

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KONTEYNER TERMİNAL MODELLEMESİ

HALİL CAN ERYAŞAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KIYI VE LİMAN PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. ESİN ÖZKAN ÇEVİK**

İSTANBUL, 2012

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONTEYNER TERMİNAL MODELLEMESİ

Halil Can ERYAŞAR tarafından hazırlanan tez çalışması 03.05.2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Esin ÖZKAN ÇEVİK

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Esin ÖZKAN ÇEVİK

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. M. Sedat KABDAŞLI

İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Rastgele model çalışması kullanılarak rıhtım kullanım oranlarının tespiti yapılan bu yüksek lisans tez çalışmasında İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali uygulama alanı olarak seçilmiştir. Modellemede yapay sinir ağı yöntemi kullanılarak rıhtım kullanım oranları bulunmuştur.

Tez çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren ve destek olan danışman hocam Sayın PROF. Dr. Esin ÖZKAN ÇEVİK'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim süresince derin bilgisiyle bizlere yeni ufuklar açan hocam Sayın PROF. Dr. Yalçın YÜKSEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımda bana yardımcı olan desteklerini esirgemeyen tüm iş ve arkadaş çevreme içten teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca beni sabırla bekleyen sevgili nişanlıma ve hayatım boyunca desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Halil Can ERYAŞAR

Mayıs 2012

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT.....	xii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	13
1.1 Literatür Özeti.....	13
1.2 Tezin Amacı.....	21
1.3 Hipotez.....	22
BÖLÜM 2	
KONTEYNER TERMİNAL PLANLAMASI	24
2.1 Liman Planlaması	24
2.2 Konteyner Terminali Planlanması.....	25
BÖLÜM 3	
YAPAY SİNİR AĞLARI	29
3.1 Giriş.....	29
3.2 Tarihçe	30
3.3 Yapay Sinir Ağları Yapısı	32
3.3.1 Biyolojik Sinir Hücresi	32
3.3.2 Yapay Sinir Hücresi	34

3.3.3	Yapay Sinir Ağları Genel Yapısı	37
3.3.4	Yapay Sinir Ağlarının Özellikleri ve Kullanım Alanları	41
3.4	Yapay Sinir Ağları Modelleri	44
3.4.1	Doğrusal Yapay Sinir Ağları	45
3.4.1.1	Tek Katmanlı Algılayıcılar	45
3.4.1.2	Basit Algılayıcı Modeli – Perceptron	47
3.4.1.3	ADALINE/MADALINE Modeli	49
3.4.2	Eğrisel Yapay Sinir Ağları Çok Katmanlı-Tabakalı Algılayıcılar	51
3.4.2.1	ÇKA Ağının Öğrenme Kuralı	53
3.4.2.2	Çok Katmanlı Algılayıcıların Çalışma Prosedürü	54
3.4.2.3	Ağın Eğitilmesi	55
3.4.3	Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme Stratejileri	57
3.4.3.1	Öğretmenli Öğrenme	57
3.4.3.2	Destekleyici Öğrenme	58
3.4.3.3	Öğretmensiz Öğrenme	58
3.4.3.4	Öğrenme Kuralları	58
3.4.4	Geri Dönüşümlü Yapay Sinir Ağları	59
3.4.4.1	Geri Dönüşümlü Ağların Uygulama Alanları	60
3.5	Sistem Dinamiği	61
3.5.1	Yapay Sinir Ağlarının Modellenmesinde Önemli Noktalar	61
BÖLÜM 4		
İZMİR ALSANCAK LİMANI		64
4.1	Giriş	64
4.2	İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali	66
BÖLÜM 5		
KONTEYNER TERMİNALİ YANAŞMA YERİ UZUNLUĞUNUN MODELLENEMESİ		71
5.1	Giriş	71
5.2	Modelleme Çalışması	73
BÖLÜM 6		
SONUÇ VE ÖNERİLER		88
KAYNAKLAR		90

EK-A

İZMİR ALSANCAK LİMANI VERİLERİ-1..... 92

EK-B

İZMİR ALSANCAK LİMANI VERİLERİ-2..... 115

ÖZGEÇMİŞ..... 134

SİMGE LİSTESİ

G_i	Girdi değeri
A_i	Ağırlık değeri
ϕ	Eşik girdi değeri
X	Girdi değişkeni
W	Ağırlık değişkeni
$\checkmark$	Çıktı değişkeni
t	Zaman değeri
λ	Öğrenme katsayısı
NET	Net girdi değeri
B	Beklenen değeri
E	Hata değeri
α	Öğrenme katsayısı
ϵ	Hata değeri
D_g	Gerçek değeri
D_m	Model sonuç değeri
N	Veri sayısı

KISALTMA LİSTESİ

BAMS	Rıhtım Atama Yönetim Sistemi (Berth Allocation Management System)
ÇKA	Çok Katmanlı Algılayıcı
DSS	Karar Destek Sistemi (Decision Support System)
İAL	İzmir Alsancak Limanı
İBGY	İleri Beslemeli-Geri Yayılımlı
OKKH	Ortalama Karekök Karesel Hata
OMRH	Ortalama Mutlak Rölatif Hata
R	Korelasyon Katsayısı
SWOT	Güçler (Strengths), Zayıflıklar (Weaknesses), Fırsatlar (Opportunities), Tehditler (Threats)
TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TEU	Twenty Feet Equivalent Unit
TKA	Tek Katmanlı Algılayıcı
XOR	Özel Veya Problemi (Exclusive Or Problem)
YSA	Yapay Sinir Ağları

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1	Gemi bekleme maliyeti [9]	18
Şekil 2.1	Konteyner terminal sistemi [12].....	26
Şekil 2.2	Konteyner terminali akış şeması (rıhtım tarafı).....	27
Şekil 3.1	Biyolojik sinir hücresi	33
Şekil 3.2	İki biyolojik sinir hücresinin nöro-transmitterler ile bilgi alışverişi	34
Şekil 3.3	Yapay sinir hücresi yapısı	35
Şekil 3.4	Yapay sinir ağı yapısı	38
Şekil 3.5	Yapay sinir ağı örneği.....	39
Şekil 3.6	Öğrenme ve test etme	40
Şekil 3.7	XOR problemi.....	44
Şekil 3.8	İki girdi ve bir çıktıdan oluşan en basit TKA modeli	45
Şekil 3.9	Ağırlıkları ve sınıf ayıracı olan doğrunun geometrik gösterimi	46
Şekil 3.10	Bir basit algılayıcı yapısı	47
Şekil 3.11	ADALINE ünitesi	49
Şekil 3.12	İki ADALINE ünitesinden oluşan MADALINE ağı	51
Şekil 3.13	Çok katmanlı algılayıcı	52
Şekil 3.14	Öğrenmenin hata uzayındaki gösterimi	55
Şekil 3.15	Çok boyutlu hata uzayı	55
Şekil 4.1	İzmir Alsancak Limanı	65
Şekil 4.2	Liman yerleşim planı [1]	68
Şekil 4.3	İzmir Alsancak Limanı konteyner rıhtımları	68
Şekil 5.1	İleri beslemeli-geri yayımlı bir yapay sinir ağı modeli [26]	74
Şekil 5.2	Aktivasyon fonksiyonları [26]	75
Şekil 5.3	Uygun olmayan model sonuçları	77
Şekil 5.4	Gemi boyu ve gemi sayısı histogramı	80
Şekil 5.5	Yanışma yeri işgal süresi histogramı	80
Şekil 5.6	Bir adet ara ve çıkış katmanlı model şeması	81
Şekil 5.7	Model ve gerçek değer kullanım oranlarının kıyaslanması	83
Şekil 5.8	Rıhtım boyunun rıhtım kullanım oranına etkisi	86
Şekil 5.9	Model ve gerçek değer saçılımı grafiği	87

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1	Yanaşma yeri kullanım oranı [13]..... 28
Çizelge 3.1	Toplama fonksiyonu örnekleri 36
Çizelge 3.2	Aktivasyon fonksiyonu örnekleri 37
Çizelge 3.3	XOR problemi 45
Çizelge 4.1	İzmir Alsancak Limanı gelir-gider durumu (TL) [23] 67
Çizelge 4.2	İzmir Alsancak Limanı rıhtım uzunluk ve su derinlikleri değerleri [1] 69
Çizelge 4.3	İzmir Alsancak Limanı'nın yıllara bağlı yük trafiği [23] 70
Çizelge 5.1	Seçilen model fonksiyonları 77
Çizelge 5.2	Modelde kullanılan İAL parametreleri (2006 yılı) 79
Çizelge 5.3	Model girdi kalibrasyonu..... 81
Çizelge 5.4	Model sonuçları..... 84
Çizelge 5.5	Değişken rıhtım boyu senaryo çalışmaları 85
Çizelge 5.6	Senaryo ve analitik yöntem sonuçları 86

KONTEYNER TERMİNAL MODELLEMESİ

Halil Can ERYAŞAR

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Esin ÖZKAN ÇEVİK

Bu çalışmada, liman planlaması ve tasarımda etkili olan rıhtım kullanım oranları incelenmiştir. Rıhtım kullanım oranları, geleneksel analitik yöntemler yerine yapay sinir ağları yöntemiyle modellemeye tespit edilmiştir.

Modelleme çalışmasında, İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 2006 yılına ait veriler kullanılmıştır. Bu yıl içerisinde konteyner rıhtımlarında elleçleme yapan gemiler; boylarına, yanaşma yerini işgal ettikleri süreye göre sınıflandırılmışlardır. Gemilerin boyları, işgal süreleri ve rıhtım uzunluğu girdi verileri olarak, bu değerlere karşılık gelen rıhtım kullanım oranları ise hedef verileri olarak yapay sinir ağları modeline tanıtılmıştır. Yapay sinir ağları modeli eldeki bu değerler ile herhangi bir kabul yapmadan eğitilmiş ve test edilmiştir. Model sonuçları İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali gerçek değerleri ile kıyaslanarak kontrol edilmişlerdir.

Gemi boyu, geminin işgal süresi ve rıhtım uzunluğu arasında rassal bir model kurularak, rıhtım kullanım oranı başarılı bir şekilde bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Liman planlaması, konteyner terminalleri, rıhtım kullanım oranı, yapay sinir ağları.

CONTAINER TERMINAL MODELLING

Halil Can ERYAŞAR

Department of Civil Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Esin ÖZKAN ÇEVİK

This study presents the analysis of berth occupancy ratios which have a significant effect in port planning and design. Berth occupancy ratios were determined by Artificial Neural Networks method, instead of conventional analytical methods.

The data from İzmir Alsancak Container Terminal for the year 2006 were used in modelling. The ships were analyzed depending on their lengths, berth service times. The lengths, service times of the ships and quay length were introduced to the Artificial Neural Networks model as input data, where the relevant berth occupancy ratios were introduced as target data. Artificial Neural Networks were trained and tested with these data, without any further assumptions. The results of the model were compared with the actual data from İzmir Alsancak Container Terminal.

The berth occupancy ratios were successfully determined by using a random modelling that is associated to the ship length, service time and quay length.

Keywords: Port planning, container terminals, berth occupancy ratio, artificial neural network.

1.1 Literatür Özeti

Taşımacılık sektöründe ön plana çıkan denizyolu taşımacılığı için limanlar hayati öneme sahiptirler. Denizyolu taşımacılığı ithal ya da ihraç edilen yük/yükleme cinsi olarak düşünüldüğünde konteyner taşımacılığı son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Dolayısıyla yük çeşidi bakımından değerlendirildiğinde konteyner limanları, terminalleri liman mühendisliği için önemi büyük olan yapılardır. Bu yapıların boyutları, işleyiş-işletimi, koordinasyonu vb. performansları ön plana çıkmaktadır. Dünyadaki konteyner gemilerinin ulaştığı boyutlar, bu boyutlardaki gemilerin o denli hızlı hareket etmeleri ve hızlı bir şekilde hizmet alma süreçleri değerlendirildiğinde liman yapılarının önemi bir kez daha anlaşılmaktadır.

Tasarımcı/mühendis bu denli öneme sahip hizmet yapıları olan limanların tasarımında, dolaylı ve/veya doğrudan etkili birçok parametreyi değerlendirmektedir. Bu çalışmada da bu parametrelerden biri olan yanaşma yeri-rıhtım kullanım oranı ele alınacaktır. Çalışma bir konteyner terminalinin yıllık verileri ile yapılmış olup, çalışmada yapay zeka ürünü olan bir modelleme yöntemi kullanılmıştır.

Literatürde limanlar ve konteyner terminalleri ile ilgili yapılan bazı çalışmalar özet olarak aşağıda anlatılmaktadır. Bu çalışmalarda limanların, terminallerin genel yapısı, bileşenleri ve yapının işleyişinin irdelenmesi yer almaktadır.

Arslan [1] çalışmasında; liman planlamasında yanaşma yeri kullanım oranının belirlenmesi için bulanık mantığa dayalı bir model geliştirmiştir. Model çalışma alanı olarak İzmir Alsancak Limanı konteyner terminali verilerini kullanmıştır. Modelde gemi

boylarını, elleçleme ekipmanları kapasitelerini, gelen gemi sayısını üç üyelik fonksiyonlu girdi olarak kabul etmiş ve yanaşma yeri kullanım oranını çıktı olarak belirlemiştir. Arslan [1] İzmir Alsancak Limanı'nın 2006 yılına ait gelen gemi sayısı, elleçleme ekipman kapasiteleri ve gemi boyları verilerini kullanılarak aylık olarak yanaşma yeri kullanım oranlarını belirlemiştir.

Ada vd. [2]; Türkiye'deki ve dünyadaki limanları, genel durumlarını, liman yönetimini ve rıhtım atama problemini ele almışlardır. Rıhtım atama probleminin, yanlış alınan bir karar ile bağlantılı olan diğer bütün uygulamaları olumsuz yönde etkileyeceğini, servis sürelerini ve maliyetleri arttırabileceği belirtilmiştir. Türkiye'nin 8,333 kilometreyi bulan sahil şeridi ve jeopolitik konumu ile uluslararası ulaşım yollarında bulunması, ithalat ve ihracat taşımalarının yaklaşık %90'lık bölümünün denizyolu ile yapılması ve yeterli karayolu bağlantısının bulunması Türk limanları açısından bir avantaj olarak değerlendirmişlerdir. Türk limanlarının eksikliklerini ve olumsuz yönlerini ise maddeler halinde sıralamışlardır. Bunlar:

- istikrarlı ulusal ve uluslar arası bir liman politika eksikliğini,
- mevzuatın ihtiyacı karşılayacak şekilde olmadığını,
- kontrol mekanizmasının yeterli olmamasının,
- yatırım ve finansman ihtiyacı,
- limanların hizmetlerinin etkin ve verimli olmaması,
- düzenli bir bilgi akışını sağlayacak elektronik veri aktarımı sisteminin bulunmaması,
- büyük gemileri alabilecek rıhtım sayısının ve derinliklerin bulunmamasıdır

Dünya limanlarında kullanılan yönetim ve bilişim sistemlerin, limanlardaki karar aşamalarının her birinde kullanıcılara karar desteği sunan gelişmiş sistemler olduğu vurgulamışlardır. Bu gibi sistemlerin gemilerin rıhtım atamalarının yapılmasında, gemiye vinç, operatör ve işçi ekibinin en verimli şekilde atanmasında, liman içi kamyon veya konteyner çekicilerin gemiden depolama alanına ve/veya depolama alanından gemiye konteyner taşıması sırasında optimum rotdanmasında vb. bütün alınan kararlarda matematiksel model uygulamalarıyla kullanıcıya büyük oranda yardımcı

olduğunu belirtmişlerdir. Rıhtım atamasının planlı bir şekilde yapılarak limanlara ve haliyle ülke ekonomisine pozitif yönde katkı sağlayacağını belirtmişlerdir.

Beskovnik [3], konteynerleşme sürecinin gitgide ivme kazanarak gelişmesi sonucunda, konteyner terminalleri ile ilgili optimizasyon yöntemlerinin kapasiteye olan etkisi farklı çözüm yöntemleri ile ele almıştır. Modern konteyner terminallerinde en önemli problemlerin; geminin yükleme ve boşaltılmasının, depo sahasındaki konteynerlerin istiflenmesinin, liman kapısından giriş çıkış arasındaki koordinasyonun sağlanması olduğunu belirtmiştir. Terminal verimliliğini etkileyen parametreleri ise; konteyner depo sahası, yanaşma yeri, vinçler, liman kapısı ve iş gücü olarak tanımlanmıştır. Liman verimliliğini arttırabilmek için konteyner bekleme süresinin azaltılmasını (depo sahasında kalma süresi), rıhtım ve (varsa) demiryolu bağlantısı arasındaki mesafenin azaltılmasını, terminal kapısındaki çalışma saatlerinin uzatılmasını, harici konteyner depo sahasının (terminal alanı dışında) oluşturulmasını ve yeni teknolojilerin kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

Le-Griffin ve Murphy [4], Los Angeles ve Long Beach limanlarını genel bir durumlarını rıhtım operasyonları, depo sahası organizasyonu, işletimi konularında değerlendirmiştir. Liman verimliliğinin artık fiziksel alan kazanma ile değil, kapasite ve verimliliğin arttırılması ile sağlanabileceğini belirtilmişlerdir. Ayrıca bu durum sayesinde şehir merkezlerine daha yakın ya da merkezi konumlarda bulunan limanların da çevre kirliliğine yol açmasının engelleneceğini vurgulamışlardır. Konteyner limanlarında konteyner transferinin ve depolanmasının limanın temel fonksiyonu olduğunu belirtmişlerdir. Limanları iki tip sınıfa ayırmışlardır. Bunlardan birincisi çıkış-varış (origin-destination) limanları, ikincisi ise aktarma merkezi (transshipment-center/load-center) olan limanlarıdır. Çıkış-varış limanlarında verimliliğinin kara sahası operasyonlarının (özellikle ve depolama alanı, slotlar ve liman kapısı), aktarma-merkez limanlarda ise apron sahası (rıhtım operasyonları, rıhtım vinç verimliliği vb.) faaliyetlerinin etkili olduğunu belirtmişlerdir. Konteyner terminali verimliliğinin kren, rıhtım, depo sahası, kapı ve personele bağlı olduğunu vurgulanmışlardır. Konteyner bekleme süresinin azaltılmasının, çalışma sürelerinin uzatılmasının ve diğer depo sahalarının kullanılmasının liman kapasitesini arttıracığını belirtmişlerdir.

Yılmaz [5]; İzmir Alsancak Limanı'nı detaylı olarak incelemiştir. İzmir Alsancak Limanı'nın bulunduğu İzmir ili ve Ege Bölgesini sosyo-ekonomik olarak incelemiştir. Limanın, mevcut coğrafi konumunu, hinterland bilgilerini, dış ticaret miktarları ve dış ticaretinin gerçekleştirdiği ülkeleri belirtmiştir. Limanın durum (SWOT) analizini yapmış ve biri limanın iyileştirilmesi diğeri de limanın taşınması olarak iki adet liman senaryosu üretmiştir. Bir limanda gerçekleştirilen etkinliklere ait veri bankası oluşturulması amacıyla, liman bilgilerini, gemi bilgilerini trafik bilgilerini ve yük bilgilerini (konteyner) dikkate alan program hazırlamaya yardımcı nitelikte bir algoritma sunmuştur.

Gambardella ve Rizzoli [6]; konteyner terminalleri yöneticilerine karar alma aşamalarında destek sağlama ve manuel düzenden otomatik sisteme geçişte simülasyon ve optimizasyonun sağladığı faydalar anlatılmaktadır. Simülasyon ve optimizasyon; terminal yönetimindeki operasyonların sınıflandırılması, terminal veri tabanı ve terminal operasyon kısımlarının birlikte ele alınarak değerlendirilmiştir. Simülasyon ve optimizasyon teknikleriyle, önceden insan becerisiyle gerçekleştirilen liman işletme yapısının bilgisayar ortamında değerlendirilmesi daha gerçekçi ve kolay sonuca gidilmesi ve terminalin verimliliğinin bu sayede artış göstereceği belirtilmiştir. Terminal yönetimindeki operasyonların mekansal ve zamansal sınıflara ayrılmasının, terminal işleyişine dair veri tabanının olmasının ve operasyonların (rıhtım, depo sahası vb.) terminal operatörü (insan becerisiyle) tarafından yapılmasına karşın simülasyon yöntemleriyle sıralanan bu yapının akışının sağlanması daha güvenilir ve verimliliği artırıcı yönde olacağını belirtmişlerdir.

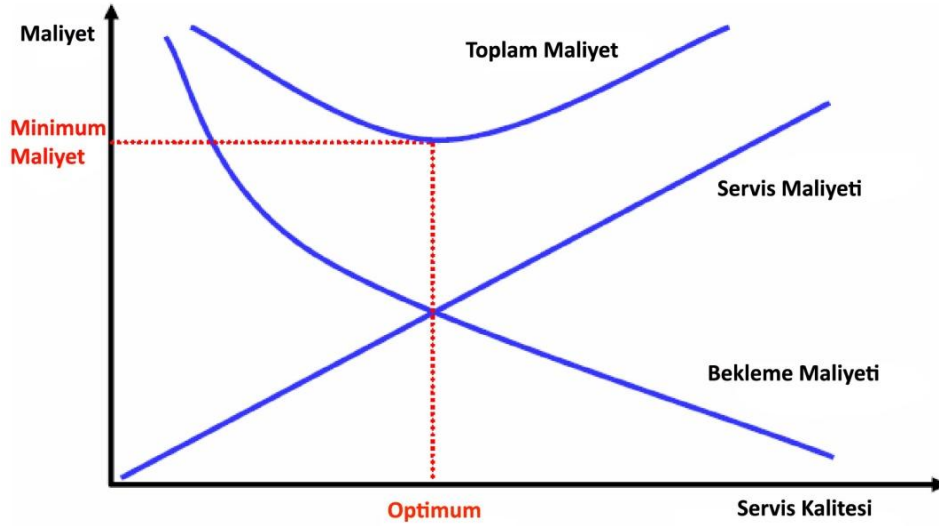
Henesey vd. [7]; bir konteyner terminal sisteminin karar alma-verme sürecini irdemişler ve "BAMS – Berth Allocation Management System"i (Rıhtım Atama Yönetim Sistemi) tavsiye etmişlerdir. Sistem, konteyner terminallerinde operasyonları ve konteyner gemilerinin yanaşması sırasında rol oynayan (farklı senaryolar dâhilinde - çeşitli rıhtım uzunlukları, yanaşma yeri alanı, gemi varışları sırası vb.) çeşitli faktörleri modelleyebilmektedir. BAMS, sistemiyle istif alanı ve rıhtım arasında koordineli bir depolama transferi gerçekleştirilerek, gemilerin rıhtımda harcadıkları toplam süre minimize edilmektedir. Henesey vd. [7], terminal yöneticilerinin planlı ve daha efektif bir hizmet düzeni sağlamalarını ve hat sahipleriyle nakliyecilerin bekleme maliyetlerini düşürmüş ve hizmet alma kalitelerini arttırmışlardır. Simülasyonun, rıhtım

atamalarında DSS-Karar Destek Sistemlerinde idarecilere büyük kolaylıklar sunan bir alt yapı sağladığını belirtmişlerdir. Limanın servis kalitesini fiziksel eklentiler yapmadan, bilinçli rıhtım atamalarıyla (depo vinçlerinin hareket mesafelerini minimize eden) geminin limanda kalma süresinin azalabileceğini göstermişlerdir.

Gambardella vd. [8]; konteyner terminallerinin verimliliğini arttırabilmeleri için terminallerin nasıl bir yapıda olması gerektiğini ve hangi teknikler ile bu yapının sağlanabileceği anlatılmışlardır. Çalışmada konteyner terminalinin işletim yapısını konteyner akışının sağlandığı yer olarak tanımlamışlardır. Konteyner terminalini yapısını; gemilerin limana varışları, konteynerlerin terminale giriş ve çıkışı, konteynerlerin rıhtımdaki transferi, depolanmasını, rıhtım ve depo arasındaki iletişimi, terminaldeki ekipman kullanımını olarak değerlendirmişlerdir. Sıralanan bu değerlerin her birini bir problem olarak yorumlamış ve çözümü için bir yöntem sunmuşlardır. Terminal bileşenlerini simülasyon, tahmin ve planlama modülleri olarak sınıflandırmışlardır. Simülasyon modülü; terminalin işleyişini, terminal elemanları ve süreçleri açısından modelleyebilmekte, tahmin modülü; geçmiş verileri kullanarak geleceğe yönelik tahmin yürütmekte ve planlama modülü; konteyner konumlarını, yükleme ve boşaltmayı optimize etmektedir. Gambardella vd. [8]; bu sınıflandırma yönteminin kullanılmasıyla terminal bileşenlerinin dahil olduğu sınıfa göre uzun ve kısa vadede terminal verimliliğinin arttığını belirtmişlerdir.

Park ve Dragovic [9]; konteyner limanının, gemilerin limanda bekleme sürelerini asgari ve rıhtım kullanımını azami düzeyde tutabilecek kapasitede olması gerektiği durumu ele almışlardır. Konuyu rıhtım, depo sahası ve transfer araçları ile bir arada uygulanan bir model yardımı ile değerlendirmişlerdir. Modelde Kore konteyner terminali verileri kullanılmışlardır. Konteyner terminallerinde, terminal ve nakliyecilerin arasında oluşturulan arz-talep dengesinin korunması için optimizasyon modelini oluşturmuşlardır. Bu arz-talep dengesinin korunması için yapılacak eylemlerin maksimum fayda sağlayabilmesini ve bu faydanın maliyet olarak limana yansınmasını incelemişlerdir. Model rıhtım simülasyonu, depo sahası simülasyonu ve bu ikisinin birleştirilmesi üzerine kurulmuştur. Modelde öncelikle rıhtım simülasyonu yapılmaktadır. Daha sonra bu simülasyondan elde edilen veriler depo sahası simülasyonu ile birleştirilerek depo sahası simülasyonu yapılmaktadır. Park ve Dragovic

[9]; model çıktıları rıhtımda yıllık üretilen iş hacmi, rıhtım doluluk oranı, hizmet süresi, geminin limanda harcadığı toplam süre, atanan ortalama rıhtım vinci sayısı, depo sahası yoğunluğu, yanaşan gemi sayısı olarak değerlendirmişlerdir. Optimize edilen terminalin servis seviyesi; gemi bekleme maliyeti ve liman operasyon maliyetleri ile değerlendirilerek minimum maliyete karşılık gelen optimum servis seviyesi bulunmuştur (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Gemi bekleme maliyeti [9]

Maliyet hesabında geminin beklemesinden dolayı ortaya çıkan mali değer, limanın kaynaklarının kullanımından dolayı ortaya çıkan mali değer ve limanla nakliyeciler arasında oluşan denge neticesinde meydana gelen sosyal mali değer göz önünde bulundurulmuştur. Model; hizmet süresinin uzamasını engelleyen ve bekleme sonucu ortaya çıkan maliyetleri minimuma indiren bir simülasyon ile, depo sahası ve rıhtım kullanım oranlarını kullanarak optimum servis seviyesi ile minimum maliyet ilişkisini kurmuştur. Sistemin doğruluğu gerçek değerler ile de kıyaslanarak kanıtlanmıştır. Park ve Dragovic [9]; limanda gemilerin bekleme sürelerinin artması liman için kendi giderleri de göz önünde bulundurulduğunda ek getiri sağlasa da, bu bekleme gemilerin kendi maliyetlerini arttırdığı için ve de kötü bir hizmet almalarını ortaya çıkardığı için liman adına sosyal bir kayıp söz konusu olduğu vurgulamışlardır. Bu kaybın limanın müşteri kaybına kadar büyüdüğü belirtilmiştir.

Ng ve Wong [10]; liman trafik sıklığı, karışıklığının terminal kapasitelerine etkisini araştıran bir simülasyon modeli üzerinde durmuşlardır. Çalışma alanı olarak Hong Kong limanını seçmişlerdir. Modelde, genel güvenlik ihtiyaçlarını ve terminal operasyon özelliklerini de hesaba katmışlardır. Modelin simülasyon sonuçları, araç trafiğinin Hong Kong konteyner terminallerinin kapasitelerine olan etkisini değerlendirmişlerdir. Ng ve Wong [10]; Hong Kong Limanı Konteyner Terminallerinin yüksek kapasiteye sahip olmasının yanı sıra, geri sahası diğer modern konteyner terminallerine göre daha az alana sahip bir terminalin, müşterilerinin daha iyi servis alabilmeleri adına terminal işletmecilerin terminal kaynaklarını efektif olarak kullanma gerekliliklerini belirtilmiştir. Liman ulaşım kanalı ve basandeki olası kazaları ve çarpışmaları engellemek adına uygulanan navigasyon güvenlik ve bağlama kurallarının, gemi trafiğini ve buna bağlı olarak terminal kapasitesinde düşüşe neden olan gemi bekleme sürelerinin artmasına sebep olduğunu vurgulamışlardır. Ortalama gemi bekleme süresine etkisi olan seyir sürelerini değerlendirmişlerdir. Terminalin trafik akışı kontrol altına alınarak, gemilerin yanaşma-ayrılma ve demir atma-alma durumlarında harcadıkları zaman ile limana gelen gemilerin limana bıraktıkları ve aldıkları yüklerin gemilerin toplam taşıdıkları yüke oranı da (yükleme faktörü) göz önünde bulundurarak, terminal kapasitesi değerlendirilmiştir. Simülasyon sonucu elde edilen kapasiteler ve bekleme oranları grafik ortamda kıyaslandığında; kontrollü manevra hareketlerinin ve trafik akışının neden olduğu tıkanıklığın yıllık kapasiteye katkısının 1.4 milyon TEU olduğunu belirtmişlerdir. Simülasyon modelinde trafik sıklığının ve gemi hareketlerinin neden olduğu zaman kayıplarının terminalin kapasitesine olan olumsuz etkisini ve bu etkinin kontrollü bir alan oluşturularak ortadan kaldırılacağı ve simülasyon model çalışmaları ile daha büyük altyapılara (yeni rıhtım yapımı vb.) ihtiyaç duymadan bu kapasitenin arttırılabileceği gösterilmiştir.

Na ve Zhihang [11]; konteyner terminallerinin sürekli (marjinal) rıhtımlarının ve rıhtım vinçlerinin atanmasının kombine bir şekilde optimizasyonunu ele almışlardır. Rıhtım vinçlerinin olası yer değiştirmesine (crossover) karşı korunmasını ve ardışık gelen gemiler arasında hem zaman hem de yer olarak talep edilen boşluğun oluşturulmasını gözetmişler ve sezgisel bir model önermişlerdir. Na ve Zhihang [11]; yeni bir sezgisel yöntem ile BAP – rıhtım atama problemini ve CAP – kren atama problemini birlikte ele

olarak, hizmet gören bütün gemilerin limanda kalma süresini minimize ederek çözümlenmişlerdir. Dinamik atamalı marjinal rıhtım modelini kullanmışlardır. Kren atamalarında ise tek bir geminin farklı bölmelerine atanan krenleri değil, farklı gemilere atanan krenleri modelde kullanmışlardır. Bu sisteme bağlı olarak toplam 3 farklı tipte 6 gemi 168 saat süre (bir hafta) ile modelde değerlendirmişlerdir. Modelde gemilerin tahmini geliş zamanlarının 2, 3, 4 ve 5 saat aralıklarla olduğunu kabul etmişlerdir. Tahmini geliş sıklıkları 2 saat, 3 saat vb. zaman aralıkları olarak almışlardır. Buna bağlı olarak 4 farklı geliş zaman aralığına göre 4 farklı sınıflandırma yapmışlardır. Çalışmada 3 çeşit gemi tipi belirlemişlerdir: 80-210 m, 210-300 m, 300-400 m. Gemilere sırasıyla (yer değiştirmeler olmaksızın) ayna anda hizmet edebilecek kren sayıları ise 1-2, 2-4 ve 4-6'dır. Na ve Zhihang [11]; gelen geminin dinamik rıhtım atanması ve rıhtım krenlerinin gemiye hizmet sunmasıyla yapılan sistemi "Toplam Süre = Bekleme Süresi + Hizmet Süresi" şeklinde ifade etmişlerdir. Farklı geliş zamanlarına sahip 10 farklı olayda gemilerin servis sürelerinin ortalama olarak aynı olduğunu göstermişlerdir. Ancak gemilerin geliş aralıklarının azaldığı yani daha sıklıkla limana gemi gelmesi durumunda gemilerin bekleme sürelerinde artışlar olduğunu belirtmişlerdir. Örnek olarak 5 saat geliş aralığına sahip gemi limanda 2.28 saat beklerken, 2 saat geliş aralığına sahip gemi limanda 3.8 saat hizmet beklediğini açıklamışlardır. Modelde rıhtım atamalarının vinç çakışmalarını, boşta kalmalarını önleyerek yapılması ile gemilere hizmet sağlanması durumunda gemilerin servis süreleri ortalama bir değere taşındığı ve geminin limanda kaldığı sürenin bu sayede azaltıldığını belirtilmişlerdir.

Bartan [12] çalışmasında; limanlardaki performans kavramını irdelemiştir. Konteyner terminallerindeki yük elleçleme performanslarını dikkate almıştır. Uygulama alanı olarak İzmir Alsancak Limanı'nı kullanmıştır. Çalışmasında liman operasyonlarına ait gerekli veriler alınarak yük elleçleme performansına, yanaşma yeri kullanım oranlarına dair hesaplamalar yaparak liman performansı ve verimliliğini değerlendirmiştir. Yapılan değerlendirmeler neticesinde bulunan rakamların dünya limanlarıyla kıyaslandığında; limanın iyi bir durumda olmadığını, performans göstergelerinin gerekli rekabeti sağlayamadığını belirtilmiştir. Bartan [12] limanın verimliliğini arttırmak için bürokratik engellerin kaldırılmasını, yeni teknolojinin kullanılmasını, rıhtım boylarının uzatılmasını,

liman alanının genişletilmesini, yaklaşım kanalının derinliğinin arttırılmasını, ithal ve ihraç konteynerlerin istifine dikkat edilmesini önermiştir.

1.2 Tezin Amacı

Taşıma endüstrisi ülkelerin ekonomik gelişiminde en etkili parametrelerden biridir. Deniz taşımacılığı, büyük taşıma kapasitesi ve ucuzluğu nedeni ile doğru uygulandığında en ekonomik olanıdır ve dünya ticaret hacminde en büyük orana sahiptir. İthal ya da ihraç edilen malların karayolu ya da demiryolu ile taşınması deniz yolu ile karşılaştırıldığında çok pahalıdır. Liman ulaştırma zincirinin bir halkası ve hayati bağlantısı olduğundan bölgedeki endüstriyel büyümenin ve ticaretin gelişmesine yardımcı olur [13].

Dünya çapında taşımacılığın son 10 yılda büyük bir hızla konteyner taşımacılığına doğru yöneldiği göz önüne alındığında, ilk ortaya çıktığı 1950'li yıllardan beri devamlı büyüme eğilimi göstermekte olan konteynercilik ve konteyner taşımacılığı günümüz için büyük önem arz etmektedir. Özellikle taşımacılık maliyetlerini en aza indirmek için gemi geometrileri gün geçtikçe büyüdükçe, konsepti devamlı bir evrim içinde olan konteyner terminali ve konteyner limanı tasarımı ve planlamasının önemi, bu bağlamda çok ve çeşitli araştırma konusuyla güncelliğini sürdürmektedir [14].

