerden oluşan bir yol ağında sürüş yapabilen robotlardır. AGV'ler bir adet 40'/45' konteyner veya iki adet 20' konteyner yükleyebilir. İkinci durumda çoklu yükleme işlemi mümkündür. AGV sistemleri yüksek yatırım gerektirdiğinden sadece işçilik maliyetlerinin yüksek olduğu yerlerde çalıştırılır (Steenken ve diğ., 2004).



Şekil 1.3 Yatay taşıma şu anlama gelir: Otomatik yönlendirmeli araç ve üstüne binilir taşıyıcı. a) AGV'ler (rıhtım vinçlerinin önünde), b) Straddle taşıyıcı (Steenken ve diğ., 2004).

İkinci sınıf nakliye araçları konteynerleri kendi başlarına kaldıracıdır. Çatallı taşıyıcılar (Şekil 1.3b), forkliftler ve istifleyiciler bu sınıfa aittir (Steenken ve diğ., 2004). Straddle taşıyıcılar (SC) bunların en önemlileridir. Çatallı taşıyıcılar sadece konteyner taşımakla kalmaz, aynı zamanda konteynerleri avluda istifleyebilir. Bu nedenle, sahadaki konumlarından bağımsız olarak

konteynerlere serbest erişime sahip, yerel olarak bağlı olmayan 'vinçler' olarak kabul edilebilirler. İkili taşıyıcıların yayıcısı, 20'lik veya 40'lık konteynerlerin taşınmasına izin verir; İki adet 20'lik konteyneri aynı anda taşımak/istiflemek için ikiz mod kullanımı vardır. Özellikleri nedeniyle, istif taşıyıcı sistemler çok esnek ve dinamiktir. Straddle taşıyıcıları çok sayıda çeşidi mevcuttur. Genellikle üstüne binilir taşıyıcılar insan güdümlüdür ve 3 veya 4 konteyner yüksekliğinde istiflenebilirler, yani sırasıyla bir konteyneri 2 veya 3 diğer konteynerin üzerine taşıyabilirler.

Son yıllarda, otomatik istif taşıyıcılarının geliştirilmektedir. Bu tür normal yüksekliğin yanı sıra, daha az yüksekliğe sahip (bir veya iki yükseklik) otomatik üstüne binilir taşıyıcılar geliştirilme aşamasındadır. Kısıtlı yükseklik nedeniyle istifleme için değil, yalnızca nakliye amacıyla sağlanırlar. Konteynerleri kaldırma yetenekleri, ilgili arayüzlerde tamponlar kullanarak nakliye ve vinç faaliyetlerinin iş akışını ayırmaya olanak tanır. Konteynerleri kaldırma kabiliyeti nedeniyle, otomatik binilir taşıyıcılar genellikle Otomatik Kaldırma Araçları (ALV) olarak adlandırılır (Sağlam, 2013).

1.3.2. Yardımcı Sistemler

Konteyner terminallerindeki iş akışının organizasyonu ve optimizasyonu için vinçler ve nakliye araçlarının yanı sıra yardımcı sistemler de önemli bir rol oynamaktadır. Bu özellikle iletişim konumlandırma sistemleri için geçerlidir.

Konteyner terminal operatörleri, nakliye hatları, acenteler, nakliyeciler, kamyon ve demiryolu şirketleri, gümrük, su yolu polisi ve diğerleri gibi resmi makamlar gibi dış taraflarla çok yoğun bir iletişimi destekler. Elektronik iletişim, uluslararası standartlara dayanmaktadır (EDIFACT; Yönetim, Ticaret ve Taşıma için Elektronik Veri Alışverişi). Konteyner durumundaki her değişiklik, ilgili taraflar arasında iletilir. Terminal operatörünün bakış açısından en önemli mesajlar şunlardır: bir gemiye/gemiden yüklenecek veya boşaltılacak her konteyneri belirli verilerle belirten konteyner yükleme ve boşaltma listeleri; bir geminin tüm konteynerlerini kesin verileri ve gemi içindeki konumlarıyla birlikte içeren 'bayplan' (limana varmadan önce bildirilir); ihracat konteynirlerinin bir gemide bulunması gereken konumları

tanımlayan ve terminalin istif planının temelini oluşturan 'istif talimatı'; tren ve kamyonla teslimat için konteyner ön tavsiyeleri ve trenler için program ve yükleme talimatı. Bu mesajların sadece bir kısmı, özellikle gemiler ve trenler için istifleme talimatı terminalin operasyonel faaliyetlerine doğrudan müdahale ederler, çünkü iş akışını optimize etmek için gerekli olan konteyner verilerinin eksiksiz ve doğru olmasına hizmet ettikleri için çok önemlidirler (Wilson ve Roach, 1999).

Harici ortaklarla iletişimin yanı sıra, dahili iletişim sistemleri terminal operasyonunun optimize edilmesinde önemli bir rol oynar. 1980'li yılların ortalarından itibaren konteyner terminallerinde kurulan radyo veri iletişimi, iş verilerinin bilgisayardan vinçlere ve nakliye araçlarına iletilmesinde ana ortam olması nedeniyle kilit rol oynamaktadır. Radyo veri iletişimi, iş dizilerini optimize etmek için yöneylem araştırması yöntemlerinin uygulanmasının teknik temeliydi. 1990'ların ortasından beri konteyner terminallerinde Küresel Konumlandırma Sistemleri (GPS) kuruldu. Başlangıçta, terminallerin bilgisayar sistemindeki konteyner sahası konumunun doğru olduğunu garanti ederek, konteynerlerin sahadaki konumunu otomatik olarak belirlemek için kullanıldılar. Konteynerlerin boyutu ve avlu düzeni nedeniyle diferansiyel GPS (DGPS) gereklidir. DGPS bileşenleri konteynerlere değil, nakliye ve istifleme ekipmanının üstüne kurulur. Pozisyon ölçülür, saha koordinatlarına çevrilir ve bir konteyner kaldırıldığında veya düşürüldüğünde bilgisayara iletilir. DGPS'ye alternatifler, özellikle Lazer Radar olmak üzere optik tabanlı sistemlerdir. Bazen daha yüksek bir güvenilirlik sağlamak için her iki sistem de entegre edilir. DGPS, ölü hesaplama veya Lazer Radar gibi konteyner konumlandırma sistemleri, tersane ve istifleme lojistiğinin iyileştirilmesi için teknik temeli oluşturur. Transponder ve elektrik devreleri portal vinçleri ve AGV'ler gibi otomatik araçları yönlendirmek için kullanılırken DGPS, üstüne binilir otomatik taşıyıcıların ve diğer ekipmanların yönlendirilmesi için kullanılır (Steenken ve diğ, 2004).

1.4. Kuzeydoğu Marmara Limanları ve Konteyner Terminalleri

T.C Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'nın 2021 yılı raporuna göre ülkemizde 951 adet kıyı yapısı bulunmaktadır. Bunlar liman ve iskeleler, tersaneler, tekne ikmal yerleri, çekek yerleri, gemi geri dönüşüm yerleri, yat limanları ve balıkçılık kıyı

yapılarıdır. Türklim 2022 Sektör raporuna göre bu yapıların 208 tanesini limanlar oluşturmakta olup, bu limanların %44'lük kısmı Marmara Bölgesi'ne ait olup, bölgede 90 liman yapısı bulunmaktadır. Ülkemiz liman ve iskelelerinde, 2021 yılında 526.306.784 ton yük elleçlenmiş ve elleçlenen konteyner miktarı 15.761.299 TEU olmuştur (Deniz Ticaret Odası, 2021). Türkiye'de konteynerize yük elleçleyebilen 27 liman bulunmaktadır. Bu limanların arasında Haydarpaşa, Beldeport, DP WORLD, Evyapport, LİMAŞ, Safiport ve Yılport konteyner terminali içeren Kuzeydoğu Marmara Bölgesi limanlarıdır. Türklim (2022) ve TÜİK verilerine göre Kuzeydoğu Marmara Bölgesi limanlarının yıllık 6.105.000 TEU konteyner elleçleme kapasitesi bulunmakta olup, bunlara ek olarak 945.600 adet RORO, 11.413.000 ton genel dökme yük 3.100.000 ton yıllık sıvı yük elleçleyebilmektedir (URL2).

Haydarpaşa Limanı (İstanbul), 1899 yılında Anadolu Bağdat Demiryolları Kumpanyasına inşa ettirilmiş, 1924 yılına kadar bu kumpanya tarafından işletilmiş ve 1927 yılında Demiryolları İdaresine devredilmiştir. Toplam yıllık konteyner elleçleme kapasitesi 655 bin, genel kargo ve kuru dökme yük elleçleme kapasitesi 1913 bin ve konteyner depolama kapasitesi 426 bindir. Limanın mevcut tesisleri yeterli olmadığından 1954 yılında tadilata girmiş ve liman gerçek anlamda 1967 yılında hizmete girmiştir. 1979 yılında konteyner molü, feri iskelesi, CFS 1 ambarı ile 600 metre dalgakıran yapılmıştır. Limanın toplam rıhtım uzunluğu 3413 metredir ve 343.420 m² lik bir liman sahası bulunmaktadır. Konteyner elleçlemeleri, 3 adet 40 tonluk Gantry Crane, 1 adet kiralık 65 tonluk Mobil Harbour Crane, 5 adet 35 tonluk lastik tekerlekli transtainer, 7 adet 42 tonluk dolu ve 7 adet 8-10 tonluk boş konteyner forklifti ile gerçekleştirilmektedir. Bunun yanı sıra 4 adet 25 tonluk mobil vinç, 2 standart ve 20 kısa mastlı forklift ile 15 adet çekici bulunmaktadır. Konteyner istif araçları ile üst üste 4+1 istif yapılabilen ve 80 adet soğuk hava tertibatlı konteyner için alt yapı bulunmaktadır (URL3).

Beldeport (Dilovası) limanı, Hamburg Limanı'nın tasarımcısı olan HPC-Hamburg Port Consulting GmbH firması tarafından tasarlanmıştır. 16,5 metre rıhtım önü sabit su derinliği, 450 metre uzunluğundaki keson sistemiyle inşa edilmiş rıhtım yapısı ve sahadaki muhtelif altyapı sistemleriyle dünyanın en modern limanlarından birisidir. Toplam 581.000 m²'lik alanı ve 149.000 m² lik terminal sahası

bulunmaktadır. Toplam yıllık konteyner elleçleme kapasitesi 550 bin, genel kargo ve kuru dökme yük elleçleme kapasitesi 1500 bin ve konteyner depolama kapasitesi 300 bindir. 2 adet mobil saha vinci, 1 paletli liman vinci, 1 mobil liman vinci, 3 dolu konteyner elleçleme makinesi, 9 forklift ve 1 mini yükleyiciyle hizmet vermektedir. 280 ton ağırlığındaki proje yüklerini elleçleme kapasitesine sahiptir. (URL4).

DP WORLD (Yarımca), 4 gemiyi aynı anda yanaştırabilen 452 metre ve 465 metrelik iki rıhtım üzerinde 16 metre derinliğe sahip olan bir limandır. Toplam 12.000 m² ile bölgenin en büyük CFS alanına sahip olan DP World Yarımca 5 adet 3 tonluk forklift, 3 adet 5 tonluk forklift, 1 adet Meclift ve 33 tonluk forklift bulundurmaktadır. 8 uzaktan kumandalı STS vinci, 23 sıralı teknik yetkinliği, 8 STS, 24 RTG ve 54 ITV ekipmanları ile teknoloji ekipmanlarını etkili bir şekilde kullanmaktadır. Saatte 100 konteyner tarama kapasiteli X-ray cihazı ve Edi kullanımı sayesinde gemi acenteleri ile hızlı veri akışı sağlayabilmektedir. 1.150.000 yük elleçleme kapasitesi ve 5.000 TEU boş konteyner depolama alanı kapasitesine sahiptir. DP World Yarımca, 6 bin metrekare raflı ve ekransız parsiyel servisi ile bölgede geçici depolama hizmeti veren tek limandır. Konteyner gemilerine veya açık yük gemilerine boşaltma ve yükleme için proje ve genel kargo hizmetleri sunan DP World Yarımca, CFS alanında da özel kargolar için konteyner doldurma veya boşaltma konusunda hizmet vermektedir (URL5).

Evyapport (İzmit Körfezi), toplam 265.000 m² alanda konteyner terminali, tank terminali ve proje&genel kargo terminali ile hizmet vermektedir. 2003 yılında sıvı terminali ile faaliyete başlayan EVYAPPORT, 2005 yılı itibariyle konteyner terminalini operasyonel hale getirerek, hizmet kapsamını bölge ihtiyaçları doğrultusunda geliştirmiştir. 2008 yılında ana rıhtım inşaatına başlamış olup, 2009 yılında 350 metre, 2011 yılında da 455 metre uzunluğa genişletme çalışmalarını tamamlamıştır. 2011 yılında İstanbul-Ankara ana demir yolu hattına iltisak hattı ile bağlanan EVYAPPORT, müşterilerine intermodal yani yüklerin taşıma şekili değişirken, taşıma kaplarında değişiklik olmadan taşıma imkânı sunabilen ilk özel liman işletmesi olmuştur. EVYAPPORT, konteyner terminali yıllık 855.000 TEU elleçleme kapasitesi, 455 metre lineer rıhtım ve toplamda 1.171 metre yanaşma yeri ile minimum 18,5 metre su derinliğine sahiptir. Ana rıhtım üzerinde bulunan 2 adet 23

sıra ve 2 adet 18 sıra elleçleyebilen SSG rıhtım vinçleri ve 5 adet Mobil Liman Vinci ile EVYAPPORT, 400 metre uzunluğa kadar ana gemilere ve daha küçük ölçekli feeder gemilere hizmet vermektedir. 80 tır kapasitesine sahip pregate alanı ve giriş-çıkış araç trafiğini farklı noktalardan sağlayan yapısı ile hızlı ve zamanında kapı operasyonu sağlamaktadır. Tamamı gümrüklü konteyner depolama sahasında yer alan 26 adet lastik tekerlekli saha vinci ve 52 adet terminal traktörü ile konteynerlerin liman sahasında güvenli bir şekilde depolanması, istiflenmesi ve taşınması sağlamaktadır. (URL6).

LİMAŞ (Yeniköy), 1992 yılında kurulmuştur ve 2009 yılında yapılan yeni iskele, saha ve ekipman yatırımları ile konteyner operasyonlarına da uygun hale getirilmiştir. Terminal, depolama ve lojistik hizmetlerine yardımcı olmanın yanında, sanayi kuruluşlarına da hizmet sunmaktadır. 2 adet mobil sahil vinci, 2 adet dolu konteyner elleçleme makinesi, 1 adet boş konteyner elleçleme makinesi, 6 adet terminal traktörü, 1 adet paletli liman vinci, 3 adet forklift, 2 adet kantar ile hizmet vermektedir. Tamamı beton saha zemini, 60 + 10 plug kapasiteli 5 kat reefer konteyner platformu, Konteyner sızıntı tavaşı, Liman Otomasyon Programı ile Yard Management System (YMS), Kablosuz iletişim ağı üzerinden araç ve el terminalleri ile online işlem kaydı, Konteyner hat müşterilerimiz ile EDI formatında otomatik veri paylaşımı (COARRI, CODECO, COPARN, BAPLIE), CFS hizmetleri, 40 TEU kapasiteli IMO sahası limanın öne çıkan özellikleridir (URL7).

Safiport (Derince), Anadolu Bağdat Demiryolları Kumpanyası tarafından 1900 yılında inşaatına başlanılan Derince Limanı, 1904 yılında işletmeye açılarak, 1953 yılında Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesine devredilmiştir. Mart 2015 itibarıyla özelleştirme kapsamında liman Safi Derince Uluslararası Liman İşletmeciliği yönetimiyle faaliyetlerini sürdürmeye devam etmektedir. Safiport Derince 1.500.000 TEU elleçleme kapasitesi ve 2.272 km yanaşma yeri ile 18 m su derinliğine sahip bölgenin lider limanı olmayı hedefleyen ve bu doğrultuda yatırımlarına devam eden bir terminaldir. 450 m'lik ana rıhtım üzerinde 4 adet 23 sıra elleçleyebilen STS rıhtım vinci ve 4 adet 125 ton kapasiteli mobil liman vinci ile Safiport süper post panamax gemilere ve feeder gemilere 7/24 hizmet vermektedir. 16 adet tekerlekli saha vinci ve 28 adet terminal traktörü ile konteyner yüklerinin

taşıması, istiflenmesi için hizmet vermektedir. Mevcut kapasitesi ile yılda 700.000 araç elleçleme kapasitesine sahiptir. Toplam depolama kapasitesi 48.530 m³'tür. Ekipman parkurunda bulunan 2 adet 125 ton kapasiteli Gottwald, 1 adet 125 ton kapasiteli Liebherr ve 1 adet 15 ton kapasiteli Sennebogen marka vinçler ile yıllık 10 milyon ton yük elleçleme kapasitesi ile hizmet vermektedir. Toplamda 25 bin m² alana sahip 6 adet kapalı depo ve 10 bin m² alana sahip açık antrepo, 4 adet 25 tonluk, 2 adet 35 tonluk tavan vinçleri ve 3 tondan 32 tona kadar kaldırma kapasitesine sahip forkliftler ve diğer yardımcı ekipmanlarla (kepçe, bobcat, terminal traktörleri vs.) hizmet sunmaktadır (URL8).

YILPORT (Gebze) terminalleri konteyner, genel, dökme ve sıvı yük taşımacılığında çok amaçlı hizmetler sunmaktadır. Liman, konteyner kara terminalleri, depolar, antrepolar ve lojistik merkezleri tarafından desteklenmektedir. İskele uzunluğu 1465 metredir. Yıllık 1 milyon konteyner elleçleme, 5 milyon genel kargo ve dökme yük kapasitesine ve 600 bin sıvı yük kapasitesine sahiptir. 2 meclift, 2 ECHs, 1 bobcat, 33 terminal truck, 8 QC, 2MHC, 27 RTG, 18 forklift ve 5 reach stacker ile hizmet vermektedir. Yılport Gemport (Gemlik) terminali iskele uzunluğu 2050 metredir. Yıllık 2 milyon konteyner elleçleme, 6 milyon genel kargo ve dökme yük kapasitesine ve 500 bin sıvı yük kapasitesine sahiptir. 22 kantar, 48 spreader, 5 kapma, 3 travels, 1 konveyör, 1 portal vinç, 366 reefer plug, 8 QC, 6 MHC, 30 RTG, 6 reach stacker, 5 forklift, 6 bobcat, 3 ECHs, 31 terminal truck, 5 ekskavator, 8 loader, 45 TTY ile hizmet vermektedir (URL9).

İKİNCİ BÖLÜM

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde geçmişten bugüne yük talep tahmini üzerine yapılan benzer çalışmalara yer verilmiş olup, çalışmada yer alan yöntemlerin kullanıldığı akademik çalışmalara da yer verilmiştir.

2.1. Yük Talep Tahmini ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Tahmin, üretim planlama ve stok kontrolünden ekonomi ve yönetime kadar birçok alanda önemlidir ve her geçen gün önem kazanmaktadır. Tek değişkenli, çok değişkenli ve yargısal yöntemler ve buna ilaveten otomatik veya otomatik olmayan bir yaklaşımın benimsenip benimsenmediğine göre sınıflandırılabilirler. En iyi tahmin yöntemin seçimi, tahmin uygulanan alana ve tahmin konusuna özgü parametrelere göre belirlenir (Chatfield, 1988).

Deniz taşımacılığının en önemli unsuru olan limanlarda, liman operasyonlarının sürdürülebilirliği, liman trafiğinin düzeni, güvenlik standardının korunması, kaynakların verimli kullanılması ve arz-talep uyumunun sağlanabilmesi adına talep tahmini kullanılmakta ve her geçen gün getirileri öne çıkmaktadır. Talep tahmini, günümüze kadar elde edilen ve sektörden elde edilen güncel verilerin kullanılarak nicel yöntemler ve tahminlerle bir ürün veya hizmetin miktarını tahmin etme süreci olarak nitelendirilebilir. Aynı zamanda yeni planlar için karar destek sistemi olarak da görülebilir. Firmalar, geleceği öngörerek yeni stratejiler geliştirilebilir, yeni planlar yapılabilir ve yeni yatırım kararları alabilir.