Limanların yeterliliğinin yükleyiciler, armatörler ve dünya ekonomisi için büyük önemi vardır. Hem gemi hem liman fiyatlarının çok pahalı olmasından dolayı bunlardan maksimum şekilde faydalanılmalıdır. Gemilerin uzun kuyruklar yaratmaksızın liman faaliyetlerinin maksimum kullanımını sağlamak oldukça zordur. Yapı yatırımlarında büyük maliyetlerin bileşeni olan yanaşma yeri maliyeti ve gemilerin bekleme maliyeti dikkate alınarak, mevcut ve gelecekteki talep için optimum liman boyutunun belirlenmesi, bazı yöntemler kullanılarak tüm maliyet parametrelerinin dikkate alınmasıyla hassas bir şekilde yapılmalıdır. Çözümü etkileyen temel faktörler; geminin varış oranını belirleyen trafik modeli, gemi büyüklüğü, gemi tarafından taşınan kargonun miktarı, rıhtım uzunluğu, yanaşma yeri sayısı, elleçleme ekipmanları sayısı ve kapasitesidir [13]

Liman planlamasında, optimum liman boyutunu belirleme metodu geliştirmek için günümüze kadar çok çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar için bir limandaki yıllık

yük miktarı, planlama hedefi olarak öncelikle belirlenmelidir. Mevcut ekonomik gelişme planları, trafik akış tahminleri, gemilerin tip ve boyutları, var olan limanlardaki çalışmalar ve yöntemler gözden geçirilmelidir. Ekonomik nedenlerden dolayı limanın boyutu mümkün olduğunca küçük tutulmalı, ancak emniyetli olmalı ve operasyon rahatlıkla yapılabilmelidir. Gemilerin limana yanaşabilmek için beklemeleri armatör veya gemi kullanıcılarına oldukça büyük maliyetler getirmektedir. İyi bir liman planlamasının amacı gemilerin bekleme süresini minimuma indirmek olmalıdır. En ideal çözüm; bir limanın tüm yanaşma yerlerinin her zaman dolu olması ve hiçbir zaman boş bir yanaşma yeri için bekleyen gemi olmamasıdır [13].

Bu çalışmada konteyner limanlarında, liman planlamasında ve tasarımında etkili olan rıhtım kullanım oranı ele alınacaktır. Bu sayede liman planlamasına fayda sağlayabilecek bir çalışma oluşturulmaya çalışılacaktır.

1.3 Hipotez

Denize kıyısı olan ülkeler için dış ticaretlerini denizyolu ile gerçekleştirmek, ülke ekonomilerine katkı sağlamak açısından çok önemlidir. Denizyolu ile yapılan ticaretin kapısı olan limanlar ise hem planlama hem de işletme aşamasında özen gösterilmesi gereken yapılardır. Bir limanın güvenilir olarak inşa edilmesi ne kadar önemli ise yapılan yatırımlarla limanların daha verimli bir hale getirilmesi, gemilere yükleme-boşaltma yapmaları sırasında yeterli ekipman sağlaması ve işlemlerin hızla tamamlanabilmesi veya limana gelen gemilerin bekleme sürelerinin en aza indirilmesi için liman sahasının düzgün olarak planlanması ile en iyi hizmetin verilmesi de o derece önemlidir [5].

Limanlarda planlanması ayrı bir öneme sahip olan yapılar rıhtım yapılarıdır. Rıhtım yapıları, yüksek yatırım maliyetleri ve limanın gemilere sağladığı hizmet göz önüne alındığında önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Rıhtım yapıları bu şekliyle ele alındığında tasarruflu bir planlama yöntemi ile boyutlandırılmaz. Yapı; hem boş kalma süresi asgari düzeyde kalacak, hem de sağladığı hizmet azami boyutlarda olacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu dengeyi yakalamamızı sağlayan temel faktörlerden birisi de rıhtım kullanım oranıdır. Bu oranın belirli bir değer aralığında olması rıhtımın ne ölçüde kullanıldığı ve kullanılması gerektiği konusunda önemli bir göstergedir.

Bu çalışmada rıhtım kullanım oranı ele alınacaktır. Rıhtım, işlevsel kullanımı açısından incelenmiştir. İnceleme bir rassal-indeterministik yöntem olan “Yapay Sinir Ağları” yöntemi ile yapılmıştır. zm YSA alışma prensibi gereği rassal modelleme yöntemi ile sağlanmıştır.

Problemin genel karakteristiğini temsil eden veriler ile YSA modeli eğitilmiştir. Ulaşılmak istenen sonuç hedef veriler, diğer parametreler de girdi verileri olarak ağa tanıtılmıştır. Bu sayede ağ girdi ve çıktı verileri arasındaki bağı kendisi oluşturmuştur. Ağın bu şekilde eğitilmiş olup başka bir veri dizisi girdi olarak kullanarak çıktı değerleri tahmin edilmiştir.

KONTEYNER TERMİNAL PLANLAMASI

2.1 Liman Planlaması

Taşıma endüstrisi ülkelerin ekonomik gelişmesinde en etkili parametrelerden biridir. Deniz taşımacılığı, büyük taşıma kapasitesi ve ucuzluğu nedeniyle doğru uygulandığında en ekonomik olanıdır ve dünya ticaret hacminde en büyük orana sahiptir. İthal ya da ihraç edilen malların karayolu ya da demiryolu ile taşınması denizyolu ile karşılaştırıldığında çok pahalıdır. Bu nedenle dış ticaret taşımacılığının büyük bir kısmının deniz yolu taşımacılığı ile yapılması çok daha ekonomiktir. Liman, ulaştırma zincirinin bir halkası ve hayati bir bağlantısı olduğundan bölgedeki endüstriyel büyümenin ve ticaretin gelişmesine yardımcı olur. Sağlıklı bir ekonomik gelişme için liman ve hinterlandı tamamen birbirine bağlı olmalıdır. Bu nedenle liman içinde yük akışını yavaşlatacak hiçbir engel olmamalıdır [13].

Limanlar, sadece bölgesel ve uluslar arası ticaret aracı değildir, aynı zamanda endüstriyel aktiviteleri de arttırmaktadır ve ayrıca limanlarının faaliyetlerinin artması gelişmekte olan ülkelerin gelişmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bundan dolayı planlama ve limanların gelişimi dünya ekonomisinde geniş yer almaktadır [13].

Limanların yeterliliğinin yükleyiciler, armatörler ve dünya ekonomisi için büyük bir önemi vardır. Hem gemi hem liman fiyatlarının çok pahalı olmasından dolayı bunlardan maksimum şekilde faydalanılmalıdır. Gemilerin uzun kuyruklar yaratmaksızın liman faaliyetlerinin maksimum kullanımını sağlamak veya tam tersi oldukça zordur. Liman planlamasında en ideal çözüm; planlanan limanın tüm yanaşma yerlerinin her zaman

dolu olması ve hiçbir zaman boş bir yanaşma yeri için bekleyen gemi olmaması şartının sağlanması ile elde edilir. Yapı yatırımlarında büyük maliyetlerin bileşenleri olan boş yanaşma yeri maliyeti ve gemilerin bekleme maliyeti (demoraj) dikkate alınarak, mevcut ve gelecekteki talep için optimum liman boyutunun belirlenmesi, tüm maliyet parametrelerinin dikkate alınmasıyla ve çeşitli yöntemler kullanılarak hassas bir şekilde yapılmalıdır [13].

Liman planlamasının değerlendirilmesinde üç temel faktör önem kazanmaktadır. Bunlar gemilerin varış oranı, rıhtım ve apron çalışmaları olarak kategorize edilebilmektedir. Bu temel faktörler detaylandırıldığında ise; geminin varış oranını belirleyen gemi trafik modeli, gemi büyüklüğü ve gemi tarafından taşınan yükün miktarı, rıhtım uzunluğu ya da yanaşma yeri sayısı ve yükleme/boşaltma ekipmanların sayısı ve kapasitesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Liman planlanması disiplinler arası bir aktivitedir. Dolayısıyla mühendislik, ulaştırma ekonomisi, denizcilik, emniyet ve lojistik gibi konularla ilgili uzmanlık gerektirmektedir. Ayrıca dalga ve akıntı bilgisi, katı madde taşınımı, kıyı morfolojisi, tarama-doldurma ve dalgakıran ile rıhtım tasarımı gibi kıyı mühendisliği bilgilerini de gerektirmektedir [13].

Temelde liman planlaması diğer altyapı planlamasından farklı değildir, birisi gelecekteki bir tarihteki gereksinimleri de belirler diğeri ise bu amaca ulaşmak için bir gelişme programı ve bağlantıların birleştirilmesi için uygun bir vaziyet planı geliştirir. Bunu özel yapan ise hidroliğin karmaşık olması, denizcilik ve operasyonel durumlardır. Karadaki alt yapı planlamasında olduğu gibi uzamsal planlamaya ilave olarak taşıma, çevresel ve yasal görüşler dikkate alınmaktadır [13].

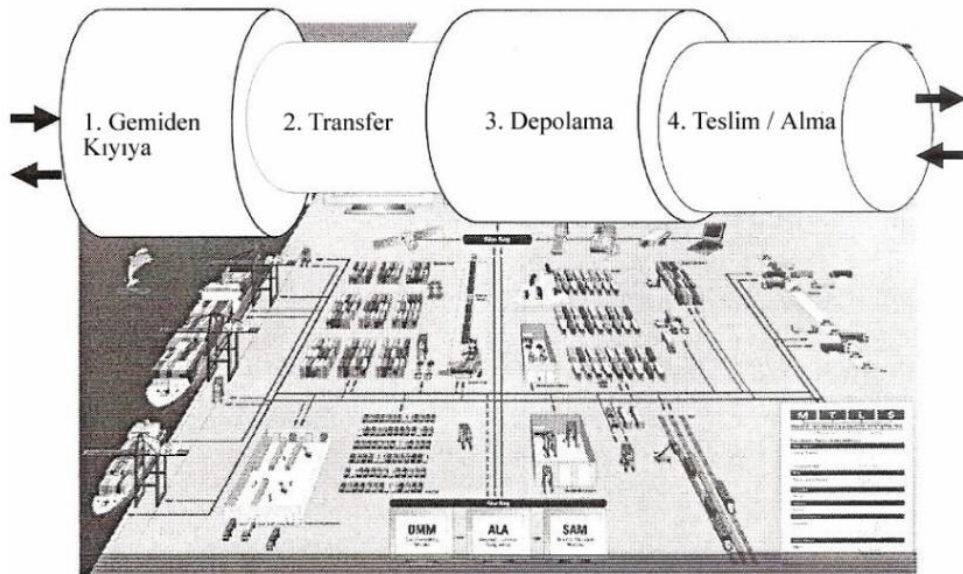
2.2 Konteyner Terminali Planlanması

Dünyadaki dış ticaret döngüsü büyük ölçüde deniz yolu ile sağlanmaktadır. Bu döngüde limanların ve onların iyi bir şekilde işler olmasının ekonomik değeri belirleyici öneme sahiptir. Burada öne çıkan durum ise limanların ve iyi bir şekilde işletilmelerinin sağlanmasının liman planlaması ile gerçekleştirilebilmesidir. Bu konu yük çeşitlerine göre değerlendirildiğinde ise dünya taşımacılığında güçlü bir paya sahip olan konteyner taşımacılığının bu sisteminin ana argümanlarından birini oluşturduğu kaçınılmazdır. Dolayısıyla, konteyner terminalleri, bu terminallerin planlanması ve işletilmesi başta

bahsedilen ekonomik döngünün en etkili parametrelerinden birini oluşturduğu görülmektedir.

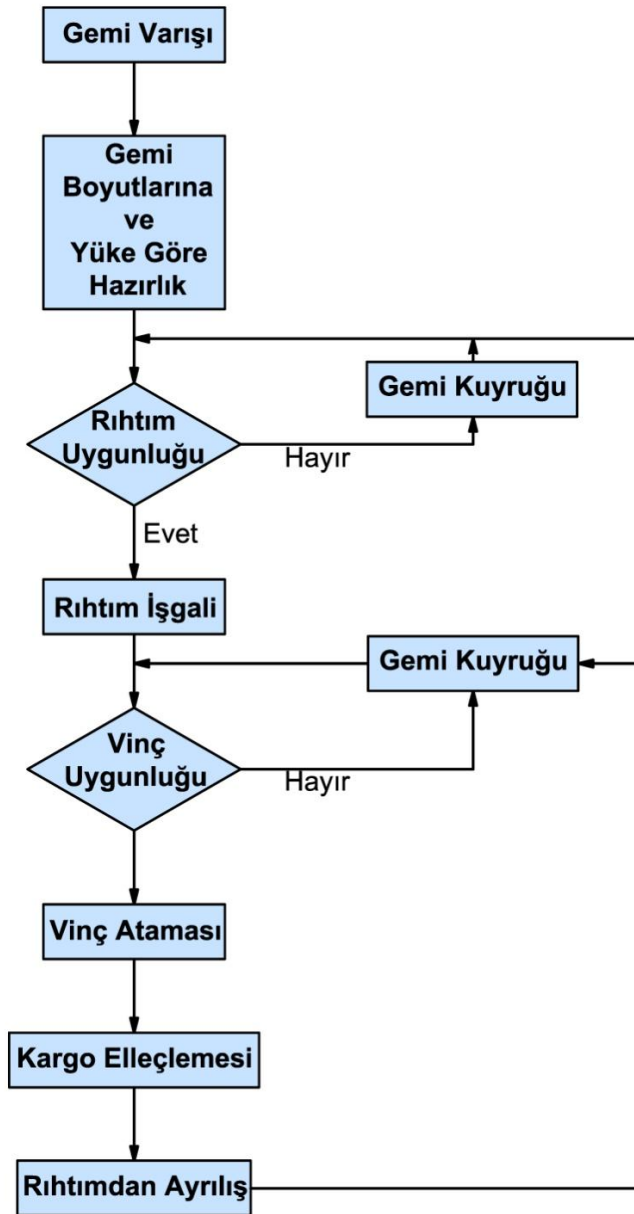
Konteyner terminallerinde iyi planlanan bir limanın sahip olması gereken değerler bulunması gerekmektedir. Konteyner terminallerini önemli kılan özelliği ise dünya taşımacılık sektörünün deniz ulaşımı ayağında yerini gün geçtikçe sağlamlaştırmasıdır. Konteynerleşme süreci diye adlandırılan bu evrede konteyner taşımacılığı ve dolayısıyla konteyner terminallerinin (limanları) önemi daha da büyümektedir. Bu derece öneme sahip olan bu yapılanmada, yatırım ve işletme maliyetlerinde günlük planlamalar ile hareket etmenin doğru bir yaklaşım olmaktan uzak olduğu görülmektedir. Yatırım ve planlama gerektiren bu sahada kararlar; ulusal planlar ve master planlar değerlendirilerek ele alınmalıdır.

Konteyner terminallerinin planlaması ele alındığında, terminalin iç işleyişini dikkatlice analiz etmek gerekmektedir. Terminal yapısı, alt bölümleri planlamada göz önünde bulundurulacak olan asıl tasarım unsurlarıdır. Terminalin her bir bölümü iyi bir şekilde planlanmalı, birbirleriyle ve de genel çalışma düzeni ile bir bütünlük sağlamalıdır. Bir konteyner terminali sistem görünüşü aşağıda Şekil 2.1’de verilmiştir. Sistem dört alt sisteme ayrılmış ve her bir sistemin verimliliği bir sonraki sistemin performansını etkilemektedir.



Şekil 2.1 Konteyner terminal sistemi [12]

Bu çalışmada konteyner terminal planlamasının rıhtım bölümü üzerinde durulacaktır. Planlama rıhtım ölçeğinde değerlendirildiğinde tasarım ön plana çıkmaktadır. Bu açıdan bakıldığında rıhtım yapılarının tasarımı mastır planın gerektirdiği şekilde belirlenmelidir. Bu tasarımın plana uygunluğu ile istenilen işletme anlayışı sağlanmış olacak ve geri dönüşü ekonomik olmayan yapılardan uzak kalınacaktır. Terminalde rıhtım tasarımında etkili olan gemi varışları, boyutları, yük, yüke göre vinç hazırlığı, vinçlerin atanması ve kargonun elleçlenmesi akış şeması aşağıda Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Konteyner terminali akış şeması (rıhtım tarafı)

Tasarım ve boyutlandırma optimum yaklaşımlarla ele alınarak dengeli bir yol izlenmelidir. Rıhtım planlamasında; limanın tüm yanaşma yerlerinin her zaman dolu olması ve hiçbir zaman boş bir yanaşma yeri için bekleyen gemi olmaması şartı sağlanmalıdır. Bu şartın sağlanabilmesi rıhtım kullanım oranları ile ilgidir. Rıhtım kullanım oranı, çalışma zamanının yüzdesel oranıdır. Uluslar arası standartlarda kullanım oranları Çizelge 2.1’deki gibi verilmiştir.

Çizelge 2.1 Yanaşma yeri kullanım oranı [13]

Rıhtım Sayısı	Gemi varışlarının kontrol koşullarına göre kullanım oranı (%)		
	Yok	Orta	Yüksek
1	25	35	45
2	40	45	50
3	45	50	55
4	55	60	65
5	60	65	70
6 veya fazla	65	70	75

Dolayısıyla planlamada bir limanın iyi bir şekilde işletilebilmesi için uluslararası standartlarda kabul görmüş yanaşma yeri kullanım oranları gözetilerek, rıhtımın maksimum fayda minimum maliyet analizi çerçevesinde tasarlanması gerekmektedir. Aksi takdirde kötü planlanan ya da planlanma evresi geçirmeden tasarlanan bir liman sürekli ekonomik kayıplar ile boğuşmak zorunda kalacaktır. Plansız yapılan bir çalışma neticesinde rekabet ortamından ve ekonomik döngüden uzaklaşmak söz konusu olacaktır. Bu da hem yerel hem de ulusal bazda ekonomik kayıplar ve geri kalmışlığı tetikleyecektir. Çünkü limanlar ekonomik süreçlerde büyük öneme sahip bir yapı olma özelliğini taşımaktadırlar.

YAPAY SİNİR AĞLARI

3.1 Giriş

Mühendislikte modelleme; optimizasyonda, sistem çözümlerinde, tahminlerde vb. durumlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Modelleme fiziksel ve sayısal modelleme olarak ikiye ayrılır. Fiziksel model en genel tanımı ile çözülmesi istenen sistemin belli bir ölçekle doğal koşulların sağlanarak irdelenmesidir. Sayısal modelleme ise belirlenimci (deterministik) ve sezgisel yöntemler ile sayısal-matematiksel olarak problemin çözüme ulaştırılmasıdır.

Matematiksel olarak analitik incelemesi yapılamayan, yapılması maliyetli ve uzun süreli olan problemler, sezgisel yöntem olan yapay zeka uygulamaları ile bilgisayarlar tarafından çözülebilmektedir. Bu bölümde yapay zeka uygulamalarından olan “Yapay Sinir Ağları” anlatılacaktır.

Yapay sinir ağları, karmaşık sistemlerin modellenmesinde son yıllarda yaygın olarak kullanılan bir yapay zeka tekniğidir ve insan beynindeki biyolojik sinir hücrelerinin basitleştirilmiş olarak modellenmesine dayanmaktadır [15]. Yapay sinir ağları, sinir hücrelerinin çalışmasından esinlenerek oluşturulmuştur. Sinir hücrelerinin paralel olarak bilgiyi işleyerek bir sonuca gitmesi, YSA sisteminin temel prensiplerindendir.

YSA herhangi bir problem hakkında girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkiyi mevcut örneklerle oluşturarak, daha önce hiç görülmemiş veya uygulanmamış olan örneklerle kabul edilebilir çözümler üretmektedir. Öğrenme yeteneği, kolayca farklı problemlere uygulanabilirliği, genelleme yapabilmesi, daha az bilgi gerektirmesi, paralel

yapılarından dolayı hızlı çalışabilme yeteneği ve kolay bir şekilde uygulanabilmesi gibi pek çok avantajından dolayı YSA mühendisliğin pek çok alanında farklı problemlerin çözümünde kullanılmaktadır [16].

Bu bölümde yapay sinir ağlarının tarihsel süreci, genel yapısı, topolojisi, özellikleri, çeşitleri, problemlere yaklaşımı, öğrenmesi, eğitilmesi, denetimi ve sistemin genel olarak çalışması irdelenerek bir bütün olarak ele alınacaktır.

3.2 Tarihçe

Yapay sinir ağları da diğer sistemler gibi meraklardan ve ihtiyaçlardan doğmuştur. İnsanın çevresini incelemesi, çevresindeki problemleri incelemesi, onlara bir çözüm üretme ihtiyacı, kendisini irdelemesi, kendisinin çevre ile etkileşimi, bu etkileşimi anlaması, yorumlar üretmesi ve buna benzer olarak insanın düşünmesinden kaynaklanarak çoğaltılabilecek pek çok olgu insanın merak ve ihtiyaçlarını oluşturmaktadır. Bilgisayarlar da, bu merakın bir neticesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bilgisayarlar başlangıçta sadece aritmetik işlemler yapmak amacı ile geliştirilmiş iken, bugün olayları öğrenmeleri ve çevre şartlarına göre karar vermeleri istenmektedir [17]. Bilgisayarlardan gelecekte yüksek oranda beyin gücü gerektiren işlerin talep edilmesi bir beklentidir. Yapay sinir ağlarının, bu beklentinin gelişmesine katkı sağlayan en önemli öğelerden olduğu düşünülmektedir.

Yapay sinir ağlarının tarihçesi nörobiyoloji konusuna insanların ilgi duyması ve elde ettikleri bilgileri bilgisayar bilimine uygulamaları ile başlamaktadır [17].

Yapay sinir ağlarının tarihsel süreci; ilk evresi, durgunluk dönemi ve günümüze kadar devam eden evresi olmak üzere üç aşamada karşımıza çıkmaktadır. İlk evrede bilim insanları sistemi meydana getirmiş, üzerinde çalışmalar, örneklemeler yapmış bazı konularda çözümler üretmişlerdir. Ancak bazı matematikçilerin YSA çalışma prensiplerinin beklendiği performans düzeyinde olmadığını, yayınladıkları kitaplar, makaleler vb. dokümanlarla kanıtlamış ve sistemin durgunluk evresi başlamıştır. Bu süreç ise yeni çözümler ile aşılmış ve hala günümüzde de yenilenerek birçok alanda faaliyet gösteren bir yapıda ilerlediği görülmektedir.

YSA üzerindeki ilk çalışmanın 1943 yılında başladığı kabul edilmektedir. McCulloch ve Pitts ilk olarak yapay sinir tanımını yaparak hücre modelini geliştirmişlerdir [18]. Yapay sinir hücreleri ile her türlü mantıksal ifadeyi formülize etmenin mümkün olduğunu göstermişlerdir. Hücrelerin birbirleri ile paralel çalışması gerektiği fikrini ortaya atarak öğrenme kurallarını belirlenmeye başlamışlardır [17].

1949 yılında Donald Hebb, yapay hücrelerden oluşan bir yapay sinir ağının değerlerini değiştiren bir öğrenme kuralı geliştirmiştir. “Hebbian öğrenme” kuralı denilen bu kural günümüzde de birçok öğrenme kuralının temelini oluşturmaktadır [17].

YSA konusunda ikinci büyük çıkışı 1958 yılında Rosenblatt tek katmanlı algılayıcı-perceptron modeli ve öğrenme kuralı ile yapmış, önerilen bu model ile aynı zamanda bugünkü makine öğrenme algoritmasının da temeli oluşturulmuştur [18].

Widrow ve Hoff tarafından ADALINE (ADaptive LInear NEuron) modeli ortaya atılmıştır. Bu aslında yapay sinir ağlarının mühendislik uygulamalarına başlanması için ilk adımlardan sayılmaktadır. Bu model Rosenblatt’ın algılayıcı modeli ile aynı niteliklere sahip bir model olup sadece öğrenme algoritması daha gelişmiş bir modeldir. Daha sonraki yapay sinir ağları modellerinin gelişmesine katkıda bulunmuş bir çalışmadır. Adaptif öğrenmenin de temellerinden olan ve 1970’li yılların sonlarına doğru ortaya çıkan MADALINE modelleri bu çalışmaların neticesinde ortaya çıkmış ve gelecekte faydalı çalışmalara temel oluşturmuştur [17].

1960’lı yılların sonunda yapay sinir ağı çalışmaları duraklama devrine girmiştir. Yapay sinir ağlarının tarihinde bir duraklama devrine neden olan ise Yapay Zeka biliminin o devirde önde gelen isimlerinden Minsky ve Pappert tarafından yazılan algılayıcılar (perceptrons) başlıklı kitap olmuştur. Bu kitapta yazarlar özellikle yapay sinir ağlarına dayalı algılayıcıların bilimsel bir değerinin olmadığını ve doğrusal (lineer) olmayan problemlere çözüm üretemediğini iddia etmişlerdir. Tezlerini kanıtlamak için ise meşhur XOR probleminin çözülmesini örnek göstermişlerdir. Bu örnek birçok kişiyi tatmin etmiş ve çalışmalar bir bıçak gibi kesilmiştir. XOR problemi çözülünceye kadar dikkatleri yapay sinir ağlarına çekmek mümkün olmamıştır [17].

Çalışmaların 1969 yılında sekteye uğraması ve gerekli finansal desteklerin kesilmesine rağmen bazı bilim adamları çalışmalarına devam etmişlerdir. Özellikle Amari, Anderson,

Cooper, Fukushima, Grossberg, Kohonen ve Hopfield gibi araştırmacıların çalışmaları 1980'li yıllara gelindiğinde meyvelerini vermeye başlamış ve yapay sinir ağları çalışmalarındaki sessizlik sona ermiştir [17].

İlk kıpırdanmalar 1982 yılında Hopfield tarafından eğrisel (doğrusal olmayan) ağların geliştirilmesi ile başlamıştır. O, çalışmalarını özellikle çağrışımlı YSA mimarisi üzerine yoğunlaştırmıştır. Bununla birlikte Kohonen ve Anderson tarafından yapılan çalışmalar sonucunda eğiticiyiz öğrenen ağların geliştirilmesi ile çalışmalar yeniden ivme kazanmıştır. Böylece bu yıllar YSA'ya olan ilginin yeniden canlandığı ve çalışmaların yoğunlaştırıldığı yıllar olmuştur [18].

Rumelhart ve arkadaşları paralel programlama konularındaki çalışmalarını sonuçlandırmış ve iki ciltlik bir eser ortaya koymuşlardır. Bu eserler ile çok katmanlı algılayıcı modelinin temelleri atılmış ve daha sonra bu modeli geliştirilmiştir. Çok katmanlı algılayıcıların yapay sinir ağlarının tarihsel gelişimi bakımından çok önemli bir adımı oluşturmaktadır. Bu çalışmalardan sonra yapay sinir ağlarına olan ilgi yeniden ateşlenmiştir. Yapılan seminerlerde çok sayıda makale sunulmuş ve yeni bir yapay sinir ağı dalgası bütün disiplinlerde kendini göstermeye başlamıştır. Çünkü tek katmanlı algılayıcının çözemediği XOR problemi çok katmanlı algılayıcıların bulunması ile çözülmüş ve yapay sinir ağlarının çalışmadığını söyleyen bütün tezler çürütülmüştür [17].

Bugün YSA üzerinde yapılan çalışmalar dünyada büyük bir hızla devam etmektedir. Her geçen gün değişik öğrenme algoritmaları ve ağ mimarileri hakkında yeni önermeler yapılmaktadır [18].

Günümüzde yapay sinir ağları artık teorik ve laboratuvar çalışmaları olmaktan çıkmış ve günlük hayatta kullanılan sistemler oluşturmaya ve pratik olarak insanlara faydalı olmaya başlamıştır [17].

3.3 Yapay Sinir Ağları Yapısı

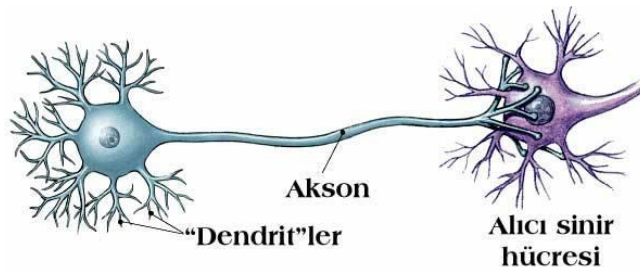
3.3.1 Biyolojik Sinir Hücresi

Yapay sinir ağları, basit biyolojik sinir sisteminin çalışma şeklini simüle etmek için tasarlanan programlardır. Simüle edilen sinir hücreleri (nöronlar) içerirler ve bu

nöronlar çeşitli şekillerde birbirlerine bağlanarak ağı oluştururlar. Bu ağlar öğrenme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma kapasitesine sahiptirler. Diğer bir ifadeyle, yapay sinir ağları normal bir insanın düşünme ve gözlemlemeye yönelik doğal yeteneklerini gerektiren problemlere çözüm üretmektedir. Bir insanın, düşünme ve gözleme yeteneklerini gerektiren problemlere yönelik çözümler üretebilmesinin temel sebebi ise insan beyninin ve dolayısıyla insanın sahip olduğu yaşayarak veya deneyerek öğrenme yeteneğidir [19].

Biyolojik sinir hücreleri, biyolojik sinir ağlarının temel elemanlarıdır ve insan beyninin korteks kısmında yer almaktadır. İnsan beyinde yaklaşık olarak 10^{11} adet sinir hücresi bulunmaktadır. Bu hücrelerin de 6×10^{13} ten fazla sayıda bağlantısının olduğu söylenmektedir.

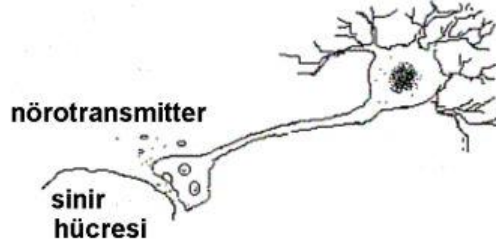
Biyolojik sinir ağları insan beyninin çalışmasını sağlayan en temel taşlardan birisidir. İnsanın bütün davranışlarını ve çevresini anlamasını sağlamaktadır. Biyolojik sinir ağları, beş duyu organından gelen bilgiler ışığında geliştirdiği algılama ve anlama mekanizmalarını çalıştırarak olaylar arasındaki ilişkiyi öğrenmektedir. Duyu organlarından gelen bilgiler (sinyaller) sinir sistemi sayesinde beyine taşınmaktadır. Beynin oluşturduğu kararlar sinir sistemi tarafından vücudun organlarına eylem olarak gönderilir. Biyolojik bir sinir hücresi Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Biyolojik sinir hücresi

Şekil 3.1’de gösterildiği gibi temel bir biyolojik sinir hücresi sinapslar, soma, axon ve dentritten oluşmaktadır. Sinapslar sinir hücreleri arasındaki bağlantılardır. Bu bağlantılar fiziksel bağlantılar olmayıp bir hücreden diğerine elektrik sinyallerinin geçmesini sağlayan boşluklardır. Bu sinyaller somaya gitmektedir. Soma bu sinyalleri işleme tabi tutup, sinir hücresi kendi elektrik sinyallerini oluşturmaktadır ve axon aracılığı ile dentritlere gönderilmektedir. Dentritler ise bu sinyalleri sinapslara

göndererek diğer hücelere iletmektedirler. İki hücrenin birbirleri ile bilgi alış verişı sinaptik bağlantılarda nöro-iletken maddeler aracılığı ile sağlanmaktadır. İki biyolojik hücrenin nöro-iletken madde aracılığı ile gerçekleştirdiği bilgi alış verişı Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 İki biyolojik sinir hücresinin nöro-transmitterler ile bilgi alışverişı

Biyolojik sistemde öğrenme, nöronlar arasındaki sinaptik bağlantıların ayarlanması ile olmaktadır. İnsanlar doğumlarından itibaren yaşayarak öğrenme süreci içerisine girerler. Bu süreç içinde beyin sürekli bir gelişme göstermektedir. Yaşayıp tecrübe ettikçe sinaptik bağlantılar ayarlanır ve hatta yeni bağlantılar oluştururlar.

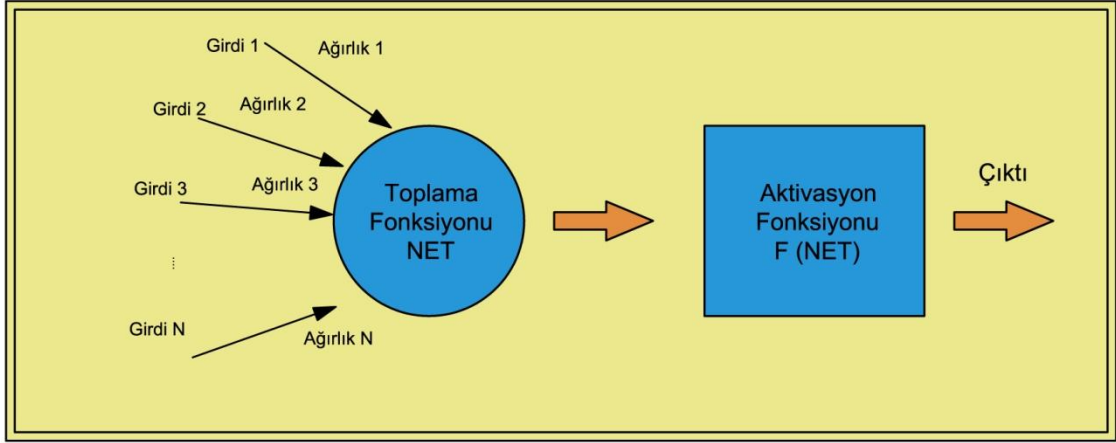
Bu özelliklere sahip milyarlarca sinir hücresi bir araya gelerek sinir sistemini oluşturmaktadır. Aynı şekilde yapay sinir ağları da biyolojik hücrelerinin bu özelliklerinden faydalanılarak geliştirilmiştir.

3.3.2 Yapay Sinir Hücresi

Yapay sinir ağları, yapay sinir hücrelerinin katmanlar şeklinde bağlanmasıyla oluşturulan veri tabanlı sistemler olup insan beyninin öğrenme ve değişik koşullar altında çok hızlı karar verebilme gibi yeteneklerinin, basitleştirilmiş modeller yardımıyla karmaşık problemlerin çözülmesinde kullanılmasını amaçlamaktadır [15].

Yapay sinir hücresi, biyolojik sinir hücresinin, girdi, işlem ve çıktı karakteristiğini taklit etmek için tasarlanmıştır [20].

Yapay sinir hücreleri mühendislik biliminde proses elemanları olarak da adlandırılmaktadırlar [17]. Her proses elemanı girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve hücre çıktısı olmak üzere beş temel elemandan oluşmaktadır (Şekil 3.3). Bunlar aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 3.3 Yapay sinir hücresi yapısı

Girdiler: Bir YSA hücresine (proses elemanına) dış dünyadan iletilen bilgilerdir. Bu bilgiler ağıın öğrenmesi istenen örnekler tarafından belirlenmektedir. Yapay sinir hücresine dış dünyadan gelen bilgiler olduğu gibi başka hücrelerden veya kendisinden de bilgiler gelebilmektedir.

Ağırlıklar: Ağırlıklar bir yapay hücreye gelen bilginin önemini ve hücre üzerindeki etkisini göstermektedir. Ağırlıkların büyük ya da küçük olması önemli veya önemsiz olduğu anlamına gelmez. Ağırlıklar değişken veya sabit değerler alabilmektedirler.

Toplama Fonksiyonu: Bu fonksiyon, bir hücreye gelen net girdiyi hesaplamaktadır. Bunun için değişik fonksiyonlar kullanılmaktadır. Toplama fonksiyonunda gelen her girdi kendi ağırlığı ile çarpılarak toplanmaktadır. Bu şekilde ağa gelen net girdi bulunmaktadır.

$$NET = \sum_{i=1}^N G_i A_i \quad (3.1)$$

Burada (3.1)'de G girdileri, A ağırlıkları, N ise bir hücreye gelen toplam girdi sayısını göstermektedir. Yapay sinir ağlarında bu formülün kullanılması bir kural değeri taşımamaktadır. Bir problem için en uygun toplama fonksiyonunu belirlemek için bulunmuş bir formül yoktur. Uygulanan yapay sinir ağı modellerinden bazıları kullanılacak toplama fonksiyonunu belirleyebilmektedir. Bir yapay sinir ağında bulunan proses elemanlarının tamamının aynı toplama fonksiyonuna sahip olması gerekmemektedir. Her proses elemanı bağımsız olarak farklı bir toplama fonksiyonuna sahip olabilecekleri gibi hepsi aynı proses elemanına sahip de olabilmektedirler. Hatta

ağın bazı proses elemanları grup halinde aynı toplama fonksiyonlarına sahip olabilmektedirler. Diğerleri ise farklı fonksiyonlar kullanabilmektedirler. Bu tamamen tasarımcının kendi öngörüsüne dayanarak verdiği karara bağlı olmaktadır [17]. Çizelge 3.1’de toplama fonksiyonu örnekleri verilmiştir.