Kapasite hesaplamalarının da temelini oluşturan talep tahmini, limanlarda özellikle yük talep tahmininde kullanılmaktadır (Esmer, 2014). Liman işletmeciliğinde arzın talepten fazla olması liman altyapı ve üstyapısının kullanılamamasına ve maliyet etkinliğinin sağlanamamasına yol açmaktadır. Liman hizmetlerine olan talep arzı aştığında liman tesislerinde sıkışıklık, gemi maliyetlerinde artış ve beklemeden kaynaklanan zaman kayıpları oluşabilir. Trafik kapasitesi esnek olmadığından, inşası,

geliştirilmesi ve ödenebilir olması için önemli finansal kaynaklar gerektirdiğinden, arzın gelecekte öngörülen talebe göre tasarlanması gerekir. Bu nedenle, liman arz ve talebinin uyumsuzluğunun sonuçlarından kaçınmak ve arzın boyutlandırılmasına bir temel oluşturmak için liman hizmetlerinin talep tahminine ihtiyaç vardır.

Tahminin başarılı olması, tahminin genel ilkelerine hâkim olmaya ve hangi tekniklerin seçilen konuya uygun olup olmadığının doğru belirlenmesine göre değişmektedir. Tahmin yöntemin seçimi tahminin bağlamı, tarihsel verilerin uygunluğu ve kullanılabilirliği, arzu edilen doğruluk derecesi, tahmin edilecek süre, tahminin maliyeti/faydası ve analiz yapmak için mevcut zaman gibi birçok faktöre bağlıdır. Talep tahmininde şimdiye kadar zaman serisi metodu, nedensel modeller, niteliksel teknikler ve tahminleme yöntemleri kullanıldığı görülmektedir. Zaman serisi yönteminin kısa vadeli veri karşılaştırmasında etkili olduğu bilinmektedir. Örüntülere ve örüntü değişikliklerine odaklanır ve dolayısıyla tamamen tarihsel verilere dayanır. Nedensel yöntemler değişkenler arasındaki etkileşimi incelediğinden uzun vadeli çalışmalarda daha sık kullanılmakta ve başarılı sonuçlar sağlamaktadır. Sistem öğeleri arasındaki ilişkiler hakkında oldukça rafine ve spesifik bilgiler kullanır ve özel olayları resmi olarak hesaba katacak kadar güçlüdür. Zaman serileri analizi ve projeksiyon tekniklerinde olduğu gibi, nedensel modeller için geçmiş önemlidir. Niteliksel verileri (örneğin uzman görüşü) ve daha önce bahsedilen türden özel olaylar hakkında bilgileri kullanır ve geçmişi dikkate alabilir veya almayabilir. Tahminleme yöntemi ise hem zaman serisini hem de nedensel yönetimi birlikte kullanıma olanak sağlamasıyla en avantajlı yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Chambers ve diğ., 1971).

Ulaştırma Kıyı Yapıları Master Plan Çalışması Sonuç Raporuna göre yük talep tahmininde GSYİH (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla), toptan veya tüketici fiyat indeksi, kişisel tüketim harcamaları, kapasite kullanım oranları, ham madde, yarı mamul ve mamul ürünleri taşıma hacimleri, ithalat ve ihracat hacimleri, temel ürünlerin bölgesel tüketimi veri olarak kullanılmaktadır. Limanlar için yük talep tahmininde genellikle çoklu, doğrusal ve logaritmik regresyon modelleri kullanılmakta olup, bağımsız değişkenler olarak yük miktarı, nüfus ve GSYİH verileri kullanılmaktadır (Deniz Ticaret Odası, 2015).

Kara (2011) yapmış olduğu çalışmada, İzmir (Alsancak) limanındaki konteyner ve genel yük elleçleme verilerini kullanarak zaman serileri yöntemiyle İzmir (Alsancak) Limanı'nın 2016 yılına kadar gelecekteki yük trafiğini tahmin etmiştir. Ayrıca 12 aylık ileri ve geri dönemlerle 60 aylık veri tahminlerinin yapıldığı bu zaman serisi analizinde Box ve Jenkins tarafından geliştirilen Otoregresif bütünleşmiş hareketli ortalama (ARIMA) yöntemi kullanılmıştır. İzmir Limanı'nın Türkiye'de elleçlenen toplam konteyner miktarının artmasına oranla daha düşük bir artış göstermesini ve toplam işlenen yük miktarının azalışının başlıca sebebinin global kriz olmadığını, rıhtım derinliğinin düşüklüğünden, modernizasyon eksikliğinden ve depolama yetersizliğinden kaynaklandığı belirlenmiştir (Kara, 2011).

Akar ve Esmer (2015), 2023 yılına yönelik yük talep öngörüsünde bulunmak ve Türkiye'deki limanların oluşacak talep için yeterliliğini belirlemek için çoklu lineer regresyon analizi kullanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre Türkiye'de bulunan ve planlamaya göre inşa halinde bulunan liman kapasiteleri değerlendirildiğinde mevcut talebin karşılanmasında bir kapasite sorununun bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Mainardi ve Santos (2016), 2001 ve 2014 yılları arasında endüstriyel ve ekonomik göstergelerle Portekiz limanlarındaki yük elleçleme değerlerini doğrusal regresyon kullanarak tahminlemiştir. Güvenilir liman çıktı tahminlerinin limanlar için son derece önemlidir ve liman altyapısını ve üst yapısını iyileştirmek için gereken yüksek yatırım ve uzun süre göz önüne alındığında, liman geliştirme ile beklenen verim arasında iyi bir denge gereklidir. Aşırı boyutlandırılmış bir liman, kargo yükleme ve boşaltma sürecinde gecikmelere yol açacak ve armatörlerin limana geri gelme cesaretini kıracaktır. Bu nedenle yeterli bağlantı noktası gelişimi, güvenilir bağlantı noktası çıktı tahminlerini gerektirir. 2025 yılına kadar konteynerize kargo elleçlemesi değerinin 2.5 milyon TEU'dan yaklaşık 4.6 milyon TEU'ya çıkacağı ve kapasite arttırmaya ihtiyaç olacağı sonucuna varılmıştır.

Gökkuş ve diğerleri (2017), İstanbul, İzmir ve Mersin limanları konteyner trafik tahmini yapmak için Yapay Arı Kolonisi ve Levenberg Marquardt Algoritmaları (ANN-ABC ve ANN-LM), Genetik Algoritma (MNR-GA) ile Çoklu Doğrusal

Olmayan Regresyon ve En Küçük Kareler Destek Vektör Makinesi (LSSVM) ile Yapay Sinir Ağı tabanlı dört tahmin modeli uygulanmıştır. Tahminler, sosyoekonomik ve demografik durum göstergeleri olarak Türkiye'nin gayri safi yurtiçi hasıla, ihracat ve nüfusuna ilişkin geçmiş kayıtlar kullanılarak yapılmıştır. Tahmin modellerinin performansları çeşitli performans metrikleri ile değerlendirilmiştir. Test süresi göz önüne alındığında, LSSVM, ANN-ABC ve ANN-LM modelleri, test verilerindeki uç değerlerin genel uydurma ve tahmin performansları dikkate alındığında MNR-GA modelinden daha iyi performans göstermiştir. LSSVM modelinin YSA modellerine göre daha güvenilir olduğu görülmüştür. Çalışmanın tahmin kısmı, Türkiye'nin resmi büyüme senaryoları dikkate alınarak İzmir, Mersin ve İstanbul limanları için limanlardaki konteyner trafiğinin 2023'te %60, %67 ve %95'e kadar artacağını ileri sürdü. Ayrıca bu çalışmada 2015 yılına göre 2023 yılında İzmir Alsancak limanında, Mersin Limanında ve İstanbul Ambarlı limanında sırasıyla %60, %67 ve %95 yük elleçleme talebinin gerçekleşeceği tahmin edilmektedir.

Akyar ve Çelik (2018), elleçleyici konteyner içeren Ro-Ro terminali ile hizmet veren Bandırma limanının yük elleçleme istatistikleri ve liman hinterlandının sosyoekonomik durumunun yıllara bağlı değişimini regresyon analizi yöntemi ile limanın beş yıllık yük talep tahminini (2017-2022) incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre Bandırma limanında elleçlenen yük miktarının 2022 yılında 2017 yılına göre ton bazında %8,5 artacağı tahmin edilmektedir. Çalışma sonucunda yük talep tahmin sonucu ile limanın teorik kapasitesi arasındaki ilişkinin gelecekteki yatırımların yönünü belirlemede fayda sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Bal ve Çalışır (2018), 2018'in son üç ayını ve 2019 yılını kapsayan zaman dilimi için Türkiye'deki ithalat ve ihracat konteynerlerin elleçleme miktarlarına yönelik aylık tahminleme için Box-Jenkins yöntemi olarak bilinen ARMA modelini kullanmıştır. Kısa dönemli Türkiye'deki ithalat ve ihracat konteynerlerin toplamına yönelik tahminle Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerinin model seçiminde sağlıklı sonuçlar vermediği sonucuna varmıştır.

Güzey ve Akansel (2019), 2019 yılında yaptıkları çalışmada 2012-2017 yılları arasındaki aylık konteyner, genel yük ve araç elleçleme verilerini kullanmışlar

ve 2018-2019 yılları arasındaki 12 aylık dönemde bir Türk limanında oluşacak yük talebini tahmin etmişlerdir.

Kabadurmuş ve diğerleri (2020), İzmir ve Aliğa limanlarının kapasite kullanımının talep tahminlemesini belirlemek için ETS yöntemi kullanılarak tahminleme yapmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular sonucunda, İzmir Limanı'na gelecek olan yük talebinin üç yıl için ortalama 600.000 TEU olacağını, Aliğa Limanı'ndaki talep artışının devam edeceğini ve yine üç yıllık sürede ortalama 900.000 TEU elleçleme yapılacağı sonucuna varılmıştır. Tahmin değerleri doğrultusunda gelecek için ithalat ve ihracat değerlerinin artacağı ve denizcilik sektörünün ülke ekonomisinde etkin rol alacağı şeklinde değerlendirilmiştir.

Altın ve Çelik Eroğlu, (2021) yaptıkları çalışmada Ocak 2008-Aralık 2017 (120 ay) arasında Antalya limanını kullanarak konteyner talep tahmin analizini yapmışlardır. Gri Tahmin ve Box-Jenkins yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada, konteyner tahminleri Gri Model ve ARIMA ile analiz edilmiştir. Tahmin sonuçlarının verdiği hata oranlarına göre en iyi tahmin yöntemi test edilmiş ve Gri Model'in hata oranı değerlerinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Hata oranlarının düşük olmasına rağmen, analiz sonucunda elde edilen RMSE, MSE ve sapma değerleri dikkate alındığında ise; ARIMA modelinin Gri Modele kıyasla daha uygun ve gerçeğe yakın öngörü sonuçlarını verdiği sonucuna varılmıştır.

Doğusel (2021), Kocaeli limanları için çoklu regresyon yönteminden faydalananak ilerleyen dönemde bölgedeki limanlarda oluşacak olan toplam yük tonajı ve toplam konteyner miktarı üzerine talep tahmini çalışması yapmıştır. 2009 ile 2020 yılları arasındaki Türkiye'deki toplam yük ve elleçlenen konteyner verileri bağımlı değişken, GSYİH, ithalat, ihracat ve nüfus rakamları ise bağımsız değişkenler olarak ifade edilmiştir. Değişkenler ele alınarak yapılan çalışma sonucunda, toplam yük olarak değerlendirildiğinde Kocaeli limanlarının kapasitesinin talebi karşılamakta sorun yaşamayacağı ancak konteyner kapasitesi olan 3,7 milyon TEU kapasitenin 2033 yılı itibarıyla talebe karşılık veremeyeceği, bu nedenle Kocaeli'nde konteyner kapasite artırımına gereksinimin bulunduğu sonucu elde edilmiştir.

Hasan ve diğerkleri (2021), T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'ndan alınan Türk limanlarındaki geçmiş yıllara ait yük miktarını içeren verileri kullanarak limanlardaki yük tahminini incelemiştir. Weka ve Python ile Lineer Regresyon Yöntemi ve Yapay Sinir Ağları yöntemleri kullanılarak deniz ticaretinde ithalat ve ihracat tahmini yapılmıştır. Verilerin işlenmesi ve analizi sonucunda, kullanılan yöntemler içerisinde en iyi sonuç veren yöntem tespit edilmiş ve en uygun yöntemin kullanımı ile 2020 yılına yönelik öngörüde bulunulmuştur. Çalışmada limanlar ile yapılan ticarete geçmiş yük taşımacılığına ait verilerin kullanılması, yapay sinir ağları gibi tekniklerle gelecekte yapılacak ihracat ve ithalat karar ve politikaları için önemli bir yöntem ve bilgi kaynağını literatüre sunduğu sonucuna varılmıştır.

İncaz ve Karaköprü (2021), Ambarlı limanında konteyner taşımacılığının geleceğine yönelik bir tahmin analizi gerçekleştirmiştir. Uygulanan analizde 2022-2027 yılları arasında önümüzdeki beş yılda Ambarlı Limanı'nın konteyner elleemesinde önemli bir artış veya azalma olmayacağı belirlendi.

Özdemir (2021), Türkiye'nin 2005-2018 yılları arasındaki konteyner elleeme verilerini kullanarak 2022 yılı aylık konteyner elleeme verileri için bir tahmin modeli oluşturmuştur. Özdemir'in çalışmasında yapay sinir ağları, Box ve Jenkins tarafından geliştirilen Otoregresif bütönlöşmiş hareketli ortalama (ARIMA) ve Mevsimsel Üstel Düzeltme yöntemlerini kullanmıştır.

Kayıran ve Saatçioğlu (2022), 2004-2021 yılları arasında Gemlik Körfezi limanları için konteyner yük talep tahmin analizi yapmıştır. Konteyner elleeme verileri bağımlı değişken (tahmini değişken) ve yine aynı yıllar için Türkiye'nin gayri safi milli hasıla verileri, ithalat ve ihracat verileri, nüfus miktarı ve elleçlenen toplam konteyner miktarı bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır. Gemlik Körfezi limanlarının yıllık konteyner elleçleme verileri %93,1 düzeltilmiş R kare değerı ile çoklu regresyon analizi yöntemi ile 2028 yılına kadar tahmin edilmiştir.

Kılınç ve diğerkleri (2022), Türkiye'deki limanlarda gerçekleşen konteyner ve yük elleçleme miktarını Yapay Sinir Ağları (YSA) Doğrusal Olmayan Dışsal Girdili Otoregresif Ağ (NARX) Modeli ile çalışmıştır. Çalışmada iki bağımlı değişken

olan konteyner elleçleme ve yük elleçleme miktarı ile tahmin için Döviz Sepeti Kuru (USD-EURO), Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH), Tüketici Güven Endeksi, Brent Petrol, İhracat, İthalat ve Sanayi Üretim Endeksi bağımsız değişkenleri kullanılmıştır. Veri seti Ocak 2004-Ekim 2020 dönemine ait aylık verilerden oluşmaktadır. Konteyner ve yük elleçleme miktarlarının, Temmuz 2020-Aralık 2021 dönemi için 18 aylık öngörü değerleri hesaplanmıştır. Bu öngörü değerlerinden açıklanan ilk 4 ay ile tahmin ve gerçek değer karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca MAPE, MAE, RMSE ve MAD performans ölçütleri hesaplanmıştır. NARX sinir ağı modeli, birden fazla değişken ile çalışabilme imkânı sunduğu ve durağanlığını yitirmiş değişkenlerin doğrusal olmayan ilişkilerini de yüksek performans ile tahminlenebildiği için gerçeğe çok yakın sonuçlar vermektedir.

2.2. Panel Veri Analizi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Belirli bir konuda hem zamana hem de birime göre analiz yapılmak istendiğinde, bu analiz zamana ve birime göre ayrı ayrı yapılmaktadır. Zamana göre yapılan analize zaman serileri analizi denirken, birime göre yapılan analize yatay kesit analizi denmektedir. Zaman serileri ve yatay kesit analizinin birleştirilmesi ve uygun modellerle test edilmesini sağlayan yöntem ise panel veri analizi denilmektedir. Panel verileri veya boylamsal veriler tipik olarak zaman serisi gözlemlerini içeren verileri ifade eder. Bu nedenle panel verilerindeki gözlemler en az iki boyut içerir; i alt simgesi ile gösterilen bir enine kesit boyutu ve t alt simgesi ile gösterilen bir zaman serisi boyutu. Panel veri analizinin geometrik büyümesine katkıda bulunan en az üç faktör vardır: (i) veri kullanılabilirliği, (ii) insan davranışının karmaşıklığını modellemek için tek bir kesit veya zaman serisi verisinden daha fazla kapasite ve (iii) zorlu metodoloji (Hsiao, 2007). Panel verilerinin, kesitsel veya zaman serisi verilere göre, (i) model parametrelerinin daha doğru çıkarımı, (ii) tek bir kesit veya zaman serisi verisinden daha fazla kapasiteye sahip olması, (iii) hesaplamayı ve istatistiksel çıkarımı basitleştirmesi gibi avantajları vardır. Panel verileri en az iki boyut içerir: bir kesit boyutu ve bir zaman serisi boyutu (Gülmez ve Yardımcıoğlu, 2012). Normal şartlar altında, panel veri tahmininin, yatay kesit veya zaman serisi verilerinden daha karmaşık olması beklense de bazı durumlarda, panel verilerinin kullanılabilirliği hesaplamayı ve çıkarımı basitleştirir.

Cullinane ve diğ. (2006), konteyner limanı endüstrisinin verimliliği, Veri Zarflama Analizi (VZA) veya Stokastik Sınır Analizi (SFA) kullanarak incelenmiştir. Bu iki yaklaşımla ilgili güçlü ve zayıf yönler göz önüne alındığında, bu analizlerden elde edilen verimlilik tahminleri ve ölçek özellikleri her zaman ikna edici değildir. Bu makale, her iki yaklaşımı da dünyanın en büyük konteyner limanları için aynı konteyner limanı verilerine uygulamakta ve elde edilen sonuçları karşılaştırmaktadır. Uygulanan tüm modellerden elde edilen verimlilik tahminleri arasında yüksek derecede bir korelasyon bulunur, bu da sonuçların uygulanan VZA modellerine veya SFA kapsamındaki dağılım varsayımlarına göre nispeten sağlam olduğunu gösterir. Yüksek düzeyde teknik verimlilik, ağ geçidi bağlantı noktalarının aksine ölçek, daha fazla özel sektör katılımı ve aktarma ile ilişkilendirilir.

Ferruh (2017), Türkiye'nin kuru incir ihracat yapısı ve bunu etkileyen faktörleri dış ticaret analizlerinde yaygın olarak kullanılan panel çekim yaklaşımıyla incelemiştir. Çalışmada 1996-2015 yılları arasındaki 20 yıllık dönem ve 19 ülke araştırma kapsamına alınmıştır. Bu yaklaşımla Türkiye'nin kuru incir ihracatında gerçekleşen ihracat değerleri ile model sonucu elde edilen potansiyel ihracatın karşılaştırılması yapılmıştır. Model parametreler, Parks-Kmenta tahmincisi kullanılarak, esnek genelleştirilmiş en küçük kareler regresyonu ile tahmin edilmiştir. Türkiye'nin kuru incir ihracatının ithalatçı ülkelerin kişi başına GSYİH'ları ve nüfuslarına pozitif yönde bağlı olduğu ortaya çıkmıştır.

Kang ve Woo (2017), nakliye ağlarının nasıl yapılandırıldığı ve ana hat nakliye firması limanlarının ağ özellikleri ile bunların iş hacmi arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmada, limanların ağ özelliklerini değerlendirmek için ağ analizi ve liman ağı özellikleri ile bunların kargo çıktıları arasındaki ilişkiyi araştırmak için panel regresyon analizi kullanılmıştır. Sonuçlar, hat nakliye ağlarının ölçeksiz ağların özelliklerini sergilediğini ve iş hacmi performansının yalnızca makroekonomik değişkenler ve hizmet yetenekleri tarafından değil, aynı zamanda ağlardaki limanların merkeziliği tarafından da belirlendiğini göstermektedir.

Bayat ve Özdemir (2020), ulaşım altyapısının ve avantajlarının turizm işletmelerinin performansına ve cirosuna etkisini incelemek amacıyla dinamik panel

veri analiz yöntemi kullanmıştır. Bağımlı değişken olarak 2009-2015 arası TÜİK verilerine göre turizm işletme ciroları ve bağımsız değişken olarak il-devlet ve otoyol uzunluğu, demiryolu uzunluğu, kruvaziyer gemi sayısı ve uçak iniş-kalkış sayısı belirlenmiştir. Analiz sonucuna göre turizm işletmelerinin cirosu üzerinde en büyük etkiye sahip değişkenin limana yanaşan kruvaziyer gemi sayısı olduğu, bunu sırası ile demiryolu uzunluğu, karayolu uzunluğu ve uçak iniş-kalkış sayısının takip ettiği tespit edilmiştir.