Çizelge 3.1 Toplama fonksiyonu örnekleri

Net Giriş	Açıklama
Çarpım NET Girdi $\prod_i G_i A_i$	Ağırlık değerleri girdiler ile çarpılır ve daha sonra bulunan değerler birbirleri ile çarpılarak net girdi hesaplanır.
Mak. Net Girdi = $\text{Mak}(G_i A_i), i=1.....N$	N adet girdi içinden ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra en büyüğü yapay sinir hücresinin net girdisi olarak kabul edilir.
Min. Net Girdi = $\text{Min}(G_i A_i), i=1.....N$	N adet girdi içinden ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra en küçüğü yapay sinir hücresinin net girdisi olarak kabul edilir.
Çoğunluk Net Girdi = $\sum_i \text{sgn}(G_i A_i)$	N adet girdi içinden ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra pozitif ve negatif olanların sayısı bulunur. Büyük olan sayı hücrenin net girdisi olarak kabul edilir.
Kümülatif Toplam Net Girdi = $\text{Net}(\text{eski}) + \sum_i (G_i A_i)$	Hücreye gelen bilgiler ağırlıklı olarak toplanır ve daha önce gelen bilgilere eklenerek hücrenin net girdisi bulunur.

Aktivasyon Fonksiyonu: Bu fonksiyon, hücreye gelen net girdiyi işleyerek hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktıyı belirlemektedir. Toplama fonksiyonunda olduğu gibi aktivasyon fonksiyonunda da çıktıyı hesaplamak için değişik formüller kullanılmaktadır. Toplama fonksiyonunda olduğu gibi aktivasyon fonksiyonunda da ağın proses elemanlarının hepsinin aynı fonksiyonu kullanması gerekmemektedir [17]. Çizelge 3.2’de aktivasyon fonksiyonu örnekleri verilmiştir.

Çizelge 3.2 Aktivasyon fonksiyonu örnekleri

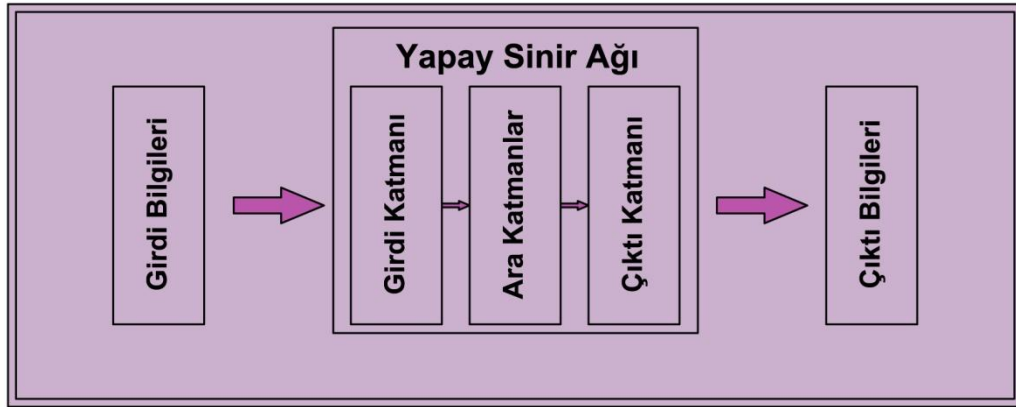
Aktivasyon Fonksiyonu	Açıklama
Lineer Fonksiyon $F(Net)=Net$	Gelen girdiler olduğu gibi hücrenin çıktısı olarak kabul edilir.
Step Fonksiyonu $F(Net)=\begin{cases} 1 & \text{Eğer } Net > \text{Eşik Değer} \\ 0 & \text{Eğer } Net \leq \text{Eşik Değer} \end{cases}$	Gelen net girdi değerinin belirlenen bir eşik değerinin altında veya üstünde olmasına göre hücrenin çıktısı 1 veya 0 değerlerini alır.
Sinüs Fonksiyonu $F(Net)=\sin(Net)$	Öğrenilmesi düşünülen olayların sinüs fonksiyonuna uygun dağılım gösterdiği durumlarda kullanılır.
Eşik Değer Fonksiyonu $F(Net)=\begin{cases} 0 & \text{Eğer } Net \leq 0 \\ Net & \text{Eğer } 0 < Net < 1 \\ 1 & \text{Eğer } Net \geq 1 \end{cases}$	Gelen bilgilerin 0 veya 1'den büyük veya küçük olmasına göre bir değer alır. 0 ve 1 arasından değerler alabilir. Bunların dışında değerler alamaz.
Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu $F(Net)=\frac{e^{Net}-e^{-Net}}{e^{Net}+e^{-Net}}$	Gelen Net girdi değerlerinin tanjant fonksiyonundan geçirilmesi ile hesaplanır.

Hücrenin Çıktısı: Aktivasyon fonksiyonu tarafından belirlenen çıktı değeridir. Üretilen çıktı dış dünyaya veya başka bir hücreye gönderilmektedir. Hücre kendi çıktısını kendisine girdi olarak da gönderebilmektedir. Bir proses elemanında üretilen tek bir çıktı değeri bulunmaktadır. Aynı değer birden fazla proses elemanına girdi olarak gidebilmektedir [17].

3.3.3 Yapay Sinir Ağları Genel Yapısı

Yapay sinir ağları şebekesi, biri mimarisi (yapısı) diğeri de bu mimarinin işlemlerini sağlayan matematik fonksiyonlar olma üzere iki kısımda incelenebilmektedir. Genel olarak mimari giriş, saklı (ara) ve çıkış tabakalarındaki sinir hücreleri ile bunlar arasındaki bağlantılardan ve sabit katkısı olan hücreden meydana gelmektedir. Saklı (ara) hücreler içinde de, işlemci (aktivasyon fonksiyonu) denen bir iç işleyişler sistemi olarak düşünülebilmektedir. Bir YSA'nın iç işleyişi saklı tabakadaki işlemciler vasıtasıyla sağlanmaktadır. Dış işleyişi de ardışık tabaka hücreleri arasındaki bağlantı değerlerinin öncelikle rastgele atanması, daha sonra da çıktı tahmin hatasının geri besleme vb. işlemlerle en küçüklenerek yenilenmesi sonucunda sağlanmaktadır. Bu matematik işlemler YSA'nın öğrenme, eğitilme, hatırlama ve sürekli yeni bilgileri algılama ile

şebeke bağlantılarını yenileme görevini üstlenmektedirler. YSA eldeki bilgileri zaman serileri ve istatistik veri işlem yöntemlerinde olduğu gibi sıra ile değil, tüm girdilerin birbirine paralel olarak önce basit bileşenlere ayrılması ve sonra da bunları birleştirerek istenen çıktıları yine paralel olarak elde etmektedir. YSA mimarisini gelen ışığı bileşenlerine ayırabilen bir prizmaya benzetilebilir. YSA şebekesi de mimari ve matematiği ile gelen verileri değişik basitlikte kısımlara ayırdıktan sonra bunları istenen çıktılara uygun olacak biçimde yeniden birleştirmeyi yapmaktadır (Şekil 3.4) [18].



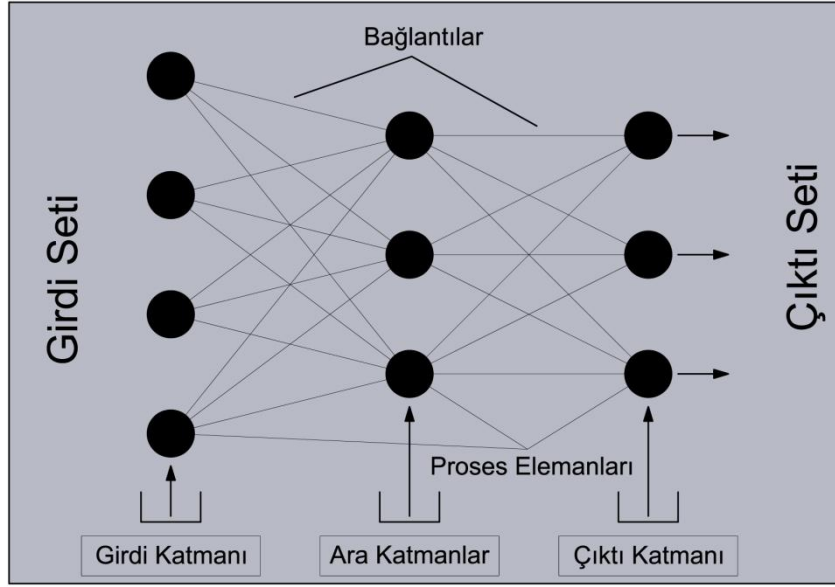
Şekil 3.4 Yapay sinir ağı yapısı

Yapay sinir hücreleri bir araya gelerek yapay sinir ağlarını oluşturmaktadırlar. Hücreler genellikle üç katman halinde ve her katman içinde paralel olarak bir araya gelerek ağı oluşturmaktadırlar.

Girdi katmanı: Bu katmandaki proses elemanları dış dünyadan bilgileri alarak ara katmanlara transfer etmektedirler ve girdi katmanında bilgi işleme yapılmamaktadır.

Ara katmanlar: Girdi katmanından gelen bilgiler işlenmektedirler ve çıktı katmanına iletilmektedirler. Bir ağ için birden fazla ara katman olabilmektedir.

Çıktı katmanı: Bu katmandaki proses elemanı ara katmandan gelen bilgileri işleyerek ağın girdi katmanından sunulan girdi seti (örnek) için üretilmesi gereken çıktıyı üretmektedir. Üretilen çıktı dış dünyaya gönderilmektedir (Şekil 3.5) [17].



Şekil 3.5 Yapay sinir ağı örneği

Proses elemanları birbirine ağ bağlantıları ile bağlanmaktadır. Proses elemanları ve bağlantıları bir yapay sinir ağı oluşturmaktadırlar. Bu bağlantıların ağırlık değerleri öğrenme sırasında belirlenmektedir.

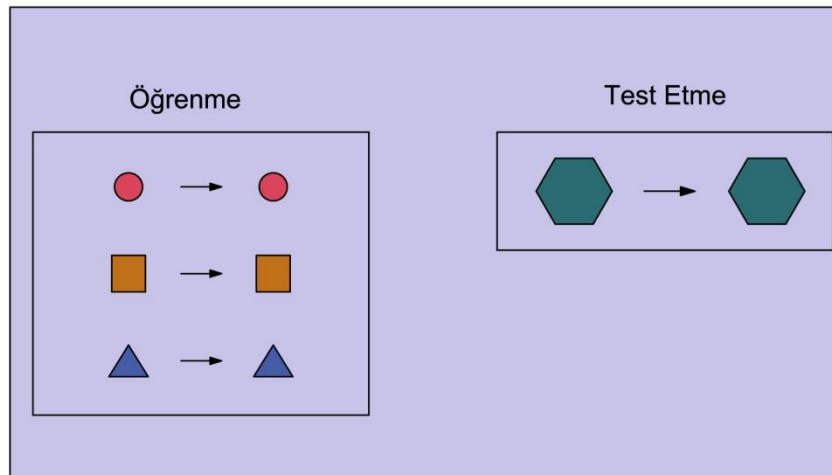
Ağırlık değerleri hücreye girdi olarak verilen bilgilerin önemini ve hücre üzerindeki etkisini göstermektedir [21].

Yapay sinir ağlarının genel olarak çalışma prensibi, bir girdi setini (örnekleri) alarak onları çıktı setine çevirmek olarak açıklanabilmektedir. Bunun için ağın kendisine gösterilen girdiler için doğru çıktıları üretecek hale gelmesi yani eğitilmesi gerekmektedir.

Yapay sinir ağları, konvansiyonel programlama gibi belirli bir algoritma çerçevesinde programlanmamaktadırlar. Sinir ağları insanlar gibi örnekler ile eğitilmektedirler. Yapay sinir ağlarının öğrenmesi, bir çocuğun öğrenmesi gibidir. Sıcak bir nesneye dokunmaması gerektiğini deneyerek öğrenen çocuklar zamanla daha az sıcak olan bir cisme dokunabilme cesaretini gösterirler ve sıcak süt dolu bardağı elleriyle tutarlar. Yani çocuk sıcaklık bilgisini öğrenmiş olmaktadır. Yapay nöronlarda benzer olarak, mevcut örnek kümesi üzerinde girdi ile çıktı arasındaki bağıntının ağırlıkları değiştirilmesiyle eğitilmektedirler [22].

Yapay sinir ağlarında proses elemanlarının bağlantılarının ağırlık değerlerinin belirlenmesi işlemine ağı eğitilmesi denilmektedir. Başlangıçta bu ağırlık değerleri rastgele olarak atanmaktadır. Yapay sinir ağları kendilerine örnek gösterildikçe bu ağırlık değerlerini değiştirmektedirler. Amaç ağa gösterilen örnekler için doğru çıktıları üretecek ağırlık değerlerini bulmaktır. Örnekler ağa defalarca gösterilerek en doğru ağırlık değerleri bulunmaya çalışılmaktadır. Ağı doğru ağırlık değerlerine ulaşması örneklerin temsil ettiği olay hakkında genellemeler yapabilme yeteneğine kavuşması demektir. Bu genelleştirme özelliğine kavuşması işlemine ağı öğrenmesi olarak adlandırılmaktadır. Ağırlıkların değerlerinin değişmesi belirli kurallara göre yürütülmektedir. Bu kurallara öğrenme kuralları denilmektedir [17].

Yapay sinir ağlarında öğrenme olayının iki aşaması bulunmaktadır. Birinci aşamada ağa gösterilen örnek için ağı üreteceği çıktı belirlenmektedir. Bu çıktı değerlerinin doğruluk derecesine göre ikinci aşamada ağı bağlantılarının sahip olduğu ağırlıklar değiştirilmektedir. Ağı çıktısının belirlenmesi ve ağırlıklarının değiştirilmesi öğrenme kuralına bağlı olarak farklı şekillerde olmaktadır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Öğrenme ve test etme

Ağı eğitimi tamamlandıktan sonra öğrenip öğrenmediğini (performansını) ölçmek için yapılan denemelere ise ağı test edilmesi denmektedir. Test etmek için ağı öğrenme sırasında görmediği örnekler kullanılmaktadır. Test etme sırasında ağı ağırlık değerleri değiştirilemez. Test örnekleri ağa gösterilir ve ağ eğitim sırasında belirlenen bağlantı ağırlıklarını kullanarak görmediği bu örnekler için çıktılar üretmektedir. Elde edilen çıktılar doğruluk değerleri ağı öğrenmesi hakkında bilgiler vermektedir. Sonuçlar ne

kadar iyi olursa eğitimin performansı da o kadar iyi demektir. Eğitimde kullanılan örnek setine eğitim seti, test için kullanılan sete ise test seti adı verilmektedir. Yapay sinir ağlarının bu şekilde bilinen örneklerden belirli bilgileri çıkartarak bilinmeyen örnekler hakkında yorumlar yapabilme (genelleme yapabilme) yeteneğine Adaptif öğrenme denilmektedir [17].

3.3.4 Yapay Sinir Ağlarının Özellikleri ve Kullanım Alanları

Yapay sinir ağlarının karakteristik özellikleri uygulanan ağ modeline göre değişmektedir. Ancak aşağıda tüm modeller için geçerli olan genel karakteristik özellikleri sıralanmaktadır [17].

- Yapay sinir ağları makine öğrenmesi gerçekleştirirler. Yapay sinir ağlarının temel işlevi bilgisayarın öğrenmesini sağlamaktır.
- Programları çalışma stili bilinen programlama yöntemlerine benzememektedir. Geleneksel programlama ve yapay zeka yöntemlerinin uygulandığı bilgi işleme yöntemlerinden tamamen farklı bir bilgi işleme yöntemi bulunmaktadır.
- Bilginin saklanması: Yapay sinir ağlarında bilgi, ağın bağlantılarının değerleri ile ölçülmekte ve bağlantılarında saklanmaktadır.
- Yapay sinir ağları örnekleri kullanarak öğrenmektedirler. Yapay sinir ağlarının olayları öğrenebilmesi için o olay ile ilgili örneklerin belirlenmesi gerekmektedir.
- Yapay sinir ağlarının güvenle çalıştırılabilmesi için önce eğitilmeleri ve performanslarının test edilmesi gerekmektedir.
- Ağ kendisine gösterilen örneklerden genellemeler yaparak görmediği örnekler hakkında bilgiler üretebilmektedir.
- Algılamaya yönelik olaylarda kullanılabilirler. Ağlar daha çok algılamaya yönelik bilgileri işlemede kullanılmaktadırlar.
- Şekil (örüntü) ilişkilendirme ve sınıflandırma yapabilmektedirler.
- Örüntü tamamlama gerçekleştirebilmektedirler.

- Kendi kendini organize etme ve öğrenebilme yetenekleri bulunmaktadır. Yapay sinir ağlarının örnekler ile kendisine gösterilen yeni durumlara adapte olması ve sürekli yeni olayları öğrenebilmesi mümkündür.
- Eksik bilgi ile çalışabilmektedirler. Yapay sinir ağları kendileri eğitildikten sonra eksik bilgiler ile çalışabilir ve gelen yeni örneklerde eksik bilgi olmasına rağmen sonuç üretebilmektedirler.
- Hata toleranslarına sahiptirler. Yapay sinir ağlarının eksik bilgilerle çalışabilme yetenekleri hatalara karşı toleranslı olmalarını sağlamaktadır.
- Belirsiz tam olmayan bilgileri işleyebilmektedirler. Yapay sinir ağlarının belirsiz bilgileri işleyebilme yetenekleri bulunmaktadır. Olayları öğrendikten sonra belirsizlikler altında ağlar öğrendikleri olaylar ile ilgili ilişkileri kurarak kararlar verebilmektedirler.
- Yapay sinir ağlarında bilgi ağa yayılmış durumda bulunmaktadır.
- Sadece nümerik bilgiler ile çalışabilmektedirler.

Yapay sinir ağlarının belirtilen birçok avantajlı özelliklerinin yanı sıra bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajlar aşağıda sıralanmıştır [17].

- Yapay sinir ağlarının donanım bağımlı çalışmaları önemli bir sorun olarak görülmektedir. Ağların temel varoluş nedenlerinden birisi de paralel işlemciler üzerinde çalışabilmeleridir. Ağların özellikle, gerçek zamanlı bilgi işleyebilmeleri paralel çalışabilen işlemcilerin varlığına bağlı olmaktadır.
- Probleme uygun ağ yapısının belirlenmesi genellikle deneme yanılma yolu ile yapılmaktadır, bu durum önemli bir sorun teşkil etmektedir.
- Bazı ağlarda ağın parametre değerlerinin (mesela öğrenme katsayısı, her katmanda olması gereken proses elemanı-yapay hücrelerin-sayısı, katman sayısı vb.) belirlenmesinde de bir kural olmaması problem olabilmektedir.
- Yapay sinir ağları sadece nümerik bilgiler ile çalışabilmektedir.
- Ağın eğitiminin ne zaman bitirileceğine karar vermek içinde geliştirilmiş bir yöntem bulunmamaktadır.

- Ağın davranışının açıklanamamaktadır. Bir probleme çözüm üretildiği zaman bunun nasıl ve neden üretildiği konusunda bir bilgi bulmak mümkün değildir.

Yapay sinir ağları avantajları, dezavantajları ve genel karakteristiği göz önünde bulundurulduğunda işlevsel olarak uygulama alanları da ortaya çıkmaktadır. Zaten günümüzde bu özellikleri sayesinde hayatın çoğu alanında kullanılmaktadır. Genel olarak bakıldığında yapay sinir ağlarının;

- endüstride,
- finansal uygulamalarda,
- askeri ve savunma alanlarında,
- sağlık uygulamalarında,
- diğer ilgili alanlarda,

uygulamaları kullanılmaktadır. Bu alanlardaki uygulamalar incelendiğinde yapay sinir ağları genellikle aşığıda sıralanan fonksiyonları gerçekleştirmek için uygulanmaktadırlar.

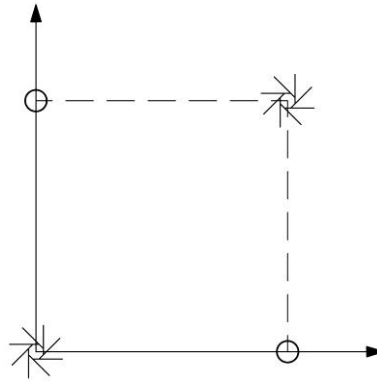
- Tahmin: Bu amaçla kullanılan yapay sinir ağları, ağa sunulan bilgilerden yararlanılarak karşılık gelen çıktı değerlerini tahmin etmektedirler.
- Sınıflandırma: Bu amaçla kullanılan yapay sinir ağları kendilerine sunulan bilgileri kategorize etmek görevini üstlenmektedirler.
- Veri ilişkilendirme: Bu amaçla eğitilen ağlar ağa sunulan verilerin hatalı ve eksik olup olmadığını belirlemektedirler.
- Veri filtreleme: Bu amaçla eğitilen ağlar, birçok veri arasından uygun verileri belirleme görevini yerine getirmektedirler.
- Tanıma ve eşleştirme: Değişik şekil ve örüntülerin tanınması, eksik, karmaşık, belirsiz bilgilerin işlenerek eşleştirme ve tanıma fonksiyonları gerçekleştirebilmektedirler.
- Teşhis: Bu amaçla geliştirilen ağlar sistemlerin olumsuzluklarının ortaya konulması ve problemlerin teşhis edilmesi işlemini yerine getirmektedirler.

- Yorumlama: Bir olay hakkında toplanan örneklerden elde edilen ve eğitim sonucu oluşturulan bilgileri kullanarak yeni olayların yorumlanması işlemleri bu kapsamda düşünülmektedir.

3.4 Yapay Sinir Ağları Modelleri

Yapay sinir ağları, olaylarda çözümleme yaparken, olayın formuna bağlı olarak çözüm üretmektedir. Problemler doğrusal ve doğrusal olmayan (non-linear, eğrisel) karakter olmak üzere iki sınıfta değerlendirilmektedirler.

Yapay sinir ağları problemlerin doğrusal ve eğrisel yapısına göre çözüme kavuşturmaktadır. Burada önemli olan diğer bir durum problemlerin eğrisel ve doğrusal olarak sınıflandırılmasına sebep olan YSA için bir dönüm noktası önemine sahip olan XOR problemidir. Yapay sinir ağları XOR-Exclusive OR Problem-problemini 1970 öncesi sonuca ulaştıramadığı için durgunluk evresine girmiştir. Problemin sebebi yapay ağlarının çözümü doğrusal olan bir yöntemle neticelendirememesidir. Bu yüzden YSA'na olan güven azalmış hatta ortadan kalkma noktasına gelmiştir. Yapay sinir ağları durgunluk evresini, problemi doğrusal fonksiyonlar ile değil doğrusal olmayan-eğrisel-yapıda fonksiyonlar ile çözüme kavuşturarak sona erdirmiştir. Şekil 3.7'de XOR problemi örneklendirilmiştir. Çizelge 3.3'te ise XOR problemi değerleri verilmiştir.



Şekil 3.7 XOR problemi

Çizelge 3.3 XOR problemi

	Girdi 1	Girdi 2	Girdi 3
Örnek 1	0	0	0
Örnek 2	0	1	1
Örnek 3	1	0	1
Örnek 4	1	1	0

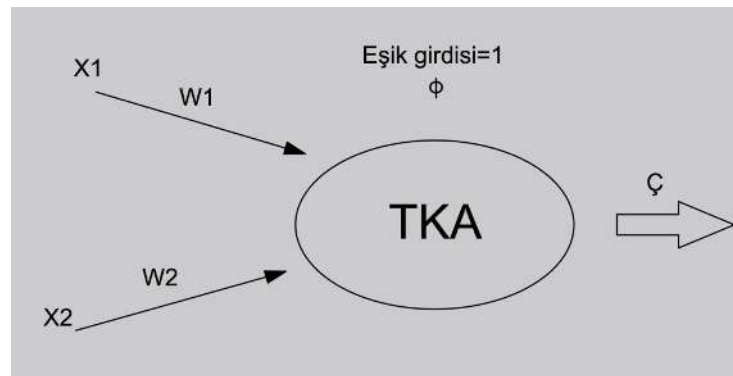
Olayların doğrusal ve eğrisel yapıda olmalarından dolayı yapay sinir ağları da tek katmanlı algılayıcılar, ADALINE/MADALINE üniteleri, çok tabakalı algılayıcılar olmak üzere sınıflandırılmaktadırlar. Bu noktada yapay sinir ağları doğrusal ve eğrisel yapay sinir ağları olarak ele alınmışlardır.

3.4.1 Doğrusal Yapay Sinir Ağları

İlk yapay sinir ağı çalışmaları ve geliştirilen ilk modeller doğrusal fonksiyonları kullanarak çözüm ürettiklerinden doğrusal yapay sinir ağlarında sınıflandırılabilirler. Bu kapsamda bu sınıflandırmada tek katmanlı algılayıcılar, Perceptron, ADALINE/MADALINE modelleri yer almaktadır.

3.4.1.1 Tek Katmanlı Algılayıcılar

Tek katmanlı yapay sinir ağları sadece girdi ve çıktı katmanlarından oluşmaktadırlar. Her ağın bir veya daha fazla girdisi (X) ve çıktısı (Ç) vardır. Çıktı üniteleri bütün girdi ünitelerine bağlanmaktadır. Her bağlantının bir ağırlığı (W) bulunmaktadır. Bu ağlarda proses elemanlarının değerlerinin ve dolayısıyla ağın çıktısının sıfır olmasını önleyen bir eşik değeri (ϕ) bulunur [17]. Şekil 3.8’de bir TKA modeli gösterilmiştir.



Şekil 3.8 İki girdi ve bir çıktıdan oluşan en basit TKA modeli

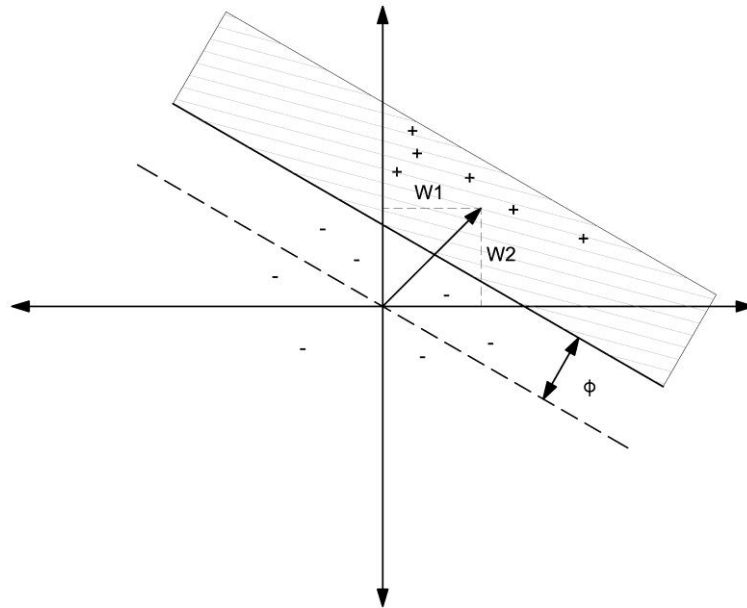
Ağın çıktısı ağırlıklandırılmış girdi değerlerinin eşik değeri ile toplamı sonucu bulunmaktadır. Bu girdi değeri bir aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek ağın çıktısı hesaplanmaktadır (3.2).

$$\zeta = \sum_{i=1}^m w_i x_i + \phi \quad (3.2)$$

Tek katmanlı algılayıcılarda çıktı fonksiyonu doğrusal fonksiyondur. Yani ağa gösterilen örnekler iki sınıf arasında paylaştırılarak iki sınıfı birden ayıran doğru bulunmaya çalışılmaktadır [17]. Bu sebepten dolayı eşik değeri fonksiyonu kullanılmaktadır.

Burada ağın çıktısı 1 veya -1 değerini almaktadır. 1 ve -1 sınıfları temsil etmektedir. Eğer ağın çıktısı 1 ise birinci sınıfta, -1 ise ikinci sınıfta kabul edilmektedir (3.3) [17].

$$f(g) = \begin{cases} 1 & \text{Eğer } \zeta > 0 \text{ ise} \\ -1 & \text{Aksi takdirde} \end{cases} \quad (3.3)$$



Şekil 3.9 Ağırlıkları ve sınıf ayırıcı olan doğrunun geometrik gösterimi

Denklem 3.3 dikkatle incelendiğinde; ağa gelen toplam girdinin pozitif olması durumunda ağa sunulan örnek 1 sınıfına, negatif olması durumunda ise -1 sınıfına ait olduğunu, bu iki sınıfı ayıran bir doğru olduğu görülmektedir (Şekil 3.9). Bu doğru sınıf ayırıcı olarak da tanımlanmaktadır.

$$W_1 X_1 + W_2 X_2 + \phi = 0 \quad (3.4)$$

Bu ağlarda öğrenme kavramı ağı sınıf ayırıcı doğrusunun pozisyonunu her iki grubu en iyi şekilde ayıracak şekilde belirlemektedir. Bunun için ağırlık değerlerinin değiştirilmesi gerekmektedir. Yani t zaman biriminde ağırlık değerleri ΔW kadar değiştirilir (3.5) [17].

$$W_i(t+1) = W_i(t) + \Delta W_i(t) \quad (3.5)$$

Öğrenme sırasında bu değişim her iterasyonda gerçekleştirilerek sınıf ayırıcının en doğru pozisyonu bulunmaya çalışılmaktadır. Ağırlıkların değiştirilmesi doğrunun eğimini değiştirmek anlamına gelmektedir. Bu bazen yeterli olmayabilir, eşik değerinin de değiştirilmesi gerekebilmektedir. Bu doğrunun sınıflar arası kaymasına yardımcı olmaktadır. Böylece aktivasyon fonksiyonun konumu belirlemektedir. Bu durumda t anında eşik değeri (3.6)'daki gibi değiştirilir [17].

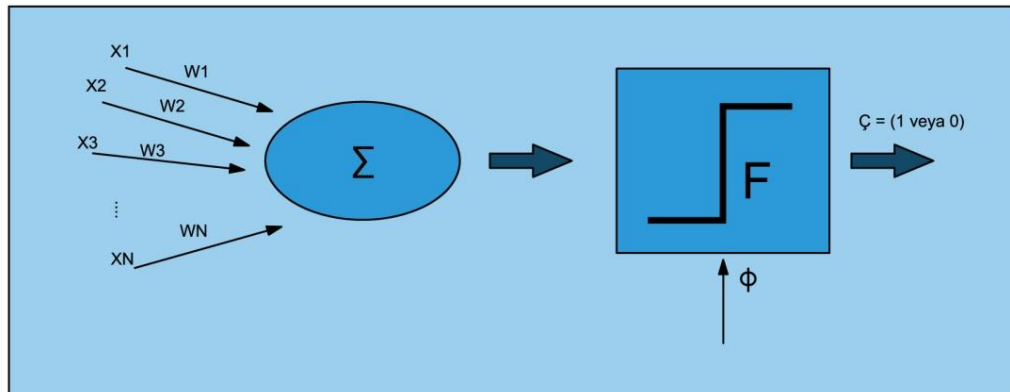
$$\phi(t+1) = \phi(t) + \Delta \phi(t) \quad (3.6)$$

Öğrenme sırasında ağırlıklarda olduğu gibi eşik değeri de her iterasyon sırasında $\Delta \phi$ kadar değiştirilmektedir.

Tek katmanlı algılayıcılarda önemli görülen iki modelden bahsedilebilir; algılayıcı (perceptron) ve ADALINE/MADALINE ünitesi.

3.4.1.2 Basit Algılayıcı Modeli – Perceptron

Perceptron bir sinir hücresinin birden fazla girdiyi alarak bir çıktı üretmesi prensibine dayanmaktadır [17]. Ağı çıktısı bir veya sıfırdan oluşan mantıksal değerdedir. Çıktının değerinin hesaplanmasında eşik değer fonksiyonu kullanılmaktadır. Perceptron yapısı Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10 Bir basit algılayıcı yapısı

Perceptron eğitilebilen tek bir yapay sinir hücresi tarafından oluşmaktadır yani ağırlık değerleri değiştirilebilmektedir. Girdiler proses elemanına gösterilirler. Her girdi setine karşılık gelen çıktı değerleri de ağa gösterilmektedir. Daha sonra öğrenme kuralına göre ağın çıktı değeri hesaplanmaktadır. Eğer ağın çıktısı olması gereken çıktıdan farklı ise ağırlıklar ve eşik değerleri değiştirilirler. Değişikliğin nasıl yapılacağını ise öğrenme kuralı belirlemektedir. Girdilere karşılık gelen çıktı değerleri bir veya sıfırdan oluşmaktadır. Basit algılayıcıların öğrenme kuralı ise aşağıda açıklanmıştır [17].

Ağa girdi setine ve ona karşılık olarak beklenen çıktı gösterilir (X, B). Burada birden fazla girdi değeri olabilmektedir. Yani $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ anlamına gelmektedir. Çıktı değeri ise 1 ve 0 değerlerinden birisini almaktadır.

Perceptron ünitesine gelen net girdi (3.7)'deki gibi hesaplanır:

$$NET = \sum_{i=1}^m W_i X_i \quad (3.7)$$

Perceptron ünitesinin çıktısı hesaplanmaktadır. Net girdinin eşik değerinden büyük veya küçük olmasına göre çıktı değeri 0 ve 1 değerlerinden birisini almaktadır (3.8).

$$\zeta = \begin{cases} 1 & \text{Eğer } NET > \phi \\ 0 & \text{Eğer } NET \leq \phi \end{cases} \quad (3.8)$$

Eğer gerçekleşen çıktı ile beklenen çıktı aynı olursa ağırlıklarda herhangi bir değişiklik olmamaktadır. Ağ, beklenmeyen bir çıktı üretmiş ise o zaman iki durum söz konusudur:

Ağın beklenen çıktısı 0 değeridir. Fakat NET girdi eşik değerinin üstündedir. Yani ağın gerçekleşen çıktısı 1 değerindedir. Bu durumda ağırlık değerleri azaltılmaktadır (3.9). Ağırlıkların değişim oranı girdi değerlerinin belirli bir oranı kadardır.

$$W_n = W_o - \lambda X \quad (3.9)$$

(3.9)'daki λ öğrenme katsayıdır. Ağırlıkların değişim miktarını belirlemekte ve sabit bir değer olarak alınmaktadır.

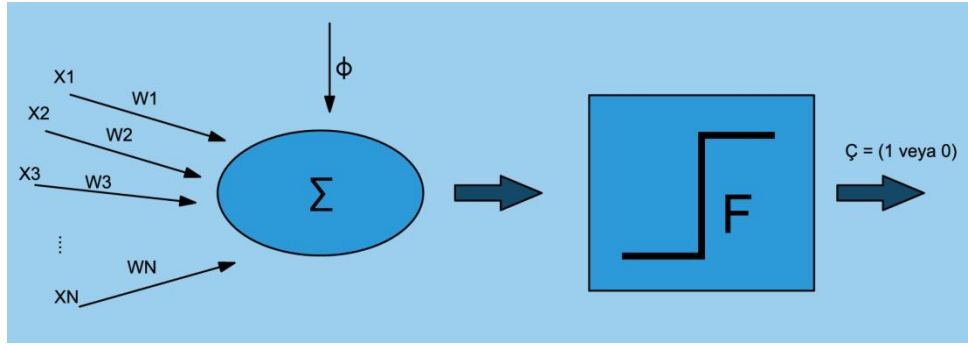
Beklenen çıktının 1 olması ve ağın gerçek çıktısının 0 olması durumudur. Yani net girdi eşik değerinin altındadır. Bu durumda ağırlıkların değerinin arttırılması gerekmektedir (3.10).

$$W_n = W_o + \lambda X \quad (3.10)$$

Sıralanan adımları bütün girdi setindeki örnekler için doğru sınıflandırmalar yapılincaya kadar önceki adımlardaki işlemler tekrarlanmaktadır.

3.4.1.3 ADALINE/MADALINE Modeli

ADALINE Widrow ve Hoff tarafından 1959 yılında geliştirilmiş olup adaptif doğrusal eleman (Adaptive Linear Element) ağının kısaltılmış şeklidir. Genel olarak ADALINE bir proses elemanından oluşan bir ağıdır [17] (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 ADALINE ünitesi

Bu ağ en küçük ortalamaların karesi (least mean square) yöntemine dayanmaktadır. Öğrenme kuralına delta kuralı da denmektedir. Öğrenme kuralı, ağın çıktısının beklenen değerine göre hatasını enazlayacak şekilde ağın ağırlıklarının değiştirilmesi prensibine dayanmaktadır. ADALINE ünitesinin yapısı aşağıda verilmektedir [17].