Tunalı ve Akarçay, 1995-2019 yılları arasında 11 OECD (Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü) ülkesinin deniz yolu taşımacılığında sıklıkla kullanılan konteyner taşımaları ve liman alt yapı yatırımlarının ekonomik büyümeye etkisini panel veri analiziyle incelemiştir. Yatay kesit bağımlılığı Pesaran CD testi, Swamy-S homojenlik testi, CIPS ve MV Birim Kök Testi ve panel bütünleşme testi uygulanarak yapılan çalışmada yirmi beş yıllık etkilerle Belçika, Fransa, Litvanya, İzlanda, İspanya ve Türkiye için konteyner taşımalarının ve liman alt yapı yatırımlarının ekonomik büyümeyi etkisi pozitif olduğu belirlenmiştir.

Topak (2021) yüksek lisans tezinde 2007-2020 arası yıllık verileri kullanarak Endüstri 4.0'ın istihdama etkilerini incelemiştir. Ar-Ge harcamaları, patent sayısı, yüksek teknoloji ürün ihracatı bağımsız değişkenlerinin istihdam oranına bağımlı değişkene etkisini incelemek amacıyla uzun dönem ilişkiler için panel eş bütünleşme analizine ve kısa dönem ilişkiler için hata düzeltme modeline yer verilmiştir. Analiz öncesinde homojenlik ve yatay kesit bağımlılığı testleri, birinci ve ikinci nesil birim kök testlerine yer verilmiş, ardından uzun ve kısa dönem ilişkiler ortaya konulmuştur. Son aşamada nedensellik analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Eviews 10.0 sürümü ile Stata 16.0 sürümü paket programları kullanılmıştır. Endüstri 4.0 sürecinin istihdam üzerinde nasıl bir etkisi olduğu Türkiye ve BRICS ülkeleri (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve sonradan katılan Güney Afrika) açısından karşılaştırıldığında Türkiyede patent sayısının Ar-Ge harcama yetersizliğinden düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Panel veri analizine göre Ar-Ge harcamaları %1 arttığında İstihdam oranı %23.5 artmakta, Patent sayıları %1 arttığında istihdam oranı %15.4 artmakta ve yüksek teknoloji ihracatı %1 arttığında 79 istihdam oranı %12.6

arttığı belirlenmiştir ve istihdamı ilk sırada Ar-Ge harcamaları, ikinci sırada patent sayısı ve son olarak yüksek teknoloji ihracatı etkilediği belirlenmiştir.

Xu ve diğerleri (2021), COVID-19 salgınında gemi ticaretinde Şubat-Ekim 2020 döneminde Çin ile farklı bölgeler arasındaki denizcilik ticaretinde meydana gelen boşlukları incelemek için dinamik panel veri analizi kullanmıştır. Veriler, Avrupa Birliği, Kuzey Amerika ve Güneydoğu Asya olmak üzere üç bölgedeki seçilmiş denizcilik ticareti grubunun dikkate alındığı boşluğu analiz etmek için Ulusal İstatistik Enstitüsünden elde edilen bir paneli içermektedir. Devlet tarafından alınan önleme ve kontrol tedbirlerinin ihracat ticaretini olumsuz etkilediğini ve buna bağlı olarak ithalat ticaretinin arttığını gözlemlenmiştir.

Demirtaş (2022) yüksek lisans tezinde 2011-2019 yılları arasında bilgi iletişim teknolojilerinin 81 ilde ekonomik büyümeye etkisini panel veri analiz yöntemiyle (Driscoll Kraay tahmincisi) incelemiştir. Sabit telefon kullanımı, cep telefon kullanımı, internet kullanımı ve endeks değişkenlerin katsayılarının ekonomik büyümeye üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmıştır. BİT altyapısının sosyal ve ekonomik koşulların iyileştirilmesinde önemli olduğu değerlendirilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde elde edilen verilerin analizi için kullanılan yöntemler hakkında literatürde yer alan bilgilere yer verilmekte olup, panel veri analizi regresyon regresyon modeli açıklanmaktadır. Aynı zamanda regresyon modelinin belirlenmesi sonucunda uygulanacak olan ARIMA, ETS, ELM, MLP ve TBATS yöntemlerine yönelik açıklamalar da bu bölümde yer almaktadır.

3.1. Panel Veri Analizi Regresyon Modeli

Bu çalışmada, Kuzeydoğu Marmara hinterlandında bulunan limanların toplam yük ve konteyner miktarları, TÜİK ve TÜRKİLM'den alınan Marmara Bölgesi illerinin nüfus, GSYİH, ithalat ve ihracat verileri derlenerek incelenmiştir. Aktaş (2011) yaptığı çalışmada, ithalat ve ihracatın birbiri ile ilişkili olduğunu, her iki değişkende olan değişikliklerin birbirini etkilediğini ortaya koymaktadır. İthalat ve ihracat verilerinin yapılan çalışmalarda birbiri ile bağımlı değişkenler olması nedeniyle model oluşturulurken bu veriler kullanılarak elde edilen dış ticaret açığı kullanılmaktadır. Elde edilen veriler kullanılarak uygulanacak olan analiz yöntemi ise panel regresyon modelidir. Panel regresyon modeline yönelik elde edilen formül eşitlik 1'de gösterilmiş olup, değişken bilgileri madde madde belirtilmektedir. Kullanılacak olan modelde 2012-2021 verileri derlenerek, analiz edilmiştir.

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{it}X_{it} + \mu_{it} \quad i = 1, \dots, N ; t = 1, \dots, T \quad (1)$$

Kullanılan denklemde,

Panel veri analizi, literatürde uygulanan diğer analizlere göre daha avantajlıdır. Bunun en başlıca sebebi yapay kesit ile zaman serisinin bütünleşerek analiz edilmesidir. Genel anlamda panel verinin sağladığı avantajlar (Baltagi, 2005):

Yatay kesit ve zaman serilerinin bütünleşmiş olarak kullanılmaktadır. Bu durum daha fazla gözlem ve veriye erişimi sağlamaktadır. Gözlem sayısının artması serbestlik derecesinin artmasına imkân sağlamaktadır. Bu sayede değişkenlerin kendi içlerinde yaşadığı bağlantı sorunları azalmakta ve yapılacak olan tahminin etkinliği ve güvenilirliği yükselmektedir. Yapılacak olan çalışma için kullanılacak veri değerlendirmeye alındığında, uygulama alanı olarak panel veri daha fazla değişkenin etkisini ifade etmede daha başarılı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Ekonometrik analizler ele alındığında, panel veri analizi daha fazla etkiyi ortaya koyar. Aynı zamanda karmaşık davranış modeline de uyumlu olan analiz, daha çok veriyi kullanırken, yatay kesit nedeni ile oluşan sapma değerlerini de minimuma indirmektedir.

Yaptığımız çalışmada Türkiye’de yük verilerinin yüksek ve anlamlı olarak izlendiği Kuzey Doğu Marmara hinterlandı limanlarının ele alınması nedeni ile yatay kesit ile zaman serisini bir arada değerlendirmeye yarayan panel veri analizi kullanılmıştır.

Panel veri modelleri içerdiği kriterlere göre sınıflara ayrılmaktadır. Panel veri içerisinde bulunan her bir birim tüm zamanlar boyunca gözlenmişse “dengeli panel”, gözlemlenmemişse “dengesiz panel” olarak adlandırılmaktadır. Her iki model de kendi arasından farklılık göstermektedir. Panel veri modelleri içerdiği veriye göre statik ve dinamik panel veri olarak da ayrılmaktadır.

Panel veri analizinde, Klasik Model hem sabit hem de eğim parametrelerinin birim ve zamana göre sabittir (Yerdelen Tatoğlu, 2020). Formülde β_0 sabit parametre olup yatay kesit ya da zaman serisine bağlı olarak değişmemektedir. Bağımsız değişken sayısı K olmak üzere her birime ait eğim parametresi β_k olup bu birimde yatay kesit ve zaman serisinden bağımsızdır. Genel olarak sabit etkiler modelinin formülasyonu temel panel veri formülasyonuna benzemekle beraber aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \gamma_2 D_{2i} + \gamma_3 D_{3i} + \dots + \gamma \cap D \cap i + \mu_{it} \quad i = 1, \dots, N ; t = 1, \dots, T \quad (2)$$

Tesadüfî etkiler modelinde ise sabit bir birim etki olmaması nedeni ile sabit parametre içerisinde gösterilmemektedir. Bu durum formülde birim etki hata payı olarak ifade edilmekte olup, hata terimi aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$vit = \varepsilon_{it} + \mu_{it} \quad (3)$$

Yatay kesit verileri ile zaman serilerini de analize dahil edilebilmesi sayesinde nüfus, GSYİH ve dış ticaret açığının yıllara göre Kuzeydoğu Marmara limanlarında elleçlenen yük miktarına etkisi ölçülmeye çalışacaktır. Değişkenlerin katsayılarının belirlenerek, eşitliğe etkisinin belirlenmesi aşamasında doğru sonucun elde edilebilmesi için gerekli varsayımlar olan durağanlık, model tespiti, varyans değişkenliği, otokorelasyon ve birimler arası korelasyonlarının incelenmesi gerekliliği söz konusudur.

Farklılıkların uygulanması sonucunda elde edilen tesadüfî etkiler modeli formülü aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Yaffee, 2003).

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + u_{it} + \mu_{it} \quad (4)$$

Panel verinin genel formasyonunda açıklandığı gibi denklemde Y_{it} modelde yer alan bağımlı değişkenleri, X_{it} bağımsız değişkenleri, β_0 başlangıç eğim parametresini, u_{it} bilinen hataları ve μ_{it} birim hatayı göstermektedir.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde yatay kesit bağımlılığını birçok yöntem ile hesaplanabilmektedir. Yatay kesit bağımlılığı tespitinde Breusch-Pagan (1980) Lagrange Multiplier (LM) test, Pesaran (2004)'e ait LM test for Cross-Sectional dependence (CDLM) test, Pesaran (2004) CD test ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) LMadj testleri sıklıkla tercih edilen testler olarak karşımıza çıkmaktadır. Kullanımlara bakıldığında Friedman ve Frees test istatistikleri de yatay kesit bağımlılığının tespitinde kullanıldığı görülmektedir. Breusch ve Pagan (1980) LM testi, $T > N$ durumunda sabit etkiler modelinde birimler arası korelasyon sınaması için kullanılmakta olup, aynı zamanda her bir birim için kurulan eşbütünleşme veya

hata düzeltme modelleri arasında korelasyon olup olmadığını test etmek için kullanılmaktadır (Yerdelen Tatoğlu, 2018).

Durağanlık varsayımı, zaman serisi içeren modellerde karşımıza çıkan bir durum olup, değişkenlerin elde edilen ortalama, varyans ve kovaryans değerlerinin birbirinden bağımsız olması gerektiğini belirtmektedir. Serinin durağan olmaması, birbiri ile bağımlı değişkenlerin varlığını ortaya koyarak, elde edilen sonucun yanıltıcı olmasına yol açmaktadır. Veriler heterojen olduğu tespit edildiği takdirde panel veri analizine uygun olacaktır (Tatoğlu, 2016). Panel regresyon modelinin zaman değişkenini içermesi nedeni durağanlık testi yapılması gerekli olup, eğer durağanlık varsayımına aykırı bir analiz söz konusu ise seri incelendiği dönem için fikir verebilir, diğer dönemler için yorumlama yapılamaz. Durağan olmayan serilerle tahmin edilen analiz sonuçları durağan serilerle karşılaştırıldığında benzer varsayımlar ile açıklanamamaktadır. Durağan olmayan serilerin kullanıldığı modele uygulanan analiz ile edilen sonuçlar yanlış yada tutarsız tahmin sonuçları verebilmektedir (Aktaş, 2010).

Bir serinin durağan olması şartı aşağıdaki eşitlikler ile ifade edilebilir:

$$E(Y_t) = \mu \quad (5)$$

$$VAR(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2 \quad (6)$$

$$E[(Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu)] = \gamma k \quad (7)$$

Eşitlik 5 ve 6, zaman serisinde yer alan verilerin varyans ve ortalaması olduğunu, eşitlik 7 ise serinin belirli bir zaman (t) noktasına değil, iki değeri arasında (k) zaman aralığına bağlı olduğunu ifade etmektedir (Baloch ve diğ.,2019).

Ekonometri bilimi terimlerinden birim kök terimi, elde edilen zaman serisi verilerinin durağan olmadığı anlamına gelmekte olup, şayet bir çalışmada birim kök tespit edilir ise, serinin durağan olmadığı anlamına gelmektedir. Doğrusal regresyon ile ilintili olan Dickey Fuller Testi ile birim kök test edilebilir. Korelasyonda sorun tespit edildiğinde Augmented Dickey Fuller Testi ile birim kök testleri uygulanır. Bu testlerin dışında Elliot-Rottenberg-Stock, Schmidt-Phillips, Phillips-Perron (PP) ve Zivot-Andrews birim kök testleri de literatürde karşımıza çıkan birim kök testleridir.

Varsayımlardan bir diğeri olan yatay kesit veri, sosyal bilimlerde sıklıkla kullanılmakta olup, modelde yer alan değişkenlerin farklı birim değerleridir. Özetle, aynı zaman diliminde değişkenler arasındaki ilişkilerin değişikliklerini incelemektedir. (Stock ve Watson, 2011). Çalışmada yatay kesit veri kullanımı, belirli bir dönemde nüfus, GSYİH ve dış ticaret açığı verilerinin incelenmesi ile ortaya koyulmaktadır.

Panel veri, zaman serisinin ve yatay kesitin aynı anda bulunduğu veri kümesi olarak tanımlanmaktadır. Yatay kesit farklı değişkenlerin aynı dönemdeki rakamları hakkında bilgi verirken, panel veri analizi araştırmaya zamanı da dahil etmektedir. Böylece birden fazla döneme ait bilgileri içermektedir. Panel veriyi, yatay kesitten ayıran en önemli fark, aynı yatay kesit verilerinin farklı zaman dönemlerinde incelenerek yorumlanmasıdır (Wooldridge, 2013). Hem zaman serisi hem de yatay kesit kullanılması nedeni ile gözlemler arasındaki ilişki ve karmaşıklığı daha güvenilir bir şekilde ortaya koyması nedeni ile panel veri analizi sosyal bilimlerde sıklıkla başvurulan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

3.2.Tahmin Yöntemleri

3.2.1. ARIMA Yöntemi

ARIMA yöntemi, otoregresif model (AR), hareketli ortalama modeli (MA) ve dönemsel otoregresif modelin dahil olduğu hareketli ortalama modeli (SARIMA) içermektedir. Augmented Dickey-Fuller birim kök testi ile zaman serisinin durağan olup olmadığı test edilmektedir. Yöntemde logaritmik dönüşümler ve referanslar arasındaki farklar zaman serisinin verilerinin stabilize edilmesini sağlamaktadır (Benvenuto, 2020).

Zaman serisi tahmin yöntemleri çoğunlukla talep tahmini için kullanılmaktadır. Klasik ARIMA yaklaşımı, dönemsel düzeltmelerin ardından durağanlık varsayımı sağlanamadığında uygulanabilirlikten uzaklaşmaktadır. Bu nedenle durağan değişkenlerin varlığı ARIMA modelinin kısıtı olarak kabul

edilmektedir. ARIMA yönteminin uygulanabilirliği için çok sayıda veriye ihtiyaç duyulmaktadır (Fattah ve diğ., 2018).

Bir ARIMA modeli p, q ve d değerlerini içerir. P değeri otoregresif terim sayısını gösterirken, d değeri farkların sayısını, q değeri ise hareketli ortalamaların sayısını ifade etmektedir.

Otoregresif süreç tüm bu değerlerin doğrusal bir fonksiyonu olduğunu varsayarak denklem 8’de gösterilmektedir.

$$Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Denklemden yer alan α_1 değeri regresyon katsayısıdır. Zaman serilerinin davranışı, bazı süreçlerin toplam etkisinden etkilenebilir. Çalışmada GSYİH, Nüfus ve dış ticaret açığı sürekli olarak değişmekte olmasına karşın, toplam yük tahminine olan etkisi değişikliklerin kümülatif etkisine bağlıdır. Kısa dönemde değişkenler üzerindeki değişimler etki gösterse de zaman serisi içerisinde olan etkisi nispeten düşük izlenecektir. Bu açıdan zaman serisinin istatistiksel analizi yapılacak olduğunda durağanlık önem kazanmaktadır. Yöntem değişkenler üzerinde iki farklı döneme ait değişimin sabit olduğu varsayımı ile hareket etmektedir ve bu bütünleşmiş süreç Denklem 9’da gösterilmektedir.

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (9)$$

Denklemden yer alan ε_t ortalaması sıfır olan normal dağılım otokorelasyon içermeyen değerdir.

Hareketli ortalama süreci ise değerler arasındaki farklılaşmanın bir veya daha fazla önceki bozulma ile olan doğrusal kombinasyonudur. Hareketli ortalama sırası mevcut değerde bulunan önceki dönemlerin sayısını içermektedir ve denklem 10’da gösterilmektedir (Liu ve diğ.,2008).

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} \quad (10)$$

ARIMA yöntemi sürecinde ilk aşamada durağan bir zaman serisi üretilmelidir. Ortalama ve otokorelasyon yapısı durağan bir zaman serisi ile uygulanabilecek olan yöntemde modele geçilmeden önce verilerin ortalama ve varyansını dengelemek için verilerin farkını alma veya logaritmik dönüşüm uygulanır.

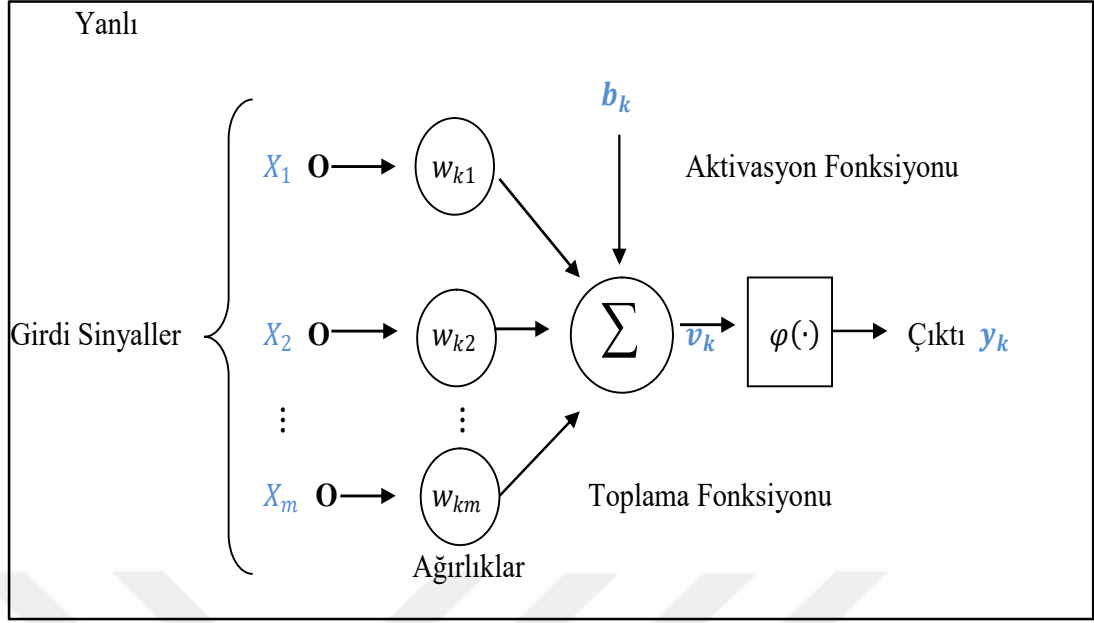
Dönüşümün gerçekleştirilmesinden sonra modeli belirleme aşamasına geçilir. Modelde yer alan parametreler genel hatayı azaltacak şekilde tahmin edilmektedir. En son aşamada ise modelin yeterliliği kurulan hipotezlerin doğruluğu test edilerek belirlenmektedir. Elde edilen sonuçlara yönelik istatistikler ve grafikler, gelecek dönemlerde karşılaşılabilecek değerleri ortaya koymaktadır. Modelin yeterliliğinin kanıtlanamadığı durumlarda farklı tahmin yöntemlerine başvurulmaktadır.

3.2.2. Üstel Düzleştirme Yöntemi (ETS)

ETS yöntemi, verilerin yıllara göre değişimini göz önüne alarak tahminlerin sürekli olarak güncelleştirildiği bir yöntemdir. Bu yöntemde, zaman serisine ait verilerin en yeni ve en eski gözlemler için azalan ağırlıkları belirlenmektedir. Değerlendirmeye alınan verilerde, en yeni veriler daha ağırlıklı ve alakalı olarak ele alınmaktadır. Hem deterministik hem de stokastik trende sahip tüm serilere uygulanabilen bu yöntem, genellikle kısa vadeli tahminler yapmak için kullanılmaktadır (Jain ve Mallick, 2017).

3.2.3. ELM Sinir Ağları

Yapay sinir ağları, insan beyninin yapı ve işleyişi göz önüne alınarak geliştirilmiş bir tahmin yöntemidir. Sinir sisteminde bulunan nöronların birbirine dendrit ve aksonlar ile bağlanması gibi, yapay sinir ağları yönteminde de benzer ilişki kurulmaktadır. Yöntemde dendrit görevini toplama fonksiyonu, hücre görevini aktivasyon fonksiyonu ve sinapsların yani bağlantı noktalarının görevini de ağırlıklar yapmaktadır.



Şekil 3. 1 Yapay Sinir Ağlarının Yapısı (Şen, 2004)

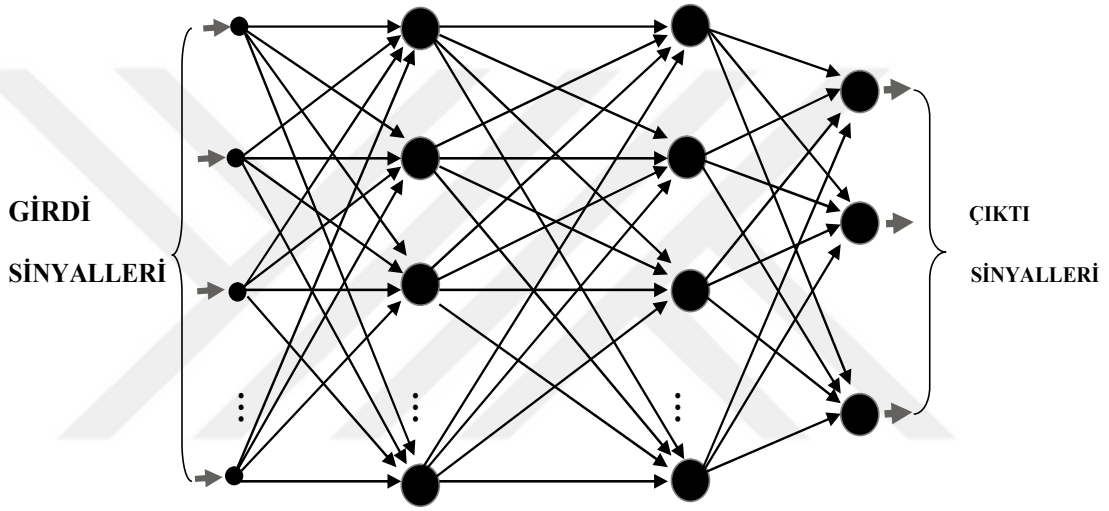
Yapay sinir ağı algoritmasında nöronlar üç farklı katmanda izlenmektedir. Bunlar girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Tek katmanlı yapay sinir ağı eksiklikleri nedeni ile tercih edilmemektedir.

$$\|H(w_1, \dots, w_N, b_1, \dots, b_N)\hat{\beta} - T\| = \min_{\hat{\beta}} \|H(w_1, \dots, w_N, b_1, \dots, b_N)\beta - T\| \quad (11)$$

Extreme Learning Machine'in baş harflerinden meydana gelen ELM sinir ağı hızlı öğrenen makine anlamını taşımaktadır. ELM'de girdilere ait ağırlıklar w ile gösterilmekte olup gizli katmana ait sapmaların ayarlanmasına gerek bulunmamaktadır. Hızlı öğrenen makineyi eğitmek için geliştirilen algorithmaya göre $H\beta = T$ doğrusal sisteminin en küçük kareler çözümü olan $\hat{\beta}$ değerinin bulunması makinenin eğitilmesi için gerekli değer olarak değerlendirilmektedir (Chen ve diğerleri, 2019). Bu teknikte en küçük kareler çözümünün hata payının az olması en önemli avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. ELM algoritmasında ağırlık ve sapmalar rasgele seçilmesi nedeni ile doğrusal sistemin çözümsüzlüğüne yol açabilmekte olup, bu durum tahminin doğruluk derecesini azaltabilmektedir.

3.2.4. MLP Sinir Ağları

Çok katmanlı yapay sinir ağları olarak adlandırılan MLP sinir ağlarında nöronlar katmanlar şeklinde organize edilmektedir. Bu katmanlardan girdi katmanı, çözüm için istenen bilgilerin yapay sinir ağlarına dahil edilmesini sağlamaktadır. Sisteme dahil olan verinin işlenerek dışarı iletiildiği katman ise çıktı katmanıdır. Bu iki katman arasında kalan kısma ise gizli katman adı verilmekte olup, MLP sinir ağlarında birden fazla katman bulunabilmektedir.



Şekil 3. 2 Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (Şahin, 2018)

Yapay sinir ağlarında amaç, girdilerin analizi ile değişkenlerin yapısının öğrenilmesi ve gelecekteki etkisine yönelik genelleştirme yapmasıdır. Bu durumun gerçekleşmesi için yapay sinir ağı, davranışları izler ve genelleme yapabilecek yeteneğe ulaşır. Bu algoritmanın kullanılabilmesi için sisteme zaman serisine bağlı olarak daha önce gerçekleşen girdi ve çıktı değerleri tanımlanır. Diğer yöntemlere kıyasla anlaşılabilir ve ispatlanabilir olması nedeni ile geri yayılım algoritmasının kullanıldığı bu yöntemde verilen çıktı değerlerine danışman adı verilir. Öğrenme aşamasındaki ağırlıklar hata fonksiyonunun Eşitlik 12'deki formül kullanılarak minimize edilmesi ile düzenlenir. (Kaynar ve Taştan, 2009)

$$E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^m (y_k - t_k)^2 \quad (12)$$

Genel olarak MLP ağırları, ağırlık beklenen çıktısı ile ürettiği çıktı arasındaki hatayı en aza indirgeyerek, geriye doğru yayılma uygulaması ile en doğru sonuç bulunana kadar ağırlıkların değiştirilmesini amaçlamaktadır. Elde edilen çıktı değeri ile geçmiş dönemlere ait girişler arasındaki ilişki Eşitlik 13’te gösterilmektedir.

$$\gamma_t = w_0 + \sum_{j=1}^p w_j f \left(w_{0j} \sum_{i=1}^N v_{ij} y_{t-i} \right) + e_t \quad (13)$$

Eşitlikte yer alan w_j ve v_{ij} değerleri sinir hücreleri arasındaki ağırlığı, p gizli sinir hücre sayısını, f ise gizli katmanda kullanılan etkinlik fonksiyonunu göstermektedir (Çuhadar, 2013)

3.2.5. TBATS

TBATS modelinde; T harfi dönemsellik açısından trigonometrik terimleri, B harfi heterojenlik için Box-Cox dönüşümlerini, A harfi ise ARIMA’yı temsil etmektedir. Modelin devamında yer alan T harfi trendleri ve son harf olan S harfi ise mevsimsel dönemleri ifade etmektedir. İlk olarak De Livera tarafından önerilmiş olup (AM De Livera ve Hyndman, 2011), aşağıdaki denklemler ile ifade edilebilir:

Box-Cox Dönüşümü: Düzensiz çarpık verilerin düzeltilmesi işlemidir. Normal dağılıma sahip olmayan verilerin lambda parametresine göre belirlenmesidir ve formülü eşitlik 14’te gösterilmiştir.

$$y_t^{(\omega)} = \frac{y_t^\omega - 1}{\omega} \text{ if } \omega \neq 0; \quad \log y_t \text{ if } \omega = 0. \quad (14)$$

Dönemsel periyotlar:

$$y_t^{(\omega)} = l_{t-1} + \phi b_{t-1} + \sum_{i=1}^M S_{t-m_i}^{(i)} + d_t \quad (15)$$

Küresel ve yerel trendler:

$$l_t = l_{t-1} + \phi b_{t-1} + a d_t \quad (16)$$

$$b_t = (1 - \phi) b + \phi b_{t-1} + \beta d_t \quad (17)$$

ARMA hatası:

$$d_t = \sum_{i=1}^p \phi_i d_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t \quad (18)$$

Fourier dönemsel terimler:

$$S_t^{(i)} = \sum_{j=1}^{k_i} S_{j,t}^{(i)} \quad (19)$$

$$S_{j,t}^{(i)} = S_{j,t-1}^{(i)} \cos \lambda_j^{(i)} + S_{j,t-1}^{*(i)} \sin \lambda_j^{(i)} + \gamma_1^{(i)} d_t \quad (20)$$

$$S_{j,t}^{*(i)} = -S_{j,t-1}^{(i)} \sin \lambda_j^{(i)} + S_{j,t-1}^{*(i)} \cos \lambda_j^{(i)} + \gamma_2^{(i)} d_t \quad (21)$$

$$\omega = 2\pi j/m_i \quad (22)$$

Formüllerde ω Box-Cox Dönüşümünü, y_t ise t zamanındaki gözlemi ifade etmektedir. l_t , t periyodundaki yerel seviye olup, b_t ise t periyodundaki kısa vadeli eğilimdir. $S_t^{(i)}$ t zamanındaki dönemsel bileşeni gösterirken, d_t ARMA(p,q) sürecini göstermektedir. T ve m dönemsel periyotlar olup, T dönemsel düzenlerdir. λ parametre değeri ifadesini göstermekte olup, m_i i döneminin periyot uzunluğu, k i.dönem periyodunun harmonik dönem sayısıdır. θ ve ARIMA(p,q) katsayıları olup, ε_t Gauss yöntemine göre ortalaması sıfır olan ve normal dağılan değerdir.

Genel olarak TBATS modeli içeriği eşitlik 23'de gösterilmektedir.

$$TBATS(\omega, \emptyset), p, q, \{m_1 k_1\}, \{m_2, k_3\}, \dots, \{m_T, k_T\} \quad (23)$$

3.2. Araştırma Modeli

Araştırma kapsamında iki bağımlı (Toplam Yük, Toplam Konteyner) ve üç bağımsız değişken (GSYİH, Nüfus, Dış Ticaret Açığı = İthalat -İhracat) kullanılmıştır. Analiz aşamasında toplam yük ve toplam konteyner değerleri bağımlı değişken şeklinde alınarak iki farklı panel regresyon modeli oluşturulmuştur. Bu aşamada tüm gerekli varsayımlar (durağanlık, yatay kesit bağımlılığı vb.) analiz içerisinde test edilmektedir. Çalışmada ithalat ve ihracat verilerinin birbiri ile bağımlı olduğu bilgisi literatür araştırmasında tespit edildiği için, değişkenler tek başına ele alınmayıp, dış ticaret açığı verisi ile çalışmada yer almaktadır. Verilerin temininde TÜİK ve T.C Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı resmi kaynakları kullanılmış olup, TÜRKLİM Sektör Raporu verileri de çalışmaya dahil edilmiştir. Marmara Bölgesi'nde

yer alan tüm illerin ve bu illere bağılı liman başkanlıklarının verilerinin kullanıldığı çalışmada, tüm bağımlı ve bağımsız değışkenlerin 2012-2021 yılları arasındaki verileri incelenerek, değışkenlerin toplam yük ve toplam konteyner talebi üzerine olan etkisinin tespiti amaçlanmıştır.

Panel regresyon modellerinin ardından parçadan bütüne gidilerek Kuzeydoğı Marmara'ya ait toplam veriler alınarak, toplam yük ve konteyner değıerleri zaman serisi öngörü teknikleri ile tahmin edilmiştir. Öngörü tekniklerinden ARIMA, ETS, ELM sinir ağıları ve MLP sinir ağıları yöntemleri uygulanmış olup, tek tahmin yöntemine bağılı kalmaksızın farklı tahmin yöntemleri ile kıyaslama yapılması amaçlanmıştır. Tüm analizler R programında özel kod yazımı şeklinde yapılmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. BULGULAR

Uygulanacak yöntemler belirlenerek verilerin elde edilmesi akabinde, regresyon modeli açıklanmış ve ilgili tahmin yöntemleri ile en uygun talep tahminini veren yöntem belirlenmiştir. Bu bölümde yapılan çalışmaya yönelik veriler, analiz ve bulgulara yer verilmektedir.

4.1. Araştırmanın Veri Seti

Araştırma kapsamında Marmara Bölgesi illerine ait GSYİH, İthalat, İhracat ve Nüfus bilgileri, TÜİK verilerinden temin edilmiş olup, liman başkanlıkları ve bu hinterland içerisinde bulunan limanların yük elleçlemesine ilişkin veriler de T.C Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı 2022 yılı istatistiki bilgi verilerinden (URL10) temin edilmiştir. Veriler il bazında ayrıştırılmış olup, denize kıyısı bulunmayan iller analizin dışında bırakılmıştır. Bu iller haricinde konteyner limanı bulunmayan, geçici olarak veri setinin içerisinde bulunan yıllarda RO-RO limanı vasıtası ile konteyner elleçlemesi yapılan, geçici olarak taşımaya aracılık edilen limanları bulunan illerde, hatalı sonuç elde edilmemesi amacı ile aykırı değer olarak çalışma dışında bırakılmıştır. Panel veri analizine uygun olabilmesi adına veriler farklı illerin farklı dönemlerine ait olarak düzenlenmiş, bu kapsamda 2012-2021 yılları arasındaki veriler çalışmada değerlendirmeye alınmıştır. Araştırma kapsamında verilerin iki tanesinin bağımlı (Toplam Yük, Toplam Konteyner) ve üç tanesinin bağımsız değişken (GSYİH, Nüfus, Dış Ticaret Açığı = İthalat -İhracat) olduğu tespit edilerek, analiz buna uygun şekilde yapılmıştır.

4.2. Panel Veri Analizi ve Öngörü Teknikleri Bulguları

Bu bölümde araştırma değişkenleri kullanılarak panel regresyon analizleri ve zaman serisi öngörü teknikleri uygulanmıştır. Analiz aşaması için Balıkesir, Bursa, Çanakkale, İstanbul, Kocaeli ve Tekirdağ illeri kapsamında (N=6) 2012-2021 (T=10) yılları arasındaki toplam yük, toplam konteyner, gayri safi yurt içi hasıla, nüfus ve

ihracatın ithalatı karşılama oranı (İİKO) değişkenleri kullanılmıştır. Verilerin değer aralığı yüksek olan değişkenler için doğal logaritması alınmış toplam yük (LTYÜK), toplam konteyner (LTOPKONT), gayrı safi yurt içi hasıla (LGSYİH) ve nüfus değişkenleri (LNÜFUS) üzerinden analizler yapılmıştır.

Araştırmada toplam yük ve toplam konteyner verileri bağımlı; gayrı safi yurt içi hasıla, nüfus ve ihracatın ithalatı karşılama oranı verileri bağımsız değişken olarak kullanılarak iki farklı panel regresyon modeli oluşturulmuştur. Panel veri analizi için kullanılan veri seti mikro panel yapısına uyduğu için araştırma değişkenlerinin durağanlığı incelenmemiştir (Baltagi, 2013; Yıldız ve Demireli, 2019).

Analiz bulgularında ilk olarak araştırma değişkenleri için tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. Sonraki aşamada yatay kesit bağımlılığı incelenmiştir. Yatay kesit bağımlılığı incelenirken verilerin içinde yer alan il ve yıl değişken sayılarına göre $T > N$ olduğu için, Lagrange-Multiplier (LM) testi uygulanmıştır (De Hoyos ve Sarafidis, 2006). Bağımlılıklar hem model hem de değişken bazlı değerlendirilmiştir.

Toplam yük ve toplam konteyner değişkenleri ile panel regresyon modelleri tahmin edilirken; havuzlanmış en küçük kareler (EKK), rassal etki ve sabit etki türü arasında seçim yapılmıştır. Bu seçimler F-testi, Breusch-Pagan LM testi ve Hausman testi ile gerçekleştirilmiştir (Hausman, 1978; Hausman ve Taylor, 1981). En uygun etki türleri seçildikten sonra her iki model için değişen varyans (heteroskedastisite) ve ardışık bağımlılık (otokorelasyon) problemleri kontrol edilmiştir. Modellerde değişen varyans problemini incelemek için Breusch-Pagan (BP) testi, ardışık bağımlılık problemini incelemek için Breusch-Godfrey (BG) testi uygulanmıştır (Torres-Reyna, 2010).

Toplam yük ve toplam konteyner değişkenleri ile kurulan panel regresyon modellerinde yatay kesit bağımlılığı, ardışık bağımlılık veya değişen varyans problemi tespit edildiğinde, model katsayılarının anlamlılığı için dirençli Driscoll-Kraay (Driscoll-Kraay, 2008) kovaryans tahmincisi kullanılmıştır (Hoechle, 2007).

Panel veri analizleri tamamlandıktan sonra altı il için ayrı ayrı ham olarak ele alınan toplam yük ve toplam konteyner verilerinin gelecek dönemdeki verilerini tahmin etmek üzere zaman serisi öngörü modelleri kullanılmıştır. Öngörü modelleri için ARIMA, üstel düzleştirme (ETS), TBATS, çok katmanlı sinir ağları (MLP) ve ekstrem makine öğrenme (ELM) sinir ağları teknikleri kullanılmıştır. Zamana göre toplam yük ve toplam konteyner verileri %70'i eğitim ve %30'u test şeklinde ayrıştırılarak, test verilerinin hata kareler ortalamaları üzerinden modellerin performansları incelenmiştir. İl bazında toplam yük ve konteyner verilerini tahminlemek için kullanılan modellerin performansı, ortalama kare hata (MSE), ortalama mutlak hata (MAE) ve ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) ölçütleri üzerinden değerlendirilmiştir. Performans açısından en başarılı bulunan öngörü modelleri ile toplam yük ve toplam konteyner verilerinin gelecek yıllara yönelik nihai tahminleri elde edilmiştir.

Araştırmada test sonuçları için hata payı %1, %5 ve %10 olarak belirlenmiştir. Ekonometrik analiz bulguları R programındaki plm (Croissant ve Millo, 2018), lmtest (Zeileis ve Hothorn, 2002), forecast (Hyndman ve Khandakar, 2008) ve nnfor (Kourentzes, 2022) paketleri kullanılarak elde edilmiştir.

Tablo 4. 1 Araştırma verilerine ait tanımlayıcı istatistikler

Değişken	Ort	SS	Min	Maks	Çarp	Bas
LTYÜK	6.141	1.374	3.413	7.570	-0.720	1.964
LTOPKONT	5.113	1.376	2.255	6.553	-0.686	1.910
LGSYİH	7.665	0.544	6.912	8.787	0.824	2.745
LNÜFUS	6.282	0.464	5.693	7.200	0.855	2.750
İİKO	1.093	0.419	0.370	2.508	0.859	3.899

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum, Çarp: Çarpıklık, Bas: Basıklık

Tablo 4.1'de altı il için 2012-2021 yılları arasındaki toplam yük, toplam konteyner, gayri safi yurt içi hasıla, nüfus ve ihracatın ithalatı karşılama oranı değişkenleri için tanımlayıcı istatistik sonuçları gösterilmektedir. Bulgulara göre, LTYÜK ortalaması 6.141, LTOPKONT ortalaması 5.113, LGSYİH ortalaması 7.665, LNÜFUS ortalaması 6.282 ve İİKO ortalaması 1.093 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.2’de altı ile ait 2012-2021 yılları arasındaki toplam yük, toplam konteyner, gayri safi yurt içi hasıla, nüfus ve ihracatın ithalatı değişkenleri ile toplam yük değişkeninin bağımlı olduğu ilk model (Model-1) ve toplam konteyner değişkeninin bağımlı olduğu ikinci model (Model-2) için elde edilmiş yatay kesit bağımlılığı testi sonuçları gösterilmektedir. Test bulgularına göre toplam yük ve toplam konteyner değişkenlerinin bağımlı olarak kullanıldığı panel regresyon modellerinde yatay kesit bağımlılığı istatistiksel açıdan anlamlıdır ($p<0.01$). Araştırmada yer alan toplam yük, toplam konteyner, gayri safi yurt içi hasıla, nüfus ve ihracatın ithalatı karşılama oranı değişkenleri için de yatay kesit bağımlılığı anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$). Bu sonuçlar hem model hem de değişkenler bazında yatay kesit bağımlılığının var olduğuna işaret etmektedir.

Tablo 4. 2 Yatay kesit bağımlılığı testi sonuçları

	CD test
Model-1	108.820*** (0.000)
Model-2	107.090*** (0.000)
LTYÜK	13.730*** (0.000)
LTOPKONT	14.225*** (0.000)
LGSYİH	16.424*** (0.000)
LNÜFUS	16.421*** (0.000)
İİKO	14.094*** (0.000)

* $p<0.10$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$

4.2.1. Toplam Yük Değerlerinin Bağımlı Olduğu Panel Regresyon Analizi Sonuçları

Tablo 4. 3 Model-1 için F-testi sonucu

Model	F-testi
Model-1 (Toplam yük bağımlı)	0.512 (0.859)

Tablo 4.3’de toplam yük değişkeninin bağımlı olarak kullanıldığı panel regresyon modeli kapsamında, havuzlanmış EKK ile sabit etki arasında etki türü seçimi için uygulanan F-testi sonucu gösterilmektedir. F-testi sonucu istatistiksel

olarak anlamlı olmadığı için, toplam yük değişkeninin bağımlı olduğu modelde sabit etki yerine havuzlanmış EKK etki türü tercih edilecektir ($p>0.10$).