ADALINE ünitesi en küçük kareler yöntemini kullanarak öğrenme gerçekleştirmektedir. Perceptron algoritmasına çok benzemektedir. Öğrenme kuralı yapay sinir ağlarında genel öğrenme prensibine göre çalışmaktadır. Girdilerden çıktılar hesaplanır ve ağırlıklar çıktıya göre değiştirilirler [17].

ADALINE ünitesinin net girdisi NET ve çıktısı Ç aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (3.11 – 3.14) [17].

$$NET = \sum_{i=1}^m w_i + x_i + \phi \text{ Yani;} \quad (3.11)$$

$$NET = \phi + X_1 W_1 + X_2 W_2 + X_3 W_3 + \dots + X_N W_N \quad (3.12)$$

$$\text{Çıktı (Ç)} = 1 \text{ Eğer } NET \geq 0 \text{ ise} \quad (3.13)$$

$$\text{Çıktı } (\zeta) = -1 \text{ Eğer } \text{NET} < 0 \text{ ise} \quad (3.14)$$

Ağın çıktısının beklenen değerinin B olduğu varsayılırsa; ADALINE ünitesinin çıktısını ürettikten sonraki hatası; “ $E = B - \zeta$ ” olacaktır. Amaç bu hatayı en aza indirecek ağırlıkları bulmaktır. Bunun için her seferinde ağa farklı örnekler gösterilerek hatalar hesaplanmaktadır ve ağırlıklar hatayı azaltacak şekilde değiştirilmektedir. Zaman içinde hata, olması gereken en küçük değere düşmektedir. Bu hatayı azaltmak için kullanılan formül (3.15)’te gösterilmektedir.

$$W_y = W_e + \alpha(B - \zeta) X \quad (3.15)$$

Herhangi bir t anında ise (3.16)’daki gibi olacaktır.

$$W_i(t) = W_i(t-1) + \alpha E X_i \quad (3.16)$$

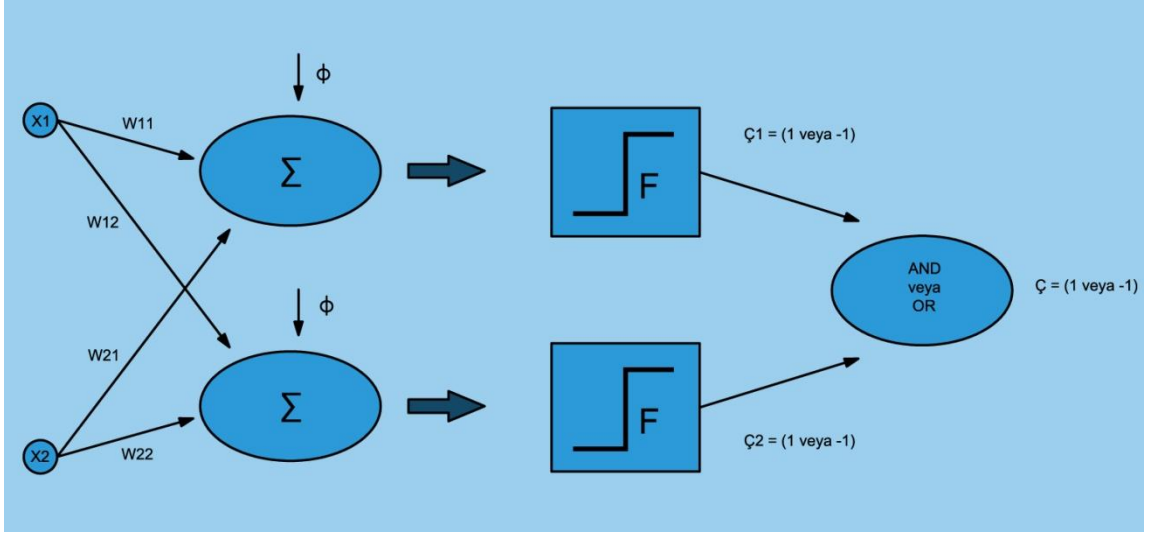
Burada gösterilen $W_i(t)$ ağırlıkların t zamanındaki yeni değerlerini, $W_i(t-1)$ ağırlıkların değişmeden önceki (t-1. zamanındaki) değerlerini, α öğrenme katsayısını, B beklenen çıktıyı, E beklenen değer ile çıktı arasındaki hatayı ve X de girdileri göstermektedir.

Benzer şekilde eşik değeri de yine zaman içerisinde değiştirilecek olması gereken eşik değeri bulunmaktadır (3.17).

$$\phi_y = \phi_e + \alpha(B - \zeta) \quad (3.17)$$

ϕ_y yeni eşik değerini, ϕ_e ise değiştirilmeden önceki eşik değerini göstermektedir.

MADALINE (Multi Adaptive Linear Element) ağları ise birden fazla ADALINE ünitesinin bir araya gelerek oluşturdukları ağa verilen isimdir. MADALINE ağları genel olarak iki katmandan oluşmaktadırlar. Her katmanda değişik sayıda ADALINE ünitesi bulunmaktadır. Ağın çıktısı da yine 1 ve -1 değerleri ile gösterilmektedir. Her biri bir sınıfı temsil etmektedir (Şekil 3.12) [17].



Şekil 3.12 İki ADALINE ünitesinden oluşan MADALINE ağı

MADALINE ünitesinin öğrenme kuralı ADALINE üniteleri için kullanılan öğrenme kuralı ile aynıdır. Burada en sonda bulunan AND veya OR sonlandırıcısı önem kazanmaktadır. Klasik mantık teorisinde olduğu gibi AND sonlandırıcısı olması durumunda bütün ADALINE ünitelerinin 1 değerini üretmesi sonucu MADALINE ağına çıkışı 1 olmaktadır. Aksi halde -1 (veya 0) değerini almaktadır. OR sonlandırıcısı olması durumunda ADALINE ünitelerinin birisinin 1 üretmesi MADALINE ağına çıkışının 1 olması için yeterli olmaktadır [17].

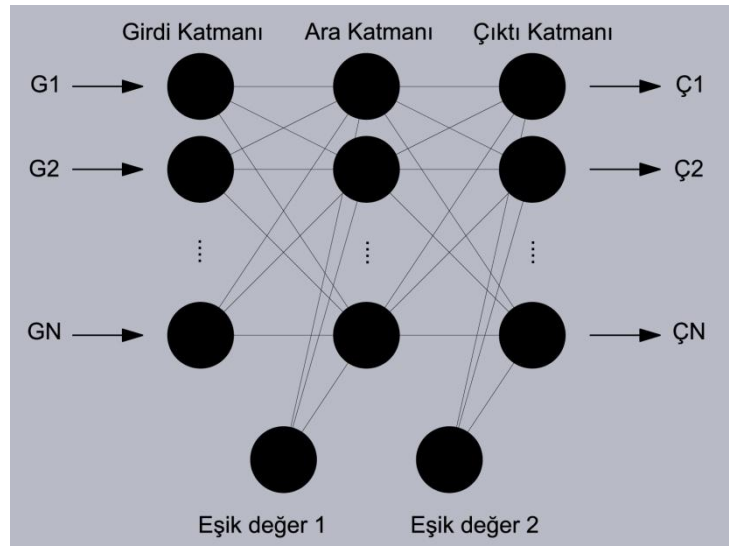
3.4.2 Eğrisel Yapay Sinir Ağları Çok Katmanlı-Tabakalı Algılayıcılar

Bir yapay sinir ağının öğrenmesi istenen olayların girdi ve çıktıları arasındaki ilişkiler doğrusal olmayan ilişkiler olursa doğrusal modeller ile öğrenme gerçekleştirmek mümkün olmamaktadır.

Doğrusal ilişkiye sahip olmayan olaylarda, çıktılar arasına bir doğru veya doğrular çizerek onları iki veya daha fazla sınıfa ayırmak mümkün olmamaktadır. Doğrusal olmayan yapıdaki olaylar ise çok katmanlı algılayıcılar ile modellenerek çözüme kavuşturulmaktadır.

Doğrusal olmayan eğrisel özellikteki olayları çözümleyen çok katmanlı algılayıcılarda giriş ve çıkış tabakasına ilave olarak bu tabakalar arasında saklı (ara) tabaka denilen bir tabaka bulunmaktadır. Bu nedenle bu yapay sinir ağlarına çok katmanlı (tabakalı) algılayıcılar denilmektedir.

Bu şekilde olan bir yapılanmada genel olarak saklı tabakanın hücrelerinin hepsinde aynı işlemci kullanılmaktadır. Bu işlemcilerde önceki eşik işlemcilerinden farklı olarak sadece -1 (veya 0) ile +1 arasında değil de bu arada sürekli bir değişim arz etmektedirler. Bunlardan çıkış değerleri -1 ile +1 arasında değişenler tanjant hiperbolik, 0 ile +1 arasında değişenler ise sigmoid türünde olmaktadır. Genelde kullanılan işlemci sigmoid şeklindedir. Çok katmanlı yapay sinir ağlarında doğrusal işlemci de kullanılmaktadır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Çok katmanlı algılayıcı

Giriş katmanı: Bu katmandaki elemanlara giriş birimleri veya hücreleri adı verilmektedir. Bunlar ağa girdi olarak verilen bilgilerin ağ tarafından algılanmasını temsil eder. Her bir giriş biriminde girdi verilerinin belirli bir andaki değerleri bulunmaktadır. Giriş birimleri verileri işlemez ve basit olarak kendilerinde bulunan bilgiyi saklı katmana birimlerine dağıtılmasını sağlamaktadır.

Saklı (ara) katman: Ara katmanlar girdi katmanından gelen bilgileri işleyerek bir sonraki katmana göndermektedir. Bir ÇKA ağında birden fazla ara katman ve her katmanda birden fazla proses elemanı olabilmektedir. Ara katmandaki her proses elemanı bir sonraki katmandaki bütün proses elemanlarına bağlıdır. Bu katmanda ağa eğrisel davranışı sağlayan işlemciler bulunmaktadır.

Çıktı Katmanı: Ara katmandan gelen bilgileri işleyerek ağa girdi katmanından verilen girdilere karşılık ağın ürettiği çıktıları (Ç1, Ç2, Ç3, ÇN) belirleyerek dış dünyaya gönderir. Bir çıktı katmanında birden fazla proses elemanı olabilmektedir. Her proses

elemanı bir önceki katmanda bulunan bütün proses elemanlarına bağlıdır. Her proses elemanın sadece bir tane çıktısı bulunmaktadır.

Ardışık katmanların hücrelerini birbirine bağlayan bağlantı birimleri ileriye veya geriye beslenmeli simetrik veya asimetrik olabilmektedir [18].

İleri Beslemeli Ağlar: Bütün bağlantılar girişten çıkışa doğru bilgi akışını temin ederler.

Geri Beslemeli Ağlar: Bunlar ya geriye dönüşlü veya döngüler şeklindeki beslemeleri (bilgi akışını) temsil ederler.

Simetrik Bağlantılar: Bir hücreden diğerine ve yine ilk hücreye bilgi akışları olur. İki yöndeki ağırlıkları birbirine eşit ise bunlara simetrik bağlantılar denmektedir. Eğer eşit değiller ise asimetrik bağlantılar denilmektedir.

3.4.2.1 ÇKA Ağının Öğrenme Kuralı

Çok katmanlı algılayıcı ağında bilgiler girdi katmanından ağa sunulur ve ara katmanlardan geçerek çıktı katmanına gider ve ağa sunulan girdilere karşılık ağın cevabı dış dünyaya iletilmektedir.

ÇKA ağı öğretmenli öğrenme yani ağa hem örnekler hem de örneklerden elde edilmesi gereken çıktılar (beklenen çıktı) veren stratejiyi kullanmaktadır. Ağ kendisine gösterilen örneklerden genellemeler yaparak problem uzayını temsil eden bir çözüm uzayı üretmektedir. Daha sonra gösterilen benzer örnekler için bu çözüm uzayı sonuçlar ve çözümler üretebilmektedir [17].

Ağın görevi her girdi için o girdiye karşılık gelen çıktıyı üretmektedir. ÇKA ağının öğrenme kuralı en küçük kareler yöntemine dayalı Delta Öğrenme Kuralının genelleştirilmiş halidir. Bu nedenle öğrenme kuralına Genelleştirilmiş Delta Kuralı da denmektedir [17]. Genelleştirilmiş delta kuralı iki safhadan oluşmaktadır.

İleri doğru hesaplama; ağın çıktısını girdi-ara katman-çıktı katmanı sürecini takip eden çıktı hesaplama safhasıdır.

Geriye doğru hesaplama; ağırlıkları değiştirme safhasıdır. Beklenen ile çıktı arasında oluşan hataların geriye doğru dağıtılarak sonraki iterasyonlarda hatanın azaltılması sağlanmaktadır.

3.4.2.2 Çok Katmanlı Algılayıcıların Çalışma Prosedürü

ÇKA ağlarının çalışması aşağıdaki adımları içermektedir [17]:

Örneklerin Toplanması: Ağın çözmesi istenilen olay için daha önce gerçekleşmiş örneklerin bulunması adımıdır. Ağın eğitilmesi için örnekler toplandığı gibi (eğiti seti) ağın test edilmesi için de örneklerin (test seti) toplanması gerekmektedir. Ağın eğitilmesi sırasında test seti ağa hiç gösterilmez. Eğitim setindeki örnekler gösterilerek ağın olayı öğrenmesi sağlanmaktadır. Ağ olayı öğrendikten sonra test setindeki örnekler gösterilerek ağın performansı ölçülmektedir. Ağ olayı öğrendikten sonra test setindeki örnekler karşısındaki başarısı ağın iyi öğrenip öğrenmediğini ortaya koymaktadır.

Ağın Topolojik Yapısının Belirlenmesi: Öğrenilmesi istenilen olay için oluşturulacak olan ağın topolojik yapısı belirlenir. Kaç tane girdi ünitesi, kaç tane ara katman, her ara katmanda kaç tane proses elemanı ve kaç tane çıktı elemanı olması gerektiği bu adımda belirlenmektedir.

Öğrenme Parametrelerinin Belirlenmesi: Ağın öğrenme katsayısı, proses elemanlarının toplama ve aktivasyon fonksiyonları, momentum katsayısı gibi parametreler bu adımda belirlenmektedir.

Ağırlıkların Başlangıç Değerlerinin Atanması: Proses elemanlarını birbirine bağlayan ağırlık değerlerinin ve eşik değer ünitesinin ağırlıklarının başlangıç değerlerinin atanması yapılmaktadır. Başlangıçta genellikle rastgele değerler atanmakta olup, daha sonra ağ uygun değerleri öğrenme aşamasında kendisi belirlemektedir.

Öğrenme Setinden Örneklerin Seçilmesi ve Ağa Gösterilmesi: Ağın öğrenmeye başlaması ve öğrenme kurallarına uygun olarak ağırlıkları değiştirmesi için ağa örnekler (girdi çıktı değerleri) belirli bir düzeneğe göre gösterilmektedir.

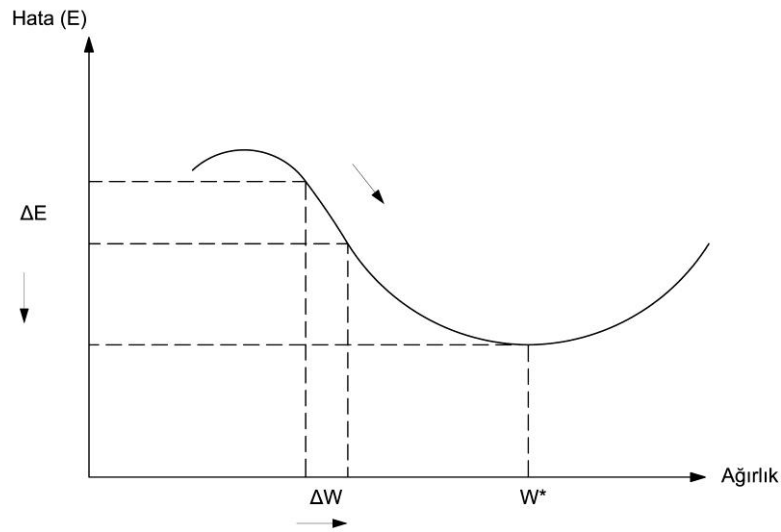
Öğrenme Sırasında İleri Hesaplamaların Yapılması: Sunulan girdi için ağın çıktı değerleri hesaplanmaktadır.

Gerçekleşen Çıktının Beklenen Çıktı İle Karşılaştırılması: Ağın ürettiği hata değerleri bu adımda hesaplanmaktadır.

Ağırlıkların Değiştirilmesi: Geri hesaplama yöntemi uygulanarak üretilen hatanın azalması için ağırlıkların değiştirilmesi yapılmaktadır.

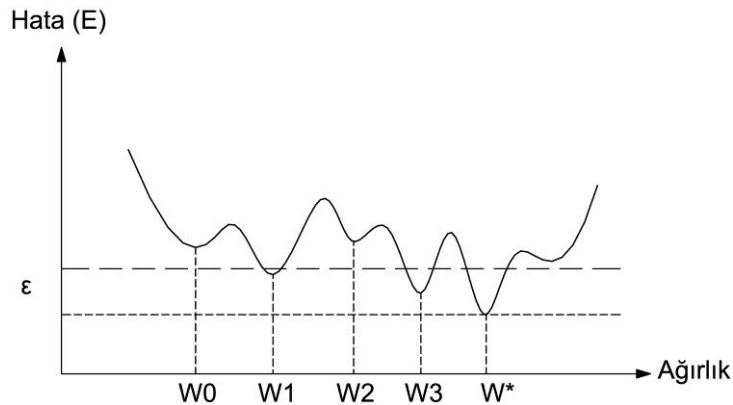
3.4.2.3 Ağın Eğitilmesi

ÇKA ağının eğitilmesi verilen girdi için çıktı değerlerinin oluşturulmasıdır. Bu süreçte ağırlık değerlerinin ilk başka rastgele verilmesi sonra ağa örnekler gösterdikçe bu değerlerin istenilen seviyeye çekilmesi sağlanmaktadır. Problem uzayında en az hata verebilecek ağırlık değerlerinin bulunması önem kazanmaktadır.



Şekil 3.14 Öğrenmenin hata uzayındaki gösterimi

Şekil 3.14'te gösterildiği gibi ağın W^* değerine ulaşması istenmektedir. Bu ağırlık değeri problem için hatanın en az olduğu noktadır. Bu sebeple her iterasyonda ΔW kadar değişim yaparak hata düzeyinde ΔE kadar bir hatanın düşmesi sağlanmaktadır.



Şekil 3.15 Çok boyutlu hata uzayı

Şekil 3.15'te görüldüğü üzere problemin çözümü en az hatayı veren ağırlık vektörü W^* olmasına rağmen pratikte bu hata değerini yakalamak çoğu zaman mümkün olmamaktadır [17]. Bu çözüm ağırlık sahip olabileceği en iyi çözümdür. Ancak bu çözüme nasıl ulaşılabileceği konusunda bir bilgi bulunmamaktadır. Ağ, eğitim sırasında kendisi bu çözümü yakalamaya çalışmaktadır.

Bazen ağ farklı bir çözüme takılabilmekte ve performansı daha iyileştirmek mümkün olmamaktadır. O nedenle kullanıcılar ağların performanslarında (problemlere ürettikleri çözümlerde) ϵ kadar hatayı (tolerans değeri) kabul etmektedirler [17].

Tolerans değeri altındaki herhangi bir noktada olay öğrenilmiş kabul edilmektedir. Şekil 3.15'teki W_0 ve W_1 çözümlerinin hataları kabul edilebilir hata düzeyinin üzerinde olduğundan bu çözümler kabul edilemez çözümler olarak değerlendirilmektedir. Bunlara yerel çözümler denilmektedir [17].

W_1 ve W_3 çözümleri en iyi çözüm olmamalarına rağmen kabul edilebilir hata düzeyinin altında bir hataya sahiptirler. Bunlarda yerel çözümler olmamalarına rağmen kabul edilebilir çözümlerdir. Görüldüğü gibi bir problem için birden fazla çözüm üretilebilmektedir.

ÇKA ağlarının yerel sonuçlara takılıp kalmamaları için momentum katsayısı geliştirilmiştir. Bu katsayının iyi kullanılması yerel çözümleri kabul edilebilir hata düzeyinin altına çekebilmektedir [17].

Öğrenme katsayısı ağırlıkların değişim miktarını belirlemektedir. Eğer büyük değerler seçilirse o zaman yerel çözümler arasında ağırlık dolaşması söz konusu olmaktadır. Küçük değerlerin seçilmesinde ise öğrenme zamanı artmaktadır [17].

Momentum katsayısı bir önceki iterasyondaki değişimin belirli bir oranının yeni değişim miktarına eklenmesi olarak görülmektedir. Bu özelliklere yerel çözümlere takılan ağların bir sıçrama ile daha iyi sonuçlar bulmasını sağlamak amacı ile önerilmektedir. Bu değer küçük olması yerel çözümlerden kurtulmayı zorlaştırabilmektedir. Çok büyük değerler ise tek bir çözüme ulaşmada sorunlar yaşanabilmektedir [17].

ÇKA ağların olayları öğrenmesini etkileyen faktörler aşağıda belirtilmektedir [17].

- Örneklerin seçilmesi

- Girdi ve çıktıların ağa sunulması
- Girdi ve çıktıların sayısal gösterimi
- Ağırlıkların başlangıç değerlerinin atanması
- Öğrenme ve momentum katsayılarının belirlenmesi
- Örneklerin ağa sunulması
- Girdi ve çıktıların sayısallaştırılması

ÇKA ağları, sıralanan bu faktörler dikkatlice değerlendirilerek tasarlanmalıdır. Problemin çözümü için en uygun yaklaşım kullanılmalıdır.

Çok katmanlı algılayıcı ağının problem hakkında ön bilgi istememesi, doğrusal olmayan ilişkileri dikkate alması görülmektedir.

Çok katmanlı algılayıcı ağlar mühendislik problemlerinde sınıflama, tahmin etme, tanıma, yorumlama, teşhis etme vb. konularda başarılı uygulama örnekleri görülmektedir.

3.4.3 Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme Stratejileri

Yapay sinir ağları gibi örneklerden öğrenen sistemlerde değişik öğrenme stratejileri kullanılmaktadır. Öğrenmeyi gerçekleştirecek olan sistem ve kullanılan öğrenme algoritması bu stratejilere bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak üç öğrenme stratejisinin uygulandığı görülmektedir [17].

3.4.3.1 Öğretmenli Öğrenme

Bu stratejide öğrenen sistemin olayı öğrenebilmesine bir öğretmen yardımcı olmaktadır. Öğretmen sisteme öğrenilmesi istenen olay ile ilgili örnekleri girdi/çıkı seti olarak vermektedir. Her örnek için hem girdiler hem de o girdiler karşılığında oluşturulması gereken çıktılar sisteme gösterilmektedirler. Sistemin görevi girdileri öğretmenin belirlediği çıktılara haritalamaktır. Bu sayede olayın girdileri ile çıktıları arasındaki ilişkiler öğrenilmektedir. “Çok katmanlı algılayıcı” ağı öğretmenli öğrenme stratejisini kullanmaktadır [17].

3.4.3.2 Destekleyici Öğrenme

Su stratejide öğrenen sisteme bir öğretmen yardımcı olmaktadır. Fakat öğretmen her girdi seti için olması gereken (üretilmesi gereken) çıktı setine sisteme göstermek yerine sistemin kendisine gösterilen girdilere karşılık çıktısını üretmesini bekler ve üretilen çıktının doğru veya yanlış olduğunu gösteren bir sinyal üretmektedir. Sistem öğretmenden gelen bu sinyali dikkate alarak öğrenme sürecini devam ettirmektedir [17].

3.4.3.3 Öğretmensiz Öğrenme

Bu stratejide sistemin öğrenmesine yardımcı olan herhangi bir öğretmen bulunmamaktadır. Sisteme sadece girdi değerleri gösterilir. Örneklerdeki parametreler arasındaki ilişkileri sistemin kendi kendisine öğrenmesi beklenmektedir. Bu daha çok sınıflandırma problemleri için kullanılan bir stratejidir. Yalnız sistemin öğrenmesi bittikten sonra çıktıların ne anlama geldiğini gösteren etiketlendirmenin kullanıcı tarafından yapılması gerekmektedir [17].

3.4.3.4 Öğrenme Kuralları

Yapay sinir ağları gibi öğrenen sistemlerde öğrenme kullanılan öğrenme stratejilerinden bağımsız olarak bazı kurallar çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. Bu kuralların bazıları çevrimiçi (on-line) bazıları çevrimdışı (off-line) çalışmaktadırlar.

- Çevrimiçi öğrenme kuralları; gerçek zamanlı çalışabilmektedirler. Bu kurallara göre öğrenen sistemler gerçek zamanda çalışırken bir taraftan fonksiyonları yerine getirmekte diğer taraftan ise öğrenmeye devam etmektedir [17].
- Çevrimdışı öğrenme kurallarına dayalı öğrenen sistemler kullanıma alınmadan önce örnekler üzerinde eğitilmektedirler. Bu kuralları öğrenen sistemler eğitildikten sonra gerçek hayatta kullanıma alındığında artık öğrenme olmamaktadır. Sistemin öğrenmesi gereken yeni bilgiler söz konusu olduğunda sistem kullanımdan çıkarılmakta ve çevrimdışı olarak yeniden eğitilmektedir. Eğitim tamamlanınca sistem tekrar kullanıma alınmaktadır [17].

Yapay sinir ağlarında çoğu öğrenme kuralı Hebb Kuralı'na dayanmaktadır. Hebb kuralı ve diğer bazı öğrenme kuralları aşağıda genel olarak açıklanmaktadır [17].

- Hebb kuralı: Bilinen en eski öğrenme kuralıdır. Diğer öğrenme kurallarının temelini oluşturmaktadır. 1949 yılında geliştirilen bu kurala göre, bir hücre (yapay sinir ağı elemanı) diğer bir hücreden bilgi alırsa ve her iki hücrede aktif ise (matematik olarak aynı işareti taşıyorsa) her iki hücrenin arasındaki bağlantı kuvvetlendirilmesi gerekmektedir. Bir hücre kendisi aktif ise bağlı olduğu hücreyi aktif yapmaya, pasif ise pasif yapmaya çalışmaktadır.
- Hopfield kuralı: Hebb kuralına benzemektedir. Yapay sinir ağı elemanlarının bağlantılarının ne kadar kuvvetlendirilmesi veya zayıflatılması gerektiği belirlenmektedir. Eğer beklenen çıktı ve girdiler ikisi de aktif/pasif ise öğrenme katsayısı kadar ağırlık değerleri kuvvetlendir/zayıflat denmektedir. Ağırlıkların kuvvetlendirilmesi veya zayıflatılması öğrenme katsayısı yardımı ile gerçekleştirilmektedir.
- Delta kuralı: Bu kural Hebb kuralının biraz daha geliştirilmiş şeklidir. Bu kurala göre beklenen çıktı ile gerçekleşen çıktı arasındaki farklılığı azaltmak için yapay sinir ağının elemanlarının bağlantılarının ağırlık değerlerinin sürekli değiştirilmesi ilkesine dayanarak geliştirilmiştir. Ağın ürettiği çıktı ile üretilmesi gereken (beklenen) çıktı arasındaki hatanın karelerinin ortalamasını enazlamak hedeflenmektedir.
- Kohonen kuralı: Bu kurala göre ağın elemanları (hücreleri) ağırlıklarını değiştirmek için birbirleri ile yarışmaktadırlar. En büyük çıktıyı üreten hücre kazanan hücre olmakta ve bağlantı ağırlıkları değiştirilmektedir. Bu durum o hücrenin yakınındaki hücrelere karşı daha kuvvetli hale gelmesi anlamına gelmektedir. Hem kazanan elemanların hem de komşu elemanların (hücrelerin) ağırlıklarını değiştirmesine izin verilmektedir.

3.4.4 Geri Dönüşümlü Yapay Sinir Ağları

Geri dönüşümlü ağlarda, ağın proses elemanlarının çıktıları yine ağa belirli bir şekilde geri gönderilerek girdi olarak kullanılmaktadır. Dinamik sistemlerin modellenmesinde

ve öğrenilmesinde geri dönüşümlerin olması özellikle zaman gecikmelerini dikkate almak için önem kazanmaktadır [17].

Geri dönüşümlü ağlar iki şekilde olabilir:

- Tam geri dönüşümlü ağlar
- Kısmi geri dönüşümlü ağlar

Tam geri dönüşümlü ağlar; bu ağlar gelişigüzel ileri ve geri bağlantıları olan ağlardır. Bu bağlantıların hepsi eğitilebilmektedir.

Kısmi geri dönüşümlü ağlar; bu ağlarda ağın proses elemanlarına ek olarak içerik elemanları bulunmaktadır. Bu ağlar, temelde ileri beslemeli bir ağ yapısındadır. İleri bağlantılar eğitilebilmektedir. Geri dönüşüm sadece içerik elemanları üzerinde yapılır ve bu bağlantılar eğitilememektedirler. İçerik elemanları ara katman elemanlarının geçmiş durumlarını hatırlatmak için kullanılmaktadırlar. Ağın çıktısı hem önceki durumlara hem de ağın o andaki durumuna bağlı olarak oluşturulmaktadırlar. Geçmiş durumları hatırlayabilme özellikleri bu ağlara dinamik hafızaya sahip olma özelliği kazandırmaktadır [17].

Geri dönüşümlü ağlar arasında en basit yapıya sahip olan ve kullanılması en kolay ağ Elman ağlarıdır.

3.4.4.1 Geri Dönüşümlü Ağların Uygulama Alanları

Elman ağı özellikle birinci dereceden doğrusal sistemleri modellemekte başarılı bir şekilde uygulanmaktadırlar. Bu ağlar zamana bağlı olayları işleyebilme ve önceki zamanlarda elde edilen sonuçları bir sonraki zamanlara taşıyabilme yeteneği ile özellikle konuşma, anlama ve ses tanıma problemlerinde etkin olarak kullanılmaktadır [17]. Benzer şekilde bu ağların olayların zamana bağlı ilişkilerini dikkate almaları, olayların bugünkü gidişatlarına göre gelecekte nasıl bir durum alacaklarının tahmin edilmesinde de etkin olarak geri beslemeli ağlar, özellikle de Elman ağı kullanılmaktadır [17].

3.5 Sistem Dinamiği

Her yapay sinir ağı mimarisi belirli olduktan sonra tabakalar arasındaki bağlantı ve sabit girdi değerleri ile saklı tabakada bulunan hücrelere yerleştirilecek işlemci şekillerinin tespit edilmesi, o yapay sinir ağının sistem dinamiğini belirlemek olarak nitelendirilmektedir [18].

Sistem dinamiđini sađlayan iřlemcilerin problemin çözüümü için sečilmesinde problemin iyi tanımlanması detaylarının bilinmesi gerekmektedir. Bu belirleyici duruma göre iřlemci fonksiyon sečilmektedir. Ařađıda bilinen bazı iřlemci fonksiyonlar belirtilmektedir [18].

- Doğrusal işlemci
- Eşik işlemcisi
- Rampa işlemcisi
- Sigmoid işlemcisi
- Hiperbolik işlemci
- Gauss işlemcisi

3.5.1 Yapay Sinir Ağlarının Modellenmesinde Önemli Noktalar

Yapay sinir ağlarında modelleme çalışmalarında göz önünde bulundurulan bazı önemli noktalar açıklanmaktadır [18].

- Verilerin toplanması: İncelenecek problem ile ilgili verilerin toplanması ve bu arada hangilerinin girdi, hangilerinin de çıktı olacağına karar verilmelidir. Bu aşamada önemli olan nokta verilerin sayısal değerleri, sayısı olmayıp kaç değişkenin girdi ve çıktı olacağının araştırılmasıdır. Bu şekilde tasarımı yapılacak YSA'da girdi ve çıktı tabakalarında ne kadar hücre olacağına da karar verilmiş olunacaktır.
- Verilerin alt verilere bölünmesi: Verilerin bir kısmı YSA'nın eğitilmesinde, bir kısmı uygunluğunun araştırılmasında kalan kısmı da sınanmasında kullanılmaktadır.

- YSA mimarisi: Girdi ve çıktı tabakalarından sonra eğriselliği sağlayacak bir ara katmanın oluşturulmaktadır. Girdi, saklı ve çıktı tabakaları ile hücre sayıları belirlenerek mimari oluşturulmaktadır.
- Matematik donanım: Ara tabakada bulunan işlemcinin fonksiyonunun seçilmesine karar verilmektedir.
- Başlangıç ağırlık değerleri: Giriş-ara ve ara-çıkış tabakaları hücreleri arasındaki bağlantıların küçük rastgele sayılar olarak aramalarının yapılması yerinde bulunmaktadır. Ayrıca, sabit eşik değerli katı işlemciler (TKA) için sınırlar 0 ve 1 veya -1 ve 1 olarak alınmaktadır.
- İleri hesaplamalar: İlk olarak giriş tabakasına veriler sokulduktan sonra bağlantı ağırlıkları ile toplamalar ve her bir saklı tabaka hücresindeki işlemci ile eğrisel dönüşümler yapılmaktadır, varsa sabit değerler eklenmektedir. Böylece ara tabakanın her hücresindeki son değerler yine atanmış bağlantı ağırlıkları ile çıkış tabakası hücrelerine iletilmektedirler. Her bir çıkış hücresinde yapılan toplama sonrasında çıkış değerleri hesaplanmaktadır.
- Geri hesaplama: Çıkış değerlerinin önceden ölçülmüş veri olarak bilinen değerlerden farklı olması durumunda, YSA'nın bağlantı ağırlıklarının yenilenmesi gerekmektedir. Bunun için her çıktı hücresinde ortaya çıkan hataların karelerinin aritmetik ortalaması alınarak bir hata değeri elde edilmektedir. Bu hatanın tüm bağlantılara giriş verileri büyüklükleri ile orantılı biçimde dağıtılması gerekmektedir.
- Yineleme: Geri besleme sonrasında elde edilen yenilenmiş bağlantı değerleri aynı girdi değerleri ile tekrar ileri besleme işlemleri yapılarak tekrarlanmaktadır. Yeni beklenen çıktı ve bunlara karşı gelen ölçüm değerleri arasındaki hataların karelerinin ortalamaları önceden kabul edilen bir sınırdan daha küçük değil ise geri besleme adımına dönülerek işlem tekrarlanmaktadır.
- Durma: Hesaplanan hataların belirli bir seviyenin altında kalmasına kadar ileri-geri besleme safhalarına, eğitime devam edilmektedir. İstenen seviye sağlanınca YSA yapısı eğitilmiş sayılmaktadır.

- Kontrol: Eğitim verileri tamamlanıp eğitime gerçekleştirildikten sonra YSA tekrar eğitilmektedir (diğer ayrılan veri seti ile). Burada çıktıların hatalarında önemli farklar bulunmaz ise YSA'nın mutlak en küçük hata ile kullanıma hazır olduğu sonucuna varılmaktadır. Eğer farklılıklar olursa YSA uygunluk verileri ile yenilenmektedir.
- Kullanım: Tüm adımlardan sonra YSA girdilerden bilinmeyen çıktıları öngörebilir hale geldiği kabul edilmektedir.

İZMİR ALSANCAK LİMANI

4.1 Giriş

Bir liman kenti olan İzmir, Ege Bölgesi'nin batı kıyısında yer almakta olup, $38^{\circ} 25' 00''$ kuzey enlemi ve $27^{\circ} 04' 30''$ doğu boylamlarında konumlanmaktadır. İzmir, nüfus yoğunluğu bakımından Türkiye'nin üçüncü büyük şehri ve iş merkezidir. Tüm ulaşım olanaklarının (karayolu, demir yolu, hava ve deniz yolları) kullanılabildiği kent, özellikle limanları ile öne çıkmaktadır [12].

İzmir, Uzak ve Ortadoğu'nun batı dünyasına açılan penceresi olan Ege Bölgesi'nin merkezidir. Bu özelliği ve deniz kıyısında olması İzmir'in, tarihi boyunca bir liman kenti olmasını sağlamıştır. Kentin bu özelliğini hali hazırda İzmir Alsancak Limanı sağlamaktadır. İzmir Alsancak Limanı, konumu, niteliği ve potansiyeli bakımından Türkiye'nin en stratejik limanlarından birisidir [23].