Tablo 4. 4 Model-1 için Breusch-Pagan LM testi sonucu

Model	LM-testi
Model-1 (Toplam yük bağımlı)	2.860* (0.094)

* $p<0.10$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$

Tablo 4.4’de toplam yük değişkeninin bağımlı olarak kullanıldığı panel regresyon modeli kapsamında, havuzlanmış EKK ile rassal etki arasında etki türü seçimi için uygulanan LM-testi sonucu gösterilmektedir. LM-testi sonucu istatistiksel olarak anlamlı olduğu için, toplam yük değişkeninin bağımlı olduğu modelde havuzlanmış EKK yerine rassal etki türü tercih edilecektir ($p<0.10$).

Tablo 4. 5 Model-1 için Hausman testi sonucu

Model	Hausman testi
Model-1 (Toplam yük bağımlı)	3.510 (0.319)

Tablo 4.5’de toplam yük değişkeninin bağımlı olarak kullanıldığı panel regresyon modeli kapsamında, rassal etki ile sabit etki arasında etki türü seçimi için uygulanan Hausman testi sonucu gösterilmektedir. Hausman testi sonucu istatistiksel olarak anlamlı olmadığı için, toplam yük değişkeninin bağımlı olduğu modelde sabit etki yerine rassal etki türü tercih edilecektir ($p>0.10$). Toplam yük değişkeninin bağımlı olarak kullanıldığı panel regresyon analizi için uygulanan F-testi, Breusch-Pagan LM testi ve Hausman testi sonuçları bir arada değerlendirildiğinde, rassal etki türü tercih edilmiştir.

Tablo 4. 6 Model-1 için ardışık bağımlılık testi

Model	Breusch–Godfrey otokorelasyon testi
Model-1 (Toplam yük bağımlı)	40.700*** (0.000)

* $p<0.10$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$

Tablo 4.6’da toplam yük değişkeninin bağımlı olarak kullanıldığı panel regresyon modeline ait ardışık bağımlılık testi sonucu gösterilmektedir. Test istatistiğinin anlamlılığına göre bu modelde anlamlı bir ardışık bağımlılık problemi mevcuttur ($p<0.01$).

Tablo 4. 7 Model-1 için değişen varyans testi

Model	Breusch–Pagan değişen varyans testi
Model-1 (Toplam yük bağımlı)	8.984** (0.029)

* $p<0.10$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$

Tablo 4.7’de toplam yük değişkeninin bağımlı olarak kullanıldığı panel regresyon modeline ait değişen varyans testi sonucu gösterilmektedir. Test istatistiğinin anlamlılığına göre bu modelde anlamlı bir değişen varyans problemi mevcuttur ($p<0.01$).

Tablo 4. 8 Model-1 için panel regresyon modelinin katsayı istatistikleri

Değişken	Katsayı
Sabit	-7.652*** (0.000)
LGSYİH	4.248*** (0.001)
LNÜFUS	-2.917** (0.046)
İİKO	-0.402 (0.234)
$R^2=0.661$	
Adj $R^2=0.643$	

*** $p<0.01$, ** $p<0.05$, * $p<0.1$, R^2 : Belirtme katsayısı, Adj- R^2 : Düzeltilmiş belirtme katsayısı

Tablo 4.8’de toplam yük değişkenini etkileyen faktörleri belirlemek üzere rassal etki türü ile yatay kesit bağımlılığına dirençli Drisscol-Kraay tahmincisi kullanılarak elde edilmiş panel regresyon modeli sonuçları verilmiştir. Bu modelin regresyon katsayılarına göre; gayri safi yurt içi hasıla ve nüfus değişkenleri, altı ildeki toplam yük verileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahiptir ($p<0.05$). Ancak bu modelde ihracatın ithalatı karşılama oranı, toplam yük değişkeni üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip değildir ($p>0.10$). Bu modeldeki regresyon katsayılarına bakıldığında, gayri safi yurt içi hasıla değerlerindeki %1’lik artışın

toplam yük değerlerinde %4.248 oranında bir artışa yol açacağı görülmektedir. Ayrıca nüfustaki %1'lik artış, toplam yük değerlerinde %2.917 oranında bir azalışa yol açmaktadır.

4.2.2. Toplam Konteyner Değerlerinin Bağımlı Olduğu Panel Regresyon Analizi Sonuçları

Tablo 4. 9 Model-2 için F-testi sonucu

Model	F-testi
Model-2 (Toplam konteyner bağımlı)	0.453 (0.898)

Tablo 4.9'da toplam konteyner değişkeninin bağımlı olarak kullanıldığı panel regresyon modeli kapsamında, havuzlanmış EKK ile sabit etki arasında etki türü seçimi için uygulanan F-testi sonucu gösterilmektedir. F-testi sonucu istatistiksel olarak anlamlı olmadığı için, toplam konteyner değişkeninin bağımlı olduğu modelde sabit etki yerine havuzlanmış EKK etki türü tercih edilecektir ($p > 0.10$).

Tablo 4. 10 Model-2 için Breusch-Pagan LM testi sonucu

Model	LM-testi
Model-2 (Toplam konteyner bağımlı)	3.180* (0.074)

* $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

Tablo 4.10'da toplam konteyner değişkeninin bağımlı olarak kullanıldığı panel regresyon modeli kapsamında, havuzlanmış EKK ile rassal etki arasında etki türü seçimi için uygulanan LM-testi sonucu gösterilmektedir. LM-testi sonucu istatistiksel olarak anlamlı olduğu için, toplam konteyner değişkeninin bağımlı olduğu modelde havuzlanmış EKK yerine rassal etki türü tercih edilecektir ($p < 0.10$).

Tablo 4. 11 Model-2 için Hausman testi sonucu

Model	Hausman testi
Model-2 (Toplam konteyner bağımlı)	3.128 (0.372)

Tablo 4.11’de toplam konteyner değişkeninin bağımlı olarak kullanıldığı panel regresyon modeli kapsamında, rassal etki ile sabit etki arasında etki türü seçimi için uygulanan Hausman testi sonucu gösterilmektedir. Hausman testi sonucu istatistiksel olarak anlamlı olmadığı için, toplam konteyner değişkeninin bağımlı olduğu modelde sabit etki yerine rassal etki türü tercih edilecektir ($p>0.10$).

Toplam konteyner değişkeninin bağımlı olarak kullanıldığı panel regresyon analizi için uygulanan F-testi, Breusch-Pagan LM testi ve Hausman testi sonuçları bir arada değerlendirildiğinde, rassal etki türü tercih edilmiştir.

Tablo 4. 12 Model-2 için ardışık bağımlılık testi

Model	Breusch–Godfrey otokorelasyon testi
Model-2 (Toplam konteyner bağımlı)	8.984*** (0.029)
* $p<0.10$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$	

Tablo 4.12’de toplam konteyner değişkeninin bağımlı olarak kullanıldığı panel regresyon modeline ait ardışık bağımlılık testi sonucu gösterilmektedir. Test istatistiğinin anlamlılığına göre bu modelde anlamlı bir ardışık bağımlılık problemi mevcuttur ($p<0.01$).

Tablo 4. 13 Model-2 için değişen varyans testi

Model	Breusch–Pagan değişen varyans testi
Model-2 (Toplam konteyner bağımlı)	41.167*** (0.000)
* $p<0.10$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$	

Tablo 4.13’de toplam konteyner değişkeninin bağımlı olarak kullanıldığı panel regresyon modeline ait değişen varyans testi sonucu gösterilmektedir. Test istatistiğinin anlamlılığına göre bu modelde anlamlı bir değişen varyans problemi mevcuttur ($p<0.01$).

Tablo 4.14’de toplam konteyner değişkenini etkileyen faktörleri belirlemek üzere rassal etki türü ile yatay kesit bağımlılığına dirençli Driscoll-Kraay tahmincisi kullanılarak elde edilmiş panel regresyon modeli sonuçları verilmiştir. Bu

modelin regresyon katsayılarına göre; gayrı safi yurt içi hasıla değişkeni, altı ildeki toplam konteyner verileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahiptir ($p<0.05$). Ancak bu modelde nüfus ve ihracatın ithalatı karşılama oranı, toplam konteyner değişkeni üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip değildir ($p>0.10$). Bu modeldeki regresyon katsayılarına bakıldığında, gayrı safi yurt içi hasıla değerlerindeki %1’lik artışın toplam konteyner değerlerinde %4.386 oranında bir artışa yol açacağı görülmektedir.

Tablo 4. 14 Model-2 için panel regresyon modelinin katsayı istatistikleri

Değişken	Katsayı
Sabit	-8.742*** (0.026)
LGSYİH	4.386* (0.087)
LNÜFUS	-3.069 (0.311)
İİKO	-0.444 (0.353)
$R^2=0.684$	
Adj $R^2=0.668$	

*** $p<0.01$, ** $p<0.05$, * $p<0.1$, R^2 : Belirtme katsayısı, Adj- R^2 : Düzeltilmiş belirtme katsayısı

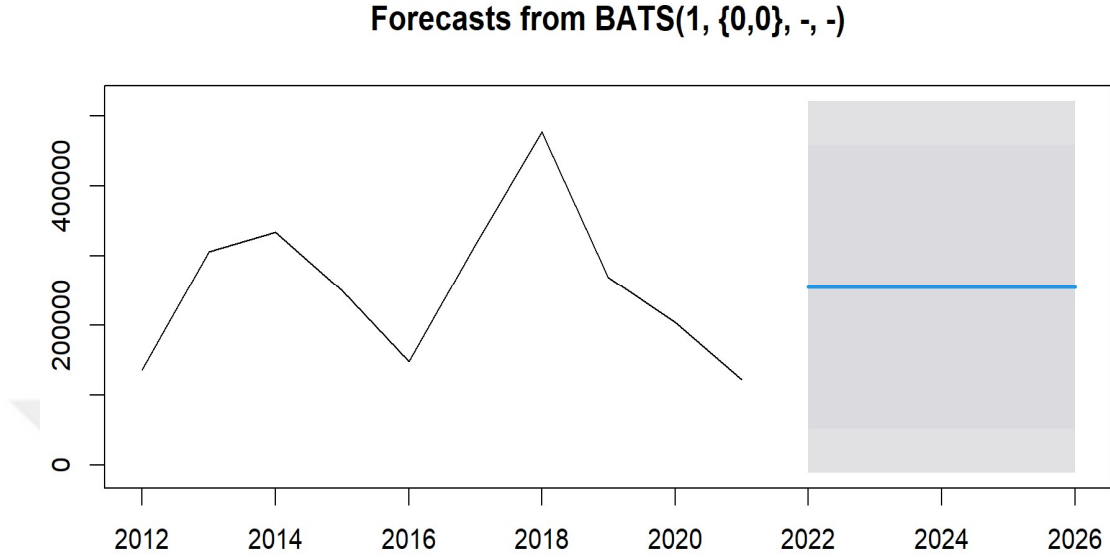
4.2.3. Zaman serisi öngörü modellerine ait analiz sonuçları

Tablo 4. 15 Balıkesir ilinde toplam yük tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	10496354425	82767.670	57.774
ETS	10496181308	82766.620	57.773
TBATS	9942034803	79348.390	55.853
MLP	18777940843	121192.420	79.576
ELM	15066886564	106869.170	71.309

Tablo 4,15’de Balıkesir illindeki toplam yük verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir. Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre Balıkesir’de toplam yük verilerinin MSE (**9942034803**), MAE (**79348.390**), MAPE (**55.853**) sonuçlarında en düşük değerler

TBATS modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, TBATS modeli Balıkesir’de toplam yük verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. 1 Balıkesir iline ait beş yıllık toplam yük tahminleri

Şekil 4.1’de Balıkesir illindeki toplam yük verileri için TBATS modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre Balıkesir’in gelecek beş yıllık döneminde toplam yük miktarının durağan ve yaklaşık 254852.9 ton düzeyinde olacağı öngörülmektedir.

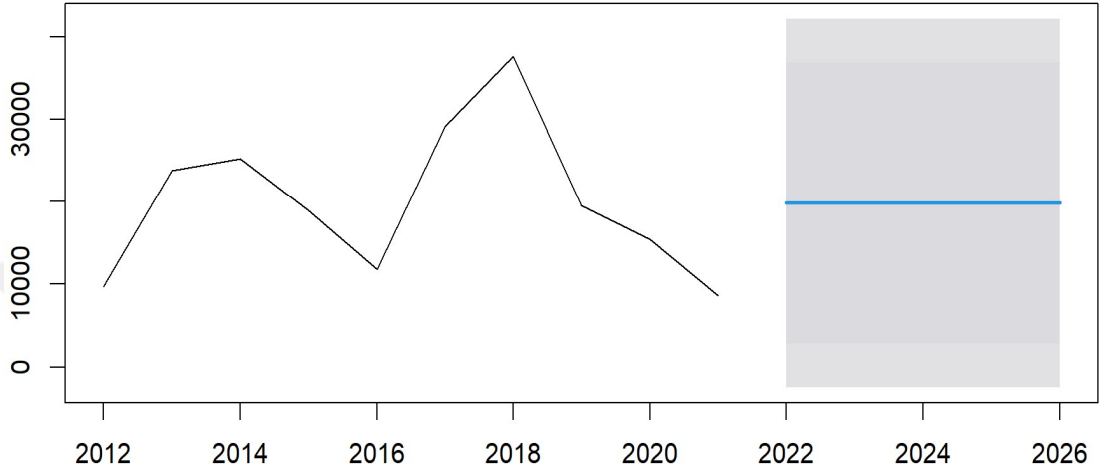
Tablo 4. 16 Balıkesir ilinde toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	81024420	7801.524	72.524
ETS	81001960	7800.084	72.513
TBATS	75987594	7471.743	69.976
MLP	1392188391	36908.065	299.740
ELM	6217161381	64377.404	420.843

Tablo 4.16’da Balıkesir illindeki toplam konteyner verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir. Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre Balıkesir’de toplam konteyner verilerinin

MSE (75987594), MAE (7471.743), MAPE (69.976) sonuçlarında en düşük değerler TBATS modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, TBATS modeli Balıkesir’de toplam konteyner verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.

Forecasts from BATS(1, {0,0}, -, -)



Şekil 4. 2 Balıkesir iline ait beş yıllık toplam konteyner tahminleri

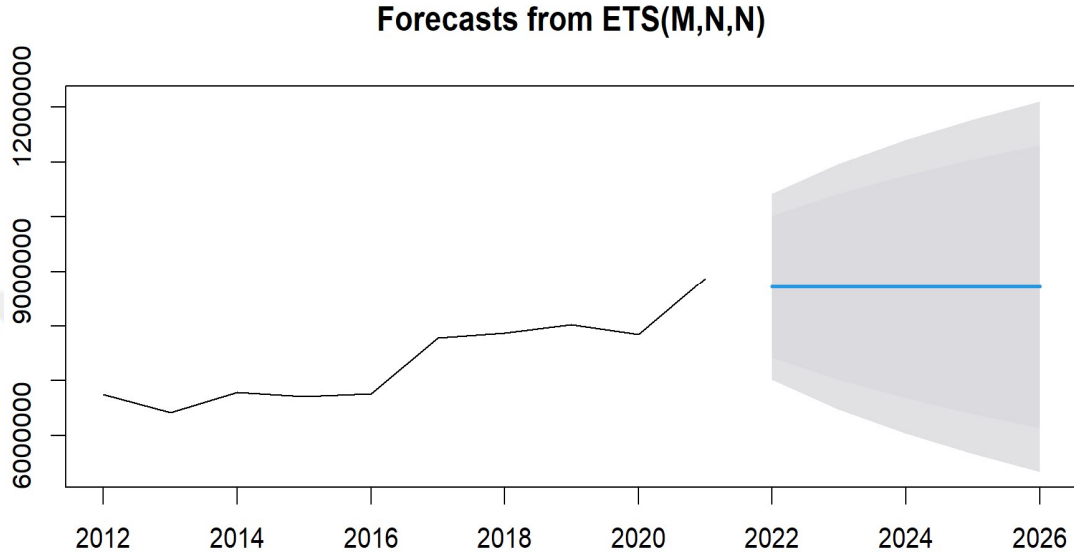
Şekil 4.2’de Balıkesir illindeki toplam konteyner verileri için TBATS modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre Balıkesir’in gelecek beş yıllık döneminde toplam konteyner miktarının durağan ve yaklaşık 19860.8 ton düzeyinde olacağı öngörülmektedir.

Tablo 4. 17 Bursa ilinde toplam yük tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	340131196554	390613.700	4.475
ETS	132838673166	317065.600	3.753
TBATS	164163760331	343504.500	4.042
MLP	257090730641	360505.700	4.163
ELM	1610157304293	1186708.700	14.150

Tablo 4.17’de Bursa illindeki toplam yük verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir.

Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre Bursa’da toplam yük verilerinin MSE (**132838673166**), MAE (**317065.600**), MAPE (**3.753**) sonuçlarında en düşük değerler ETS modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, ETS modeli Bursa’da toplam yük verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. 3 Bursa iline ait beş yıllık toplam yük tahminleri

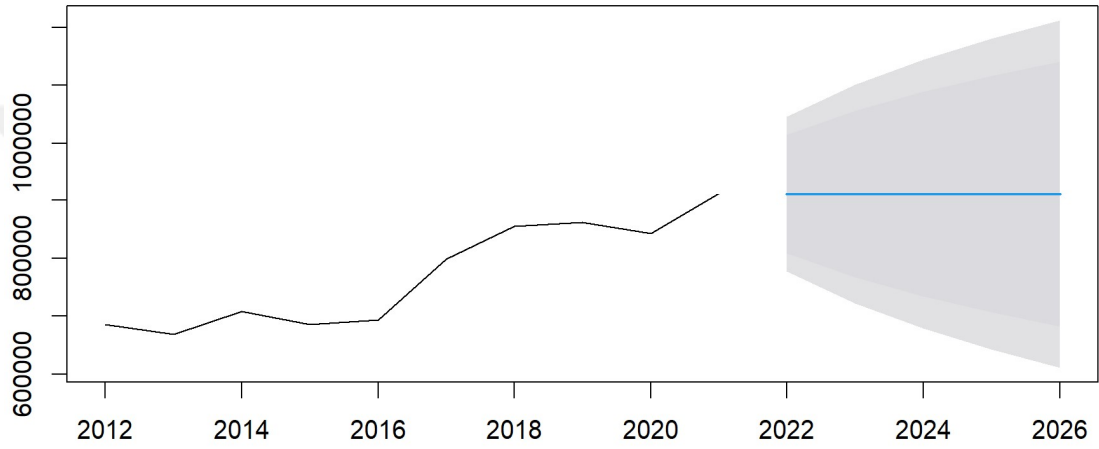
Şekil 4.3’de Bursa illindeki toplam yük verileri için ETS modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre Bursa’nın gelecek beş yıllık döneminde toplam yük miktarının durağan ve yaklaşık 8719960 ton düzeyinde olacağı öngörülmektedir.

Tablo 4. 18 Bursa ilinde toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	1954605699	39079.670	4.535
ETS	474521386	21732.210	2.499
TBATS	891468435	26565.890	3.015
MLP	4897687292	65347.300	7.579
ELM	19616998086	137041.170	15.622

Tablo 4.18’de Bursa illindeki toplam konteyner verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir. Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre Bursa’da toplam konteyner verilerinin MSE (474521386), MAE (21732.210), MAPE (2.499) sonuçlarında en düşük değerler ETS modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, ETS modeli Bursa’da toplam konteyner verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.

Forecasts from ETS(A,N,N)



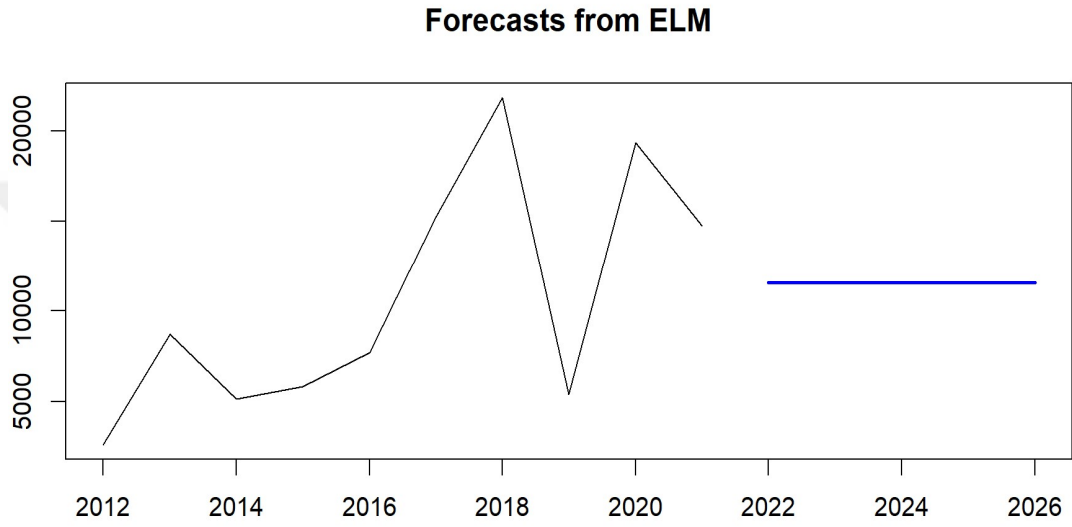
Şekil 4. 4 Bursa iline ait beş yıllık toplam konteyner tahminleri

Şekil 4.4’de Bursa illindeki toplam konteyner verileri için ETS modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre Bursa’nın gelecek beş yıllık döneminde toplam konteyner miktarının durağan ve yaklaşık 911605.1 ton düzeyinde olacağı öngörülmektedir.

Tablo 4. 19 Çanakkale ilinde toplam yük tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	249242420	15121.000	175.517
ETS	221245600	14124.455	167.326
TBATS	274417394	15835.746	171.044
MLP	119182461	10186.514	126.222
ELM	37754159	5851.467	58.176

Tablo 4.19’da Çanakkale illindeki toplam yük verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir. Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre Çanakkale’de toplam yük verilerinin MSE (**37754159**), MAE (**5851.467**), MAPE (**58.176**) sonuçlarında en düşük değerler ELM modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, ELM modeli Çanakkale’de toplam yük verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.



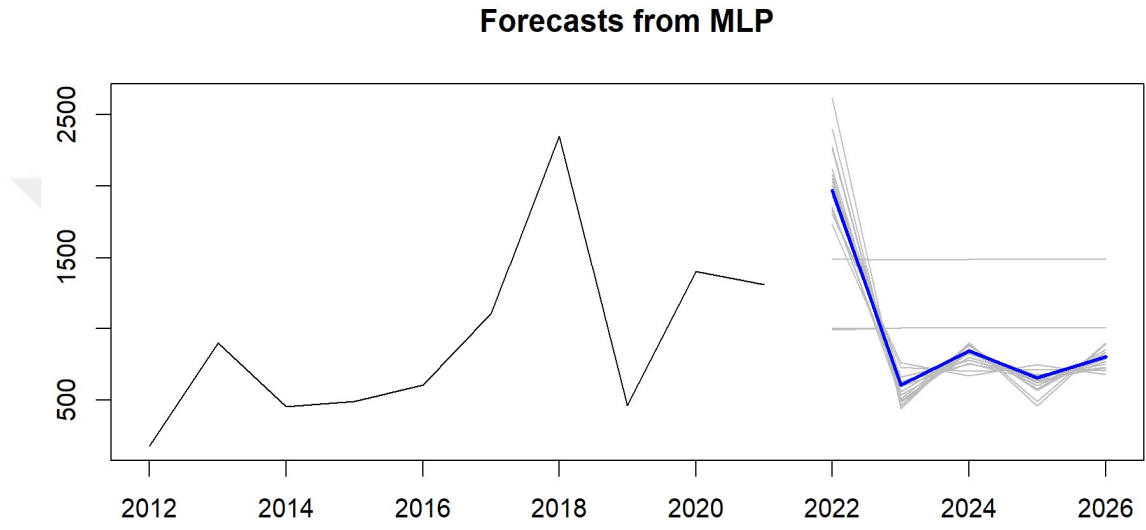
Şekil 4. 5 Çanakkale iline ait beş yıllık toplam yük tahminleri

Şekil 4.5’da Çanakkale illindeki toplam yük verileri için ELM modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre Çanakkale’nin gelecek beş yıllık döneminde toplam yük miktarının durağan ve yaklaşık 11554.44 ton düzeyinde olacağı öngörülmektedir.

Tablo 4. 20 Çanakkale ilinde toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	211502.800	456.810	52.638
ETS	10196114.800	3156.479	366.391
TBATS	3383606.900	1786.529	208.137
MLP	167373.600	248.744	51.598
ELM	179332.200	412.733	55.574

Tablo 4.20’de Çanakkale illindeki toplam konteyner verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir. Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre Çanakkale’de toplam konteyner verilerinin MSE (**167373.600**), MAE (**248.744**), MAPE (**51.598**) sonuçlarında en düşük değerler MLP modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, MLP modeli Çanakkale’de toplam konteyner verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.



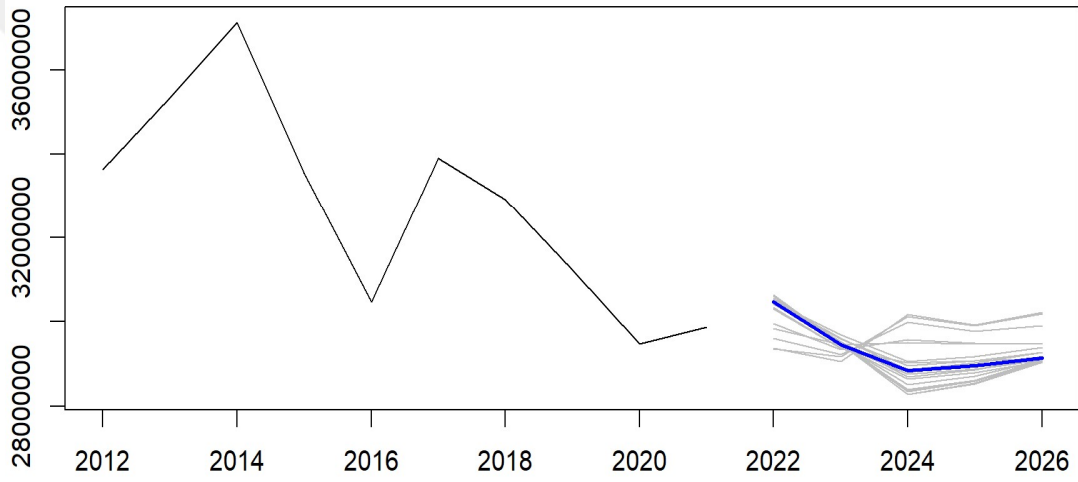
Şekil 4. 6 Çanakkale iline ait beş yıllık toplam konteyner tahminleri

Şekil 4.6’da Çanakkale illindeki toplam konteyner verileri için MLP modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre Çanakkale’nin gelecek beş yıllık dönemde toplam konteyner miktarının aşağı yönlü bir trende sahip olacağı öngörülmektedir. Bu trendin sırasıyla beş yıl için 1968.577, 608.797, 842.798, 658.577, 803.605 ton şeklinde seyredeceği tahmin edilmiştir.

Tablo 4.21’de İstanbul illindeki toplam yük verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir. Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre İstanbul’da toplam yük verilerinin MSE (**6094880850120**), MAE (**2303517**), MAPE (**7.707**) sonuçlarında en düşük değerler MLP modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, MLP modeli İstanbul’da toplam yük verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.

Tablo 4. 21 İstanbul ilinde toplam yük tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	13951075007679	3656886	12.182
ETS	15549349822544	3869249	12.886
TBATS	14312510423505	3705975	12.345
MLP	6094880850120	2303517	7.707
ELM	14217599988814	3693148	12.303

Forecasts from MLP**Şekil 4. 7** İstanbul iline ait beş yıllık toplam yük tahminleri

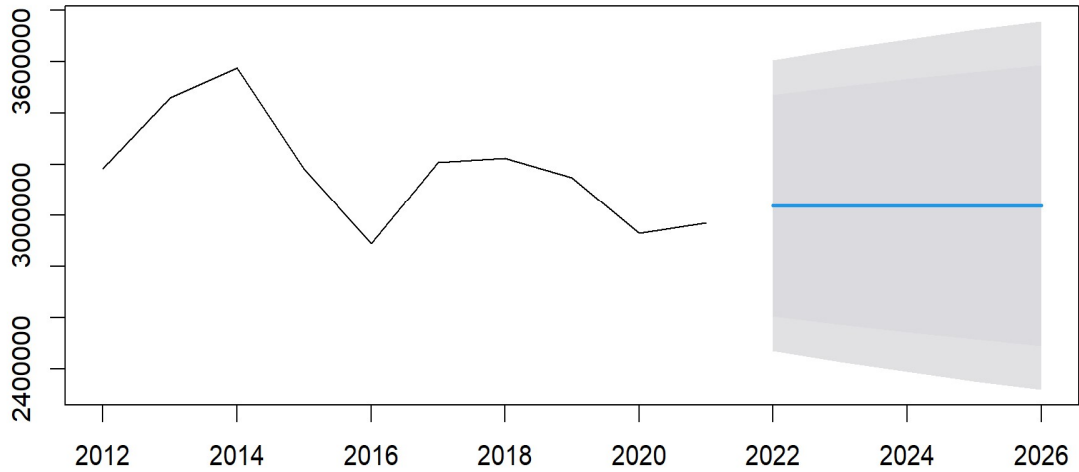
Şekil 4.7’de İstanbul illindeki toplam yük verileri için MLP modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre İstanbul’un gelecek beş yıllık döneminde toplam yük miktarının aşağı yönlü bir trende sahip olacağı öngörülmektedir. Bu trendin İstanbul’daki toplam yük miktarı bazında sırasıyla beş yıl için 30476772, 29459392, 28839341, 28953014, 29143699 ton şeklinde seyredeceği tahmin edilmiştir.

Tablo 4. 22 İstanbul ilinde toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	62501683010	231198.7	7.772
ETS	62495070153	231184.4	7.771
TBATS	64667670330	235836.5	7.926
MLP	68994906455	243051.6	8.170
ELM	67556303839	241883.2	8.127

Tablo 4.22’de İstanbul illindeki toplam konteyner verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir. Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre İstanbul’da toplam konteyner verilerinin MSE (**62495070153**), MAE (**231184.4**), MAPE (**7.771**) sonuçlarında en düşük değerler ETS modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, ETS modeli İstanbul’da toplam konteyner verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.

Forecasts from ETS(M,N,N)



Şekil 4. 8 İstanbul iline ait beş yıllık toplam konteyner tahminleri

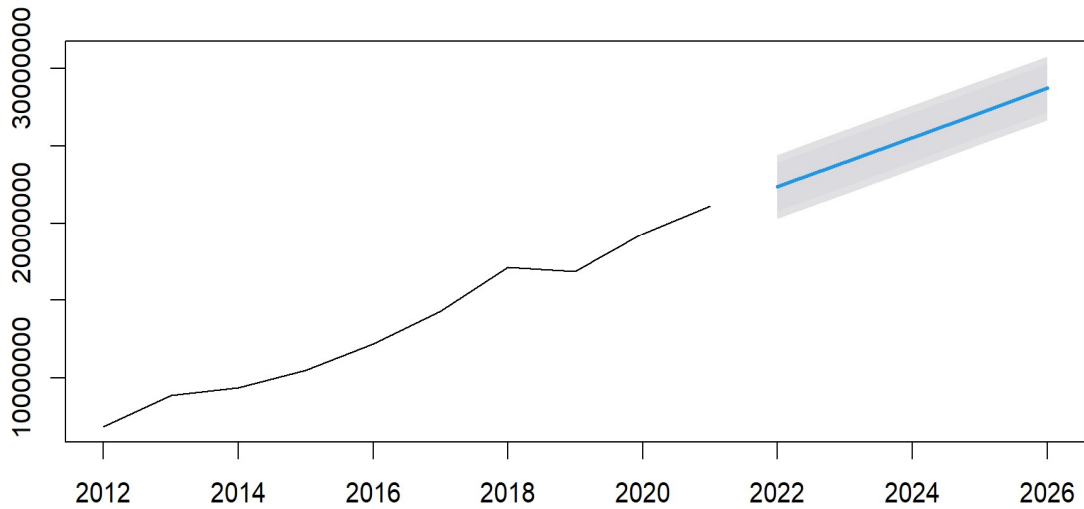
Şekil 4.8’de İstanbul illindeki toplam konteyner verileri için ETS modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre İstanbul’un gelecek beş yıllık döneminde toplam konteyner miktarının durağan ve yaklaşık 3037752 TEU düzeyinde olacağı öngörülmektedir.

Tablo 4.23’de Kocaeli illindeki toplam yük verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir. Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre Kocaeli’nde toplam yük verilerinin MSE (**373804639359**), MAE (**413547.100**), MAPE (**2.400**) sonuçlarında en düşük değerler ETS modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, ETS modeli Kocaeli’nde toplam yük verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.

Tablo 4. 23 Kocaeli ilinde toplam yük tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	2384832349387	1498014.300	8.086
ETS	373804639359	413547.100	2.400
TBATS	10464896946576	3115391.900	16.059
MLP	9993633050617	3128610.900	16.699
ELM	12370409464528	3484100.000	18.155

Forecasts from ETS(A,A,N)



Şekil 4. 9 Kocaeli iline ait beş yıllık toplam yük tahminleri

Şekil 4.9’da Kocaeli illindeki toplam yük verileri için ETS modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre Kocaeli’nin gelecek beş yıllık döneminde toplam yük miktarının yukarı yönlü bir trende sahip olacağı öngörülmektedir. Bu trendin Kocaeli’ndeki toplam yük miktarı

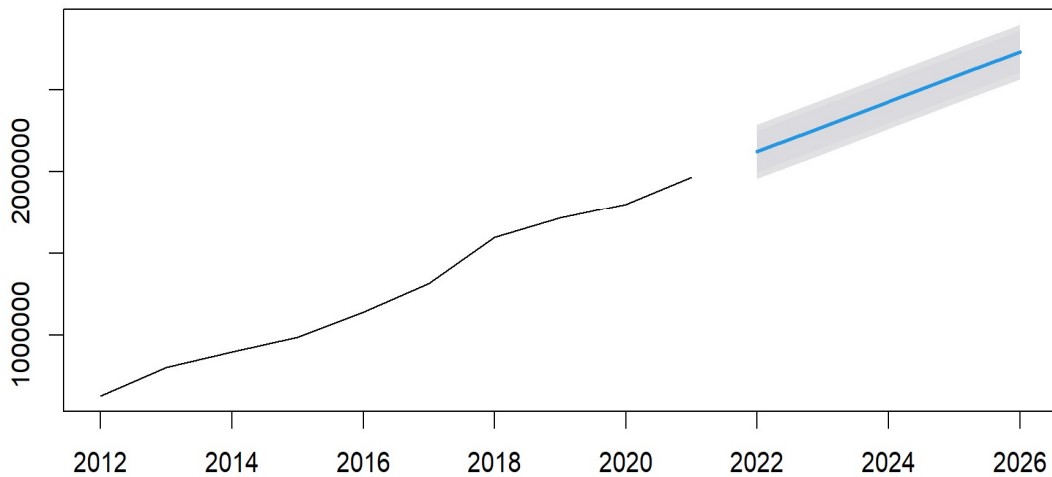
bazında sırasıyla beş yıl için 22388322, 23977428, 25566533, 27155639, 28744745 ton şeklinde seyredeceği tahmin edilmiştir.

Tablo 4. 24 Kocaeli ilinde toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	9680344223	92182.330	4.981
ETS	965639497	23588.910	1.346
TBATS	69135454906	226625.870	12.036
MLP	108175251522	320395.280	17.478
ELM	96068614796	289980.840	15.628

Tablo 4.24’de Kocaeli illindeki toplam konteyner verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir. Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre Kocaeli’nde toplam konteyner verilerinin MSE (**965639497**), MAE (**23588.910**), MAPE (**1.346**) sonuçlarında en düşük değerler ETS modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, ETS modeli Kocaeli’nde toplam konteyner verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.

Forecasts from ETS(A,A,N)



Şekil 4. 10 Kocaeli iline ait beş yıllık toplam konteyner tahminleri

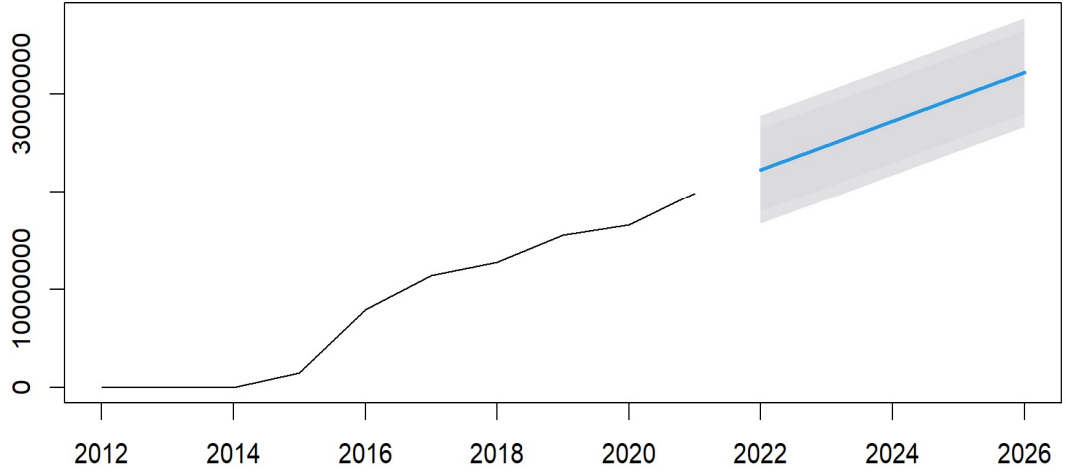
Şekil 4.10’da Kocaeli illindeki toplam konteyner verileri için ETS modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre Kocaeli’nin gelecek beş yıllık döneminde toplam konteyner miktarının yukarı yönlü bir trende sahip olacağı öngörülmektedir. Bu trendin Kocaeli’ndeki toplam konteyner miktarı bazında sırasıyla beş yıl için 2122693, 2274632, 2426571, 2578509, 2730448 TEU şeklinde seyredeceği tahmin edilmiştir.

Tablo 4. 25 Tekirdağ ilinde toplam yük tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	383556796395	596053.900	3.423
ETS	355047716326	549379.800	3.329
TBATS	23064010687775	4429583.400	24.710
MLP	28483952650012	5003235.300	28.051
ELM	39500477769873	5923729.200	33.269

Tablo 4.25’de Tekirdağ illindeki toplam yük verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir. Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre Tekirdağ’da toplam yük verilerinin MSE (**355047716326**), MAE (**549379.800**), MAPE (**3.329**) sonuçlarında en düşük değerler ETS modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, ETS modeli Tekirdağ’da toplam yük verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.

Forecasts from ETS(A,A,N)



Şekil 4. 11 Tekirdağ iline ait beş yıllık toplam yük tahminleri

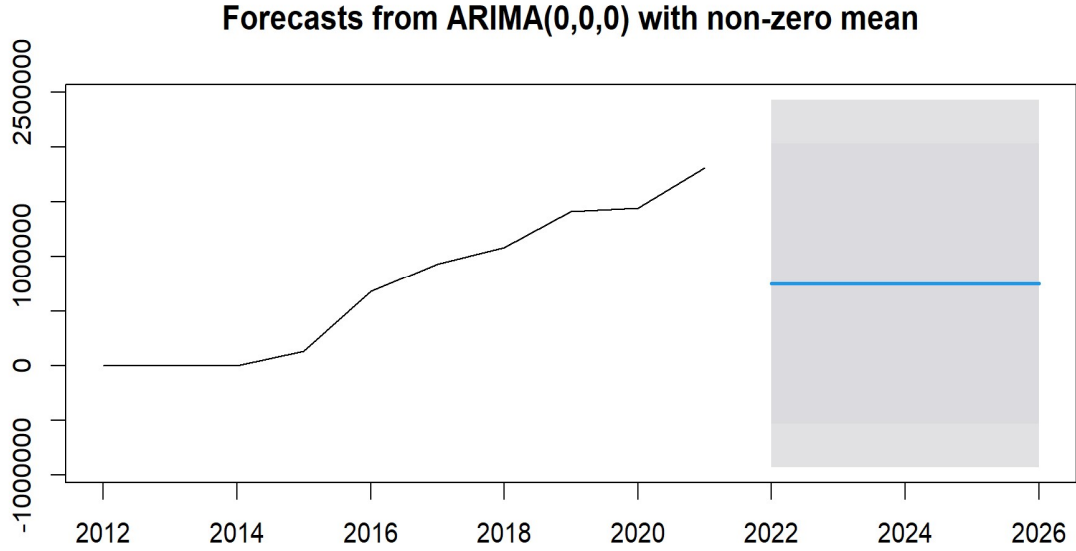
Şekil 4.11’de Tekirdağ illindeki toplam yük verileri için ETS modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre Tekirdağ’ın gelecek beş yıllık döneminde toplam yük miktarının yukarı yönlü bir trende sahip olacağı öngörülmektedir. Bu trendin Tekirdağ’daki toplam yük miktarı bazında sırasıyla beş yıl için 22258283, 24744302, 27230321, 29716340, 32202359 ton şeklinde seyredeceği tahmin edilmiştir.