İzmir Alsancak Limanı geniş tarımsal ve endüstriyel hinterlanda sahiptir. Ege Bölgesinin tarım ve endüstri limanı olan İzmir Alsancak Limanı, aynı zamanda ülkenin ihracatında hayati rol oynamaktadır. Bölge sanayisinin ihtiyaç duyduğu hammadde ithalatının artması, ihraç edilen sanayi ürünlerinin çeşitlenmesiyle İzmir Alsancak Limanı iki yönlü dış ticaret için önemli bir kapı haline gelmiştir. Limana ait genel görünüm Şekil 4.1'de verilmektedir [12].

İzmir Alsancak Limanı dünyada nadir rastlanacak türde doğal elverişliliği olan bir limandır. Liman işletmeciliği açısından en önemli unsur olan operasyon elverişliliğine sahiptir. İzmir Alsancak Limanı;

- kuruluş yeri bakımından doğal,
- faaliyet alanları bakımından bölgesel ticarete cevap verebilen,
- verdiği hizmet bakımından aktarma ve uğrak, yönetim biçimi bakımından ise bir kamu limanıdır [23].

1977–2004 yılları arasında İzmir Alsancak Limanı’nda gerçekleştirilen elleçleme miktarları değerlendirildiğinde, boşaltmada yaklaşık % 436, yüklemede ise yaklaşık % 1 348 artış meydana geldiği gözlenmektedir. İzmir Alsancak Limanı’nda 1991 yılına kadar yaklaşık aynı miktarlarda yükleme boşaltma gerçekleşirken, 1992 yılından itibaren yükleme daha fazla miktarda yapılmaya başlanmıştır [23].



Şekil 4.1 İzmir Alsancak Limanı

İzmir Alsancak Limanı TCDD Limanları içinde en çok gelir getiren liman olarak karşımıza çıkmaktadır. Özelleştirme Yüksek Kurulu’nun 30.12.2004 tarih ve 2004/128 sayılı kararı ile İzmir Limanı özelleştirmesi 03.05.2007 tarihinde yapılmıştır [23]. Ancak özelleştirme çalışmaları olumsuz bir şekilde son bulmuştur, bu süreçten sonra limanın tekrar kamu yatırımlarıyla rekabet gücünün attırılması beklenmektedir. Bu kapsamda limanda kısa, orta ve uzun vadede yatırımlar yapılması planlanmıştır. 2011 yılında limana yeni ekipmanlar kazandırılmış, liman otomasyon sistemi için ihaleye çıkılmış, limanın bütün

kapıları denetim altına alınmıştır, ayrıca liman tarifelerinde önceden başlanan indirimli uygulamaların 2012 yılında da devam edeceği açıklanmıştır. 2012 yılında ise liman genişleme faaliyetlerinin sürdürülmesi beklenmektedir. Ayrıca uzun vadede ek dolgu alanlarının limana kazandırılmasıyla yeni konteyner rıhtımlarının oluşturulması ve tarama projeleri ile su derinliğinin 14 m'ye ulaşmasıyla yeni konteyner gemilerine hizmet sağlanması planlanmaktadır [24].

Limanın özelleştirme ihalesinden günümüze kadar geçen süre içinde bölgedeki diğer iskele ve limanlarda da yeni çalışmalar ve planlamalar yapılmaktadır. Aliağa bölgesindeki özel bazı firmaların konteyner elleçledikleri, Petkim gibi büyük firmaların konteyner limanı yatırımları planladıkları bilinmektedir. Bu çalışmaların dışında daha uzun bir süredir gündemde olan Kuzey Ege (Çandarlı) Limanı'nın ihalesi sonuçlanmış ve inşaatına başlamıştır. Çandarlı Limanı konteyner hedef kapasitesi bakımından hem Akdeniz bölgesinin hem de dünyanın sayılı limanları arasında yer almayı planlamaktadır. Bu koşullar değerlendirildiğinde İzmir Alsancak Limanı ve çevresindeki limanların konteyner yük tahminlerini iyi bir şekilde planlaması gerekmektedir. Bölgede rekabetin önümüzdeki yıllarda artacağı beklenmektedir, bu sebeple tüm iskele ve limanların işletmelerinin yaptıkları yatırım planlamalarını, bu rekabet ortamını ülke adına olumlu yönde etkileyecek şekilde idare etmeleri gerekmektedir. Aksi takdirde bölge, yatırım eksikliğinden ziyade yatırım dengesizliğinden mevcut değerlerini de kaybedebilir.

İzmir Alsancak Limanı'nın olumsuz sonuçlanan özelleştirme ihalesinden sonra liman yük ve kruvaziyer limanı olmak üzere ikiye ayrılarak kruvaziyer limanının özelleştirilmesi hedeflenmektedir. Yap-işlet-devret modeliyle yeniden yapılması planlanan limanın işletmesini devralacak şirketin, mevcut iskele yerine beş adet kruvaziyer gemisine hizmet verebilecek olan 350 m boyunda iki iskele yapması öngörülmektedir [25].

4.2 İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali

İzmir Alsancak Limanı'nın toplam liman alanı 901 000 m², konteyner alanı 295 000 m², vagon sahası ise 17 000 m²'dir. Buna karşılık atıl vaziyette bulunup gerekli düzenlemelerle kazanılabilecek alan 500 000 m²'dir. Bu rakamlar mevcut sahanın da

verimli kullanılmadığını göstermektedir. İzmir Alsancak Limanı, kamu idaresinde bulunup kâr eden ve kârını her geçen yıl katlayan ender kuruluşlardan birisidir [1]. Çizelge 4.1’de İzmir Alsancak Limanı 2008 yılına ait gelir-gider durumu verilmektedir.

Çizelge 4.1 İzmir Alsancak Limanı gelir-gider durumu (TL) [23]

Yıllar	Gelir	Gider	Kar
1999	19 413 234	7 344 168	12 069 066
2000	32 199 516	11 524 149	20 675 367
2001	58 845 062	17 381 088	41 463 974
2002	82 405 801	25 666 038	56 739 763
2003	103 295 198	31 506 722	71 788 476
2004	118 168 481	37 280 504	80 887 977
2005	118 096 960	47 249 115	70 847 845
2006	142 431 635	42 787 465	99 644 170
2007	131 007 714	41 711 913	89 295 801
2008	145 928 228	50 220 576	93 319 424

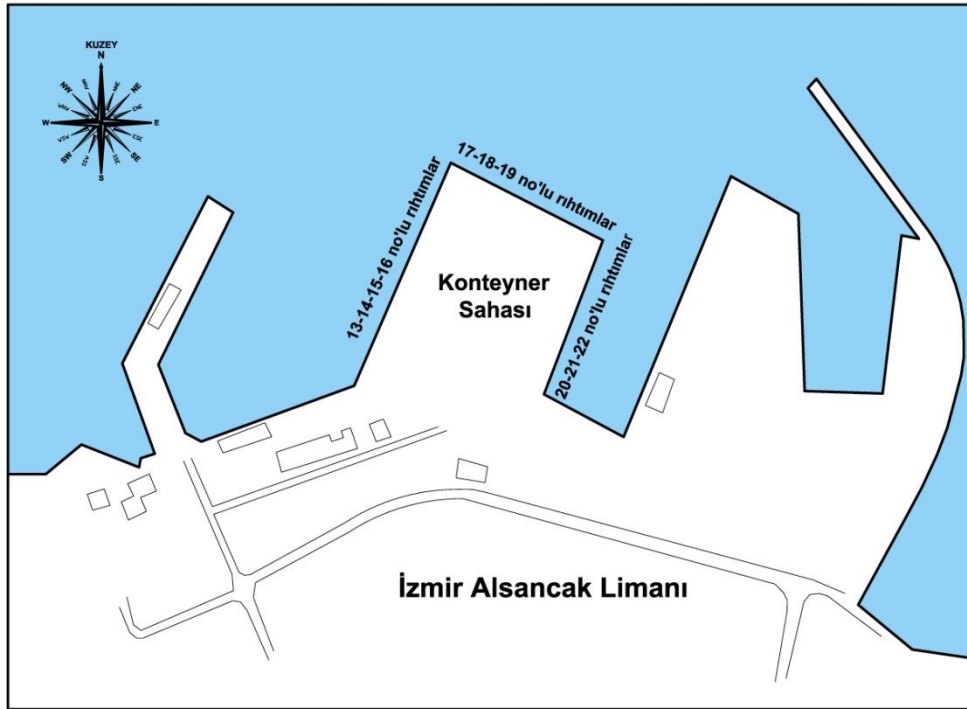
Limanda her türlü yüke hizmet verilmekte olup, liman genişleme çalışmaları sürmektedir. Liman demiryolu ve karayolu şebekesi ile bağlantılıdır. Liman, 8 saatten 3 vardiya ile toplam 24 saat kesintisiz hizmet vermektedir. Limana giren ve çıkan gemiler için kılavuz almak zorunludur. Pilotaj ve römorkaj hizmetleri, 24 saat boyunca verilmektedir [1].

Limanda mevcut araç ve ekipmanlar ise; 13-14-15 no’lu rıhtımlarda 35 ton elleçleme kapasiteli 2 adet ve 50 ton kapasiteli 1 adet gentry kren mevcut olup saatte; küçük olan 25 adet konteyner elleçleme kapasitesine, büyük olan ise 30 adet konteyner elleçleme kapasitesine sahiptirler. 17-18-19 no’lu rıhtımlarda 35 ton kapasiteli 2 adet gentry kren mevcut olup saatte 25 adet konteyner elleçlemesi yapılabilmektedir. Ayrıca özel bir firmaya ait 2 adet MHC (mobil harbour crane) mevcut olup küçük olan saatte 12 adet adet, büyük olan ise 23 adet konteyner elleçlemektedir. 40 tonluk 19 adet lastik tekerlekli transteyner, 25-42 tonluk 20 adet dolu ve 8-10 tonluk 20 adet boş konteyner forklifti de bulunmaktadır. Bunun yanında 3-25 tonluk 7 adet rıhtım vinci, 5-25 tonluk 12 adet mobil vinç, 20 adet kısa mastlı forklift de hizmet vermektedir. Konteyner yıkama tesisinin kapasitesi günlük 20 TEU'dur [1].



Şekil 4.2 Liman yerleşim planı [1]

Şekil 4.2'de limana ait yerleşim planı verilmektedir. Limanda kargo, ro-ro, dökme katı ve dökme sıvı yük gemilerine hizmet veren 3 400 m uzunluğunda 24 adet rıhtım mevcuttur. Şekil 4.3'te rıhtımların yerlerini gösteren vaziyet planı bulunmaktadır.



Şekil 4.3 İzmir Alsancak Limanı konteyner rıhtımları

Limandaki 3 400 m rıhtım uzunluğunun 1 050 metrelik kısmı, 13 ile 19 nolu rıhtımlar arası konteyner gemilerine aittir ve çalışmaktadır. 20-22 no'lu rıhtımları da konteyner

terminalidir ancak ihraç otomobillerin depolama alanı olarak kullanılmaktadır. Limandaki açık saha 85 000m², konteyner açık saha 295 000 m², toplam beton açık saha 380 000 m², kapalı saha 29 205 m², kapalı ambarlama saha hacmi 171 012 m³ ve rıhtım derinlikleri ise (-7 m) ile (-10 m) arasındadır (Çizelge 4.2) [1].

Çizelge 4.2 İzmir Alsancak Limanı rıhtım uzunluk ve su derinlikleri değerleri [1]

Rıhtım No	Uzunluk (m)	Derinlik (m)
1	140	7
2	190	8.5
3	130	10.5
4	120	10.5
5	150	10.5
6	75	10.5
7	130	9.5
8	120	9.5
9	122	9.5
10	126	6
11	97	7
12	125	8
13	150	9.5
14	144	10
15	144	10
16	162	10
17	150	10
18	150	10
19	150	10
20	130	10
21	150	10.2
22	120	10.2
23	220	10
24	205	10

Aşağıda İzmir Alsancak Limanı konteyner terminaline ait 2004 ve 2009 yılları arası yük trafiği bilgileri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çizelge 4.3 ile limanın yıllara bağlı olarak yük değerlendirmesi yapılabilmektedir.

Çizelge 4.3 İzmir Alsancak Limanı'nın yıllara bağlı yük trafiği [23]

Limana yük ve gemi trafiği	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Toplam elleçlenen dolu ve boş konteyner sayısı (TEU)	804 564	784 317	847 926	894 685	895 102	821 590
İhraç yüklerin toplamı (TON)	8 977 039	8 219 750	8 302 367	7 754 401	7 135 766	7 048 167
İthal yüklerin toplamı (TON)	3 523 226	3 591 729	3 967 565	4 321 344	4 168 090	3 229 443
İhraç ve ithal yüklerin toplamı (TON)	12 500 265	11 811 479	12 269 933	12 075 745	11 303 856	10 278 110
Limana gelen gemi sayısı (ADET)	26 644	2 675	2 333	2 820	2 475	2 667

KONTEYNER TERMİNALİ YANAŞMA YERİ UZUNLUĞUNUN MODELLENMESİ

5.1 Giriş

Bu çalışmada, İzmir Alsancak Limanı konteyner terminal rıhtımları incelenmiştir. Limanda konteyner elleçlemesi üç rıhtımda yapılmaktadır. Bunlar sırasıyla 13-14-15-16 no'lu yanaşma yerlerinden oluşan rıhtım, 17-18-19 no'lu yanaşma yerlerinden oluşan rıhtım ve 20-21-22 no'lu yanaşma yerlerinden oluşan rıhtımlardır. 13-14-15-16 no'lu yanaşma yerleri ile 17-18-19 no'lu yanaşma yerlerinin bulunduğu rıhtımlarda konteyner elleçlemesi büyük bir yoğunluğu yapılmaktadır. 20-21-22 no'lu yanaşma yerlerinin bulunduğu rıhtımın ise ihraç otomobillerin park yeri olarak kullanımı söz konusudur. Bu sebeple çalışmada değerlendirilen bölge 13-14-15-16 no'lu ve 17-18-19 no'lu yanaşma yerlerinin bulunduğu rıhtımlardır.

Konteyner terminali yanaşma yeri uzunluğunun modellenmesinde liman planlamasında etkili olan rıhtım kullanım oranı, yapay sinir ağları yöntemi ile tespit edilmiştir. Bu sayede rıhtım kullanım oranı analitik yöntemlerin dışında bir yapay zeka yöntemi olan yapay sinir ağları yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Çalışmada İzmir Alsancak Limanı konteyner terminali 13-14-15-16 ve 17-18-19 no'lu yanaşma yerlerinde 2006 yılında hizmet alan gemi özellikleri-boyları, yanaşma yeri işgal süreleri ve rıhtım uzunluğu değerleri çalışmada veri olarak kullanılmıştır. Bu veriler Bartan [12] dan temin edilmiştir. Veriler Ek-A ve Ek-B'de verilmiştir.

İzmir Alsancak Limanı konteyner terminali 2006 yılına ait rıhtım kullanım oranı; her bir geminin yanaşma yerinde işgal ettiği süreye ve geminin yanaşma yerinde kapladığı uzunluğa bağlı olarak bulunan yanaşma yeri kullanım oranlarının toplamıdır. Her gemiye ait olan yanaşma yeri kullanım oranlarını toplamı o yıla ait rıhtım kullanım oranını vermektedir.

Gemilerin limana varışları genellikle stokastik bir olaydır. Yanaşma yerlerinin sayısı yanaşma kullanım oranına bağlıdır. Bu nedenle, varışlarda mevsimsel değişimler, pik elleçleme periyotları ve/veya gemilerde rastgelelikler söz konusu ise, gemi varış düzeninin bilinmesi gerekmektedir. Kullanım oranı, çalışma zamanının yüzdesel oranıdır [13].

Yanaşma yeri kullanımı; yanaşma yeri kullanımının mevcut yanaşma yerine oranını temsil eder [12].

Mevcut Yanaşma Yeri = Hizmet süresi x toplam yanaşma yeri uzunluğu,

Yanaşma Yeri Kullanımı = Geminin bağlanma süresi x yanaşma yerinde kapladığı uzunluk [12].

Toplanan tüm veriler sonucunda yanaşma yeri kullanım oranı aşağıda denklem 5.1’de verilmiştir [12].

$$\left(\frac{\text{Yanaşma Yerinde Kalma Süresi}}{\text{Toplam Hizmet Süresi}} \right) \times \left(\frac{\text{Gemi Boyu} + \text{Bağlanma Uzunluğu}}{\text{Toplam Yanaşma Yeri Uzunluğu}} \right) \quad (5.1)$$

Denklem 5.1’de yanaşma yerinde kalma süresi; geminin yanaşma yerinde kalma süresini, gemi boyu + bağlanma uzunluğu; geminin toplam boyu ve bağlanma uzunluğunun toplamını, toplam hizmet süresi 365 gün 24 saatlik çalışma zamanını, toplam yanaşma yeri uzunluğu ise isminden de anlaşılacağı gibi yanaşma yerlerinin toplam uzunluğunu (rıhtım uzunluğunu) temsil etmektedir.

Denklem 5.1’de verilen ifade sadece bir gemi için bulunan yanaşma yeri kullanım oranı değeridir, yıl boyunca tüm gemilerin yanaşma yeri kullanım oranı değerleri toplamı ise o yıla ait rıhtım kullanım oranını vermektedir.

Rıhtım kullanım oranının yapay sinir ağları ile modellenerek tespitinde kullanım oranının belirlenmesinde etkili olan parametreler dikkate alınmıştır.

Modelleme çalışması sonucu bulunan değerler aynı yıla ait veriler ile kontrol edilmiştir.

5.2 Modelleme Çalışması

Bu çalışmada, rassal modelleme prensibine dayanan yapay sinir ağları yöntemi tercih edilmiştir. Yöntem geleneksel analitik yaklaşımlardan farklı olarak, kurulan bir model sisteminin eldeki veriler ile eğitilip, yeni bir veri grubu ile tahmin yaparak çözüm elde etmesine dayanmaktadır. Yani benzer bir veri grubu ile eğitilen yapay sinir ağı benzer ancak yeni bir veri grubuna çözüm üretmektedir.

Modelleme çalışmasında İzmir Alsancak Limanı'na ait 2006 yılı verileri kullanılmıştır. 13-14-15-16 ve 17-18-19 no'lu rıhtım verilerinin bir kısmı ile model eğitilmiş ve geri kalan veriler modelde tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları ve gerçek değerler karşılaştırılarak kontrol edilmiştir.

Rıhtımlar, diğer terminallerde ve limanlarda olduğu gibi konteyner terminallerinde de verimli kullanılacak şekilde tasarlanmalıdır. Rıhtım tasarımında; limana gelen gemi sayısı, gemi boyu, geminin doluluk oranı, yükün istif planı, gemiye hizmet veren vinç sayısı, kapasitesi, özellikleri, hava ve dalga koşulları, gel-gitler, akıntılar vb. parametreler doğrudan ve/veya dolaylı olarak etkilidirler. Dolayısıyla sıralanan bu parametreler göz önünde bulundurularak tasarımcı rıhtımı verimli olacak şekilde tasarlamalıdır.

Modelleme çalışmalarında veri sayısının uygun bir seviyede olması (etkisi ihmal edilebilecek verilerin fazlalığından kaçınarak) her modelleme çalışmasında olduğu gibi olayın iyi bir şekilde temsilini sağlamaktadır. Ancak verilerin iyi bir şekilde belirlenememesi, kayıt altına alınıp saklanamaması, dijital alt yapının olmaması, yeni yeni gelişmesi, bürokratik engeller vb. durumlardan dolayı modelleme çalışmalarında veri problemleri, eksiklikleri yaşanmaktadır. Bu çalışmada da benzer kısıtlardan dolayı sınırlı sayıda veriler kullanılarak bir modelleme çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada ise oluşturulan yapay sinir ağları modelinde İzmir Alsancak Limanı konteyner terminali 2006 yılına ait olan gemi boyları, yanaşma yeri işgal süreleri, yanaşma yeri uzunlukları ile kullanım oranları bulunmaktadır. Kullanılan bu değerler olayı temsil edebilmektedir, ancak gemi başına; gemiden karaya, karadan gemiye olan TEU transferleri, gemilere

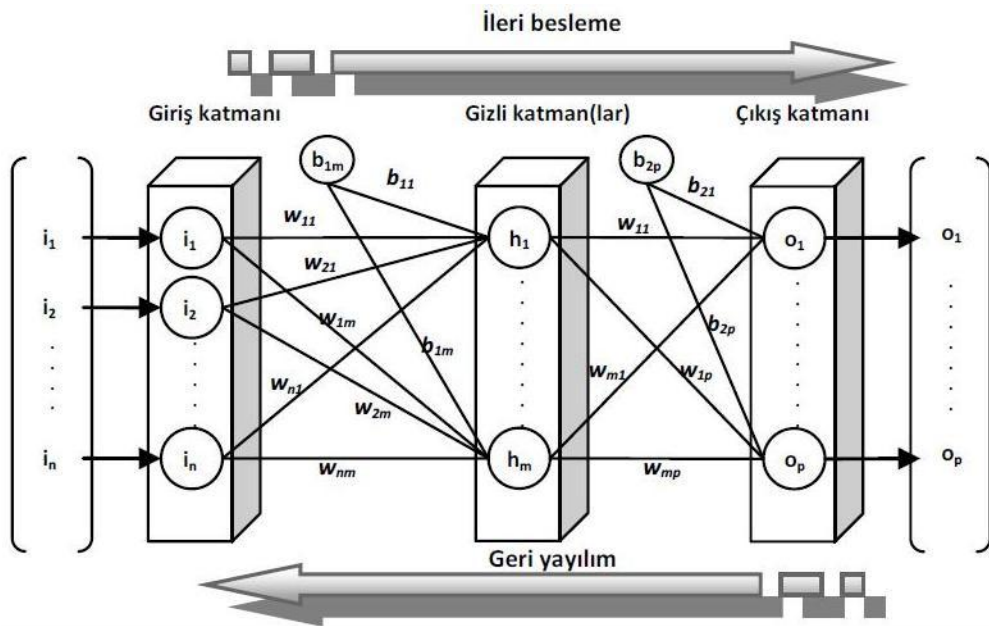
hizmet veren kren çalışma kapasiteleri, hava şartları vb. dataların bulunması halinde modelin daha da iyi temsil edebilmesi beklenmektedir.

Modelde 2006 yılına ait 1,570 adet gemi verisi kullanılmıştır. Bu veriler 13-14-15-16 ve 17-18-19 no'lu yanaşma yerlerine gelen gemilerin değerleridir. Veriler 4 sınıfta toplanmaktadır. Geminin toplam boyu, geminin yanaşma yerini işgal ettiği süre, yanaşma yerleri toplam uzunluğu ve kullanım oranlarıdır. Modelde gemi boylarına, geminin baştan ve kıçtan babalara bağlanma mesafesi olarak 15'er metre olmak üzere toplam 30 m ilave edilmiştir (anlatımda sürekliliğin sağlanması adına 30 m halat boyu eklenmiş toplam bağlanma boyu kavramı yerine gemi boyu kavramının kullanılması tercih edilmiştir).

Yanaşma yerlerinin toplam boyu olarak model alanı olan 13-14-15-16 ve 17-18-19 no'lu yanaşma yerlerinin toplam boyu olan 1,050 m alınmıştır. Diğer değişkenler olan gemi boyları ve gemilerin yanaşma yeri işgal süreleri Ek-A ve Ek-B'de verilmiştir.

Yapay sinir ağları modeli, MATLAB 7 programının "Neural Network Tool" modülünden yararlanılarak kurulmuştur.

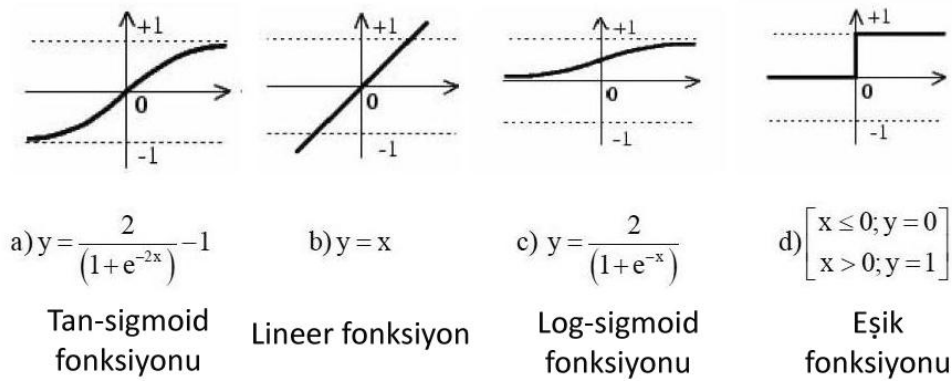
Model çalışmasında "ileri beslemeli-geri yayımlı" ağ tipinin kullanılması tercih edilmiştir.



Şekil 5.1 İleri beslemeli-geri yayımlı bir yapay sinir ağı modeli [26]

Her ne kadar araştırmacılar tarafından pek çok yapay sinir ağı mimarisi geliştirilmiş olsa da veri işlemede bunların en başarılısı Şekil 5.1’de gösterilen çok katmanlı ileri beslemeli sistemlerdir. Bu sistemlerde ilk katman dışarıdan verileri kabul eden bir girdi katmanıdır sonraki katmanlar ise Şekil 5.1’de gösterilen hücrelerden oluşmaktadır. Son katman çıkış katmanı olup çıktı sayısı kadar hücreden oluşur ve her bir hücre bir çıktıyı verir. Ara katmanlar ise gizli katmanlar olarak isimlendirilir [26].

Hücrede girdiler basit bir toplama işlemiyle ağırlıklı olarak toplanır üzerine bir sabit değer eklenir. Sabit değer aktivasyon fonksiyonunun girdisini arttırmak veya azaltmak için kullanılan bir terimdir (pozitif veya negatif olabilir). Aktivasyon fonksiyonu (Şekil 5.2) bu değere uygulanır ve sonuç genellikle hücrenin çıktı değeridir. Sigmoid fonksiyonları orta değer aralıklarında lineere çok yakın değerler vermekle birlikte uç değerlere gittikçe lineerden uzaklaşırlar. Genellikle kullanılan eğrisel fonksiyonlar sigmoid ve hiperbolik tanjant fonksiyonlarıdır. Ancak hiperbolik tanjant fonksiyonu hesaplaması sigmoid fonksiyonlara göre yavaş olduğundan, uygulamada yaklaşık olarak aynı sonuçları veren tanjant sigmoid fonksiyonu yaygın olarak kullanılmaktadır. Çıkış katmanında genellikle kullanılan fonksiyon lineer fonksiyondur [26].



Şekil 5.2 Aktivasyon fonksiyonları [26]

Hücreler genellikle katmanlar şeklinde organize edilirler. Tipik bir ağ birbirine tam veya kısmi bağlı belli sayıda katmandan oluşur. Öğrenme algoritmaları, hücrelerin girdi ağırlıklarına ve sabit değerlerine başlangıç değerleri atar ve bu değerleri sonuç hatalarını en aza indirecek şekilde değiştirirler. İleri besleme geri yayılım (Feed Forward Back Propagation) (İBGY) yönteminde ve pek çok diğer yöntemde kullanılan geri yayılım ilkesi hataların geri yönde iletildiğini göstermektedir. Geri yayılım yönteminin

bulunması ile birlikte yapay sinir ağıları pratik bir araç haline gelmiş ve bugünkü popülerliğine kavuşmuştur [26].

Eğitim için modele girdi verileri ve bu girdi verilerine karşılık hesaplanması gereken çıktı verileri temin edilir. Girdi verilerine karşılık çıktı verilerinin (hedeflerin) mevcut olduğu eğitim şekli denetimli eğitim olarak isimlendirilmektedir. Eğitim işlemi başlatıldığında model bir dizi iteratif işlemde geçer. Her bir çevrim (epok) sırasında modele verilen tüm veri girdisi modelde çalıştırılır. Çıktı katmanından elde edilen sonuçlar ile modelin bulması gereken sonuç verilerinden modelin hatası hesaplanır. Geri yayılım (Back Propagation) ilkesi ile bu hata hücrelere dağıtılarak her hücrenin bağlantı katsayıları ve sabit değeri tekrar hesaplanır ve bir sonraki çevrime geçilir [26].

Modelde bu ağ tipinin kullanılmasının sebebi; ağ yapısında verilerin giriş kısmından sonuç kısmına doğru ilerleyerek, ağın eğitilmesinde ortaya çıkan hataların geri dönüş mekanizmasıyla ağa dağıtılarak güncellenmesi ile tahmin işleminin gerçekleştirilmesidir. Bu sayede ağ katmanlar arası ağırlıklarını geri dönüşler ile sürekli değiştirerek güncellemekte ve ileri akış ile sonuç yani çıktı kısmına yönelmektedir. Literatürdeki tahmin çalışmalarında da ileri beslemeli-geri dönüşümlü ağlar tercih edilmektedir.

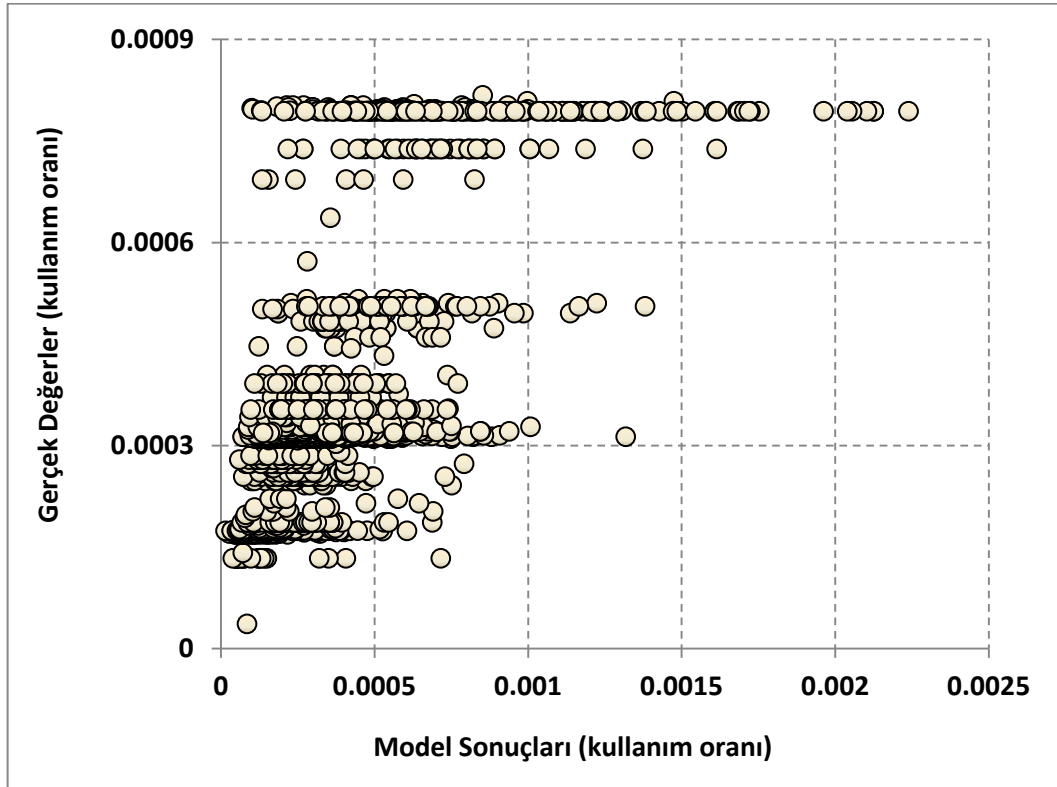
Modelde kullanılan yapay sinir ağı, gizli katman ve çıktı katmanı olmak üzere iki katmanlı bir ileri beslemeli-geri yayımlı ağ mimarisine sahiptir. Saklı (ara ya da gizli) katmanda ve çıkış katmanında kullanılacak fonksiyonların seçimi bir dizi kalibrasyon ile gerçekleştirilmiştir. Model ara ve çıkış katmanı tan-sigmoid, log-sigmoid ve lineer fonksiyon olmak üzere çeşitli kombinasyonlarda çalıştırılmıştır. Elde edilen çıktıların bazılarının negatif değer (ki model parametrelerinin tümü pozitif değerdedir) içermesi, tahmin ve gerçek değer saçılımlarının düzensiz olması, uygun hata oranlarının ve korelasyon katsayılarının sağlanamamasından dolayı fonksiyon kombinasyonlarının bazıları olumsuz sonuçlar vermiştir (Şekil 5.3). Buna karşılık çıktı kümesi olan kullanım oranı değerlerinin 0 ile 1 aralığında olmasından, uygun saçılım, beklenen hata değerlerinden dolayı Çizelge 5.1’de verilen ara ve çıkış tabakası fonksiyonları ve geri yayılım fonksiyonu tercih edilmiş ve kullanılmıştır.

Çizelge 5.1 Seçilen model fonksiyonları

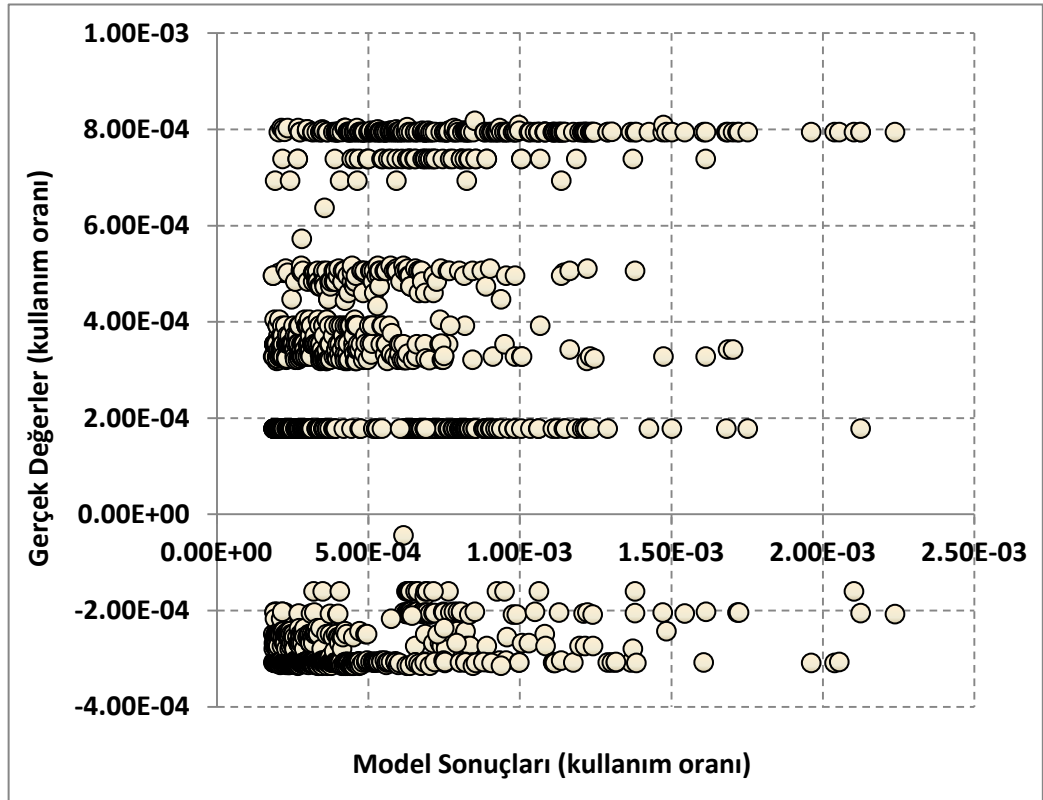
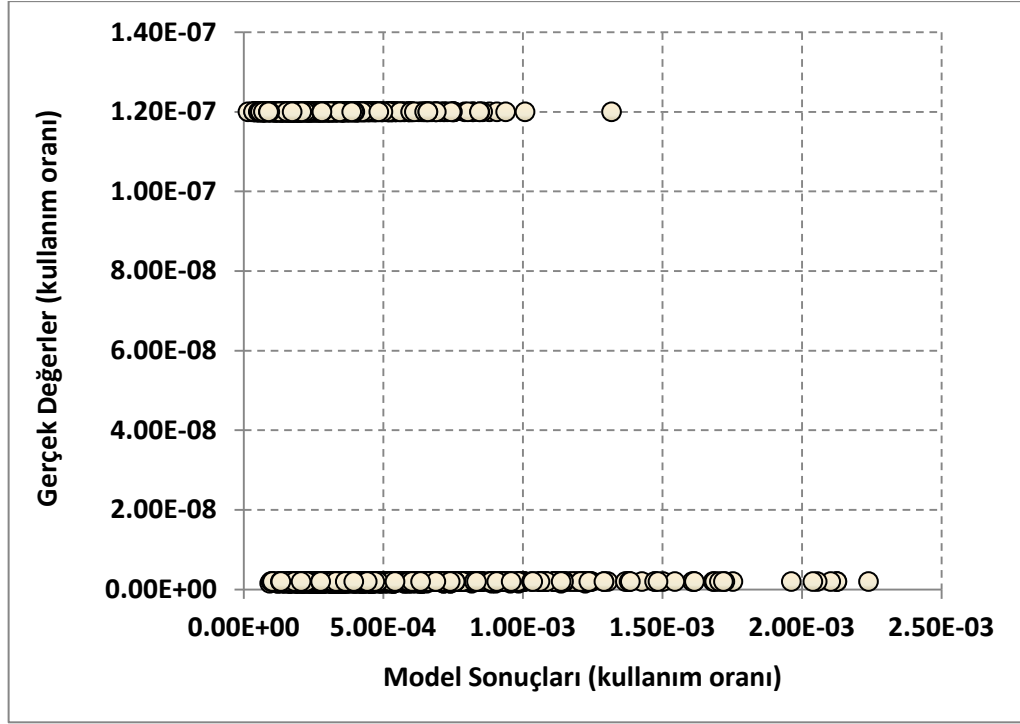
Tabakalar ve Eğitim Algoritması	Fonksiyonlar ve Algoritmalar
Saklı (Ara) Katman Fonksiyonu	Tanjant – Sigmoid Fonksiyonu
Çıkış Katmanı Fonksiyonu	Log – Sigmoid Fonksiyonu
Geri Yayılım Algoritması	Levenberg-Marquardt Geri Yayılım Algoritması

Tahmin kümesi olan kullanım oranı değerlerinin gerçekte 0 ile 1 değerleri arasında olmasından dolayı yapay sinir ağları modelinde çıkış katmanı aynı aralıkta (0 ile 1) çalışan Log-sigmoid fonksiyonu olarak seçilmiştir.

Ağın eğitim fonksiyonu olarak “Levenberg-Marquardt geri yayılım algoritması” kullanılmıştır. Bu eğitim fonksiyonunda, ağın momentum ve eşik değerleri bu algoritmaya göre güncellenmektedir. Ayrıca bu algoritma en hızlı algoritma olarak değerlendirilmektedir [27].



Şekil 5.3 Uygun olmayan model sonuçları



Şekil 5.3 Uygun olmayan model sonuçları (devam)

Modelde daha öncede belirtildiği gibi İzmir Alsancak Limanı konteyner terminali 2006 yılına ait gemi istatistiği değerleri model verisi olarak kullanılmıştır. Kullanılan değerlerin alt ve üst limitleri aşağıda Çizelge 5.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 5.2 Modelde kullanılan İAL parametreleri (2006 yılı)

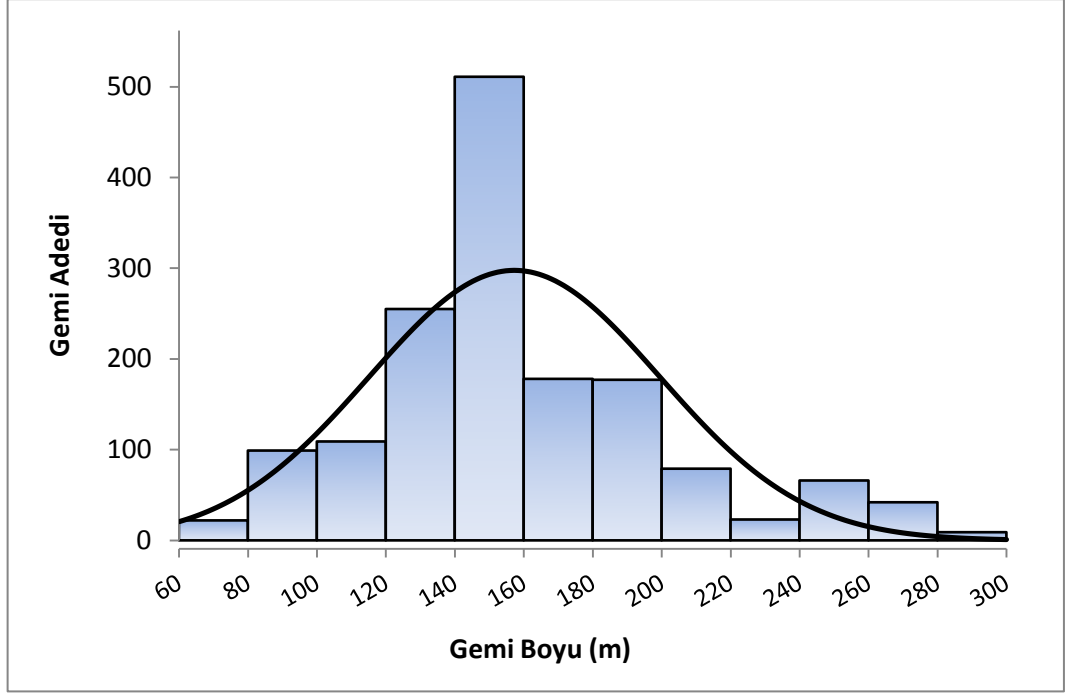
Değişken	Değişken aralığı
Gemi boyu (bağlanma mesafesi dahil) (m)	[94 – 325]
Yanaşma yeri işgal süresi (saat)	[1.25 – 77.84]
Rıhtım boyu (m)	1,050
Yanaşma yeri kullanım oranı	[0 – 1]

Modelde 1,570 adet gemi değeri kullanılmıştır. Verilerin % 70’i (1,100 adet) ağın eğitimi, % 15’i (235 adet) eğitimin doğrulanması ve geri kalan % 15’lik (adet) bölüm ise ağın test edilmesi için kullanılmıştır. Eğitim, doğrulama ve test değerleri veri kalibrasyonu sonucu ortaya çıkmıştır. Öncelikle ağ daha az sayıda eğitim verisi ile eğitime çalışılmıştır, ancak eğitim verileri belli bir eşığe ulaştığında en iyi sonucu vermektedir. Bu değerden sonra eğitim verisi sayısının arttırılması modelde ihmal edilebilecek düzeyde bir etki yaratmaktadır. Bahsedilen bu eşik değeri ise bu model kalibrasyonunda yaklaşık olarak % 70 veri sayısına denk gelmektedir.

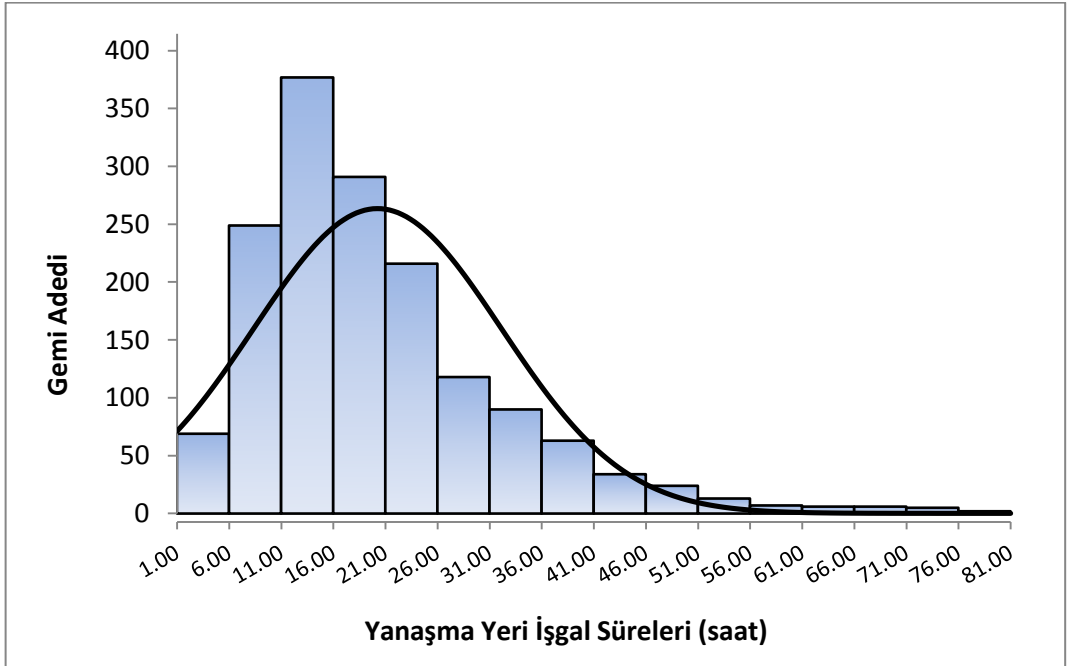
Modelde kullanılan İzmir Alsancak Limanı konteyner terminali 2006 yılı gemi istatistiği değerleri Şekil 5.4 ve Şekil 5.5’te verilmiştir.

Şekil 5.4’te 2006 yılında limana gelen gemilerin boyları dikkate alındığında gemi sayısının en fazla 140 m ile 160 m aralığında olduğu görülmektedir (500 civarında).

Şekil 5.5’te ise 2006 yılında limana gelen gemilerin yanaşma yerinde işgal ettiği süreler değerlendirilmektedir, grafiğe göre 11 ile 16 saatlik yanaşma yeri işgal süresi aralığında gemi sayısının maksimum olduğu görülmektedir.



Şekil 5.4 Gemi boyu ve gemi sayısı histogramı



Şekil 5.5 Yanışma yeri işgal süresi histogramı

Modelde bir başka kalibrasyon çalışması saklı (ara) katmanda bulunan hücre sayısında yapılmıştır. Saklı katmanda önce 2 adet yapay sinir hücresi ile model çalıştırılmış ve yaklaşık olarak 8, 9 ve 10 hücre sayısına kadar arttırılmıştır ve artık 8 adet hücre sayısından fazla olan hücre sayıları arasında farklar ortadan kalmaktadır. Bu sebeple

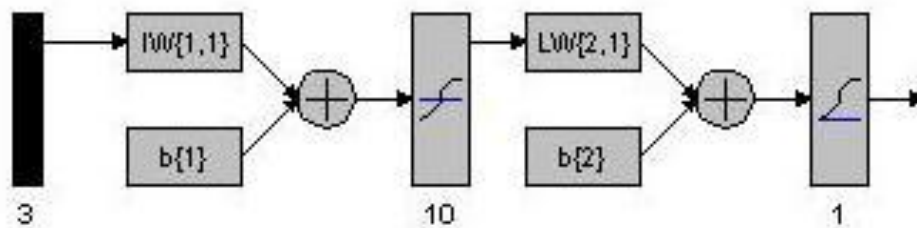
programın da (MATLAB) önerdiği ön değer olan 10 adet hücre sayısı seçilmiş olup model kalibre edilmiştir.

Yapay sinir ağları, rastgele çalışma prensibine sahip bir yapay zeka uygulaması olduğu ve modelin en iyi çalışma koşullarının genelde bir kurala bağlı olmadan çalıştığı düşünüldüğünde en iyi kalibrasyon yöntemi deneme yanılma olarak ortaya çıkmaktadır. Modelin diğer kalibrasyon parametrelerinde de olduğu gibi girdi değerlerinin de kalibrasyonu deneme yanılma ile yapılmış olup girdiler kombinasyonuna karşılık korelasyon katsayıları tespit edilmiş ve en yüksek değeri veren model girdi kombinasyonu seçilerek model çalıştırılmıştır. Model girdi kalibrasyon şeması Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3 Model girdi kalibrasyonu

Model No	Model girdi parametreleri	R ² Değerleri		
		Eğ.	Doğ.	Test
01	Gemi boyu	0.452	0.215	0.481
02	Yanışma yeri işgal süresi	0.512	0.123	0.498
03	Gemi boyu + rıhtım uzunluğu	0.387	0.347	0.358
04	Yanışma yeri işgal süresi + rıhtım uzunluğu	0.412	0.475	0.496
05	Gemi boyu + yanışma yeri işgal süresi	0.912	0.908	0.924
06	Gemi boyu + yanışma yeri işgal süresi + rıhtım uzunluğu	0.967	0.994	0.992

Model mimarisi; model girdi kombinasyonlarında 06'ya denk gelen üç değişkenli kombinasyon olarak seçilmiş ve oluşturulmuştur. Şekil 5.6'da gösterilen model şemasında üç adet değişkeni olan (gemi boyu, işgal süresi ve rıhtım uzunluğu) ve bir adet değere (kullanım oranı) sahip olan çıkış katmanı gösterilmektedir. Ara tabakada on adet yapay sinir hücresi bulunmaktadır. Ara tabaka aktivasyon fonksiyonu tan-sigmoid fonksiyonu ve çıkış katmanı fonksiyonu ise log-sigmoid fonksiyonudur.



Şekil 5.6 Bir adet ara ve çıkış katmanlı model şeması

Model sonuçlarının istatistiksel parametreleri elde edilen verilere sayısal olarak ne kadar benziyorsa ve hesaplanan hatalar sayısal olarak ne kadar küçük ise model o denli başarılı sayılmaktadır [1].

Yapay sinir ağları yöntemi ile rıhtım kullanım oranlarının tespit edildiği bu çalışmada model sonuçları ve gerçek değer karşılaştırma kriterleri olarak korelasyon katsayısı (R^2), ortalama karekök karesel hata ve ortalama mutlak rölatif hata yöntemleri kullanılmıştır. Ortalama karekök karesel hata ve ortalama mutlak rölatif hata Denklem 5.2 ve 5.3'te verilmiştir.

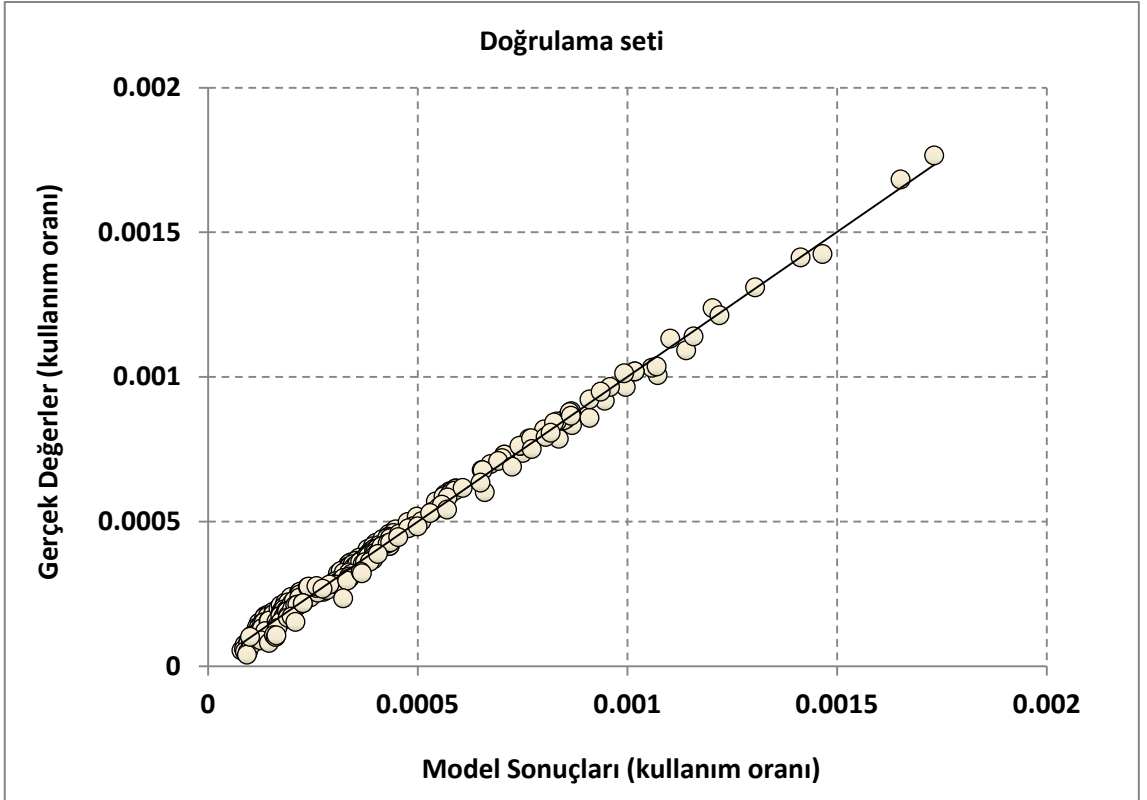
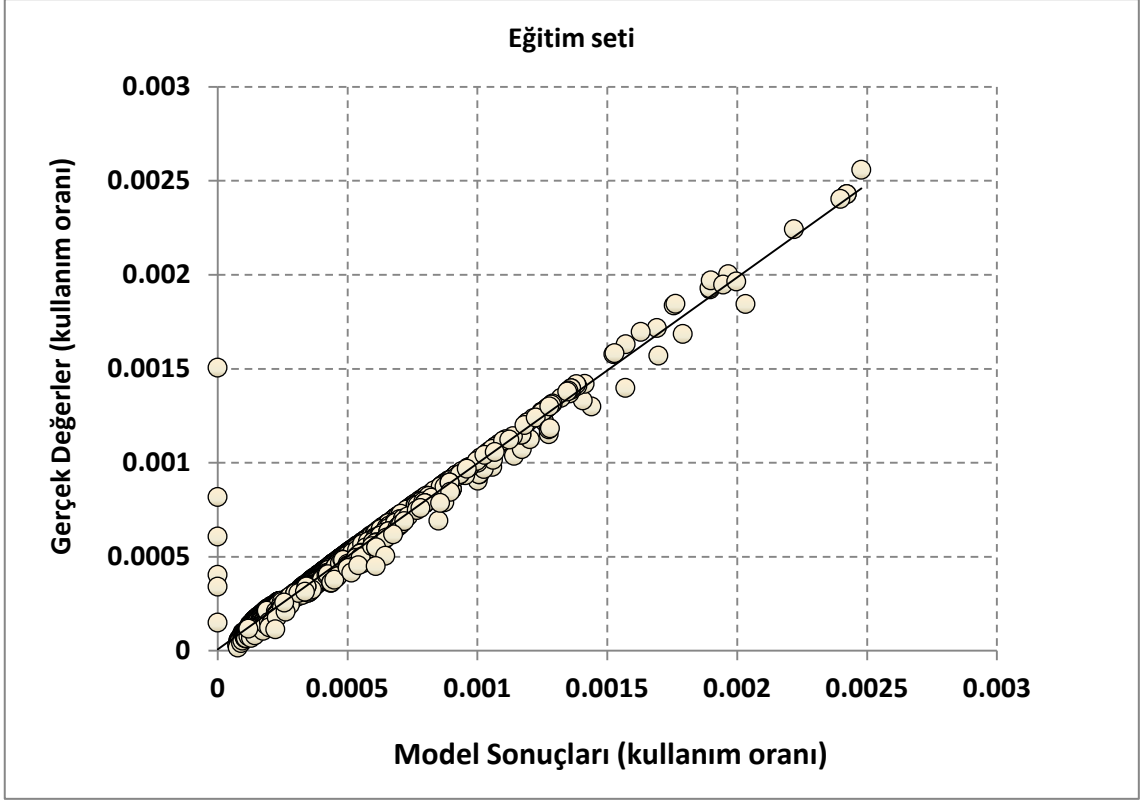
$$\text{Ortalama karekök karesel hata} = \frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^N (D_G - D_M)^2 \right]^{1/2} \quad (5.2)$$

$$\text{Ortalama mutlak rölatif hata} = \frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^N \left| \frac{D_G - D_M}{D_G} \right| \right] \quad (5.3)$$

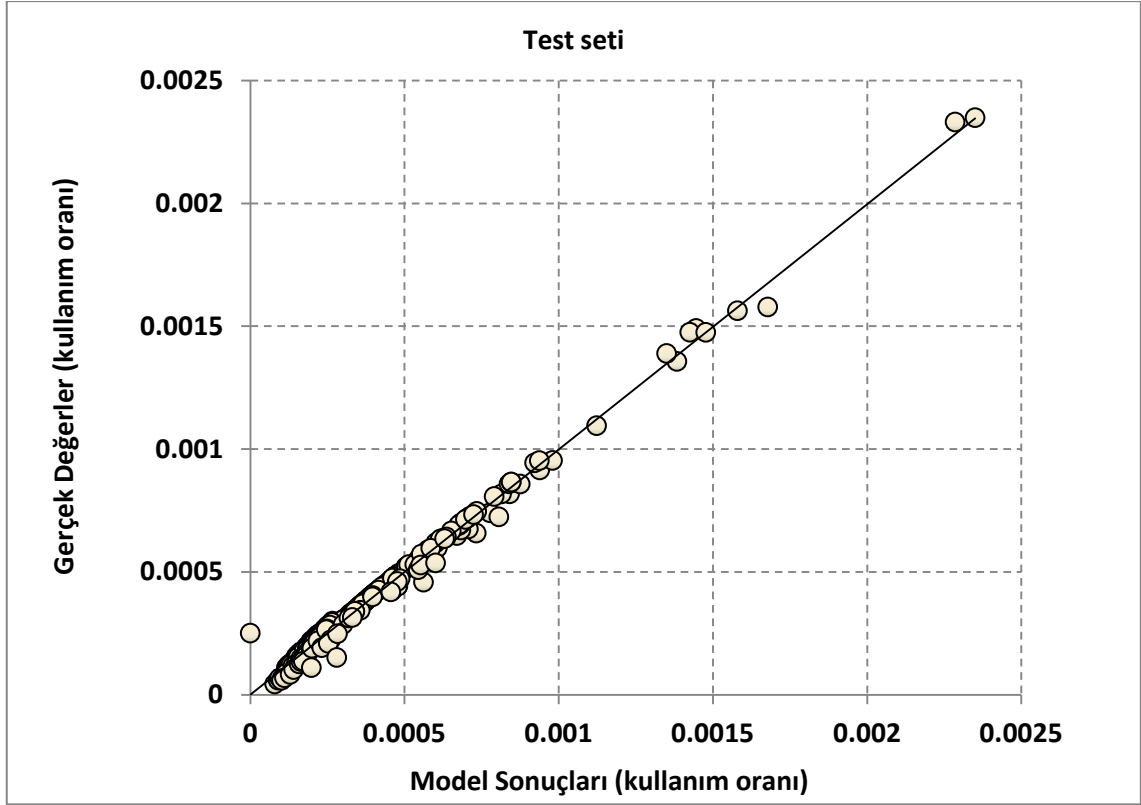
Denklem 5.2 ve 5.3'te D_G gerçek değerleri, D_M model sonucu elde edilen değerleri göstermektedir.

Model Şekil 5.6'da verilen ileri beslemeli-geri yayımlı yapay sinir ağı mimarisi ile üç girdi parametrelili, bir ara (saklı) ve bir adet çıktı katmanına sahiptir. Model bu formda çalıştırılmış ve verilerin % 70'lik bölümü (1,100 adet) ile eğitilmiş, % 15'lik bölümü (235 adet) veri ile doğrulanmış ve geri kalan % 15'lik veri grubu (235 adet) ile de test edilmiştir.

Model sonuçları ve gerçek değer eğitim, doğrulama ve test saçılım diyagramları Şekil 5.7'de verilmiştir.



Şekil 5.7 Model ve gerçek değer kullanım oranlarının kıyaslanması



Şekil 5.7 Model ve gerçek değer kullanım oranlarının kıyaslanması (devam)

Model sonuçları ayrıca Çizelge 5.4'te korelasyon katsayısı, ortalama mutlak rölatif hata ve ortalama karekök karesel hata değerleri verilmiştir.

Çizelge 5.4 Model sonuçları

Model değişkenleri	R ²			OMRH (%)			OKKH (x 10 ⁻⁶)		
	Eğ.	Doğ.	Test	Eğ.	Doğ.	Test	Eğ.	Doğ.	Test
- Gemi boyu -Yanışma yeri işgal süresi -Rıhtım uzunluğu	0.967	0.994	0.992	8.03	8.32	7.35	1.91	1.52	1.92

Çizelge 5.4 incelendiğinde modelleme çalışmasının başarılı bir şekilde gerçekleştirildiği görülmektedir. Şekil 5.7'de ise model sonuçları ve gerçek değerlerin saçılımı görülmektedir. Burada saçılımın dar bir bantta, yüksek bir korelasyon değerine sahip olduğu açıkça görülmektedir. Bölümün başında bahsedilen ilave model parametrelerinin bulunmamasında bile modelin durumu gayet iyi bir şekilde temsil ettiği anlaşılmaktadır.

Çalışmanın ikinci aşamasında yanaşma yeri uzunluğu değiştiği senaryoları ele alınmıştır. Bunun için yukarıda Şekil 5.6'da da mimarisi gösterilen model, gemi boyları ile yanaşma yeri işgal süreleri sabit tutularak, rıhtım uzunluğu değiştirilmek suretiyle yenilenmiştir.

Senaryo çalışmalarında amaçlanan üçüncü değişken olan rıhtım uzunluğunun farklı değerlerine karşılık, rıhtım kullanım oranına etkisinin incelenmesidir. Buna bağlı olarak hangi rıhtım uzunluğunda hangi kullanım oranı sorusuna cevap aranmaktadır.

Modelde rıhtım uzunluğu değiştirilmek suretiyle tahmin edilen değerler, Denklem 5.1'de verilen analitik yöntem ile kıyaslanmıştır. Bu sayede analitik yöntem ile değerlendirilen problem, bir yapay zeka ürünü olan YSA yöntemi ile ele alınmış olacaktır.

Mevcut durumda; rıhtım uzunluğu 1,050 m'dir. Diğer girdi parametreleri sabit alınarak rıhtım uzunluğunun farklı değerleri dahilinde yeni durumlar-senaryolar incelenecektir. Bu çalışmaya ilave olarak farklı yıllara ait gemi istatistiklerinin modele dahil edilmesi durumunda gerçek durumu daha iyi tahmin edebilen sonuçların alınması beklenmektedir. Senaryolarda kullanılan rıhtım uzunlukları ve model parametreleri Çizelge 5.5'te verilmiştir.

Çizelge 5.5 Değişken rıhtım boyu senaryo çalışmaları

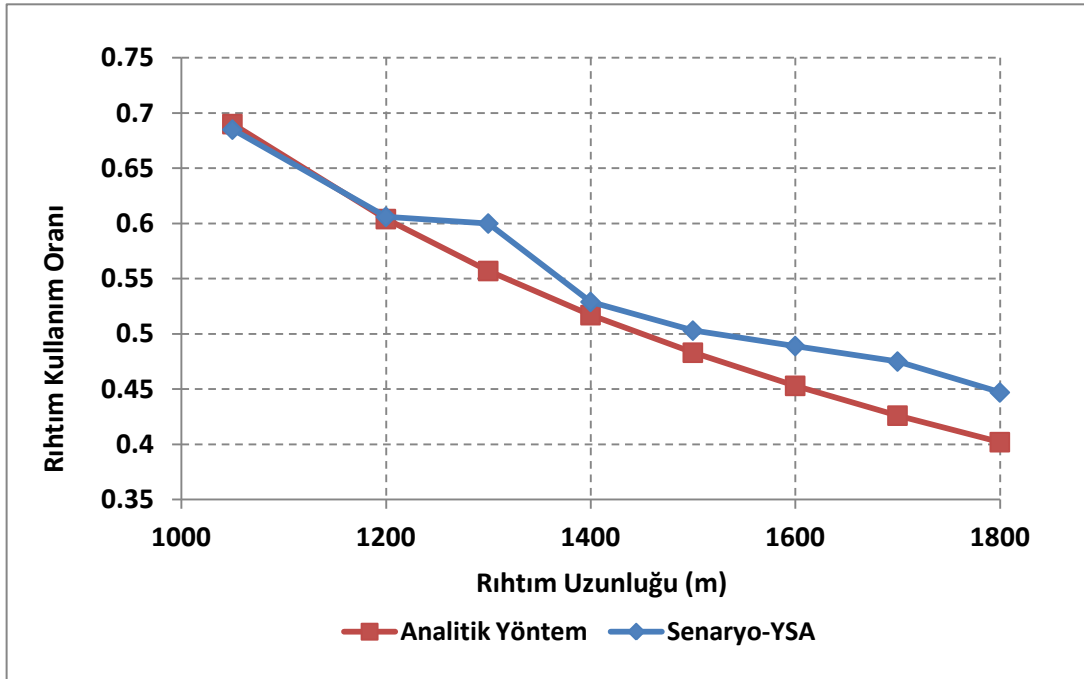
	Girdi parametreleri		Eğitim parametreleri		
Senaryo	Rıhtım uzunluğu (m)	Diğer değişkenler	Ara katman fonksiyonu	Çıkış katmanı fonksiyonu	Geri yayılım algoritması
01	1,200	Gemi boyu + İşgal süresi	Tanjant-sigmoid fonksiyonu	Log-sigmoid fonksiyonu	Levenberg-Marquardt Geri yayılım algoritması
02	1,300				
03	1,400				
04	1,500				
05	1,600				
06	1,700				
07	1,800				

Senaryo sonuçları, hata oranları ile birlikte analitik çözümle kıyaslamalı olarak Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6 Senaryo ve analitik yöntem sonuçları

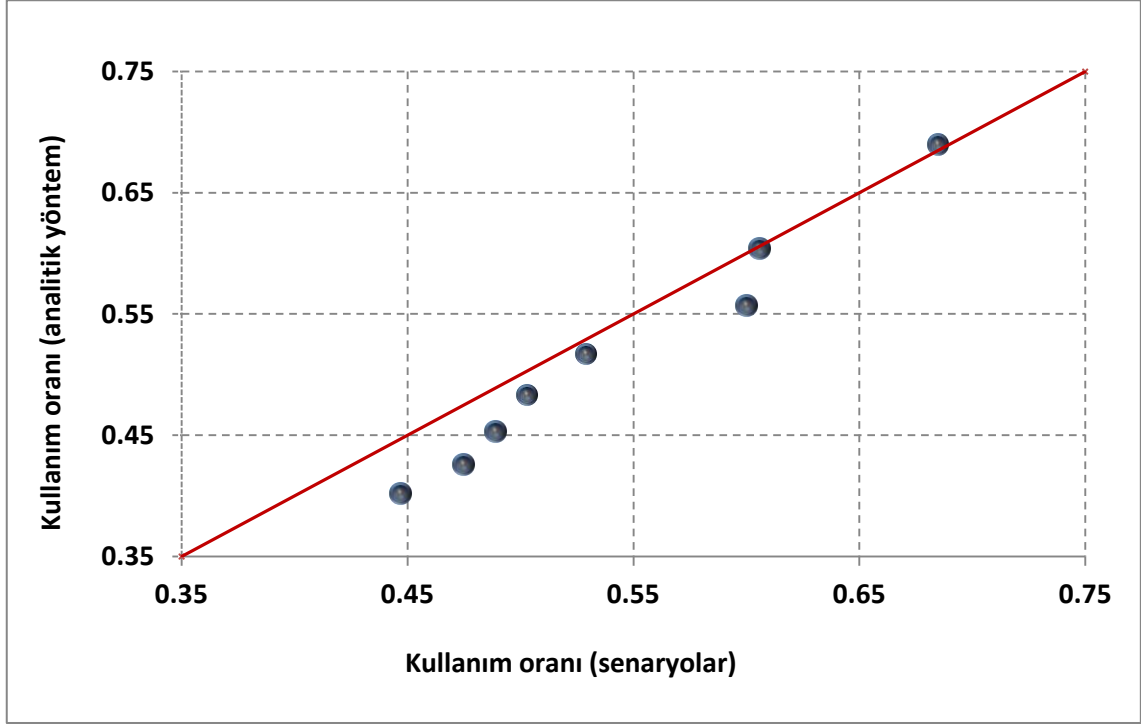
Senaryo	Rıhtım boyu (m)	Rıhtım kullanım oranı (senaryo sonuçları)	Rıhtım kullanım oranı (analitik yöntem sonuçları)	R ²	OKKH ($\times 10^{-6}$)	OMRH (%)
01	1,200	0.606	0.604	0.979	1.097	7.65
02	1,300	0.600	0.557	0.976	1.103	7.76
03	1,400	0.529	0.517	0.990	1.087	6.98
04	1,500	0.503	0.483	0.954	1.128	8.12
05	1,600	0.489	0.453	0.961	1.119	7.79
06	1,700	0.475	0.426	0.991	1.079	7.02
07	1,800	0.447	0.402	0.960	1.203	7.83

Rıhtım uzunluğu değiştirilerek oluşturulan YSA (senaryo) model sonuçları ve analitik yöntem sonuçları değerlendirilmiştir. Şekil 5.8’de rıhtım uzunluğunun rıhtım kullanım oranına etkisi ve Şekil 5.9’da da farklı rıhtım uzunluklarına göre model ve gerçek kullanım oranı değerlerinin saçılımı verilmiştir.



Şekil 5.8 Rıhtım boyunun rıhtım kullanım oranına etkisi

Şekil 5.8’de verilen rıhtım uzunluğunun rıhtım kullanım oranına etkisi dikkate alındığında, model sonuçlarının analitik yöntem ile benzer formda olduğu, ancak birebir üst üste örtüşmediği görülmektedir. Bu beklenen bir durumdur. Bu durumun modelde kullanılan parametrelerin arttırılması ve geliştirilmesi ile model ve gerçek değerlerin benzeşiminin artması beklenmektedir.



Şekil 5.9 Model ve gerçek değer saçılımı grafiği

Şekil 5.9’da farklı senaryolar dahilinde YSA yöntemi ile elde edilen rıhtım kullanım oranları ile analitik yöntemden elde edilen rıhtım kullanım oranlarının saçılım grafiği verilmektedir. Modellerde kullanılan parametrelerin arttırılması ve geliştirilmesi ile model ve gerçek değerlerin birbirlerine daha da yaklaşması beklenmektedir.

Model sonuçları ve grafiklerden de anlaşılacağı gibi rıhtım uzunluğunun kullanım oranı üzerinde etkisinin olduğu görülmektedir. Rıhtım uzunluğu arttıkça (diğer değişkenler sabit olduğunda) yanaşma yeri-rıhtım kullanım oranı azalmaktadır. Bu sonuç hem analitik yöntemlerde hem de yapay sinir ağıları modellerinde görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, liman planlaması ve tasarımında etkili olan rıhtım kullanım oranı yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Modelin geliştirilmesinde İzmir Alsancak Limanı konteyner terminali 2006 yılı verileri kullanılmıştır.

Limana ait rıhtım verileri kullanılarak yapay sinir ağı eğitilmiş ve rıhtıma ilişkin bir tahmin yapılmıştır. Modelde İzmir Alsancak Limanı 2006 yılı verileri kullanılmıştır. Modelleme çalışmasında ilk olarak gemi boyları, geminin yanaşma yerini işgal ettiği süre ve rıhtım uzunluğu girdi verileri olarak kullanılmış olup buna karşılık rıhtım kullanım oranı çıktı verileri olarak tahmin edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise İzmir Alsancak Limanı 2006 yılı verileri dahilinde rıhtım uzunluğunun rıhtım kullanım oranına etkisi araştırılmıştır. Bu araştırma için rıhtım uzunlukları farklı senaryolarda yapay sinir ağları yöntemi ile ele alınmıştır. Modelde ve senaryo çalışmalarında herhangi bir kabul yapılmamıştır.

YSA modeli 2006 yılı verilerine göre eğitilmiş, doğruluğu sınanmış ve test edilmiştir. Buna bağlı olarak model değişken rıhtım uzunlukları ile çalıştırılıp bu değerlere karşılık yeni rıhtım kullanım oranları tespit edilmiştir. Bu değerler analitik yöntem sonuçları ile de kıyaslanmıştır ve modelin başarılı bir sonuç elde ettiği görülmüştür.

Çalışmada “İleri beslemeli-geri yayımlı” ağ tipi kullanılmıştır. Tahmin tipi problemlerin yapısına uygunluğundan dolayı bu ağ tipinin kullanılması tercih edilmiştir. Ağ veri akışını girişten çıkışa doğru ileri şekilde gerçekleştirerek, hatalarının geri yayılması prensine göre çalışmaktadır. Bu sayede yapay sinir ağlarında öğrenme ile ilişkili olan ağ ağırlıkları ağa geri yayılarak eğitilmektedir ve veriler çıkışa doğru ilerlemektedir.