Tablo 4. 26 Tekirdağ ilinde toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	19033766943	112299.600	6.976
ETS	19954148928	116480.500	7.383
TBATS	3778668425598030	45097036.800	2643.154
MLP	265994050823	476081.000	29.583
ELM	1013794277323	990475.500	63.167

Tablo 4.26’da Tekirdağ illindeki toplam konteyner verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir. Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre Tekirdağ’da toplam konteyner verilerinin MSE (**19033766943**), MAE (**112299.600**), MAPE (**6.976**) sonuçlarında en düşük

değerler ARIMA modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, ARIMA modeli Tekirdağ'da toplam konteyner verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. 12 Tekirdağ iline ait beş yıllık toplam konteyner tahminleri

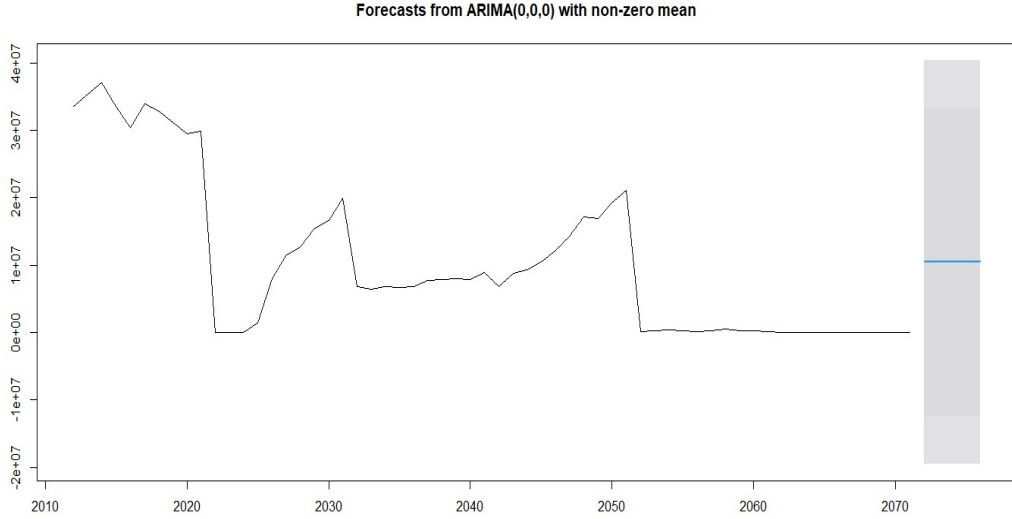
Şekil 4.12’de Tekirdağ illindeki toplam konteyner verileri için ARIMA modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre Tekirdağ’ın gelecek beş yıllık döneminde toplam konteyner miktarının durağan ve yaklaşık 750424.1 TEU düzeyinde olacağı öngörülmektedir.

Tablo 4. 27 Genel olarak illerin toplam yük tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	54303840000	205615.700	2370.152
ETS	56305540000	209218.600	2413.173
TBATS	58267500000000	7121217.600	70859.826
MLP	26995640000000	4935165.600	46881.528
ELM	151739800000000	12258872.300	102978.163

Tablo 4.27’de Genel olarak illerin toplam yük verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir.

Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre illerin toplam yük verilerinin MSE (**54303840000**), MAE (**205615.700**), MAPE (**2370.152**) sonuçlarında en düşük değerler ARIMA modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, ARIMA modeli illerin toplam yük verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. 13 Genel olarak illerin toplamına ait beş yıllık toplam yük tahminleri

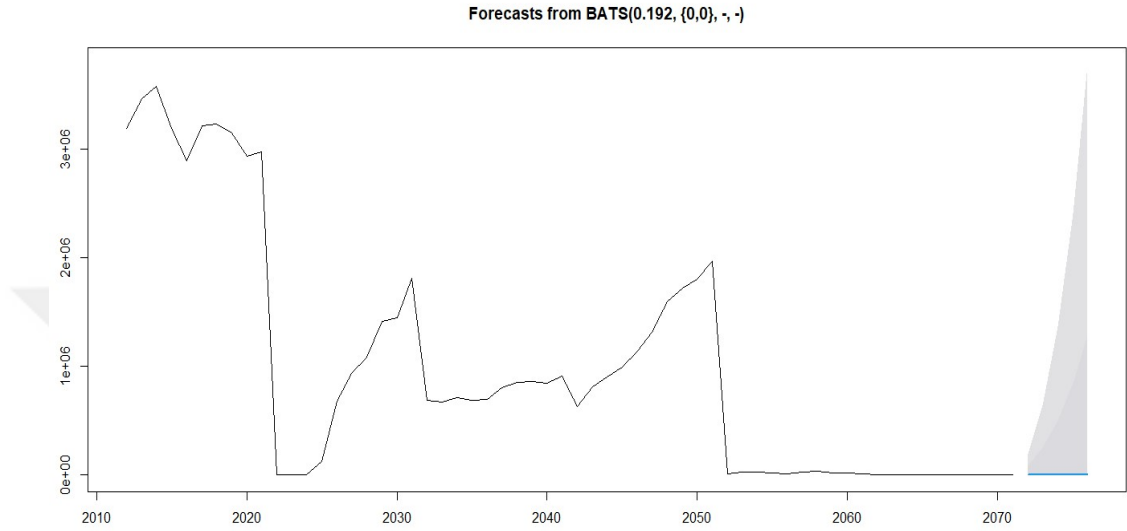
Şekil 4.13’de Genel olarak illerin toplam yük verileri için ARIMA modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre illerin genel toplamı için gelecek beş yıllık dönemde toplam konteyner miktarının durağan ve yaklaşık 10436152 ton düzeyinde olacağı öngörülmektedir.

Tablo 4. 28 İllerin toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	331454200	16363.670	2287.340
ETS	349213000000	527957.450	65890.588
TBATS	331414600	16362.730	2287.202
MLP	345922700000	551534.280	65283.046
ELM	1478949000000	1210338.330	125970.092

Tablo 4.28’de Genel olarak illerin toplam konteyner verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir.

Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre illerin toplam konteyner verilerinin MSE (**54303840000**), MAE (**205615.700**), MAPE (**2370.152**) sonuçlarında en düşük değerler TBATS modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, TBATS modeli illerin toplam konteyner verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.



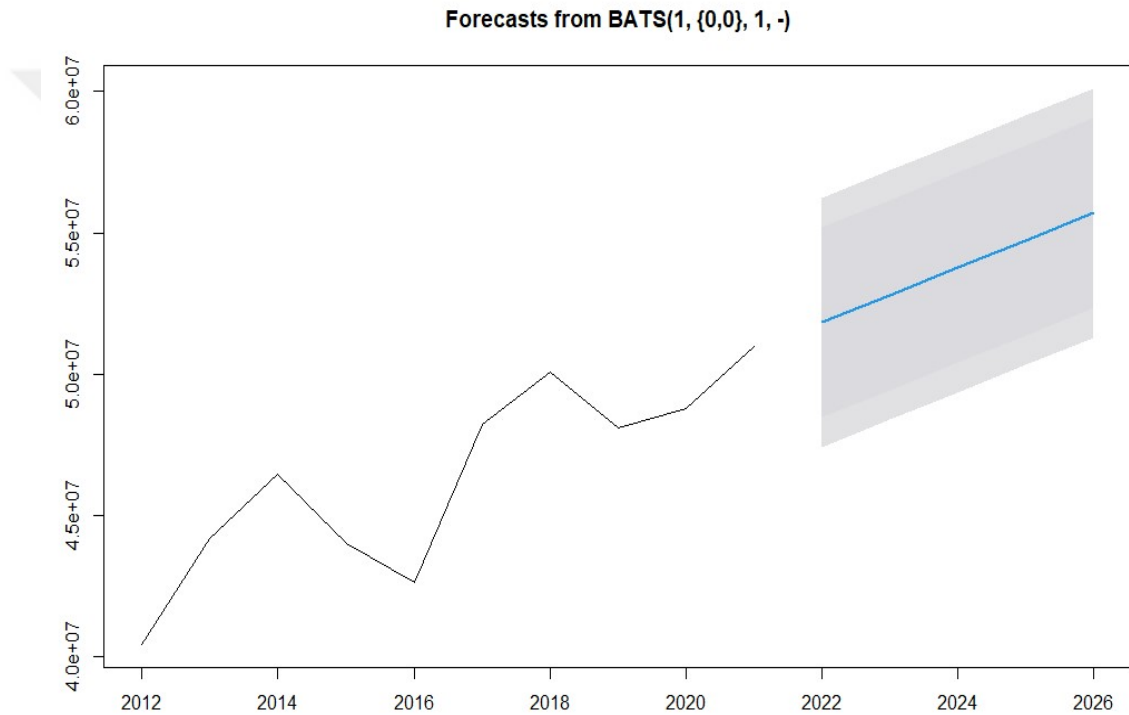
Şekil 4. 14 Genel olarak illerin toplamına ait beş yıllık toplam konteyner tahminleri

Şekil 4.14’de Genel olarak illerin toplam konteyner verileri için TBATS modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre illerin genel toplamı için gelecek beş yıllık dönemde toplam konteyner miktarının durağan ve yaklaşık 1305.94 düzeyinde olacağı öngörülmektedir.

Tablo 4. 29 Kuzeydoğu Marmara Bölgesi’nin toplam yük tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	18751940000000	4150081	8.361
ETS	3641923000000	1863773	3.798
TBATS	2450369000000	1505043	3.072
MLP	55339980000000	7390052	14.998
ELM	12851250000000	3364889	6.768

Tablo 4.29’da Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illerin toplam yük verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir. Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illerde toplam yük verilerinin MSE (2450369000000), MAE (1505043), MAPE (3.072) sonuçlarında en düşük değerler TBATS modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, TBATS modeli Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illeri için toplam yük verilerini tahmin etmede hata sonucu en düşük çıkması nedeni ile en başarılı model olarak belirlenmiştir.



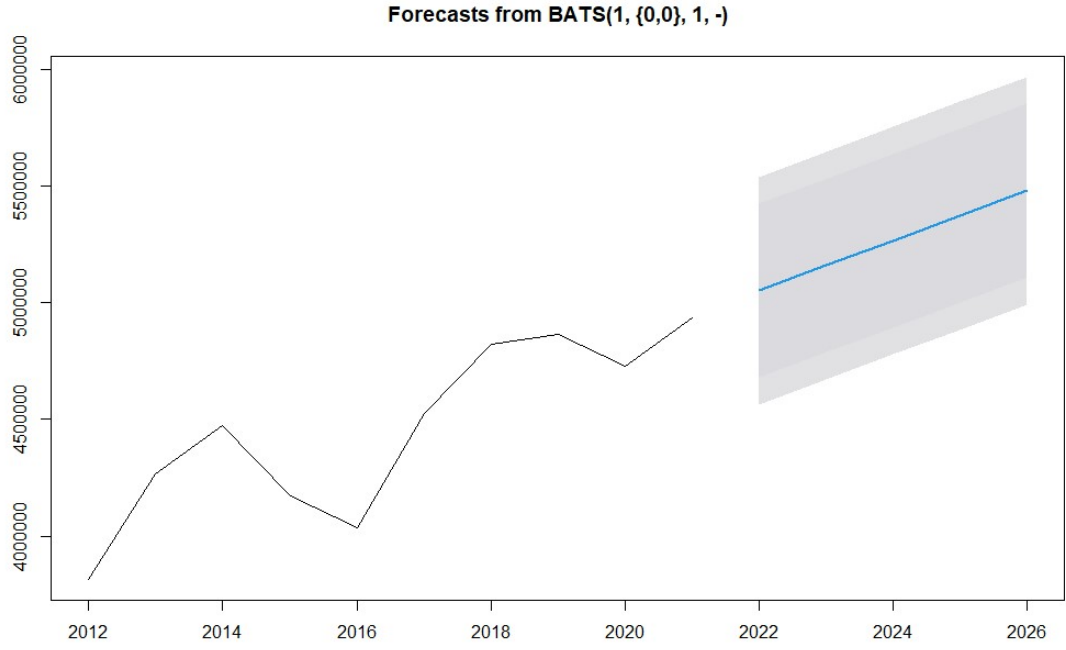
Şekil 4. 15 Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illerin beş yıllık toplam yük tahminleri

Şekil 4.15’de Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illerin toplam yük verileri için TBATS modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre İstanbul ve Kocaeli illerinin gelecek beş yıllık döneminde toplam yük miktarının yukarı yönlü bir trende sahip olacağı öngörülmektedir. Bu trendin Kuzeydoğu Marmara hinterlandında toplam yük miktarı bazında sırasıyla beş yıl için 51829574, 52797178, 53764781, 54732385, 55699989 ton şeklinde seyredeceği tahmin edilmiştir.

Tablo 4. 30 Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illerin toplam konteyner tahmini için performans ölçütleri

Model	Performans ölçütleri		
	MSE	MAE	MAPE
ARIMA	301196155345	542080.000	11.164
ETS	10245417021	91379.650	1.900
TBATS	10004742193	81972.100	1.703
MLP	77742994244	256896.050	5.271
ELM	219540319809	460646.170	9.482

Tablo 4.30’de Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illerin toplam konteyner verileri için beş farklı zaman serisi öngörü tekniğine ait modellerin performans ölçütü sonuçları verilmiştir. Performans ölçütlerine ait sonuçlara göre Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illerin toplam konteyner verilerinin MSE (**10004742193**), MAE (**81972.100**), MAPE (**1.703**) sonuçlarında en düşük değerler TBATS modelinde elde edilmiştir. Bu bulgu ışığında, TBATS modeli Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan iller için toplam konteyner verilerini tahmin etmede en başarılı model olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. 16 Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illerin beş yıllık toplam konteyner tahminleri

Şekil 4.16’da Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illerin toplam konteyner verileri için TBATS modelinin önümüzdeki beş yıllık tahmin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illerin gelecek beş yıllık dönemde toplam yük miktarının yukarı yönlü bir trende sahip olacağı öngörülmektedir. Bu trendin Kuzeydoğu Marmara hinterlandına dahil olan illerin toplam yük miktarı bazında sırasıyla beş yıl için 5052232, 5159448, 5266665, 5373881, 5481098 ton şeklinde seyredeceği tahmin edilmiştir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında toplam yük ve toplam konteyner bağımlı değişkenleri ele alınarak, panel veri regresyon analizi kapsamında, GSYİH, nüfus ve ihracatın ithalatı karşılama oranı değişkenlerinin etkileri hesaplanmaktadır. Ülkelerin belirli döneminde üretimini gerçekleştirdiği nihai ürünlerinin piyasa değerini gösteren GSYİH, bir diğer deyişle ülkelerin piyasaya sunduğu katma değer olarak tabir edilebilir. Üretimin artması, GSYİH'nın artmasına sebep olurken, üretilen malların dağıtımında da denizyolu sıkça kullanılan taşıma türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer taşıma türlerine göre tek seferde daha çok yük taşıyabilen denizyolu taşımacılığının, GSYİH ile doğru orantılı bir artış göstermesi beklenmektedir. Nitekim çalışmamızda da GSYİH'da meydana gelecek 1%'lik değişimin toplam yük üzerinde yüzde 4.25, toplam konteyner üzerinde ise yüzde 4.38'lik bir artışa sebebiyet verdiği tespit edilmiştir. Çalışma içerisinde yer alan nüfus değişkeni ise GSYİH göre ters yönde bir etki göstermektedir. İşgücünün artacağı öngörüsüne neden olan nüfus artışı, aynı zamanda bölgeye gelen nihai malların bölgenin kalabalıklaşması nedeni ile tüketime bu bölgede girmesi nedeni ile toplam yük ve konteyner miktarında azalışa sebebiyet vermektedir. Nüfusta meydana gelecek olan yüzde 1'lik bir değişimin, toplam yük miktarında yüzde 2,97, toplam konteyner miktarında ise yüzde 3.06'lık bir azalışa neden olduğu analizler sonucunda karşımıza çıkmaktadır. Çalışmanın bugüne kadar yapılan çalışmalardan önemli bir farkı da ithalat ve ihracat miktarının bir arada ele alınmasıdır. Ekonometristlerin yapmış olduğu çalışmalar göz önüne alındığında ithalat ve ihracat rakamlarının birbiri ile bağımlı özellikler gösteren değişkenler olduğu ortaya konulmaktadır. Bu nedenle çalışmada ithalat ve ihracat bir bütün olarak, ihracatın ithalatı karşılama oranı olarak ele alınmıştır. Bu orandaki yüzde birlik değişimin, toplam yük ve konteyner miktarı üzerinde yüzde 0.4'lük bir oranda azalışa yol açmaktadır. Ülkemizde ithalatı ve ihracatı yapılan ürünlerin konteyner taşımacılığına uygunluğu göz önüne alındığında, konteyner taşımacılığı üzerine yapılan bu çalışmada sektörlerin ve taşınan mallarında bu rakamda etkisi bulunmaktadır.

Çalışmada ikinci bölümünde beş farklı teknik kullanılarak yapılan analizlerin sonucunda Marmara Bölgesi illerinin ve Kuzeydoğu Marmara

hinterlandının toplam yük talep tahmini tahmin edilmiştir. 2012-2021 yılları arasındaki verilerin dikkate alındığı çalışmada, görülen trendin etkisi ile İstanbul ilinde toplam yük ve konteyner talebinde azalma izlenirken, Kocaeli limanları'nda elleçlenen yük ve konteyner miktarında yükseliş izlenmektedir. Kuzeydoğu Marmara hinterlandını ele alındığında 5 yıl sonrasında yaklaşık 55 milyon 700 bin ton yük elleçlemesi ve 5 milyon 480 bin TEU konteyner elleçlemesi gerçekleşeceği öngörülmektedir. Bu veriler Kuzeydoğu Marmara'da 2021 yılında elleçlenen yük miktarının 13% fazlası olarak karşımıza çıkmaktadır. Yine elleçlenen konteyner miktarına bakılacak olursa 5 yıl sonunda günümüz toplam elleçlenen TEU miktarından %14 fazla elleçleme öngörülmektedir. Kuzeydoğu Marmara limanlarına yönelik Türklim 2022 sektör raporunda yer alan ve doğrusal regresyon kullanılarak gerçekleştirilen tahmine göre %11 olan talep artış tahmini, çalışmamızda elde edilen bulgulara göre %13 olarak izlenmektedir. Doğusel (2021) Kocaeli limanlarında gelecek dönem konteyner talebinde, bu çalışmaya göre daha düşük bir talep artışı öngörmekte olup, 2025 yılında ortalama 2,5 milyon TEU konteyner talebi öngörmektedir. Çalışmada yaptığımız analiz sonucunda bu talep 2,7 milyon TEU olarak tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda artış oranlarında farklılıklar ortaya çıkmakta olup, oranlardaki değişim haricinde her koşulda gelecekte konteyner talebinin artacağı sonucu elde edilmektedir. Gelişen teknoloji ve dijitalleşmenin her sektöre olan etkisi göz önüne alındığında, bölgedeki liman işletmelerinin bu artışa yanıt verebilmek adına gelişmeye ihtiyacı olduğu gözükmemektedir. Tüm çalışmalar ile paralel bir şekilde limanlarda konteyner talebinin artacağı sonucunun elde edilmesi, konteyner limanlarının gelecekte konteyner talebini karşılamakta güçlük çekebileceğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda limanlar gelecekte oluşacak olan talep yoğunluğu için kapasite arttırıcı faaliyetlere yönelmek zorundadırlar. Bölgede yaşanan şehirleşme göz önüne alındığında, işletmelerin tek başına gelişme göstermesi yeterli olmayacak olup, kamu desteğinin de sektörün yanında olması gerekmektedir. Çalışmada bulunan toplam yük tahminlerine göre, uygun liman alanının bulunamaması, işletmelerin operasyonel süreçlerini hızlandırıp geliştirebileceği teşviklerin olmaması durumunda yakın tarihte talebi karşılama düzeyinin düşeceği tespit edilmiştir. Konteyner

açıklarını kapatmak açısından, sektörde yer alan belirsizliklerin giderilmesi ve yatırımların doğru yönlendirilmesi gerekmektedir.