Modelleme çalışmasında ilk olarak liman planlamasında etkili olan rıhtım kullanım oranı rassal bir yöntemle tespit edilmiştir, sonraki fazda ise önemli bir değişken olan rıhtım uzunluğunun yanaşma yeri-rıhtım kullanım oranı üzerindeki etkisi farklı senaryo çalışmalarıyla araştırılmıştır. Tahmin edilen rıhtım kullanım oranlarının liman planlamasında ve tasarımında faydalı olması düşünülmektedir. Tasarımcı model yardımıyla tasarımda kullanmak istediği rıhtım kullanım oranı değerlerini ele alabilir. Model ile mevcut rıhtımın kullanım oranını; gemi boyuna ve rıhtımda kaldığı süreyi kullanarak değerlendirebileceği gibi, yeni bir rıhtım tasarımında da kullanabilir. Tahmin ettiği kullanım oranını tasarımda kullanmak istediği seviye ile kıyaslayabilir ve modeli stabil hale getiren değerleri tasarımında kullanabilir.

Limana ait değişkenlerin rastgele karakterde olmasından dolayı modelleme rassal yapıdadır. Gemi gelişleri, gemilerin boyları, gemi sayıları, gemilerin yükleri, istif planları, rıhtım vinçleri, kapasiteleri rastgele karaktere sahip değerlerdir. Bu yapıya bağlı olarak analitik yaklaşımlar, sistemi idealize ederek bazı kabuller ile sonuca ulaşmaktadır. Yapay sinir ağları gibi rastgele çalışma prensibine sahip modellemeler ise bu kabullere ihtiyaç duymamaktadır. Bu durum tasarımcı açısından bir kolaylık olarak yorumlanabilmektedir. Ancak analitik yaklaşımlar uzun sürelerden beri kullanıldıkları için bu yaklaşımlarda bilim insanları rassal modellere göre daha fazla tecrübeye sahiptirler. Rassal modeller ise erken bir dönemdedir. Fakat gelişen teknoloji ve imkanlar ile modellemelerin tecrübeleri ve günlük hayata adapte edilmeleri her geçen gün hızla artmaktadır.

Bu çalışmada oluşturulan model, limana ilişkin diğer veriler ile genişletilip güncellenebilir. Bu sayede model daha iyi temsil yeteneğine sahip olup, yeni tahminlerde, optimizasyonlarda, simülasyonlarda vb. konularda avantajlar sağlaması mümkün görülmektedir.

Bu aşamadan sonraki çalışmalarda oluşturulan model ve modellerin daha fazla sayıda ve farklı tipte limanlarda daha fazla veri ile denenmesi, modelin kalitesini ve geçerliliğini arttıracığı beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Arslan, M., (2007). Bulanık Mantık Yönteminin Liman Planlamasına Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [2] Ada, E., (2008). "Liman Yönetimi ve Rıhtım Atama Problemi", Ege Akademik Bakış
- [3] Beskovnik, B., (2010). "Strategies For Optimization of Container Terminal Capacity", Taylor & Francis
- [4] Le-Griffin, H. ve Murphy M., (2006). "Container Terminal Productivity", National Urban Freight Conference, February 2006, Los Angeles
- [5] Yılmaz, D., (2005). Türkiye’de Planlanacak Bir Analiman Üzerine Çalışma ve Ege Bölgesi Örneği, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [6] Gambardella, L. ve Rizzoli A., The Role of Simulation and Optimisation In Intermodal Container Terminals,
<http://www.idsia.ch/~luca/ess2000.pdf>, (20 Temmuz 2010)
- [7] Henesey, L., Davidson, P., Persson, A., Using Simulation in Evaluating Berth Allocation at a Container Terminal,
<http://www.ide.bth.se/~pdv/Papers/COMPIT2004.pdf>, (05 Ocak 2011)
- [8] Gambardella, L., Bontempi, G., Taillard, E., Simulation and Forecasting in Intermodal Container Terminals,
<ftp://ftp.idsia.ch/pub/luca/papers/ess96.pdf>, (25 Eylül 2010)
- [9] Dragovic, B. ve Park, N., (2009). "A Study of Container Terminal Planning", FME Transactions
- [10] Ng, W. ve Wong, C. (2006). "Evaluating the Impact of Vessel-Traffic Interference on Container Terminal Capacity", Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, March/April 2006, ASCE
- [11] Na, L. ve Zhihong, J. (2009). "Optimization of Continuous Berth and Quay Crane Allocation Problem in Seaport Container Terminal", ICICTA '09 Proceedings of the 2009 Second International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation - Zhangjiajie, 2009

- [12] Bartan, D., (2007). Konteyner Terminallerinde Performans Değerlendirmesi ve İzmir Alsancak Limanı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [13] Yüksel, Y. ve Çevik, E., (2006). Liman Mühendisliği, Arıkan Yayınevi, İstanbul
- [14] Büyüközer, A., (2006). Konteyner Terminali Planlaması ve Kapasite Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [15] Koç, L., Balas, C. ve Arslan A., (2004). “Taş Dolgu Dalgakıranların Yapay Sinir Ağları ile Öntasarımı”, İMO Teknik Dergisi
- [16] Uygunoğlu, T. ve Yurtcu, Ş., (2006). “Yapay Zeka Tekniklerinin İnşaat Mühendisliği Problemlerinde Kullanımı”, Yapı Teknolojisi Elektronik Dergisi
- [17] Öztemel, E., (2006). Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayınevi, İstanbul
- [18] Şen, Z., (2004). Yapay Sinir Ağları İlkeleri, Su Vakfı, İstanbul
- [19] Yurtoğlu, H., (2005). Yapay Sinir Ağları Metodolojisi ile Öngörü Modellemesi: Bazı Makroekonomik Değişkenler için Türkiye Örneği, DPT Uzmanlık Tezi, Ankara
- [20] Akkaya, G., (2007). Yapay Sinir Ağları ve Tarım Alanındaki Uygulamaları, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi
- [21] Vural, B., (2007). Yapay Sinir Ağları ile Finansal Tahmin, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara
- [22] Civalek, Ö. ve Çatal, H., (2004). Geriye Yayılma Yapay Sinir Ağı Kullanılarak Elastik Kirişlerin Statik ve Dinamik Analizi, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi 2004
- [23] Baran, H., (2010). Limanların Etki Alanı Saptanması için Bir Yöntem Önerisi (İzmir Alsancak Limanı), Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- [24] T.C İzmir Valiliği Resmi Kent Rehberi, Alsancak Limanı 2012 Yılında da İndirimli, www.izmirfx.mekan360.com, 25 Aralık 2011
- [25] Deniz Haber, İzmir Alsancak Limanı Hayata Dönüyor, www.denizhaber.com, 15 Kasım 2011
- [26] Aydoğan, B., (2011). İstanbul Boğazı Akıntı Yapısının İstatistik ve Belirsizlik Yöntemleri ile Modellenmesi, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [27] Hamzaçebi, C., (2011). Yapay Sinir Ağları Tahmin Amaçlı Kullanımı MATLAB ve NEUROSOLUTIONS Uygulamalı, Ekin Yayınevi, Bursa

İZMİR ALSANCAK LİMANI VERİLERİ-1

İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
64	94	9.5	893	0.0002
76	106	6	636	0.0001
76	106	5	530	0.0001
76	106	4.75	503.5	0.0001
76	106	5.25	556.5	0.0001
76	106	7.25	768.5	0.0001
76	106	9.67	1025.02	0.0002
76	106	13	1378	0.0003
76	106	12.25	1298.5	0.0002
76	106	6.5	689	0.0001
76	106	7.5	795	0.0002
76	106	31.75	3365.5	0.0006
76	106	71	7526	0.0014
84	114	10.75	1225.5	0.0002
84	114	5.84	665.76	0.0001
84	114	6.5	741	0.0001
84	114	14	1596	0.0003
84	114	4.75	541.5	0.0001
84	114	9.67	1102.38	0.0002
84	114	4.17	475.38	0.0001
84	114	12	1368	0.0003
84	114	4.75	541.5	0.0001
85	115	17	1955	0.0004

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
85	115	9.17	1054.55	0.0002
85	115	15.5	1782.5	0.0003
85	115	6.42	738.3	0.0001
85	115	16.25	1868.75	0.0004
85	115	15.42	1773.3	0.0003
85	115	29.5	3392.5	0.0006
85	115	13.5	1552.5	0.0003
85	115	2.5	287.5	0.0001
85	115	13.5	1552.5	0.0003
85	115	15	1725	0.0003
85	115	8.58	986.7	0.0002
85	115	9.75	1121.25	0.0002
85	115	13	1495	0.0003
85	115	12.17	1399.55	0.0003
85	115	17.5	2012.5	0.0004
85	115	6.83	785.45	0.0001
86	116	7.84	909.44	0.0002
86	116	12.75	1479	0.0003
86	116	13.58	1575.28	0.0003
87	117	13	1521	0.0003
87	117	24.34	2847.78	0.0005
87	117	7	819	0.0002
87	117	28	3276	0.0006
88	118	3.42	403.56	0.0001
88	118	35.75	4218.5	0.0008
88	118	33.34	3934.12	0.0007
88	118	6.25	737.5	0.0001
90	120	15.75	1890	0.0004
90	120	34.92	4190.4	0.0008
92	122	10.84	1322.48	0.0003
92	122	10.25	1250.5	0.0002
92	122	10.92	1332.24	0.0003
92	122	3.84	468.48	0.0001
92	122	9.75	1189.5	0.0002
93	123	15.25	1875.75	0.0004
93	123	10	1230	0.0002
93	123	45	5535	0.0011
93	123	10.09	1241.07	0.0002

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
93	123	7.75	953.25	0.0002
93	123	26.84	3301.32	0.0006
93	123	6.59	810.57	0.0002
93	123	13.59	1671.57	0.0003
95	125	15	1875	0.0004
95	125	11	1375	0.0003
97	127	1.25	158.75	0.0000
97	127	34.75	4413.25	0.0008
97	127	13	1651	0.0003
99	129	10.75	1386.75	0.0003
99	129	12.92	1666.68	0.0003
99	129	6.42	828.18	0.0002
99	129	9.34	1204.86	0.0002
99	129	14.5	1870.5	0.0004
100	130	5.34	694.2	0.0001
100	130	12	1560	0.0003
100	130	5.75	747.5	0.0001
100	130	12.42	1614.6	0.0003
100	130	27.67	3597.1	0.0007
100	130	10.75	1397.5	0.0003
100	130	7.42	964.6	0.0002
100	130	10.5	1365	0.0003
100	130	11	1430	0.0003
100	130	28.5	3705	0.0007
100	130	12.25	1592.5	0.0003
100	130	14.67	1907.1	0.0004
102	132	8.42	1111.44	0.0002
103	133	3.42	454.86	0.0001
103	133	5.25	698.25	0.0001
103	133	7.84	1042.72	0.0002
103	133	19.5	2593.5	0.0005
103	133	5.25	698.25	0.0001
103	133	30.83	4100.39	0.0008
104	134	2.75	368.5	0.0001
104	134	8.84	1184.56	0.0002
104	134	5.67	759.78	0.0001
104	134	30.25	4053.5	0.0008
104	134	14.83	1987.22	0.0004

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
104	134	8.08	1082.72	0.0002
104	134	4.5	603	0.0001
105	135	34.67	4680.45	0.0009
106	136	19	2584	0.0005
106	136	7.5	1020	0.0002
107	137	5.83	798.71	0.0002
107	137	8.83	1209.71	0.0002
110	140	12.42	1738.8	0.0003
110	140	9.84	1377.6	0.0003
110	140	5	700	0.0001
110	140	13	1820	0.0003
110	140	5.75	805	0.0002
110	140	20.34	2847.6	0.0005
112	142	10	1420	0.0003
114	144	9.84	1416.96	0.0003
114	144	13.75	1980	0.0004
114	144	17.75	2556	0.0005
114	144	10	1440	0.0003
114	144	12	1728	0.0003
114	144	9.25	1332	0.0003
115	145	37.5	5437.5	0.0010
115	145	11.42	1655.9	0.0003
115	145	10	1450	0.0003
115	145	10.17	1474.65	0.0003
115	145	15.09	2188.05	0.0004
115	145	8.75	1268.75	0.0002
115	145	14.25	2066.25	0.0004
115	145	15.25	2211.25	0.0004
115	145	17.5	2537.5	0.0005
115	145	13.25	1921.25	0.0004
115	145	9.75	1413.75	0.0003
117	147	26.67	3920.49	0.0007
117	147	14.75	2168.25	0.0004
118	148	13.67	2023.16	0.0004
120	150	12.92	1938	0.0004
120	150	8.5	1275	0.0002
120	150	18.92	2838	0.0005
120	150	12.25	1837.5	0.0003

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
120	150	6.5	975	0.0002
122	152	23.25	3534	0.0007
122	152	24.5	3724	0.0007
122	152	15.42	2343.84	0.0004
122	152	19.92	3027.84	0.0006
122	152	4.67	709.84	0.0001
122	152	14	2128	0.0004
122	152	6	912	0.0002
122	152	21.17	3217.84	0.0006
122	152	16	2432	0.0005
122	152	16.75	2546	0.0005
122	152	19.42	2951.84	0.0006
122	152	24.5	3724	0.0007
122	152	47.59	7233.68	0.0014
122	152	8.17	1241.84	0.0002
122	152	12.5	1900	0.0004
122	152	21.42	3255.84	0.0006
122	152	16.34	2483.68	0.0005
122	152	22.92	3483.84	0.0007
122	152	20.42	3103.84	0.0006
122	152	16.58	2520.16	0.0005
122	152	14.34	2179.68	0.0004
122	152	7.34	1115.68	0.0002
122	152	13.25	2014	0.0004
122	152	37.75	5738	0.0011
122	152	20.75	3154	0.0006
122	152	12.25	1862	0.0004
122	152	21.58	3280.16	0.0006
122	152	20.25	3078	0.0006
122	152	25.25	3838	0.0007
122	152	21.25	3230	0.0006
122	152	14.34	2179.68	0.0004
122	152	10.5	1596	0.0003
124	154	5.34	822.36	0.0002
126	156	15	2340	0.0004
126	156	46.57	7264.92	0.0014
126	156	10.09	1574.04	0.0003
126	156	7	1092	0.0002

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
127	157	14.25	2237.25	0.0004
128	158	31.42	4964.36	0.0009
128	158	42.92	6781.36	0.0013
129	159	12.75	2027.25	0.0004
129	159	38.09	6056.31	0.0012
132	162	17.67	2862.54	0.0005
132	162	48.75	7897.5	0.0015
133	163	11.5	1874.5	0.0004
133	163	6.75	1100.25	0.0002
133	163	27.34	4456.42	0.0008
133	163	6.25	1018.75	0.0002
133	163	11.25	1833.75	0.0003
133	163	15.25	2485.75	0.0005
133	163	11.58	1887.54	0.0004
133	163	21	3423	0.0007
133	163	21.17	3450.71	0.0007
134	164	46.75	7667	0.0015
134	164	13.5	2214	0.0004
134	164	13	2132	0.0004
134	164	16.25	2665	0.0005
134	164	31.84	5221.76	0.0010
134	164	12.67	2077.88	0.0004
134	164	14.67	2405.88	0.0005
134	164	27.5	4510	0.0009
134	164	31.5	5166	0.0010
134	164	15.5	2542	0.0005
134	164	15.25	2501	0.0005
134	164	12.67	2077.88	0.0004
134	164	10.59	1736.76	0.0003
134	164	7	1148	0.0002
134	164	12.5	2050	0.0004
134	164	13.42	2200.88	0.0004
134	164	10.75	1763	0.0003
134	164	15.25	2501	0.0005
134	164	12.84	2105.76	0.0004
134	164	8.42	1380.88	0.0003
134	164	4.67	765.88	0.0001
134	164	12.92	2118.88	0.0004

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
134	164	23.25	3813	0.0007
134	164	14.83	2432.12	0.0005
134	164	19.5	3198	0.0006
134	164	20.17	3307.88	0.0006
134	164	21	3444	0.0007
135	165	24.5	4042.5	0.0008
135	165	28.75	4743.75	0.0009
135	165	20.32	3352.8	0.0006
135	165	17	2805	0.0005
135	165	16.34	2696.1	0.0005
135	165	15	2475	0.0005
135	165	15.42	2544.3	0.0005
135	165	15.08	2488.2	0.0005
135	165	25.5	4207.5	0.0008
135	165	19.25	3176.25	0.0006
135	165	8	1320	0.0003
135	165	19.17	3163.05	0.0006
135	165	17.67	2915.55	0.0006
135	165	19.17	3163.05	0.0006
135	165	14.34	2366.1	0.0005
136	166	10.92	1812.72	0.0003
137	167	16.09	2687.03	0.0005
137	167	12.5	2087.5	0.0004
137	167	19.5	3256.5	0.0006
137	167	17.25	2880.75	0.0005
137	167	14	2338	0.0004
137	167	10.25	1711.75	0.0003
137	167	9.75	1628.25	0.0003
137	167	5.09	850.03	0.0002
137	167	17.84	2979.28	0.0006
137	167	19.42	3243.14	0.0006
137	167	17.25	2880.75	0.0005
137	167	25.5	4258.5	0.0008
137	167	12.17	2032.39	0.0004
137	167	17.5	2922.5	0.0006
137	167	11.58	1933.86	0.0004
137	167	17	2839	0.0005
137	167	10.83	1808.61	0.0003

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
138	168	3.75	630	0.0001
138	168	8.75	1470	0.0003
138	168	8.25	1386	0.0003
138	168	8.59	1443.12	0.0003
138	168	10.42	1750.56	0.0003
138	168	8.5	1428	0.0003
138	168	5.75	966	0.0002
138	168	7.42	1246.56	0.0002
138	168	10.75	1806	0.0003
138	168	17.25	2898	0.0006
139	169	11.75	1985.75	0.0004
139	169	6	1014	0.0002
139	169	15	2535	0.0005
139	169	9.5	1605.5	0.0003
139	169	14.34	2423.46	0.0005
139	169	25.75	4351.75	0.0008
139	169	16	2704	0.0005
146	176	7.25	1276	0.0002
146	176	18.34	3227.84	0.0006
146	176	8	1408	0.0003
146	176	10.17	1789.92	0.0003
146	176	20.75	3652	0.0007
146	176	11.5	2024	0.0004
146	176	9.5	1672	0.0003
146	176	11	1936	0.0004
146	176	18	3168	0.0006
146	176	7.42	1305.92	0.0002
146	176	10	1760	0.0003
146	176	15.5	2728	0.0005
146	176	16.75	2948	0.0006
146	176	32.5	5720	0.0011
147	177	5.59	989.43	0.0002
147	177	18	3186	0.0006
147	177	27.84	4927.68	0.0009
147	177	15.08	2669.16	0.0005
147	177	35.08	6209.16	0.0012
147	177	14	2478	0.0005
148	178	18.84	3353.52	0.0006

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
148	178	15.42	2744.76	0.0005
148	178	15.25	2714.5	0.0005
148	178	11.25	2002.5	0.0004
148	178	13.5	2403	0.0005
148	178	11.67	2077.26	0.0004
148	178	31.59	5623.02	0.0011
148	178	13.17	2344.26	0.0004
148	178	22.59	4021.02	0.0008
148	178	15	2670	0.0005
148	178	22	3916	0.0007
148	178	77.84	13855.52	0.0026
148	178	52	9256	0.0018
148	178	10.5	1869	0.0004
148	178	15.67	2789.26	0.0005
148	178	13.17	2344.26	0.0004
148	178	42.5	7565	0.0014
148	178	23.67	4213.26	0.0008
148	178	20	3560	0.0007
148	178	20.5	3649	0.0007
148	178	13.75	2447.5	0.0005
148	178	17.25	3070.5	0.0006
148	178	25.09	4466.02	0.0008
148	178	4.17	742.26	0.0001
148	178	12.59	2241.02	0.0004
148	178	4.25	756.5	0.0001
148	178	18.25	3248.5	0.0006
148	178	18.5	3293	0.0006
148	178	10.25	1824.5	0.0003
148	178	18	3204	0.0006
148	178	30	5340	0.0010
148	178	25.5	4539	0.0009
148	178	16.67	2967.26	0.0006
148	178	31.25	5562.5	0.0011
148	178	21	3738	0.0007
148	178	8.83	1571.74	0.0003
148	178	21	3738	0.0007
148	178	11.5	2047	0.0004
148	178	16.75	2981.5	0.0006

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
148	178	14.5	2581	0.0005
149	179	23.67	4236.93	0.0008
149	179	13.34	2387.86	0.0005
149	179	16.5	2953.5	0.0006
149	179	34.75	6220.25	0.0012
149	179	15.67	2804.93	0.0005
149	179	7	1253	0.0002
149	179	12.17	2178.43	0.0004
149	179	17.75	3177.25	0.0006
149	179	20.59	3685.61	0.0007
149	179	23	4117	0.0008
149	179	12.92	2312.68	0.0004
149	179	11.5	2058.5	0.0004
149	179	9.75	1745.25	0.0003
149	179	11.67	2088.93	0.0004
149	179	15.75	2819.25	0.0005
149	179	17.17	3073.43	0.0006
149	179	15.75	2819.25	0.0005
149	179	17.17	3073.43	0.0006
149	179	24	4296	0.0008
149	179	40.34	7220.86	0.0014
149	179	10.92	1954.68	0.0004
149	179	25.5	4564.5	0.0009
149	179	23	4117	0.0008
149	179	28.42	5087.18	0.0010
149	179	9.25	1655.75	0.0003
149	179	17	3043	0.0006
149	179	10.75	1924.25	0.0004
149	179	15.25	2729.75	0.0005
149	179	27	4833	0.0009
149	179	20.84	3730.36	0.0007
149	179	16.25	2908.75	0.0006
149	179	21.5	3848.5	0.0007
149	179	18.67	3341.93	0.0006
149	179	10.17	1820.43	0.0003
149	179	10.17	1820.43	0.0003
149	179	22.25	3982.75	0.0008
149	179	14.67	2625.93	0.0005

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
149	179	16	2864	0.0005
149	179	16.67	2983.93	0.0006
149	179	31.17	5579.43	0.0011
149	179	22.75	4072.25	0.0008
149	179	13.25	2371.75	0.0005
149	179	19.67	3520.93	0.0007
149	179	30.5	5459.5	0.0010
149	179	30.5	5459.5	0.0010
149	179	18.75	3356.25	0.0006
149	179	21.5	3848.5	0.0007
149	179	6.75	1208.25	0.0002
149	179	22	3938	0.0007
149	179	22.5	4027.5	0.0008
149	179	9.09	1627.11	0.0003
149	179	20.25	3624.75	0.0007
149	179	20.5	3669.5	0.0007
149	179	21	3759	0.0007
149	179	8.5	1521.5	0.0003
149	179	13.5	2416.5	0.0005
149	179	47.17	8443.43	0.0016
149	179	12	2148	0.0004
149	179	18	3222	0.0006
149	179	13.5	2416.5	0.0005
149	179	23.25	4161.75	0.0008
149	179	27.17	4863.43	0.0009
149	179	16.83	3012.57	0.0006
149	179	12.17	2178.43	0.0004
149	179	22.75	4072.25	0.0008
149	179	12.17	2178.43	0.0004
149	179	18.58	3325.82	0.0006
149	179	15.5	2774.5	0.0005
149	179	8.25	1476.75	0.0003
149	179	26.25	4698.75	0.0009
149	179	8.25	1476.75	0.0003
149	179	11.25	2013.75	0.0004
149	179	48.25	8636.75	0.0016
149	179	18.83	3370.57	0.0006
149	179	7.92	1417.68	0.0003

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
149	179	15.75	2819.25	0.0005
149	179	25.25	4519.75	0.0009
149	179	18.92	3386.68	0.0006
149	179	15	2685	0.0005
149	179	17.5	3132.5	0.0006
149	179	22.42	4013.18	0.0008
149	179	9.75	1745.25	0.0003
149	179	14.5	2595.5	0.0005
149	179	19.25	3445.75	0.0007
149	179	16.42	2939.18	0.0006
149	179	20.25	3624.75	0.0007
149	179	15.58	2788.82	0.0005
149	179	18.75	3356.25	0.0006
149	179	11.83	2117.57	0.0004
149	179	18.58	3325.82	0.0006
150	180	53	9540	0.0018
150	180	19.5	3510	0.0007
150	180	8.25	1485	0.0003
150	180	7.75	1395	0.0003
150	180	7.75	1395	0.0003
150	180	5.5	990	0.0002
150	180	50	9000	0.0017
150	180	10.84	1951.2	0.0004
150	180	9.5	1710	0.0003
151	181	25.34	4586.54	0.0009
151	181	15.75	2850.75	0.0005
151	181	6.75	1221.75	0.0002
151	181	13.75	2488.75	0.0005
151	181	19.25	3484.25	0.0007
152	182	6.75	1228.5	0.0002
152	182	13.67	2487.94	0.0005
152	182	9.75	1774.5	0.0003
152	182	38.5	7007	0.0013
152	182	18	3276	0.0006
153	183	12.5	2287.5	0.0004
153	183	26.59	4865.97	0.0009
153	183	17	3111	0.0006
154	184	19	3496	0.0007

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
154	184	19	3496	0.0007
154	184	27.25	5014	0.0010
154	184	19	3496	0.0007
154	184	34.25	6302	0.0012
154	184	13.17	2423.28	0.0005
154	184	18.5	3404	0.0006
154	184	19.75	3634	0.0007
154	184	15.58	2866.72	0.0005
155	185	42.5	7862.5	0.0015
155	185	19.84	3670.4	0.0007
155	185	20.75	3838.75	0.0007
155	185	34.75	6428.75	0.0012
155	185	19	3515	0.0007
155	185	36.84	6815.4	0.0013
155	185	23.84	4410.4	0.0008
155	185	25	4625	0.0009
155	185	20.5	3792.5	0.0007
155	185	20.25	3746.25	0.0007
155	185	27.5	5087.5	0.0010
155	185	48	8880	0.0017
155	185	25.5	4717.5	0.0009
155	185	19.75	3653.75	0.0007
155	185	20.25	3746.25	0.0007
155	185	42.25	7816.25	0.0015
155	185	28.34	5242.9	0.0010
155	185	40	7400	0.0014
156	186	22.5	4185	0.0008
156	186	5	930	0.0002
156	186	13.09	2434.74	0.0005
156	186	20.42	3798.12	0.0007
157	187	9.25	1729.75	0.0003
157	187	9.75	1823.25	0.0003
157	187	5.25	981.75	0.0002
157	187	15.25	2851.75	0.0005
157	187	10	1870	0.0004
157	187	14.5	2711.5	0.0005
157	187	12.25	2290.75	0.0004
157	187	21.75	4067.25	0.0008

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
157	187	10.67	1995.29	0.0004
157	187	11.67	2182.29	0.0004
157	187	37.09	6935.83	0.0013
157	187	11.67	2182.29	0.0004
157	187	37.09	6935.83	0.0013
157	187	15.84	2962.08	0.0006
157	187	15.67	2930.29	0.0006
157	187	17.5	3272.5	0.0006
157	187	9.75	1823.25	0.0003
157	187	8	1496	0.0003
157	187	8.67	1621.29	0.0003
157	187	15.75	2945.25	0.0006
157	187	11.67	2182.29	0.0004
157	187	19.34	3616.58	0.0007
157	187	12.34	2307.58	0.0004
157	187	9	1683	0.0003
157	187	15.75	2945.25	0.0006
157	187	7.09	1325.83	0.0003
157	187	7.75	1449.25	0.0003
157	187	19.58	3661.46	0.0007
157	187	5	935	0.0002
158	188	19.92	3744.96	0.0007
158	188	32.25	6063	0.0012
158	188	27.25	5123	0.0010
158	188	35.25	6627	0.0013
158	188	15.5	2914	0.0006
158	188	33.75	6345	0.0012
158	188	25.42	4778.96	0.0009
159	189	19.34	3655.26	0.0007
159	189	14.25	2693.25	0.0005
159	189	11.42	2158.38	0.0004
159	189	8.17	1544.13	0.0003
159	189	8.17	1544.13	0.0003
159	189	5.17	977.13	0.0002
159	189	10.25	1937.25	0.0004
159	189	25.75	4866.75	0.0009
159	189	17.25	3260.25	0.0006
159	189	25.17	4757.13	0.0009

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
159	189	26.25	4961.25	0.0009
159	189	20.25	3827.25	0.0007
159	189	25.92	4898.88	0.0009
159	189	9.34	1765.26	0.0003
159	189	11.75	2220.75	0.0004
160	190	41	7790	0.0015
160	190	15	2850	0.0005
160	190	13	2470	0.0005
160	190	19	3610	0.0007
160	190	13.67	2597.3	0.0005
160	190	18.34	3484.6	0.0007
160	190	15.75	2992.5	0.0006
160	190	16	3040	0.0006
160	190	12.84	2439.6	0.0005
160	190	15.75	2992.5	0.0006
160	190	17.5	3325	0.0006
160	190	13.5	2565	0.0005
160	190	16	3040	0.0006
160	190	13.25	2517.5	0.0005
160	190	17.67	3357.3	0.0006
160	190	28	5320	0.0010
160	190	28.42	5399.8	0.0010
160	190	17.5	3325	0.0006
160	190	24	4560	0.0009
160	190	17.42	3309.8	0.0006
160	190	9.08	1725.2	0.0003
161	191	9.17	1751.47	0.0003
161	191	13.25	2530.75	0.0005
161	191	12.84	2452.44	0.0005
161	191	14.25	2721.75	0.0005
161	191	17	3247	0.0006
161	191	14.67	2801.97	0.0005
161	191	11.75	2244.25	0.0004
162	192	25.25	4848	0.0009
164	194	6.67	1293.98	0.0002
164	194	20	3880	0.0007
164	194	20	3880	0.0007
164	194	13.42	2603.48	0.0005

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
165	195	18.5	3607.5	0.0007
165	195	34.5	6727.5	0.0013
165	195	19.25	3753.75	0.0007
165	195	29	5655	0.0011
165	195	24.5	4777.5	0.0009
165	195	34.5	6727.5	0.0013
165	195	19.25	3753.75	0.0007
165	195	29	5655	0.0011
165	195	24.5	4777.5	0.0009
165	195	34.5	6727.5	0.0013
165	195	20.25	3948.75	0.0008
165	195	47.92	9344.4	0.0018
166	196	17.67	3463.32	0.0007
166	196	34	6664	0.0013
166	196	10	1960	0.0004
166	196	38.42	7530.32	0.0014
166	196	10	1960	0.0004
166	196	38.42	7530.32	0.0014
166	196	21.5	4214	0.0008
166	196	24.67	4835.32	0.0009
166	196	28.83	5650.68	0.0011
166	196	34.25	6713	0.0013
166	196	43.83	8590.68	0.0016
166	196	28.34	5554.64	0.0011
166	196	52.83	10354.68	0.0020
166	196	51.25	10045	0.0019
167	197	31.67	6238.99	0.0012
167	197	21.5	4235.5	0.0008
167	197	48.17	9489.49	0.0018
167	197	65.3	12864.1	0.0024
167	197	39.5	7781.5	0.0015
167	197	33.67	6632.99	0.0013
167	197	35	6895	0.0013
168	198	23.75	4702.5	0.0009
168	198	30.5	6039	0.0011
168	198	28.25	5593.5	0.0011
170	200	23.5	4700	0.0009
170	200	14.84	2968	0.0006

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
170	200	17	3400	0.0006
170	200	16.75	3350	0.0006
171	201	27	5427	0.0010
171	201	27	5427	0.0010
171	201	20.5	4120.5	0.0008
171	201	17.25	3467.25	0.0007
171	201	18.67	3752.67	0.0007
171	201	23.92	4807.92	0.0009
172	202	34.75	7019.5	0.0013
172	202	35.84	7239.68	0.0014
172	202	25.17	5084.34	0.0010
172	202	27.08	5470.16	0.0010
173	203	27.5	5582.5	0.0011
174	204	10.67	2176.68	0.0004
174	204	38	7752	0.0015
174	204	18.75	3825	0.0007
174	204	18.75	3825	0.0007
174	204	23.5	4794	0.0009
174	204	17.25	3519	0.0007
174	204	15	3060	0.0006
174	204	15.75	3213	0.0006
174	204	7.75	1581	0.0003
175	205	29.67	6082.35	0.0012
177	207	21.5	4450.5	0.0008
177	207	21.5	4450.5	0.0008
177	207	25.92	5365.44	0.0010
177	207	18	3726	0.0007
178	208	8.5	1768	0.0003
179	209	21.34	4460.06	0.0008
179	209	23.17	4842.53	0.0009
179	209	18.25	3814.25	0.0007
179	209	18.25	3814.25	0.0007
179	209	21.75	4545.75	0.0009
179	209	17.25	3605.25	0.0007
181	211	18.5	3903.5	0.0007
181	211	14.25	3006.75	0.0006
181	211	9.5	2004.5	0.0004
181	211	14.25	3006.75	0.0006

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
181	211	9.5	2004.5	0.0004
181	211	10.67	2251.37	0.0004
181	211	9.75	2057.25	0.0004
181	211	30	6330	0.0012
181	211	23.25	4905.75	0.0009
181	211	18.67	3939.37	0.0007
181	211	32.92	6946.12	0.0013
181	211	21.08	4447.88	0.0008
181	211	19.92	4203.12	0.0008
181	211	17	3587	0.0007
181	211	15.75	3323.25	0.0006
182	212	14.75	3127	0.0006
182	212	23	4876	0.0009
182	212	16.84	3570.08	0.0007
182	212	17.5	3710	0.0007
182	212	16.84	3570.08	0.0007
182	212	17.5	3710	0.0007
182	212	9.09	1927.08	0.0004
182	212	12.59	2669.08	0.0005
182	212	21.92	4647.04	0.0009
182	212	21.75	4611	0.0009
182	212	28.25	5989	0.0011
182	212	38.25	8109	0.0015
182	212	15	3180	0.0006
182	212	10	2120	0.0004
182	212	20	4240	0.0008
182	212	5.42	1149.04	0.0002
182	212	13.42	2845.04	0.0005
182	212	15.5	3286	0.0006
182	212	8.25	1749	0.0003
182	212	10.75	2279	0.0004
183	213	20.92	4455.96	0.0008
184	214	23.59	5048.26	0.0010
184	214	32.75	7008.5	0.0013
184	214	32.75	7008.5	0.0013
184	214	30.92	6616.88	0.0013
184	214	19.25	4119.5	0.0008
184	214	29.09	6225.26	0.0012

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
184	214	30.5	6527	0.0012
184	214	27.25	5831.5	0.0011
184	214	20.5	4387	0.0008
184	214	57.25	12251.5	0.0023
184	214	27.5	5885	0.0011
184	214	37.5	8025	0.0015
184	214	19	4066	0.0008
184	214	26.5	5671	0.0011
184	214	24	5136	0.0010
184	214	25.08	5367.12	0.0010
184	214	43	9202	0.0018
184	214	37.75	8078.5	0.0015
184	214	41.5	8881	0.0017
184	214	33.08	7079.12	0.0013
184	214	26.34	5636.76	0.0011
184	214	29.25	6259.5	0.0012
184	214	20.75	4440.5	0.0008
185	215	13.75	2956.25	0.0006
186	216	17.34	3745.44	0.0007
187	217	22.5	4882.5	0.0009
187	217	6.5	1410.5	0.0003
187	217	11.75	2549.75	0.0005
187	217	7.5	1627.5	0.0003
188	218	24	5232	0.0010
188	218	43	9374	0.0018
188	218	48.5	10573	0.0020
188	218	41.25	8992.5	0.0017
188	218	38.92	8484.56	0.0016
188	218	12.92	2816.56	0.0005
188	218	24	5232	0.0010
188	218	43	9374	0.0018
188	218	48.5	10573	0.0020
188	218	41.25	8992.5	0.0017
188	218	38.92	8484.56	0.0016
188	218	12.92	2816.56	0.0005
188	218	33.25	7248.5	0.0014
188	218	33.67	7340.06	0.0014
188	218	26.5	5777	0.0011

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
188	218	40.25	8774.5	0.0017
188	218	31.5	6867	0.0013
188	218	34.5	7521	0.0014
188	218	18.83	4104.94	0.0008
188	218	24.17	5269.06	0.0010
188	218	30.67	6686.06	0.0013
194	224	40	8960	0.0017
198	228	46	10488	0.0020
198	228	68	15504	0.0029
201	231	19.25	4446.75	0.0008
201	231	19.25	4446.75	0.0008
201	231	21.09	4871.79	0.0009
201	231	19.34	4467.54	0.0008
201	231	42.5	9817.5	0.0019
201	231	10.67	2464.77	0.0005
201	231	12.25	2829.75	0.0005
201	231	35.67	8239.77	0.0016
202	232	8.25	1914	0.0004
203	233	26.75	6232.75	0.0012
203	233	13.5	3145.5	0.0006
203	233	13.5	3145.5	0.0006
203	233	15.75	3669.75	0.0007
206	236	31.09	7337.24	0.0014
206	236	36.5	8614	0.0016
206	236	36.5	8614	0.0016
206	236	23.25	5487	0.0010
206	236	25.67	6058.12	0.0012
206	236	25.5	6018	0.0011
210	240	5.75	1380	0.0003
211	241	22.75	5482.75	0.0010
211	241	17.67	4258.47	0.0008
212	242	33.25	8046.5	0.0015
212	242	9.75	2359.5	0.0004
215	245	24.5	6002.5	0.0011
216	246	23	5658	0.0011
216	246	13.59	3343.14	0.0006
216	246	17.25	4243.5	0.0008
216	246	18.5	4551	0.0009

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
216	246	19	4674	0.0009
216	246	19.34	4757.64	0.0009
216	246	20.25	4981.5	0.0009
216	246	14.67	3608.82	0.0007
216	246	13.5	3321	0.0006
217	247	25.34	6258.98	0.0012
217	247	17	4199	0.0008
217	247	18.42	4549.74	0.0009
217	247	16.92	4179.24	0.0008
217	247	14.08	3477.76	0.0007
221	251	33.17	8325.67	0.0016
221	251	37.67	9455.17	0.0018
221	251	28.42	7133.42	0.0014
222	252	16.08	4052.16	0.0008
222	252	23.17	5838.84	0.0011
227	257	19.92	5119.44	0.0010
227	257	19.92	5119.44	0.0010
227	257	20.5	5268.5	0.0010
227	257	51	13107	0.0025
227	257	25.17	6468.69	0.0012
227	257	22.75	5846.75	0.0011
227	257	20.67	5312.19	0.0010
240	270	27.75	7492.5	0.0014
240	270	36.59	9879.3	0.0019
240	270	42.17	11385.9	0.0022
240	270	37	9990	0.0019
240	270	23.5	6345	0.0012
240	270	29.5	7965	0.0015
240	270	32	8640	0.0016
240	270	26.75	7222.5	0.0014
240	270	27.5	7425	0.0014
240	270	42.17	11385.9	0.0022
240	270	37	9990	0.0019
240	270	23.5	6345	0.0012
240	270	29.5	7965	0.0015
240	270	32	8640	0.0016
240	270	26.75	7222.5	0.0014
240	270	27.5	7425	0.0014

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
240	270	25	6750	0.0013
240	270	8	2160	0.0004
240	270	35.84	9676.8	0.0018
240	270	29.25	7897.5	0.0015
240	270	29.75	8032.5	0.0015
240	270	20.5	5535	0.0011
240	270	18	4860	0.0009
240	270	38.09	10284.3	0.0020
240	270	37.5	10125	0.0019
240	270	34.5	9315	0.0018
240	270	25.5	6885	0.0013
240	270	27	7290	0.0014
240	270	45.84	12376.8	0.0024
240	270	29.5	7965	0.0015
240	270	32.17	8685.9	0.0017
240	270	31.58	8526.6	0.0016
240	270	20.25	5467.5	0.0010
240	270	30.5	8235	0.0016
240	270	23	6210	0.0012
240	270	48	12960	0.0025
240	270	36.17	9765.9	0.0019
240	270	30.5	8235	0.0016
240	270	43.25	11677.5	0.0022
240	270	44.17	11925.9	0.0023
240	270	38.58	10416.6	0.0020
240	270	32.34	8731.8	0.0017
240	270	26.75	7222.5	0.0014
240	270	19	5130	0.0010
240	270	25.58	6906.6	0.0013
242	272	43	11696	0.0022
242	272	47	12784	0.0024
243	273	40.92	11171.16	0.0021
243	273	65	17745	0.0034
243	273	67.5	18427.5	0.0035
244	274	25.5	6987	0.0013
248	278	20.5	5699	0.0011
260	290	38.09	11046.1	0.0021
260	290	62.5	18125	0.0034

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 13-14-15-16 nolu Rıhtım 2006 Yılı Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
274	304	73.5	22344	0.0043
274	304	42.25	12844	0.0024
274	304	73.5	22344	0.0043
274	304	42.25	12844	0.0024
274	304	16.25	4940	0.0009
274	304	47.75	14516	0.0028
274	304	55.59	16899.36	0.0032
274	304	49.34	14999.36	0.0029
274	304	39.08	11880.32	0.0023
274	304	32	9728	0.0019
275	305	41.75	12733.75	0.0024
275	305	39.5	12047.5	0.0023
275	305	41.59	12684.95	0.0024
275	305	31.25	9531.25	0.0018
275	305	53.25	16241.25	0.0031
275	305	39.5	12047.5	0.0023
275	305	50.75	15478.75	0.0029
275	305	13.59	4144.95	0.0008
275	305	36.59	11159.95	0.0021
275	305	25.5	7777.5	0.0015
275	305	37.42	11413.1	0.0022
275	305	55.67	16979.35	0.0032
275	305	15.25	4651.25	0.0009
275	305	72.5	22112.5	0.0042
275	305	59.25	18071.25	0.0034
275	305	38.25	11666.25	0.0022
276	306	39.08	11958.48	0.0023
279	309	23.42	7236.78	0.0014
294	324	63.67	20629.08	0.0039
295	325	40	13000	0.0025
295	325	31	10075	0.0019
295	325	33.5	10887.5	0.0021
295	325	33.34	10835.5	0.0021
295	325	72.42	23536.5	0.0045

İZMİR ALSANCAK LİMANI VERİLERİ-2

İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
76	106	34.75	3683.5	0.0010
76	106	40.34	4276.04	0.0011
76	106	3.84	407.04	0.0001
76	106	12	1272	0.0003
76	106	5	530	0.0001
76	106	14	1484	0.0004
76	106	114.83	12171.98	0.0032
76	106	5	530	0.0001
77	107	7	749	0.0002
84	114	9.5	1083	0.0003
84	114	6.5	741	0.0002
84	114	13.5	1539	0.0004
84	114	4.84	551.76	0.0001
84	114	20	2280	0.0006
84	114	5.5	627	0.0002
84	114	15	1710	0.0005
84	114	16.42	1871.88	0.0005
84	114	10	1140	0.0003
84	114	8.58	978.12	0.0003
85	115	5.5	632.5	0.0002
85	115	12.59	1447.85	0.0004
85	115	4.5	517.5	0.0001
85	115	6.34	729.1	0.0002
85	115	6.58	756.7	0.0002

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
85	115	6.5	747.5	0.0002
86	116	7.5	870	0.0002
87	117	12.25	1433.25	0.0004
88	118	3.25	383.5	0.0001
88	118	5	590	0.0002
88	118	3.5	413	0.0001
89	119	13.25	1576.75	0.0004
92	122	12	1464	0.0004
92	122	6.67	813.74	0.0002
93	123	7.5	922.5	0.0002
93	123	13.59	1671.57	0.0004
93	123	22.5	2767.5	0.0007
93	123	8.84	1087.32	0.0003
93	123	6.25	768.75	0.0002
93	123	10.75	1322.25	0.0004
97	127	12.75	1619.25	0.0004
97	127	19.25	2444.75	0.0006
98	128	49.75	6368	0.0017
98	128	12.75	1632	0.0004
98	128	9.83	1258.24	0.0003
99	129	6.58	848.82	0.0002
99	129	5	645	0.0002
100	130	9.17	1192.1	0.0003
100	130	14.75	1917.5	0.0005
100	130	20.25	2632.5	0.0007
100	130	38.5	5005	0.0013
100	130	4.17	542.1	0.0001
100	130	5.92	769.6	0.0002
100	130	6	780	0.0002
100	130	7	910	0.0002
102	132	15.25	2013	0.0005
103	133	6.75	897.75	0.0002
103	133	8.75	1163.75	0.0003
103	133	2.84	377.72	0.0001
103	133	8.5	1130.5	0.0003
103	133	12.5	1662.5	0.0004
103	133	3.75	498.75	0.0001
103	133	9.75	1296.75	0.0003
104	134	8.75	1172.5	0.0003

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
104	134	24	3216	0.0009
104	134	7.34	983.56	0.0003
104	134	13.5	1809	0.0005
104	134	5.25	703.5	0.0002
104	134	6.25	837.5	0.0002
105	135	5.25	708.75	0.0002
105	135	13	1755	0.0005
106	136	4.75	646	0.0002
106	136	11.34	1542.24	0.0004
106	136	10	1360	0.0004
106	136	12.34	1678.24	0.0004
107	137	4	548	0.0001
110	140	23	3220	0.0009
110	140	4.5	630	0.0002
110	140	8.25	1155	0.0003
111	141	10.75	1515.75	0.0004
112	142	5.34	758.28	0.0002
112	142	11.25	1597.5	0.0004
112	142	13.17	1870.14	0.0005
113	143	4.25	607.75	0.0002
114	144	12.92	1860.48	0.0005
114	144	12.25	1764	0.0005
114	144	15.75	2268	0.0006
115	145	4.42	640.9	0.0002
115	145	26.5	3842.5	0.0010
115	145	10.25	1486.25	0.0004
115	145	25.92	3758.4	0.0010
115	145	8.47	1228.15	0.0003
115	145	13.34	1934.3	0.0005
115	145	8.5	1232.5	0.0003
115	145	4.25	616.25	0.0002
115	145	15.83	2295.35	0.0006
117	147	9	1323	0.0004
117	147	12.25	1800.75	0.0005
121	151	7.17	1082.67	0.0003
122	152	8.25	1254	0.0003
122	152	5.75	874	0.0002
122	152	13.5	2052	0.0005
122	152	13.34	2027.68	0.0005

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
122	152	7.5	1140	0.0003
122	152	7.5	1140	0.0003
122	152	11.25	1710	0.0005
122	152	10.59	1609.68	0.0004
122	152	14	2128	0.0006
122	152	14.25	2166	0.0006
122	152	13	1976	0.0005
122	152	13.67	2077.84	0.0006
122	152	11	1672	0.0004
122	152	36.75	5586	0.0015
122	152	13.75	2090	0.0006
122	152	12	1824	0.0005
122	152	11	1672	0.0004
122	152	6.25	950	0.0003
122	152	13	1976	0.0005
122	152	8.25	1254	0.0003
122	152	18.75	2850	0.0008
122	152	12.67	1925.84	0.0005
122	152	19	2888	0.0008
122	152	19.75	3002	0.0008
122	152	25.25	3838	0.0010
122	152	16.25	2470	0.0007
122	152	16.25	2470	0.0007
122	152	22.83	3470.16	0.0009
122	152	11	1672	0.0004
122	152	27.25	4142	0.0011
122	152	16.5	2508	0.0007
122	152	18.5	2812	0.0007
122	152	18	2736	0.0007
122	152	18.08	2748.16	0.0007
122	152	9.5	1444	0.0004
125	155	5.5	852.5	0.0002
126	156	11	1716	0.0005
126	156	20	3120	0.0008
126	156	11.5	1794	0.0005
127	157	22.75	3571.75	0.0009
127	157	23.75	3728.75	0.0010
127	157	7.34	1152.38	0.0003
128	158	11.5	1817	0.0005

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
129	159	14.09	2240.31	0.0006
129	159	10.5	1669.5	0.0004
132	162	18.83	3050.46	0.0008
132	162	21.58	3495.96	0.0009
132	162	22.25	3604.5	0.0010
133	163	14	2282	0.0006
133	163	30.42	4958.46	0.0013
133	163	7.09	1155.67	0.0003
133	163	13.5	2200.5	0.0006
133	163	15.67	2554.21	0.0007
133	163	9.25	1507.75	0.0004
133	163	14.34	2337.42	0.0006
134	164	14.75	2419	0.0006
134	164	13	2132	0.0006
134	164	18.17	2979.88	0.0008
134	164	19.75	3239	0.0009
134	164	16.17	2651.88	0.0007
134	164	17.75	2911	0.0008
134	164	12	1968	0.0005
134	164	13.5	2214	0.0006
134	164	18.34	3007.76	0.0008
134	164	14	2296	0.0006
134	164	20.75	3403	0.0009
134	164	15.75	2583	0.0007
134	164	13.25	2173	0.0006
134	164	10.67	1749.88	0.0005
134	164	14.5	2378	0.0006
134	164	21.42	3512.88	0.0009
134	164	25.25	4141	0.0011
134	164	24	3936	0.0010
134	164	21.5	3526	0.0009
135	165	12.25	2021.25	0.0005
135	165	10.84	1788.6	0.0005
135	165	18.5	3052.5	0.0008
135	165	26.25	4331.25	0.0011
135	165	13.92	2296.8	0.0006
135	165	20.25	3341.25	0.0009
135	165	25.75	4248.75	0.0011
135	165	26.58	4385.7	0.0012

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
135	165	15	2475	0.0007
136	166	10.42	1729.72	0.0005
137	167	11.5	1920.5	0.0005
137	167	12.42	2074.14	0.0006
137	167	11.92	1990.64	0.0005
137	167	20.09	3355.03	0.0009
137	167	14.25	2379.75	0.0006
137	167	10.25	1711.75	0.0005
137	167	49.84	8323.28	0.0022
137	167	12.5	2087.5	0.0006
137	167	17	2839	0.0008
137	167	15.67	2616.89	0.0007
137	167	6	1002	0.0003
137	167	14.25	2379.75	0.0006
137	167	5.67	946.89	0.0003
137	167	8.17	1364.39	0.0004
137	167	11.5	1920.5	0.0005
137	167	12.17	2032.39	0.0005
137	167	12.58	2100.86	0.0006
137	167	8.17	1364.39	0.0004
138	168	11	1848	0.0005
138	168	12.75	2142	0.0006
138	168	12.75	2142	0.0006
138	168	12.42	2086.56	0.0006
138	168	7	1176	0.0003
138	168	7.17	1204.56	0.0003
138	168	13.5	2268	0.0006
138	168	12	2016	0.0005
138	168	15.34	2577.12	0.0007
138	168	11	1848	0.0005
139	169	18	3042	0.0008
139	169	8.75	1478.75	0.0004
139	169	7	1183	0.0003
139	169	16	2704	0.0007
139	169	12.5	2112.5	0.0006
139	169	12.5	2112.5	0.0006
139	169	21.58	3647.02	0.0010
140	170	24	4080	0.0011
143	173	22.75	3935.75	0.0010

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
143	173	22.75	3935.75	0.0010
145	175	15	2625	0.0007
145	175	15	2625	0.0007
145	175	9.34	1634.5	0.0004
146	176	19.5	3432	0.0009
146	176	10.67	1877.92	0.0005
146	176	24.34	4283.84	0.0011
146	176	19.5	3432	0.0009
146	176	10.67	1877.92	0.0005
146	176	24.34	4283.84	0.0011
146	176	12.92	2273.92	0.0006
146	176	21.5	3784	0.0010
146	176	11.75	2068	0.0005
146	176	7	1232	0.0003
146	176	6.59	1159.84	0.0003
146	176	21.08	3710.08	0.0010
146	176	16.92	2977.92	0.0008
146	176	15.83	2786.08	0.0007
146	176	29.67	5221.92	0.0014
146	176	11.5	2024	0.0005
146	176	44.75	7876	0.0021
146	176	13.75	2420	0.0006
146	176	33.17	5837.92	0.0015
147	177	17.5	3097.5	0.0008
147	177	13.42	2375.34	0.0006
147	177	17.83	3155.91	0.0008
148	178	21.34	3798.52	0.0010
148	178	21.09	3754.02	0.0010
148	178	44.5	7921	0.0021
148	178	24.09	4288.02	0.0011
148	178	30.5	5429	0.0014
148	178	32.17	5726.26	0.0015
148	178	23.5	4183	0.0011
148	178	12.25	2180.5	0.0006
148	178	21	3738	0.0010
148	178	30.92	5503.76	0.0015
148	178	24.25	4316.5	0.0011
148	178	21	3738	0.0010
148	178	21.34	3798.52	0.0010

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
148	178	21.09	3754.02	0.0010
148	178	44.5	7921	0.0021
148	178	24.09	4288.02	0.0011
148	178	30.5	5429	0.0014
148	178	32.17	5726.26	0.0015
148	178	23.5	4183	0.0011
148	178	12.25	2180.5	0.0006
148	178	21	3738	0.0010
148	178	30.92	5503.76	0.0015
148	178	24.25	4316.5	0.0011
148	178	21	3738	0.0010
148	178	21	3738	0.0010
148	178	20.75	3693.5	0.0010
148	178	22.34	3976.52	0.0011
148	178	23.5	4183	0.0011
148	178	19.92	3545.76	0.0009
148	178	33.5	5963	0.0016
148	178	27.5	4895	0.0013
148	178	9	1602	0.0004
148	178	34	6052	0.0016
148	178	29.17	5192.26	0.0014
148	178	17.17	3056.26	0.0008
148	178	11.67	2077.26	0.0006
148	178	14.75	2625.5	0.0007
148	178	23.67	4213.26	0.0011
148	178	22	3916	0.0010
148	178	16.25	2892.5	0.0008
148	178	17.5	3115	0.0008
148	178	24.09	4288.02	0.0011
148	178	11.84	2107.52	0.0006
148	178	15.17	2700.26	0.0007
148	178	25.5	4539	0.0012
148	178	17.34	3086.52	0.0008
148	178	31.5	5607	0.0015
148	178	11.75	2091.5	0.0006
148	178	14	2492	0.0007
148	178	48.5	8633	0.0023
148	178	23.83	4241.74	0.0011
148	178	27.83	4953.74	0.0013

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
148	178	15.25	2714.5	0.0007
148	178	7	1246	0.0003
148	178	16.17	2878.26	0.0008
149	179	38.5	6891.5	0.0018
149	179	11.34	2029.86	0.0005
149	179	18.5	3311.5	0.0009
149	179	10.25	1834.75	0.0005
149	179	18.5	3311.5	0.0009
149	179	8.25	1476.75	0.0004
149	179	14.75	2640.25	0.0007
149	179	17	3043	0.0008
149	179	22.34	3998.86	0.0011
149	179	13	2327	0.0006
149	179	13.5	2416.5	0.0006
149	179	12	2148	0.0006
149	179	34.75	6220.25	0.0017
149	179	13.25	2371.75	0.0006
149	179	7.5	1342.5	0.0004
149	179	12.5	2237.5	0.0006
149	179	17.75	3177.25	0.0008
149	179	14.25	2550.75	0.0007
149	179	16.67	2983.93	0.0008
149	179	15.34	2745.86	0.0007
149	179	17	3043	0.0008
149	179	38.5	6891.5	0.0018
149	179	11.34	2029.86	0.0005
149	179	18.5	3311.5	0.0009
149	179	10.25	1834.75	0.0005
149	179	18.5	3311.5	0.0009
149	179	8.25	1476.75	0.0004
149	179	14.75	2640.25	0.0007
149	179	17	3043	0.0008
149	179	22.34	3998.86	0.0011
149	179	13	2327	0.0006
149	179	13.5	2416.5	0.0006
149	179	12	2148	0.0006
149	179	34.75	6220.25	0.0017
149	179	13.25	2371.75	0.0006
149	179	7.5	1342.5	0.0004

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
149	179	12.5	2237.5	0.0006
149	179	17.75	3177.25	0.0008
149	179	14.25	2550.75	0.0007
149	179	16.67	2983.93	0.0008
149	179	15.34	2745.86	0.0007
149	179	11.25	2013.75	0.0005
149	179	19	3401	0.0009
149	179	17.5	3132.5	0.0008
149	179	15.5	2774.5	0.0007
149	179	23.67	4236.93	0.0011
149	179	21.75	3893.25	0.0010
149	179	14.67	2625.93	0.0007
149	179	16.17	2894.43	0.0008
149	179	7.75	1387.25	0.0004
149	179	17.75	3177.25	0.0008
149	179	20.59	3685.61	0.0010
149	179	10.42	1865.18	0.0005
149	179	17.92	3207.68	0.0009
149	179	23	4117	0.0011
149	179	14	2506	0.0007
149	179	11.25	2013.75	0.0005
149	179	14.5	2595.5	0.0007
149	179	14.25	2550.75	0.0007
149	179	10.83	1938.57	0.0005
149	179	17	3043	0.0008
149	179	20.83	3728.57	0.0010
149	179	24.75	4430.25	0.0012
149	179	22.75	4072.25	0.0011
149	179	15	2685	0.0007
149	179	20	3580	0.0010
149	179	12.08	2162.32	0.0006
149	179	19	3401	0.0009
149	179	15.83	2833.57	0.0008
149	179	16.25	2908.75	0.0008
149	179	17.83	3191.57	0.0008
149	179	17.34	3103.86	0.0008
149	179	23.92	4281.68	0.0011
149	179	26.75	4788.25	0.0013
149	179	13.67	2446.93	0.0006

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
149	179	14.17	2536.43	0.0007
149	179	15.75	2819.25	0.0007
149	179	10	1790	0.0005
149	179	12.92	2312.68	0.0006
149	179	20.5	3669.5	0.0010
149	179	11	1969	0.0005
149	179	13.5	2416.5	0.0006
149	179	18	3222	0.0009
149	179	15.75	2819.25	0.0007
149	179	11.25	2013.75	0.0005
149	179	33	5907	0.0016
149	179	18.67	3341.93	0.0009
149	179	10.92	1954.68	0.0005
150	180	8.67	1560.6	0.0004
150	180	8.67	1560.6	0.0004
150	180	8.84	1591.2	0.0004
150	180	19.5	3510	0.0009
150	180	9.75	1755	0.0005
150	180	10.34	1861.2	0.0005
150	180	35.25	6345	0.0017
151	181	13.92	2519.52	0.0007
151	181	19.17	3469.77	0.0009
151	181	16.34	2957.54	0.0008
151	181	13.92	2519.52	0.0007
151	181	19.17	3469.77	0.0009
151	181	16.34	2957.54	0.0008
151	181	10.5	1900.5	0.0005
151	181	26	4706	0.0012
151	181	20.75	3755.75	0.0010
151	181	12.42	2248.02	0.0006
151	181	11.83	2141.23	0.0006
153	183	14.42	2638.86	0.0007
153	183	13.25	2424.75	0.0006
154	184	13.67	2515.28	0.0007
154	184	13.67	2515.28	0.0007
154	184	17.34	3190.56	0.0008
154	184	32	5888	0.0016
154	184	15	2760	0.0007
154	184	12	2208	0.0006

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
155	185	34	6290	0.0017
155	185	13.09	2421.65	0.0006
155	185	26.75	4948.75	0.0013
155	185	15.25	2821.25	0.0007
155	185	24.17	4471.45	0.0012
155	185	35.67	6598.95	0.0018
155	185	25.25	4671.25	0.0012
155	185	21.5	3977.5	0.0011
155	185	21.34	3947.9	0.0010
155	185	14.75	2728.75	0.0007
155	185	24.09	4456.65	0.0012
155	185	25.75	4763.75	0.0013
155	185	23.5	4347.5	0.0012
155	185	20.83	3853.55	0.0010
155	185	24.5	4532.5	0.0012
155	185	23.25	4301.25	0.0011
155	185	48.08	8894.8	0.0024
155	185	53.34	9867.9	0.0026
155	185	19.83	3668.55	0.0010
155	185	38.34	7092.9	0.0019
155	185	36.25	6706.25	0.0018
155	185	15.25	2821.25	0.0007
155	185	24.83	4593.55	0.0012
155	185	19.17	3546.45	0.0009
156	186	7.92	1473.12	0.0004
156	186	15.5	2883	0.0008
156	186	21	3906	0.0010
156	186	39	7254	0.0019
156	186	11.34	2109.24	0.0006
157	187	16.92	3164.04	0.0008
157	187	9.17	1714.79	0.0005
157	187	6.75	1262.25	0.0003
157	187	9.34	1746.58	0.0005
157	187	22.17	4145.79	0.0011
157	187	11.25	2103.75	0.0006
157	187	7.25	1355.75	0.0004
157	187	56.67	10597.29	0.0028
157	187	8.67	1621.29	0.0004
157	187	23.75	4441.25	0.0012

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
157	187	10.5	1963.5	0.0005
157	187	8.17	1527.79	0.0004
157	187	16	2992	0.0008
157	187	12	2244	0.0006
157	187	9.17	1714.79	0.0005
157	187	9	1683	0.0004
157	187	33	6171	0.0016
157	187	16.5	3085.5	0.0008
157	187	12.92	2416.04	0.0006
158	188	20	3760	0.0010
158	188	12	2256	0.0006
158	188	24.17	4543.96	0.0012
159	189	22	4158	0.0011
159	189	14.34	2710.26	0.0007
159	189	12.09	2285.01	0.0006
159	189	16.17	3056.13	0.0008
159	189	22	4158	0.0011
159	189	17.25	3260.25	0.0009
159	189	23	4347	0.0012
159	189	15.67	2961.63	0.0008
159	189	7.5	1417.5	0.0004
160	190	10.67	2027.3	0.0005
160	190	13.97	2654.3	0.0007
160	190	10.84	2059.6	0.0005
160	190	13.75	2612.5	0.0007
160	190	11	2090	0.0006
160	190	16	3040	0.0008
160	190	14.5	2755	0.0007
160	190	25	4750	0.0013
160	190	15.5	2945	0.0008
160	190	17.75	3372.5	0.0009
160	190	18	3420	0.0009
160	190	23.34	4434.6	0.0012
160	190	27.25	5177.5	0.0014
160	190	23.34	4434.6	0.0012
160	190	18.5	3515	0.0009
160	190	17.5	3325	0.0009
160	190	24	4560	0.0012
160	190	14.83	2817.7	0.0007

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
161	191	12	2292	0.0006
161	191	23	4393	0.0012
161	191	21.17	4043.47	0.0011
161	191	24.92	4759.72	0.0013
161	191	27	5157	0.0014
161	191	17.84	3407.44	0.0009
161	191	19.5	3724.5	0.0010
161	191	17	3247	0.0009
161	191	14.75	2817.25	0.0007
162	192	25	4800	0.0013
165	195	18.25	3558.75	0.0009
166	196	23.17	4541.32	0.0012
166	196	61	11956	0.0032
167	197	12.17	2397.49	0.0006
168	198	14.84	2938.32	0.0008
168	198	32.75	6484.5	0.0017
170	200	18.5	3700	0.0010
170	200	25.67	5134	0.0014
170	200	8.84	1768	0.0005
170	200	16.83	3366	0.0009
170	200	9.67	1934	0.0005
170	200	12.34	2468	0.0007
170	200	7.08	1416	0.0004
171	201	16.67	3350.67	0.0009
171	201	18.5	3718.5	0.0010
171	201	35.5	7135.5	0.0019
171	201	21.75	4371.75	0.0012
171	201	13.59	2731.59	0.0007
171	201	38	7638	0.0020
171	201	21.75	4371.75	0.0012
171	201	31.75	6381.75	0.0017
171	201	18.5	3718.5	0.0010
171	201	17.34	3485.34	0.0009
171	201	23.34	4691.34	0.0012
171	201	23.92	4807.92	0.0013
171	201	19.75	3969.75	0.0011
171	201	19.5	3919.5	0.0010
171	201	15.75	3165.75	0.0008
171	201	17.5	3517.5	0.0009

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
171	201	20.25	4070.25	0.0011
172	202	22.67	4579.34	0.0012
172	202	37.25	7524.5	0.0020
177	207	17.34	3589.38	0.0010
177	207	29.25	6054.75	0.0016
177	207	28.25	5847.75	0.0016
177	207	15.59	3227.13	0.0009
177	207	20.58	4260.06	0.0011
178	208	35.5	7384	0.0020
178	208	31.25	6500	0.0017
178	208	31.67	6587.36	0.0017
179	209	23	4807	0.0013
179	209	28.34	5923.06	0.0016
179	209	8	1672	0.0004
179	209	6.92	1446.28	0.0004
179	209	23.25	4859.25	0.0013
180	210	37.58	7891.8	0.0021
180	210	14.58	3061.8	0.0008
181	211	14	2954	0.0008
181	211	6.17	1301.87	0.0003
181	211	20.25	4272.75	0.0011
181	211	34.25	7226.75	0.0019
181	211	11.5	2426.5	0.0006
181	211	27	5697	0.0015
181	211	10.92	2304.12	0.0006
181	211	13.5	2848.5	0.0008
181	211	4.84	1021.24	0.0003
181	211	27.92	5891.12	0.0016
181	211	12.5	2637.5	0.0007
181	211	36.67	7737.37	0.0021
181	211	8.5	1793.5	0.0005
181	211	23.75	5011.25	0.0013
181	211	30.25	6382.75	0.0017
181	211	15.25	3217.75	0.0009
181	211	9.5	2004.5	0.0005
181	211	15.75	3323.25	0.0009
181	211	27.83	5872.13	0.0016
181	211	11.5	2426.5	0.0006
181	211	30.75	6488.25	0.0017

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
181	211	9.75	2057.25	0.0005
181	211	15	3165	0.0008
182	212	10	2120	0.0006
182	212	14.75	3127	0.0008
182	212	20.42	4329.04	0.0011
182	212	22.75	4823	0.0013
182	212	21.42	4541.04	0.0012
182	212	27	5724	0.0015
182	212	15.42	3269.04	0.0009
182	212	14.75	3127	0.0008
182	212	19.25	4081	0.0011
182	212	13.5	2862	0.0008
182	212	6.5	1378	0.0004
182	212	11.25	2385	0.0006
182	212	25.5	5406	0.0014
182	212	13.58	2878.96	0.0008
182	212	25.5	5406	0.0014
182	212	25	5300	0.0014
182	212	18.42	3905.04	0.0010
182	212	21	4452	0.0012
182	212	27.17	5760.04	0.0015
184	214	23.5	5029	0.0013
184	214	25.5	5457	0.0014
184	214	14	2996	0.0008
184	214	13.67	2925.38	0.0008
184	214	67.84	14517.76	0.0039
184	214	17.34	3710.76	0.0010
184	214	17.84	3817.76	0.0010
184	214	33.25	7115.5	0.0019
184	214	28.75	6152.5	0.0016
184	214	39.34	8418.76	0.0022
184	214	24.92	5332.88	0.0014
184	214	16.34	3496.76	0.0009
184	214	30.5	6527	0.0017
187	217	40	8680	0.0023
187	217	19.75	4285.75	0.0011
187	217	28.75	6238.75	0.0017
188	218	10.5	2289	0.0006
188	218	38.92	8484.56	0.0023

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
188	218	34.84	7595.12	0.0020
188	218	77.84	16969.12	0.0045
188	218	32.79	7148.22	0.0019
188	218	22.67	4942.06	0.0013
188	218	37.59	8194.62	0.0022
188	218	36	7848	0.0021
188	218	22	4796	0.0013
188	218	39.5	8611	0.0023
188	218	27.34	5960.12	0.0016
188	218	37.17	8103.06	0.0022
188	218	51.5	11227	0.0030
188	218	34.5	7521	0.0020
188	218	57.25	12480.5	0.0033
188	218	34	7412	0.0020
188	218	33.08	7211.44	0.0019
188	218	29.5	6431	0.0017
188	218	30.75	6703.5	0.0018
188	218	40.08	8737.44	0.0023
188	218	27.75	6049.5	0.0016
188	218	21.5	4687	0.0012
188	218	66.25	14442.5	0.0038
188	218	31.67	6904.06	0.0018
188	218	28.67	6250.06	0.0017
188	218	30.75	6703.5	0.0018
188	218	26.25	5722.5	0.0015
188	218	30.34	6614.12	0.0018
200	230	28.75	6612.5	0.0018
201	231	9.75	2252.25	0.0006
203	233	35.84	8350.72	0.0022
203	233	9.92	2311.36	0.0006
203	233	24	5592	0.0015
204	234	4.5	1053	0.0003
206	236	4.59	1083.24	0.0003
206	236	27	6372	0.0017
206	236	22.67	5350.12	0.0014
206	236	23.5	5546	0.0015
206	236	26	6136	0.0016
206	236	30.25	7139	0.0019
206	236	26	6136	0.0016

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
206	236	15.75	3717	0.0010
206	236	44.5	10502	0.0028
207	237	13.25	3140.25	0.0008
210	240	23	5520	0.0015
210	240	26.25	6300	0.0017
211	241	27.25	6567.25	0.0017
211	241	30.34	7311.94	0.0019
211	241	29.58	7128.78	0.0019
212	242	56.67	13714.14	0.0036
213	243	20.83	5061.69	0.0013
215	245	19	4655	0.0012
216	246	22.67	5576.82	0.0015
216	246	19.5	4797	0.0013
216	246	11.75	2890.5	0.0008
216	246	17.67	4346.82	0.0012
216	246	21.67	5330.82	0.0014
216	246	23	5658	0.0015
216	246	35.75	8794.5	0.0023
216	246	23.5	5781	0.0015
216	246	18.75	4612.5	0.0012
217	247	30.67	7575.49	0.0020
217	247	41.92	10354.24	0.0027
217	247	26.08	6441.76	0.0017
217	247	14.58	3601.26	0.0010
217	247	16.75	4137.25	0.0011
217	247	14.75	3643.25	0.0010
217	247	22.83	5639.01	0.0015
222	252	11.5	2898	0.0008
224	254	51.42	13060.68	0.0035
227	257	49	12593	0.0033
227	257	17.84	4584.88	0.0012
227	257	15	3855	0.0010
227	257	23	5911	0.0016
227	257	32.58	8373.06	0.0022
227	257	22.75	5846.75	0.0016
227	257	22.75	5846.75	0.0016
227	257	28.42	7303.94	0.0019
235	265	24.84	6582.6	0.0017
240	270	22.42	6053.4	0.0016

Çizelge Devam				
İzmir Alsancak Limanı Konteyner Terminali 17-18-19 nolu Rıhtım Verileri				
Gemi Boyu LOA (m)	Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk (m)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi (saat)	Yanaşma Yeri İşgal Süresi * Rıhtımda Kapladığı Toplam Uzunluk	Rıhtım Kullanım Oranı
240	270	53.25	14377.5	0.0038
240	270	33	8910	0.0024
240	270	18.75	5062.5	0.0013
240	270	15.5	4185	0.0011
240	270	22.75	6142.5	0.0016
240	270	58.5	15795	0.0042
240	270	18.75	5062.5	0.0013
240	270	35.5	9585	0.0025
240	270	41.42	11183.4	0.0030
240	270	34.42	9293.4	0.0025
240	270	14.17	3825.9	0.0010
240	270	65.5	17685	0.0047
250	280	5	1400	0.0004
266	296	43.17	12778.32	0.0034
274	304	42.92	13047.68	0.0035
274	304	34	10336	0.0027
275	305	44.5	13572.5	0.0036
275	305	38.5	11742.5	0.0031
275	305	58.75	17918.75	0.0048
275	305	28.75	8768.75	0.0023
275	305	47.75	14563.75	0.0039
275	305	39.67	12099.35	0.0032
275	305	38.75	11818.75	0.0031
275	305	70.83	21603.15	0.0057
276	306	51	15606	0.0041
290	320	67	21440	0.0057
295	325	41.75	13568.75	0.0036
295	325	20.5	6662.5	0.0018

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Halil Can ERYAŞAR
Doğum Tarihi ve Yeri : 29.07.1985
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : halilcaneryasar@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y.Lisans	İnşaat Müh. Anabilim Dalı, Kıyı ve Liman Müh. Programı	Yıldız Teknik Üniversitesi	2012
Lisans	İnşaat Mühendisliği	Kocaeli Üniversitesi	2007
Lise	Fen Bilimleri	Vefa Anadolu Lisesi	2003

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2010 -	ARTI Proje Ltd. Şti	Proje Mühendisi
2010 - 2007	Teknik Yapı Denetim A.Ş	Kontrol Mühendisi