Çalışmada panel veri analizinin kullanılmış, değişkenlerin etkisi saptanmış ve en son aşamada beş farklı teknik ile talep tahmininde bulunulmuştur. Beş farklı tekniğin kullanılması gelecekte toplam yük ve konteyner talebinde gerçekleşecek olan rakamlar göz önüne alınarak en doğru tahmini yapan tekniği bulmamızı sağlayacaktır. Yapılan analizlerde tahmin etmede en başarılı modelin veri bazında değişmesi nedeni ile talep tahmin yöntem sayısı arttırılmış ve bu şekilde en doğru sonuca ulaşmak amaçlanmıştır. Çalışma, talep tahminini önümüzdeki beş yıllık süreç için gerçekleştirmiş olup, yıl bazında bağımlı değişkenlerin artışını göstererek kısa ve uzun vadede işletmelere artacak olan talebe yanıt verme gerekliliğini ortaya koymuştur.

Yalnızca bir liman ya da bir il sınırında yer alan limanları ele almayarak, bir hinterlandın toplam tahminini içermesi ve bu değerlendirmeyi yaparken birbirinden farklı 5 tekniğe yer vermesi nedeni ile çalışma literatürde yer alan çalışmalardan farklılık göstermektedir. Aynı zamanda diğer çalışmalarda regresyon analizinde bağımsız değişken olarak yer alan, ancak ekonometrik çalışmalar ile bağımlı olduğu ortaya konulan, ithalat ve ihracat değişkenlerinin arasındaki bağımlılığının göz ardı edilmektedir. Çalışmamız aradaki bağımlılık sorununu ihracatın ithalatı karşılama oranı değişkeni ile ortadan kaldırmakta olup, bu yapısı ile diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Her bölgenin kendi hinterlandı ile etkileşim içinde olduğu varsayıldığında, çalışma diğer hinterlandlar içinde benzer çalışmaların yapılarak, bölgelerde yer alan işletmelere kılavuzluk edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Çalışma daha önce yapılan araştırmalarda ortaya konulan ve gelecekte yapılacak olan araştırmalar için yol gösterici bazı kısıtlamalar içermektedir. Öncelikle elde edilen verilerin il bazında oluşu, liman başkanlıkları açısından ve hinterlandın değerlendirilmesi açısından kısıt oluşturmaktadır. Analiz aşamasında zaman serisi kullanılmasına rağmen, tahminleme aşamasında yalnızca üç değişken kullanılmış olması, bu değişkenler haricinde talebi etkileyebilecek faktörlerin göz ardı edilmesine

sebebiyet vermektedir. Daha iyi sonuç almak adına yapay sinir ağıları uygulaması ile veri kümesine öğrenme modeli uygulanarak bu kısıtın etkisi azaltılmış olsa dahi, küresel bir sektör olan denizyolu taşımacılığını üç değişken üzerinden değerlendirmek çalışmanın kısıtı olarak karşımıza çıkmaktadır. 10 yıllık zaman serisinin yalnızca belli dönemlerinde konteyner elleçlemesi yapan illerin varlığı, hinterland içinde denize kıyısı olmayan bu nedenle konteyner elleçleme rakamı bulunmayan illerin bulunması da bir diğer kısıt olarak alınmaktadır. Bu kısıtın önüne geçebilmek adına iller tek tek ele alınıp hinterland toplamı göz önüne alınarak tahminleme yapılmıştır.

Covid-19 pandemisi kapsamında yaşanan kapanma süreci, ithalat ihracat rakamlarının navlun fiyatlarının da etkisi ile azalmış olması da çalışmada tahmin talebinde sapmaya yol açmıştır. Yapılan talep tahmini, yılların etkisi ile oluşan trendin dönemsel ve gelecekte de aynı davranışı göstereceğini varsaymaktadır. Özetle ifade etmek gerekirse çalışma son 10 yılın davranışlarının aynen yaşanacağını, herhangi bir anlaşma ile olumlu ya da herhangi bir savaş, pandemi ile olumsuz yönde elleçlemenin düşmeyeceğini varsaymaktadır. Bu nedenle çalışmada verilerin il bazında oluşu ve gelecek yıllarda yaşanabilecek olağandışı gelişmeleri tahmin edemeyecek olması nedeni ile kısıt oluşturmaktadır. Bu kısıtı aşmak adına daha uzun zaman serisi kullanımı hata payında azalışa sebep olabilecektir. İstatistik biliminin ve talep tahmini gibi analiz unsurlarının işletmelerin için önemi arttıkça hem kamu hem de özel sektör bazında raporlamalar artacak olup, gelecek yıllarda yapılacak çalışmalar daha uzun zaman serisi içeren verilerin kullanımına olanak sağlayacaktır.

Ticaret hacminin artacağı ve ithalat ihracata bağlı olarak lojistik ihtiyacının da sürekli artacağı ve ülkelerin tek başlarına tüm üretime yetemeyeceği göz önüne alınarak, deniz yolu taşımacılığına ait rakamlar her sene artış gösterecektir. Maliyetin az oluşu ve tek seferde taşınan yükün fazlalığı nedeni ile tercih sebebi olan deniz yolu taşımacılığına oluşan talep bugünden sonra da araştırmacıların üzerinde duracağı bir konu olacaktır. Gelecekte yapılacak olan çalışmalarda oluşturulan regresyon modelinde yer alan değişkenlerin arttırılması düşünülmelidir. Daha fazla tahmin yöntemi uygulanması ile tahminlerde doğru yöntemin tespiti bir diğer öneriyi oluşturmakta olup, saptanacak olan yeni bağımsız değişkenlerde tahminlerde oluşan hata ve sapma değerlerini azaltacaktır.

KAYNAKÇA

1. Kitaplar

- Baltagi, B. H. (2013). Econometric analysis of panel data, Chichester: John Wiley & Sons.
- Kim, K. H., Hans-Otto Günther (2007). Container terminals and terminal operations. In Container Terminals and Cargo Systems (sayfa 3-12). Springer.
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2018). Panel Zaman Serileri Analizi Stata Uygulamaları. Beta Yayınları (2. Basım). İstanbul.

2. Makaleler, Bildiriler, Diğer Basılı Yayınlar

- Akar, O., Soner Esmer (2015). Cargo demand analysis of container terminals in Turkey, Journal of ETA Maritime Science, 3(2), 117-122.
- Aktaş, A. (2007) Türkçede Almanca Kaynaklı Kelimeler, Türk Dili, TDK, 522-528.
- Aktaş, C. (2010). Türkiye’de Reel Döviz Kuru ile İhracat ve İthalat Arasındaki İlişkinin VAR Tekniğiyle Analizi, Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 6(11), 123-140.
- Akyar, D., Mehmet Serdar Çelik (2018). Bandırma Limanı Yük Talep Tahminlemesi, Uluslararası Bandırma ve Çevresi Sempozyumu, 17(19), 69-81.
- Alp, Ö. N. (2019). Konteyner Terminallerindeki taşıyıcı araçların liman verimliliği üzerindeki etkisinin Simülasyon yoluyla Analizi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Altın, F. G., Şeyma Çelik Eroğlu (2020). Gri Tahmin ve Box-Jenkins Yöntemleri ile Antalya Limanı İçin Aylık Konteyner Talep Tahmini. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 7(3), 540-562.
- Ateş, A., Şengül Karadeniz, Soner Esmer, (2010). Dünya konteyner taşımacılığı pazarında Türkiye'nin yeri, Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi Dergisi, 2(2).
- Bal, E. T., Vahit Çalışır (2018). Konteyner elleçleme için ekonometrik tahminleme: Arma modeli uygulaması, OPUS International Journal of Society Researches, 9(16), 2067-2096.
- Balık, İ. (2014). Limanlar ve liman yeri seçimi, Kent Akademisi, 7(18), 37-48.
- Baloch, M. A., Jianjun Zhang, Kashif Iqbal, vd. (2019). The effect of financial development on ecological footprint in BRI countries: evidence from panel data estimation. Environmental Science and Pollution Research, 26, 6199-6208.
- Bayat, T., Şuayıp Özdemir (2020). Ulaştırma Altyapısı ve İmkanlarının Turizm İşletmelerinin Performansına Olan Etkisinin Belirlenmesine Yönelik Bir Dinamik Panel Veri Analizi, Beykoz Akademi Dergisi, 8(2), 341-362.

- Benvenuto, D., Marta Giovanetti, Lazzaro Vassallo, vd. (2020). Application of the ARIMA model on the COVID-2019 epidemic dataset.' Data in brief, 29, 105340.
- Breusch, T., Adrian Pagan. (1980). The Lagrange multiplier test and its application to model specification in econometrics, Review of Economic Studies, 47, 239–253.
- Chambers, J. C., Satinder Mullick, Donald Smith (1971). How to choose the right forecasting technique, Harvard University, Graduate School of Business Administration Cambridge, MA.
- Chatfield, C. (1988). What is the 'best' method of forecasting? Journal of Applied Statistics, 15(1), 19-38.
- Chen, M. R., Guo-Qiang Zeng, Kang-Di Lu, vd (2019). A two-layer nonlinear combination method for short-term wind speed prediction based on ELM, ENN, and LSTM. IEEE Internet of Things Journal, 6(4), 6997-7010.
- Coşkun, O. (2018). Çeviri Eğitiminde Mesleki Çeviri Kavramları Edinimi' 5.Yıldız Sosyal Bilimler Kongresi, 133-147.
- Croissant, Y., Giovanni Millo (2008). Panel data econometrics in R: The plm package, Journal of statistical software, 27(2), 1-43.
- Cullinane, K., Teng-Fei Wang, Dong-Wook Song, vd (2006). The technical efficiency of container ports: Comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 40(4), 354-374.
- Çuhadar, M. (2013). Türkiye'ye Yönelik Dış Turizm Talebinin MLP, RBF ve TDNN Yapay Sinir Ağı Mimarileri İle Modellenmesi Ve Tahmini: Karşılaştırmalı Bir Analiz. Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 8(31), 5274-5295.
- De Hoyos, R. E., Vasilis Sarafidis (2006). Testing for cross-sectional dependence in panel-data models, The stata journal, 6(4), 482-496.
- Demirtaş, F. (2022). Bilgi İletişim Teknolojilerinin İllerin Ekonomik Büyümesi Üzerine Etkisi: Panel Veri Analizi'. (Yüksek Lisans Tez), Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Aksaray.
- De Livera, A. M., Rob J. Hyndman, Ralph Snyder (2011). Forecasting time series with complex seasonal patterns using exponential smoothing. Journal of the American statistical association, 106(496), 1513-1527.
- Driscoll, J. C., Aart C. Kraay (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. Review of economics and statistics, 80(4), 549-560.
- Doğusel, V. (2021). Kocaeli Limanları Talep Tahmini, Deniz Taşımacılığı ve Lojistiği Dergisi, 2(2), 82-90.
- Esmer, S. (2014). Talep tahminleri ışığında Türk limanlarına yönelik kapasite analizi (Capacity analysis for Turkish ports with the light of demand forecasts). Proceedings of 8. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, İstanbul.
- Fattah, J., Latifa Ezzine, Zineb Aman, vd (2018). Forecasting of demand using ARIMA model'. International Journal of Engineering Business Management, 10, 1847979018808673.

- Ferruh, I. (2017). Türkiye'nin Kuru İncir İhracat Potansiyeli: Çekim Modeli Yaklaşımı. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(2), 223-229.
- Gökkuş, Ü., Mehmet Sinan Yıldırım, Metin Mutlu Aydın (2017). Estimation Of Container Traffic At Seaports By Using Several Soft Computing Methods: A Case Of Turkish Seaports, *Discrete Dynamics in Nature And Society*.
- Guzey, H., Mehmet Akansel (2019). A Comparison of SVM and Traditional Methods for Demand Forecasting in a Seaport: A case study. *Int. J. Sci. Technol. Res*, 5, 168-176.
- Gülmez, A., Fatih Yardımcıoğlu (2012). OECD ülkelerinde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel eşbütünleşme ve panel nedensellik analizi (1990-2010), *Maliye Dergisi*, 163(1), 335-353.
- Günther, H. O., Kap-Hwan Kim (2006). Container terminals and terminal operations. *OR spectrum*, 28, 437-445.
- Hasan, Ş., Arzum Yaşayanlar, Berrin Denizhan, (2021). Türkiye’de Limanlarda Yük Taşımacılığı Veri Analizi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (22), 436-444.
- Hausman J, (1978). Specification Tests in Econometrics, *Econometrica*, 46, 1251–1271.
- Hausman J, William Taylor (1981). Panel Data and Unobservable Individual Effects, *Econometrica*, 49, 1377–1398.
- Hoechle, D. (2007). Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence’. *The stata journal*, 7(3), 281-312.
- Hsiao, C. (2007). Panel data analysis—advantages and challenges, *Test*, 16(1), 1-22.
- Hyndman, R. J., Yeasmin Khandakar (2008). Automatic time series forecasting: the forecast package for R, *Journal of statistical software*, 27, 1-22.
- İncaz, S., U. Karaköprü (2021). Impact of COVID-19 Pandemic on Ambarlı Port in Container Handling and a Forecasting Analysis for Future, *Kent Akademisi*, 14(4), 899-910.
- Jain, G., Bhawna Mallick (2017). A study of time series models ARIMA and ETS. *SSRN*, 2898968.
- Kabadurmuş, Ö., Uğur Orhan Karaköprü, Hazar Dördüncü (2020). Aliğa ve İzmir Limanlarının Lojistik Potansiyeli ve Bölgenin Konteyner Taşımaları Açısından Geleceği, *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(21), 159-181.
- Kang, D.-J., Su-han Woo (2017). Liner shipping networks, port characteristics and the impact on port performance. *Maritime Economics & Logistics*, 19(2), 274-295.
- Kara, A., (2011). İzmir (Alsancak) Limanı Gelecek Talep Tahmini İçin Bir Yöntem Önerisi’. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Anabilim Dalı, İzmir.
- Kayıran, B., Ömür Saatçioğlu (2022). Container Cargo Demand Forecast for Gemlik Bay Ports, *Deniz Taşımacılığı ve Lojistiği Dergisi*, 3(2), 50-60.

Kaynar, O., Serkan Taştan (2019). Zaman Serisi analizinde Mlp Yapay Sinir Ağları ve Arima Modelinin Karşılaştırılması, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (33), 161-172.

Kılınç, G., Meltem Karaatlı, Nuri Ömürbek (2022). Türkiye Limanlarındaki Konteyner ve Yük Elleçleme Hacimlerinin YSA NARX Modeli ile Öngörülmesi. Verimlilik Dergisi, (2), 248-263.

Liu, H., Hong-qi Tian, Yan-fei Li (2012). Comparison of two new ARIMA-ANN and ARIMA-Kalman hybrid methods for wind speed prediction. Applied Energy, 98, 415-424.

Mainardi, A., T.A. Santos (2016). Forecasting cargo throughput in Portuguese ports using causal methods. Maritime Technology and Engineering III: Proceedings of the 3rd International Conference on Maritime Technology and Engineering, Lisbon, Portugal, 4-6 July 2016.

Özdemir, Ü. (2021). Model Proposal for Future Estimates in Maritime Industry: The Case of Container Handling in Turkish Ports, Journal of ETA Maritime Science, 9(1), 13-21.

Öztürkoğlu U, Y., Aylin Çalışkan (2016). Deniz Taşımacılığında Broker Seçimi Kararını Etkileyen Kriter Skorlarının Belirlenmesi ve Alternatiflerin Değerlendirilmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 8(1), 31-61.

Sağlam, B. B. (2013). Konteyner terminali projelerinde yük operasyonlarının simülasyon yöntemi ile değerlendirilmesi (Doktora Tezi) Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir. Sosyal Bilimleri Enstitüsü).

Steenken, D., Stefan Voß, Robert Stahlbock (2004). Container terminal operation and operations research-a classification and literature review, OR spectrum, 26(1), 3-49.

Stock, J. H., Mark Watson (2011). Dynamic factor models. Oxford Handbooks Online.

Solmaz, M.S., M.S. Saygılı (2008). Konteynerin Tarihçesi ve Konteyner Gemilerinin Gelişimleri. Konteyner Deniz ve Liman İşletmeciliği 2008, 3-18, Beta yayınları.

Şahin, E. E. (2018). Kripto para Bitcoin: ARIMA ve yapay sinir ağları ile fiyat tahmini. Fiscaeconomia, 2(2), 74-92.

Şen, Z. (2004). Yapay sinir ağları. Su Vakfı.

Tatoğlu, F. Y., Hüseyin İçen (2019). Heterogenous Multi-Dimensional Panel Data Models: Okun's Law for NUTS2 Level in Europe1.

Topak, T. (2021). Endüstri 4.0'ın İşgücü Piyasasına Etkileri: Bir Panel Veri Analizi (Yüksek Lisans Tezi) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Çanakkale.

Tunalı, H., Nermin Akarçay (2022). Konteyner Yük Taşımacılığı, Liman Alt Yapı Yatırımları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Analizi: OECD Ülkeleri Örneği, Ekonomi ve Finansal Araştırmalar Dergisi, 4(1), 102-118.

Torres-Reyna, O. (2010). Getting started in fixed/random effects models using R. Data & Statistical Services'. Princeton University.

Ubaid, A., Farookh Hussain, Muhammed Saqib (2021). Container shipment demand forecasting in the Australian shipping industry: A case study of Asia–Oceania trade lane. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(9), 968.

Yaffee, R. (2003). A primer for panel data analysis. *Connect: Information Technology at NYU*, 8(3), 1-11.

Yıldız, B., Erhan Demireli (2019). Nakit Yönetimini Etkileyen Değişkenler Üzerine BİST Perakende Sektöründe Panel Veri Analizi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(2), 416-429.

Xu, L., Jia Shi, Jihong Chen, vd (2021). Estimating the effect of COVID-19 epidemic on shipping trade: An empirical analysis using panel data, *Marine Policy*, 133, 104768.

Wilson, I. D., P. A. Roach (1999). Principles of combinatorial optimization applied to container-ship stowage planning. *Journal of Heuristics*, 5, 403-418.

Wooldridge, J. M. (2019). Correlated random effects models with unbalanced panels. *Journal of Econometrics*, 211(1), 137-150.

Zeileis, A., Torsten Hothorn (2002). Diagnostic Checking in Regression Relationships, *R News*, 2(3), 7-10.

3. Elektronik Kaynaklar

Deniz Ticaret Odası (2015). Ulaştırma Kıyı Yapıları Master Plan Çalışması – Sonuç Raporu. Ankara, <https://www.denizticaretodasi.org.tr/tr/sayfalar/master-planlar> Erişim Tarihi: 10.12.2022

Deniz Ticaret Odası (2021), https://www.denizticaretodasi.org.tr/media/SharedDocuments/sektorraporu/sektor_raporu_tr_2021.pdf/ 11.11.2022 Erişim Tarihi: 11.11.2022

Kourentzes, N. (2022). nnfor: Time Series Forecasting with Neural Networks. R package version 0.9.8, <https://CRAN.R-project.org/package=nnfor/> Erişim Tarihi: 13.10.2022

URL 1. <https://www.vesselfinder.com/tr/vessels/details/9839430> Erişim Tarihi: 09.10.2022

URL 2. TÜRKLİM SEKTÖR RAPORU (2022) <https://www.turklim.org/sektor-raporu-2022> Erişim Tarihi: 22.02.2023

URL 3. TCDD (2022). <https://www.tcdd.gov.tr/kurumsal/haydarpasa-limani> Erişim Tarihi: 15.10.2022

URL 4. BELDEPORT (2022). <https://www.beldeport.com.tr> Erişim Tarihi: 13.10.2022

URL 5. DPWORLD (2022). <https://www.dpworld.com/en/yarimca> Erişim Tarihi: 16.10.2022

URL 6. EVYAPPORT (2022). <https://www.evyapport.com/index.php/15.10.2022> Erişim Tarihi: 15.10.2022

URL 7.LİMAŞ (2022). <https://www.limas.com.tr/tr/home/> Erişim Tarihi: 15.10.22

URL 8. SAFİPORT (2022). <https://www.safiport.com.tr/tr/> Erişim Tarihi: 21.10.2022

URL 9. YILPORT (2022).<https://www.yilport.com/en/> Ziyaret Tarihi: 21.10.2022

URL 10. T.C Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı 2022
<https://denizcilikistatistikleri.uab.gov.tr/konteyner-istatistikleri/> Erişim Tarihi:
10.10.2022

UTİKAD (2019) Utikad Dergisi 16.Sayı <https://www.utikad.org.tr/> Erişim Tarihi:
10.11.2022



Baykan, Y. Evaluation Of The Literature On Sustainable Port Business And Management In Turkey, 3. International Halich Congress, March 12-13, 2022/ İstanbul.

Yorulmaz, M., & Baykan, Y. Türkiye’de Liman İşletmeciliği Alanında Yapılmış Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi. *Deniz Taşımacılığı ve Lojistiği Dergisi*, 2022, 3(2), 98-111.



